



**RIDUNAJ**  
Repositorio Institucional  
Digital UNAJ



Universidad Nacional  
**ARTURO JAURETCHE**

## Trabajo Final de Grado

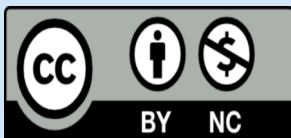
Garcier, Nicolás Alejandro

# Soluciones Ambientales y Revalorización de Subproductos en la Industria Cervecera : Destino Productivo y Sustentable del Bagazo

*Instituto de Ciencias Sociales y  
Administración*

2025

*Carrera: Licenciatura en Gestión  
Ambiental*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – No comercial 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Garcier, N. A. (2025). *Soluciones Ambientales y Revalorización de Subproductos en la Industria Cervecera : Destino Productivo y Sustentable del Bagazo* [Trabajo Final de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche].

<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3530>



## Trabajo Integrador Final

Soluciones Ambientales y Revalorización de  
Subproductos en la Industria Cerveceras:  
Destino Productivo y Sustentable del Bagazo

Alumno: Nicolás Alejandro Garcier

Tutor: Claudio Guardo

2025



## Contenido

Introducción	4
Planteo del problema	6
Fundamentación	7
Objetivos	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Metodología	9
Revisión bibliográfica	9
Relevamiento de cervecerías (diagnósticos participativos)	9
Herramienta metodológica	9
Resultados esperados	10
Desarrollo	10
Caracterización del bagazo cervecero	11
Marco referencial	14
Proyectos con enfoque en Economía Circular	18
Marco normativo	22
Análisis, interpretación y conclusiones sobre el Trabajo de Campo	24
Conclusiones finales	34
Plan de Gestión del BSG	39
Propuesta de un marco regulatorio para gestión y reutilización del BSG	45
Programa de difusión y capacitación a los productores cerveceros	48
Anexo 1	51
Anexo 2	52
Referencias	54

## Introducción

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más consumidas y con mayor producción en el mundo, remontándose sus orígenes a más de 5000 años de antigüedad. Su consumo en las sociedades antiguas y contemporáneas estuvo ligado a distintos contextos históricos a nivel global. En sus orígenes, se la empleaba como un complemento dietario dadas sus cualidades alimentarias, aprovechando además que no contenía agentes infecciosos gracias a la fermentación, demérito que si tenían el agua y la leche. Para comprender cómo evolucionó esta bebida en los últimos tiempos, es importante citar algunos hechos destacados.

A partir de la década del 70 del siglo XX, se registra una manera distinta de producir y consumir cerveza, más emparentada con lo que actualmente se conoce como cerveza artesanal. Son los norteamericanos quienes más aportan en materia de diversidad y calidad recreando recetas y estilos de las antiguas culturas europeas; generando así un movimiento sin precedentes luego replicado en otros países, surgiendo el segmento conformado por cerveceros caseros conocidos mundialmente como “homebrewers”. Estilos desaparecidos como las Indian Pale Ale inglesas (IPAs) son rescatadas y hoy gozan de una popularidad cada vez más grande, innovando también en nuevas técnicas y subestilos, recreando a las vez técnicas de elaboración ancestrales, dando así un salto de calidad que llevó a cautivar un público cada vez más numeroso y compitiendo con el segmento industrial, que también debió esmerarse para mejorar su calidad y variedad de estilos en pos de no perder terreno ante las incipientes microcervecerías.

El sitio Cerveza de Argentina (<https://cervezadeargentina.com.ar/>) destaca que la primera fábrica argentina de cerveza sobre la cual se tienen registros, data de 1738 y fue instalada por el inglés Thomas Stuart en una manzana del barrio de Retiro, siendo “Zerveza” el nombre de esta fábrica. La cervecería más antigua y cuya marca aún subsiste, luego de un impase, es la que fundó el inmigrante Emil Bieckert en 1860. La misma fue creada en principio como fábrica de hielo, elaborando cerveza recién 20 años después, por maestros cerveceros traídos desde su Alsacia natal. El éxito de la empresa fue total a pesar de la dificultad para obtener materias primas como cebada y lúpulo. Posteriormente en 1888 otro inmigrante alemán, Otto Bemberg creó la Cervecería y Maltería Quilmes, en la ciudad homónima, aprovechando la calidad del agua subterránea del lugar y la cercanía con la estación de ferrocarril. Bemberg elaboró una cerveza de estilo lager de cuerpo ligero, y tras dos años de pruebas tiró su primer chopp de la cual sería por décadas su cerveza definitiva y se convertiría en la más tradicional del país, incorporando nuevos estilos con el transcurso de los años.

Si bien hay datos de una gran cantidad de pequeñas cervecerías en todas las grandes ciudades del país durante la segunda mitad del siglo XIX, la mayoría se transformó en grandes establecimientos industriales, o bien desapareció. Un siglo después, durante la década de 1980, surgen en la Patagonia Argentina las primeras producciones comerciales independientes de cerveza artesanal tal como la conocemos hoy en día, siendo la marca Blest de Bariloche punta de lanza en el país, comenzando con una producción mensual de 4000 litros. Algunas cervecerías artesanales experimentaron un gran crecimiento y fueron adquiridas por las grandes compañías pasando a formar parte de un nuevo segmento catalogado como “premium” dentro del paquete de marcas que las conforman; tal fue el caso de Patagonia adquirida por la multinacional Amveb, propietaria actual de Cervecería y Maltería Quilmes.

La industria de la cerveza artesanal es una actividad que se ha expandido y establecido fuertemente a nivel mundial. El término artesanal hace referencia al tamaño de producción, a que se trata de una industria independiente, y a los estilos y formas tradicionales de producción. En la elaboración artesanal de cerveza por lo general se

prioriza la elección de materias primas de buena calidad, evitando el uso de adjuntos y realizando de manera manual la mayor parte del proceso. La mayor diferencia respecto a las técnicas con la elaboración de cerveza industrial, es que por lo general los cerveceros artesanales no someten al producto terminado a procesos de pasteurización. Por el contrario, la fabricación de cerveza a escala industrial se caracteriza por fórmulas básicas estandarizadas, en las que se busca utilizar ingredientes y procesos que resulten económicamente viables, en equipos de gran volumen.

En Argentina está sucediendo un fenómeno similar al que ocurre en el resto de los países. Si bien los niveles de producción y el tamaño de las cervecerías aún son mucho menores que en EE-UU, por ejemplo –país que sobresale a nivel global en términos de cantidad de fábricas y volúmenes de producción-, las proyecciones indican que estas irán en aumento. Como ocurre con cualquier actividad productiva, los crecimientos en los niveles y volúmenes de producción traen aparejados un aumento en los impactos, además de la aparición de nuevos, a nivel ambiental, socioeconómico, etc. Es imprescindible prever estos impactos, y cuáles son las medidas a adoptar para minimizar al máximo los impactos negativos, sin dejar de lado los impactos positivos buscados.

El bagazo cervecero es referido usualmente en la bibliografía internacional como BSG (referencia que se adoptará en este trabajo), abreviatura de “brewer’s spent grain” o grano gastado de cervecería en su traducción al castellano. Es el resultante del proceso de prensado y filtración del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cebada malteada, es un subproducto rico en proteína y fibra alimentaria –componentes nutricionales básicos en la dieta humana-; con elevadas proporciones de ácidos fenólicos como el ácido ferúlico con propiedades antioxidantes, y arabinosilanos con actividad prebiótica, antioxidante e inmunitaria. La American Association of Feed Control Officials (AAFCO) –EEUU- define al BSG como “el residuo seco extraído de la sola malta de cebada o mezclada con otros granos cereales o productos de granos, resultante de la manufactura del mosto o de la cerveza, y que puede contener residuos de lúpulo gastado en una cantidad que no excede el 3%, uniformemente distribuido” según se citó en Morales Vallecilla (2015).



**Figura 1.** Bagazo húmedo. Fuente: Min. de Agric. Gan. y Pesca, 2019

Respecto a los volúmenes de generación, la bibliografía a la hora de citar cantidades es muy dispar; algunos autores hacen referencia a 0.2 kg de BSG promedio generados por litro final producido, mientras que otros llegan a dar cuenta de 0.6 kg por litro. Dichos números son bastante relativos ya que pueden variar entre fábricas tomando como referencia un mismo estilo: mientras que algunas solo utilizan maltas para obtener los azúcares fermentables otras utilizan adjuntos para reducir costos y lograr las mismas densidades. Otra variable son los estilos en sí mismos: una cerveza del estilo Barley Wine o Imperial Stout utiliza un volumen de maltas que puede multiplicar hasta 5 veces la cantidad que se utiliza en un estilo Golden o Pilsen. Por lo tanto, en adelante se omitirá citar datos que hagan referencia a estas cantidades y proporciones ya que resultan absolutamente relativas, salvo en el final cuando en las conclusiones del presente trabajo se referencian cantidades en base a datos concretos obtenidos en el trabajo de campo realizado.

Este subproducto es una potencial materia prima de bajo costo, que se genera en grandes cantidades y se emplea hasta el momento principalmente como alimento de bajo valor económico para animales, compost y abono de cultivos, o como biocombustible;

pero presenta otras perspectivas de reutilización en la actualidad. No obstante, en zonas urbanas podría representar un problema ambiental al ser potencialmente asimilable a residuo sólido urbano -si se lo dispone como tal-, con pocas alternativas de reutilización puestas en práctica hasta el momento; y al no contar con establecimientos de cría de animales o de cultivos en cercanías, la oferta de este subproducto puede superar ampliamente la demanda en ciertas zonas, más aún si se considera que la mayoría de los establecimientos cerveceros se encuentran dentro de conglomerados urbanos. La búsqueda de nuevas alternativas que permitan avanzar en la gestión de la economía circular en el proceso de producción de cerveza es una de las prioridades actuales para el sector, además de una apuesta por la reducción y el reciclaje de residuos y la reutilización de subproductos; promoviendo el desarrollo económico y social.

### **Planteo del problema**

En base a la información obtenida y analizada, se pudo concluir en que resulta evidente el impacto ambiental asociado a la producción de cerveza. Debido al gran crecimiento a nivel mundial y nacional de las cervecerías independientes, es necesario pensar en soluciones y acciones para mitigar los impactos negativos de la actividad. La principal característica del BSG es que se genera en gran volumen y se trata de un subproducto orgánico húmedo, lo cual imposibilita su almacenamiento por muchas horas en los establecimientos productivos, considerando su facilidad para atraer contaminación bacteriana, de no ser sometido a procesos previos de prensado y secado.

El BSG no reutilizado, requiere de disposición final como cualquier residuo sólido urbano, por lo tanto, termina siendo arrojado en vertederos o rellenos sanitarios. Algunas investigaciones afirman que la descomposición anaeróbica del BSG húmedo genera gas metano, siendo este un gas de efecto invernadero con un potencial de daño a la atmósfera superior al dióxido de carbono. Estos gases pueden persistir en la atmósfera por varias décadas después de la eliminación del residuo que los genera, con el consecuente impacto sobre el ambiente, incrementando el calentamiento global. Durante el almacenamiento del BSG también se generan lixiviados, dadas las características del mismo en cuanto a la humedad, y deben ser tratados como tales de forma adecuada. Es importante remarcar al respecto los datos publicados en el Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos del Área Metropolitana de Buenos Aires realizado durante 2011, donde se destacó que los residuos alimenticios conformaban un 37,65% del total, muy importante si a esa fracción orgánica que en su totalidad (residuos alimenticios, papeles y cartones, restos de poda y jardín) representa aproximadamente la mitad de los RSU, se le suman subproductos con posibilidades de reutilización como el BSG (Giorgi et al. 2011).

El BSG luego de ser separado en el proceso de fermentación y posterior extracción del mosto cervecero, contiene un porcentaje de agua inicial que ronda el 75/80% según la bibliografía de referencia, y una presencia nada despreciable de azúcares fermentables, polisacáridos y proteínas. Esta característica hace que el BSG sea susceptible en un corto plazo a contaminación microbiana, principalmente por hongos. Este deterioro impide que pueda ser reutilizado como materia prima en la elaboración de alimentos, por lo cual se aplican distintas técnicas para reducir la humedad: secado, congelamiento, adición de conservantes, etc. La forma más simple de eliminar el exceso de humedad es por compactación mediante presión y posterior secado, lo que también contribuye a la reducción del volumen y peso del BSG.

Una de las problemáticas puntuales respecto a la gestión del BSG es la ausencia de una normativa específica para su disposición y tratamiento como residuo o bien para su reutilización como insumo de otros procesos productivos. Más aún si se considera el crecimiento constante del sector cervecero artesanal, el cual tampoco cuenta con un

adecuado asesoramiento al respecto, y por lo general los productores se encuentran dispersos y pocas veces agrupados en cámaras y asociaciones que los contengan, lo que facilita abordar estas cuestiones con otro nivel de organización.

## **Fundamentación**

Entre las cuestiones ambientales inherentes a la producción de cerveza, la más relevante dado el volumen de generación y su potencial contaminante, es la gestión del BSG; subproducto orgánico de difícil conservación sin tratamiento posterior. El crecimiento de la actividad, y el consecuente aumento de los impactos ambientales, lo posiciona como un rubro propenso para encaminar hacia una producción sostenible, siendo el aprovechamiento de sus subproductos el comienzo hacia una producción cervecera ambientalmente sustentable y a la creación de productos con agregado de valor a partir de un potencial desecho.

La necesidad de abordar el tema de la reutilización del BSG en un trabajo de investigación, se fundamentó en las oportunidades de incorporar este subproducto potencialmente reutilizable, como insumo de otros procesos productivos, con la posibilidad de reemplazar materiales que provengan de fuentes no renovables. No son despreciables los impactos positivos que tiene también la reutilización de este subproducto para la economía, tanto de las grandes industrias como de las pymes, considerando también los costos que conlleva para los gobiernos locales su eliminación o disposición en rellenos sanitarios dado el volumen/peso que se genera por litro final de producto terminado.

Dado el actual crecimiento del segmento microcervecero y el consecuente aumento en la generación de residuos y subproductos, es importante abordar la problemática en tanto se trata de una actividad relativamente nueva en lo que respecta a la producción artesanal, aún muy pequeña en el país en proporción al sector industrial. Los diferentes abordajes para la reutilización, por ejemplo, en la elaboración de productos de consumo humano –alimentos, ganado- contribuirían de forma significativa a la implementación de una economía circular en el rubro. Será fundamental establecer lazos de contacto entre los productores cerveceros y productores o instituciones que puedan dar un segundo uso a este subproducto. Muchas veces la razón de que el BSG termine su ciclo en un relleno sanitario o vertedero, responde a esta falta de interacción entre los mencionados actores. Será esencial para mitigar la problemática de los RSU orgánicos, además de la correcta gestión, la búsqueda de tecnologías eficientes para tratar cada corriente específica. En el caso particular del BSG incorporar herramientas tecnológicas que tiendan a enviar a disposición final un menor volumen y con menor contenido de humedad, para prolongar sus tiempos de degradación una vez incorporado a un relleno sanitario o dispuesto a cielo abierto. En ese aspecto juega un papel importante el compostaje.

Entre otros destinos sustentables que se le puede dar al BSG se encuentran: producción de alimentos para el consumo humano y animal, producción de energía por combustión, producción de biogás por fermentación, como material absorbente en tratamientos químicos, cultivo de microorganismos, obtención de bioproductos de fermentación, etc. No obstante, dado que su aprovechamiento como subproducto está supeditado a su frescura y grado de humedad, la deshidratación del mismo se puede realizar aprovechando la energía térmica excedente generada en distintas etapas del proceso de elaboración de cerveza y la energía procedente de sistemas de generación.

El proceso de producción de la cerveza posee un alto consumo de energía, especialmente en el bloque de cocción definido comúnmente como “brewhouse”. El consumo de energía de una cervecería depende de su tamaño, localización, y el tipo de producto final. La energía utilizada consta principalmente de dos tipos: energía térmica

proveniente de la quema de gas natural, y energía eléctrica. Dentro del proceso productivo, las operaciones del brewhouse son las más demandantes en términos de energía térmica donde el macerado y la etapa de hervor son las de mayor consumo. En el caso de la energía eléctrica, el mayor consumo se observa en la refrigeración, acción que toma lugar dentro de las operaciones de fermentación, maduración y almacenamiento. También cabe mencionar la etapa de filtración, donde se realiza intensivamente el bombeo de la cerveza a través de los filtros.

El alto consumo de energía térmica, la cual es obtenida a partir de la quema de gas natural y los constantes aumentos en los costos de la energía hacen que esto sea una problemática a observar y analizar. El uso de nuevas tecnologías asociadas a los procesos, y la implementación de buenas prácticas recomendadas para el sector, puede traer consigo una reducción sustancial en el uso de energía de una cervecería. A través de la instalación de un sistema de biodigestión y producción de biogás, estos requerimientos energéticos podrían ser abastecidos en parte de energía renovable, impactando positivamente en los costos para las fábricas. Además, representaría una disminución en el consumo de fuentes de energía no renovables. Esto permitirá, no solo el tratamiento, estabilización y disminución del volumen de los residuos orgánicos a disponer, sino también la generación de energía para el abastecimiento parcial del mismo proceso productivo. Por lo tanto, la revalorización de subproductos también podría aumentar la sostenibilidad económica de las pequeñas cervecerías.

Teniendo en cuenta que el BSG es un subproducto con cualidades nutricionales, es muy viable avanzar en la investigación respecto a su utilización en la elaboración de alimentos funcionales, como también sobre sus posibles aplicaciones en el campo de la salud. Respecto a la elaboración de productos para alimentación humana en Argentina, no existe aún una normativa específica que regule el uso del BSG como materia prima. La condición para que se pueda comercializar y utilizar este subproducto como insumo en la elaboración de alimentos es su inclusión en el Código Alimentario Argentino (CAA). En este sentido en julio de 2019 la presidencia de la CONAL, a cargo de la Secretaría de Alimentos y Bioeconomía presentó el tema para incorporarlo en la legislación nacional. Esta iniciativa surgió luego de trabajos en conjunto realizados por sector público y privado. En principio esta normativa deberá establecer los criterios que aseguren la trazabilidad del BSG, definiendo pautas de composición y conservación.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Investigar alternativas viables que conduzcan a disminuir la contaminación ambiental causada por el BSG (subproducto orgánico) generado en la producción de cerveza artesanal en el segmento de cervecerías artesanales y microcervecerías, y analizar las posibles alternativas de reutilización de este como subproducto, transformándose en insumo para otros procesos productivos.

### ***Objetivos específicos***

- 1- Proponer a los productores de cerveza artesanal comprendidos en el segmento relevado, un modelo de gestión brindando opciones de manejo a través de un Plan de Gestión del BSG que se adecue a las características de cada grupo de productores, según el volumen de generación y posibilidades de proporcionar un acondicionamiento en sus establecimientos.

2- Presentar lineamientos básicos para desarrollar un marco regulatorio, que incentive a los productores de cerveza artesanal comprendidos dentro del segmento relevado a la recuperación del BSG tanto como insumo o subproducto, ayudando a evitar su disposición como residuo.

3- Proponer a los productores de cerveza artesanal relevados, un Plan de Capacitación en pos de que puedan realizar adecuaciones en la gestión del BSG, con el fin de que logren una mejoría en su desempeño ambiental y que ésta aporte al cumplimiento de la normativa de aplicación vigente en materia de residuos.

## **Metodología**

### ***Revisión bibliográfica***

Se llevó a cabo mediante la búsqueda de trabajos científicos nacionales e internacionales que abordan la temática de la gestión y/o reutilización del BSG, con enfoques basados en la sostenibilidad de la actividad desde el punto de vista ambiental y en la economía circular. Se priorizó la búsqueda de material proveniente de fuentes confiables y con un nivel de rigor científico que acredite su fiabilidad. Las fuentes consultadas fueron virtuales y físicas; enfocándose en sitios académicos, publicaciones científicas, organismos oficiales, instituciones tecnológicas y científicas. Esta búsqueda permitió obtener un panorama más claro en cuanto a las posibilidades de reutilización que se abordan actualmente y cuáles serían las más viables para poner en práctica según la zona donde se radiquen los establecimientos.

La búsqueda también abordó el aspecto normativo, haciendo una revisión de dicho marco en la legislación vigente, en el ámbito nacional como provincial; tanto en lo referente a la gestión del BSG como un residuo -cuando no es reutilizado-; como en los aspectos legales relacionados con la reutilización desde sus posibles usos (elaboración de alimentos, productos medicinales, sustrato orgánico, nutrición animal, etc.).

### ***Relevamiento de cervecerías (diagnósticos participativos)***

Para recopilar datos sobre la generación de BSG y su posterior gestión, se realizó un trabajo de campo que consistió en el relevamiento de diferentes cervecerías artesanales independientes ubicadas en la zona sur del conurbano de la provincia de Buenos Aires y La Plata, realizando visitas guiadas a los establecimientos productivos. El criterio para la selección de estas se basó en que representan volúmenes de producción distintos, y que a la vez se sitúan en el segmento de cervecerías artesanales (más de 5000 lts. mensuales de producción) o microcervecerías (menos de 5000 lts. mensuales de producción). Fueron relevados un total de 50 establecimientos, cantidad que se consideró suficiente para que sea una muestra representativa del segmento analizado.

### ***Herramienta metodológica***

Este relevamiento se realizó mediante una encuesta semi estructurada, a los fines de obtener datos útiles para el propósito del presente trabajo. Principalmente relacionados con los volúmenes de generación y su evolución en los últimos años y situación actual en cuanto a la reutilización del BSG como subproducto, como también conocimiento de alternativas de tratamiento y normativa específica sobre su gestión como residuo. Estas encuestas brindaron material para realizar un posterior diagnóstico de la situación en el rubro en cuanto a la gestión de este subproducto de la producción de cerveza.

## Resultados obtenidos

Se concluyó con un diagnóstico a nivel local y regional sobre el manejo de este subproducto de la industria cervecera, donde se conoció con mayor certeza cuál es y cual podría llegar a ser su impacto ambiental, en tanto no se adopten medidas que desalienten su arrojamiento en rellenos sanitarios y basurales a cielo abierto, cuando no se le da un uso posterior. Con los resultados de dicho diagnóstico se llegó a la conclusión de cuál es el tratamiento/reutilización más viable para cada grupo de productores en función de su volumen de generación y ubicación geográfica, acercando a los mismos, opciones de manejo según su característica como generador.

## Desarrollo

La cebada es la principal materia prima sólida utilizada para la elaboración de cerveza. También es la fuente de azúcares, principalmente maltosa, que se fermentan en la cerveza (Palmer, 1999). El grano de cebada se divide en tres partes principales: germen, endospermo y cubierta del grano. A su vez este último se divide en cubierta de la semilla, capas internas que rodean la aleurona y capas del pericarpio sobre la cubierta



**Figura 2.** Grano malteado de cebada.  
Fuente: Min. de Agric. Gan. y Pesca, 2021

de la semilla. La cebada se convierte en malta tras un proceso de germinación controlada, que sirve principalmente para aumentar el contenido enzimático del grano. El malteado se realiza en tres etapas: remojo, germinación y secado (Mussatto, Dragone & Roberto, 2006). La etapa de remojo consiste en colocar los granos de cebada limpios en tanques con agua. En esta etapa se inicia la germinación y la activación metabólica. Es durante la germinación cuando se produce la síntesis y activación de enzimas en la aleurona y el endospermo, modificando la estructura de este último (Palmer, 1999).

El grado con que las enzimas rompen el endospermo para liberar el almidón durante la germinación, para adecuarla a los propósitos de los elaboradores de cerveza, es lo que se llama comúnmente “modificación”, según describe Palmer. A continuación, la cebada malteada es sometida a secado en hornos y de esta forma evitar la contaminación microbiana además de impartir características de aroma y sabor, para luego ser almacenada para lograr su equilibrio (Mussatto, Dragone & Roberto, 2006). El potencial de convertir el almidón enzimático que poseen las maltas es lo que se conoce como “poder diastático” (Palmer, 1999). Palmer amplía al respecto que el poder diastático de determinado tipo de malta lo determina la clase de cebada con la cual está hecha. Hay dos tipos de cebada: de dos hileras y de seis hileras, denominadas así por la forma en que están ubicados los granos en la espiga.

Los insumos principales para la elaboración de cerveza en relación a su volumen, son el agua y la cebada malteada. Su elaboración consta de una serie de etapas: malteado del cereal, molienda y maceración, filtración, cocción, fermentación, maduración, clarificación y finalmente envasado. La malta de cebada en particular es sometida al proceso de maceración. Durante este paso, las enzimas propias de la malta convierten el almidón en azúcares, más o menos fermentables según la temperatura del empaste (malta y agua). Este consiste en la mezcla del grano diluido en agua, a diferentes

temperaturas durante determinados períodos de tiempo- del cual se obtiene el mosto; líquido rico en azúcares fermentables, que luego de ser sometido a hervor atraviesa la etapa de fermentación. De este proceso el resultado es un subproducto conocido como bagazo o BSG –el mismo contiene alta carga de materia orgánica-, el cual representa un 85% aproximado de los subproductos generados. Sus posibilidades de reutilización se incrementan sometiéndose a un proceso previo de prensado y/o secado para reducir la humedad del mismo, con el fin de prolongar su tiempo de conservación.

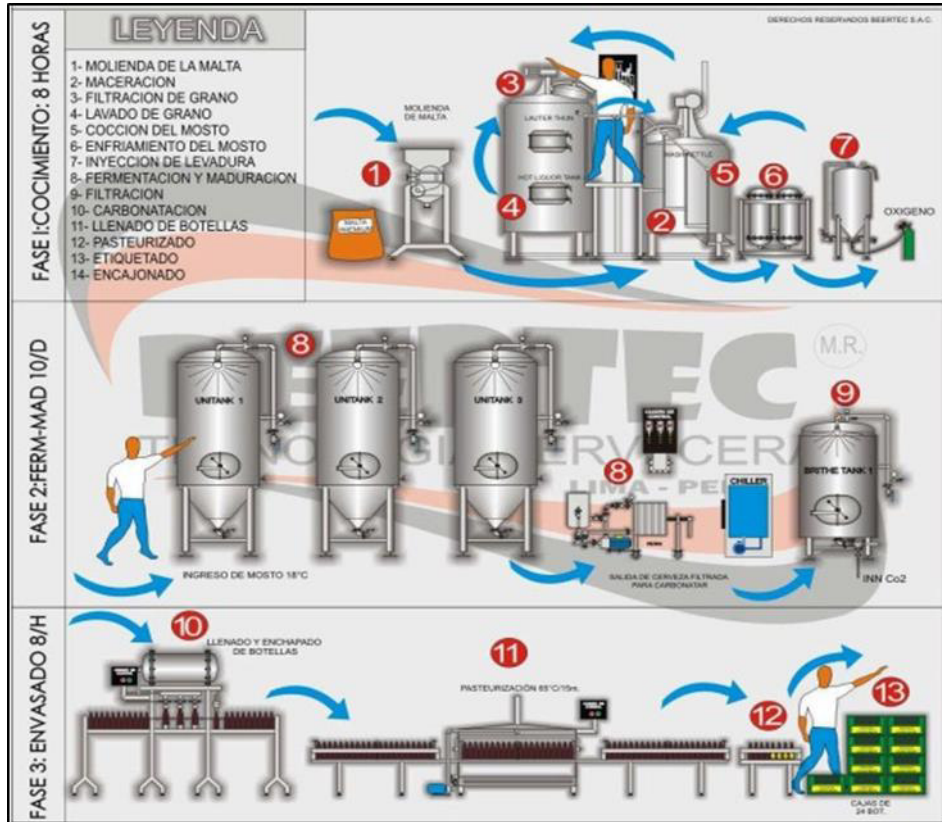


Figura 3. Proceso de producción de cerveza. Imagen recuperada de <http://beertec.galeon.com/>

### Caracterización del bagazo cervecero

La composición básica del BSG es: paredes de la cáscara, pericarpio, cubierta de semilla (ricos en celulosa), polisacáridos no celulósicos, lignina y en menor proporción proteínas y lípidos. Según Kunze (1996) citado por Mussatto, Dragone & Roberto (2006), la cáscara también contiene sílice en buena proporción. Con respecto a la composición química, se puede concluir en que no es homogénea entre distintas producciones, aún de un mismo fabricante, ya que depende de varios factores. Esta va a variar dependiendo de las clases de maltas utilizadas y dentro de las mismas clases de sus lugares de origen y tiempos de cosecha de la cebada, las tecnologías utilizadas al momento de la cosecha, malteado y cocción, tipos, cantidades y calidades de adjuntos utilizados en la elaboración, estilos de cerveza elaborados, características de los bloques de cocción, etc.

También es importante destacar que algunos estilos de cervezas industriales incorporan un porcentaje importante de adjuntos como arroz y maíz, llegando hasta un 40% de la receta en algunas, lo que modifica de manera significativa la composición del BSG obtenido. Hay coincidencias en la bibliografía al respecto sobre la humedad del BSG: al salir del proceso de macerado: la misma ronda un 78% promedio; sometiéndose

a prensado se puede reducir hasta llegar a un 65%, y mediante procesos de secado se puede disminuir a menos de un 10%.



**Figura 4.** Extracción de bagazo del macerador. Fuente: Min. de Agric. Gan. y Pesca, 2021.

El BSG, según la descripción brindada por los distintos autores consultados para este trabajo, es básicamente material lignocelulósico cuyos principales componentes son fibra (hemicelulosa y celulosa), proteína y lignina. La fibra es el componente principal constituyendo aproximadamente la mitad del peso seco de este subproducto. El BSG tiene un enorme potencial para mejorar el valor nutricional de los alimentos debido a su alto contenido de fibra. La fibra incluye arabinosilanos, celulosa y lignina. Estos componentes transforman al BSG en una materia prima de interés para aplicaciones alimentarias principalmente. Finalmente, el contenido de proteína puede variar considerablemente. En la tabla 1 se resume la composición química según los diferentes autores que son citados en este trabajo. Además, puede contener un porcentaje de lípidos (triglicéridos, diglicéridos, carotenoides, ácidos grasos, esteroides). Se pueden enumerar también

entre los componentes, minerales como calcio, fósforo y selenio; vitaminas como biotina, ácido fólico, niacina, riboflavina, tiamina y B6; y aminoácidos como lisina.

Componente	Kanauchi et al. 2001	Santos et al. 2003	Roble et al. 2004	Silva et al. 2004	Mussato y Roberto 2006	Celus et al. 2006	Xiros et al. 2008	Jay et al. 2008	Robertson et al. 2010	Aguas et al. 2012	Meneses et al. 2013
Hemicelulosa	21,8%	-	29,6%	41,9%	28,4%	22,5%	40%	-	25%	22,2%	19,2%
Celulosa	25,4%	-	21,9%	25,3%	16,8%	0,3%	12%	32%	-	26%	21,7%
Almidón	0%	-	0%	-	0%	1%	2,7%	11%	5%	-	-
Proteína	24%	31%	24,6%	-	15,2%	26,7%	14,2%	16%	22%	22,1%	24,7%
Lignina	11,9%	-	21,7%	16,9%	27,8%	-	11,5%	21%	15%	0%	19,4%
Lípidos	10,6%	4,5%	0%	-	0%	-	13%	7%	-	-	-
Ceniza	2,4%	4%	1,2%	4,6%	4,6%	3,3%	3,3%	-	-	1,1%	4,2%
Fenólicos	0%	1,9%	0%	-	0%	0%	2%	1,3%	0,8%	-	-

**Tabla 1.** Composición química del BSG según investigaciones de diferentes autores. Fuente: elaboración propia con datos extraídos de Lynch et al (2016)

Respecto a la humedad, tal característica lo vuelve muy susceptible a la proliferación de contaminación microbiana, por lo cual su posterior aplicación en otros usos depende generalmente de la reducción de ese porcentaje de humedad, y para la elaboración de alimentos resulta un condicionante. En este aspecto es válido remarcar las diferencias en cuanto a equipos según la escala de las cervecerías, ya que las tecnologías con las que dispone el sector artesanal no son las mismas del sector industrial, y cumplen un rol importante al momento de evaluar la calidad del subproducto. Las técnicas más comunes para reducir el exceso de humedad por medios físicos son: congelamiento, compactación y secado. Dependiendo la escala de elaboración existe diferente equipamiento, comenzando por las prensas como las utilizadas en la producción de vino a baja escala que permiten escurrir el BSG de forma sencilla. A nivel industrial existen escurridores y prensas de tornillo. Para los métodos de secado se pueden emplear secadores solares no muy sofisticados y de bajo costo,

hornos pequeños de secado industrial, estufas de laboratorio, y equipos de escala industrial como plantas de secado conformadas por secadores de tambor o de tubos que por lo general reciben calor de forma indirecta.

También existen métodos químicos de conservación, pero los productos utilizados pueden atentar contra el deseo de los consumidores en caso de elaboración de alimentos, ya que perderían sus características naturales. De todas formas, en algunos países estas prácticas son aceptadas al momento de extender la vida útil del BSG con fines de utilizarlo para alimentación de animales. Respecto a los medios físicos de conservación utilizados, encontrados en la bibliografía consultada, se pueden mencionar: congelamiento, secado en horno y liofilización (técnica de deshidratación por congelación y posterior calentamiento al vacío).

En general los usos y aplicaciones potenciales del BSG son muy diversos en la actualidad. Entre los más desarrollados se encuentran:

- Elaboración de productos alimenticios (posee altos contenidos de fibra, por lo tanto, tiene aplicaciones dietéticas y nutricionales).
- Producción microbiana (sustrato con varias aplicaciones).
- Producción de bioetanol (sustrato económico, abundante y rico en celulosa).
- Producción de energía, que puede ser posible por medio de combustión directa o por fermentación. Al respecto se hicieron varias investigaciones con el propósito de utilizar el BSG con fines energéticos utilizando la digestión anaeróbica para obtener biogás.
- Producción de ácido láctico y ácido ferúlico, obtención de compuestos fenólicos (para producción de antioxidantes sintéticos), entre otros.
- Una de las aplicaciones que despierta gran interés en la comunidad científica y aún está en etapas de investigación, es su explotación como sustrato para procesos de bioconversión, como por ejemplo el cultivo de microorganismos y la producción de enzimas.
- Otro método de reutilización viable para evitar la potencial contaminación biológica del BSG húmedo es el compostaje. Esta tecnología es viable para transformar este subproducto en un producto agrícola útil. Según se destaca en López Valenzuela (2019) la deficiencia de nitrógeno en el BSG se puede complementar con otro material compostable que equilibre la enmienda orgánica resultante, como por ejemplo el estiércol de aves de corral.
- Otra aplicación es como material absorbente, sometiéndose a un proceso previo de secado, siendo sus ventajas el bajo costo y amplia disponibilidad. El BSG pirolizado fue utilizado para la eliminación de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs), también para absorber cadmio, plomo y cromo de soluciones acuosas, o para remover contaminantes de la industria papelera y textil de sus aguas residuales (Mussatto, Dragone & Roberto, 2006).
- Precursor de fertilizantes orgánicos, con contenido de nutrientes destacados en Nitrógeno, Fósforo y Calcio. Su alto contenido de carbono, contribuye a mantener la materia orgánica del suelo.

Asimismo, varios componentes que forman parte del BSG están generando un interés creciente dados sus potenciales beneficios para la salud y para la formulación de alimentos funcionales. Hasta el momento, el principal uso posterior que se le dio al BSG es alimento para animales, por lo general para ganado y en segundo lugar para aves de corral; por ofrecer la ventaja de su bajo costo, amplia disponibilidad y cualidades nutricionales. A nivel mundial el BSG es utilizado en la elaboración de distintos alimentos y como ingrediente de productos funcionales, por lo general se convierte en

harina previamente. La aplicación de BSG en elaboración de productos alimenticios, incorporado en diferentes proporciones según el uso, comprende una amplia variedad de productos: galletas, harinas, panificados, salchichas, jugos, etc.

Los principales constituyentes del BSG de interés con respecto a los potenciales beneficios para la salud humana, son:

- Los componentes de fibra.
- La proteína, debido a su contenido alto de un aminoácido esencial como la lisina en comparación con otros cereales.
- Los arabinosilanos, que conforman componentes importantes dentro del BSG con potenciales usos en salud y alimentación; su solubilidad los transforma en un compuesto importante en cuanto a la promoción de la buena salud utilizándose como fibra dietética, ya que puede actuar como un prebiótico en el intestino grueso siendo fermentado por la microflora del colon beneficiando la salud intestinal.
- la fibra dietética también provoca efectos beneficiosos al sistema inmune, con potencial antioxidante y antiinflamatorio.

Todos estos usos y sus beneficios fueron estudiados, aprobados y publicados en numerosos trabajos científicos. La fibra contenida en el BSG, tiene importantes beneficios positivos para la salud, como la regulación del colesterol sérico y los ácidos grasos de baja densidad, la reducción del riesgo de diabetes y cáncer intestinal y la estimulación de la microflora intestinal beneficiosa, según se probó con éxito en diversos estudios. También se probó con éxito su uso como nutracéutico en el tratamiento de la colitis ulcerosa, aún en etapas de investigación y su prueba en humanos que padecen esta patología, parece ser una estrategia médica viable a futuro.

Mussatto, Fernández et al. (2008) abordan en trabajos de investigación la producción biotecnológica de ácido láctico, haciendo hincapié en la reducción de los costos cuando para su producción se utilizan como sustrato residuos agroindustriales como el BSG, materia prima que presenta una composición química de gran potencial para elaborar productos químicos con valor agregado. El ácido láctico actualmente es ampliamente utilizado en alimentos, productos farmacéuticos, textiles, cueros, industria química, cosmética y de polímeros, y es uno de los numerosos compuestos que se pueden obtener por medio de la bioconversión de este subproducto de bajo costo que se genera en grandes cantidades.

### **Marco referencial**

En cuanto a las principales referencias, los textos que mejor desarrollan la temática de la reutilización del BSG entre los hallados son, el publicado en 2016 por un equipo de investigación de la Facultad de Ciencias de la Alimentación y la Nutrición del University College Cork de Irlanda titulado “Brewers spent grain: a review with an emphasis on food and health”, cuya traducción es “Grano gastado de cervecería: una revisión con énfasis en alimentación y salud” (Lynch et al., 2016). El mismo brinda una perspectiva del estado actual a ese momento del conocimiento sobre el BSG, cubriendo su producción, composición, métodos de extracción de sus componentes valiosos, poniendo el foco principalmente en sus potenciales beneficios para la salud y el uso en aplicaciones alimentarias.

Otro de los textos esenciales y que mejor recopilan información sobre el tema es el titulado “Grano usado de cervecería: generación, características y aplicaciones potenciales” publicado en 2006 por Mussatto, Dragone & Roberto en el Departamento de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Química de Lorena, Brasil. Es para destacar también la publicación de diferentes trabajos que abordan la temática desde distintos

enfoques por parte de Solange Mussatto y sus equipos de investigación, haciendo hincapié en abordajes como la hidrólisis enzimática y la bioconversión.

Respecto a potenciales utilidades, es válido mencionar que la Universidad de Quilmes en colaboración con el Centro Universitario Pyme, en el marco de la Diplomatura de extensión en elaboración de cerveza artesanal, brindó durante el mes de marzo de 2022 un Taller de revalorización del BSG (Caminos & Szelagowsky D, 2022). El mismo tuvo como objetivo fomentar, difundir y acompañar en el desarrollo de un Plan para la reutilización del BSG, destinado a elaboradores de cerveza artesanal. Se abordaron temas como la economía circular, problemáticas a causa de la deposición del BSG como residuo, falta de un sistema de revalorización y reinserción del BSG en el proceso productivo (aplicación en alimentos, energía por combustión, producción de biogás).

Respecto a las aplicaciones posibles por fuera de lo relacionado con la alimentación y nutrición humana y animal, se encontraron investigaciones sobre diversos usos. Por ejemplo, el trabajo desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Pedro (Perú); donde se abordó la sustitución de cemento en un 10% del total por la combinación de cenizas de BSG (40% aproximado) y cáscara de huevo (60% aproximado) en la elaboración de adoquines para la construcción, con resultados óptimos en cuanto a la resistencia del material resultante (Camones Lock J., 2018). Continuando con las investigaciones desarrolladas en la materia, resultó innovador el trabajo llevado a cabo por Camacho Hoyos & Guerrero González (2017) en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Salle (Bogotá).

En el mismo se abordó la obtención de ceniza con alto contenido de sílice a partir del BSG, con el fin de evaluar sus propiedades en la aplicación al concreto convencional. En el mismo orden, en España Martínez et. al (2012) realizaron un trabajo de investigación que abordó la utilización de BSG en la producción de ladrillos para la construcción. El trabajo demostró que es viable incluir este subproducto en la matriz cerámica con resultados óptimos. Al respecto Mussatto, Dragone & Roberto (2004) agregan que el bajo contenido de cenizas del BSG y la presencia importante de fibras lo transforman en un sustituto posible del aserrín en la elaboración de ladrillos ya que incrementa la porosidad del producto final.

También en Brasil durante 2006 se llevaron a cabo investigaciones en el Departamento de Biotecnología de la Universidad de San Pablo para otras alternativas de aprovechamiento (Mussatto, Dragone, et al., 2006). Se trató de determinar el efecto de los tratamientos de hidrólisis ácida y alcalina en la estructura del BSG para liberación de fibras de celulosa; que pueden ser utilizadas para la obtención de varios productos tales como tejidos, papeles, plásticos y derivados de celulosa. Al respecto en Mussatto, Dragone & Roberto (2006) se menciona que se investigó la producción de papel a partir del BSG dado su naturaleza fibrosa, elaborando productos como toallas de papel, posavasos y tarjetas con buena calidad en los resultados obtenidos. Mussatto S.I. (2014) destaca que estudios recientes abordan la producción de pulpa de celulosa a partir de BSG. Los investigadores Shindo & Tachibana (2004) en el Instituto de Alimentos y Elaboración de Akita, Japón; realizaron un trabajo de investigación estudiando la hidrólisis de celulosa usando BSG como materia prima mediante un método de explosión de vapor utilizando un reactor y posterior conversión a ácido L láctico, que es un precursor del plástico biodegradable.

Siguiendo con la línea de investigación sobre obtención de materiales a partir de hidrólisis ácida, en el ámbito local se estudió la obtención de fibra de carbono a partir de la lignina presente en el BSG utilizada como precursor, en una investigación llevada a cabo en la Universidad Tecnológica Nacional por Fernández et al. (s.f.). En este caso el objetivo del trabajo fue la elaboración de hilo de fibra de carbono. También se desarrollaron trabajos de investigación sobre la hidrólisis y fermentación del BSG en el

Laboratorio de Biotecnología de la Escuela de Ingeniería Química perteneciente a la Universidad Técnica Nacional de Atenas, Grecia; de los cuales se hicieron publicaciones en revistas científicas y sitios web especializados. El BSG también es una materia útil para la producción de carbones activados, utilizados en la purificación de aguas y gases, y se obtiene a partir de un proceso de recuperación de la lignina mediante un tratamiento alcalino (Mussatto S.I., 2014).

Algunos proyectos de investigación pusieron el foco en la elaboración de combustibles alternativos utilizando BSG. Un ejemplo es el de Hacono, emprendimiento dedicado a la fabricación de estufas a leña en la Patagonia Andina Argentina, que formuló briquetas para su uso como combustibles alternativos en estufas llamadas “Briqué”; en Lago Puelo, Provincia de Chubut. En la zona se está desarrollando un polo productor de cerveza artesanal conocido como “La ruta de la cerveza”, a su vez es una zona con gran cantidad de aserraderos. Este proyecto fue creado para resolver parcialmente la problemática de los residuos generados por ambas actividades, y a su vez disminuir el consumo de leña para calefacción -que es el método más común durante la temporada invernal-. Durante 2017 se comenzó con los ensayos y análisis fisicoquímicos y energéticos que permitan establecer parámetros de producción. El mismo se elabora utilizando moldes sencillos, por compactación y utilizando agentes aglutinantes que no generen emisiones contaminantes. Justamente, lo que busca el proyecto, es encontrar un sustituto a la leña para utilizar en calefacción, y así disminuir las emisiones que genera su combustión y el consecuente impacto ambiental de la tala de árboles (Hacono, 2017).

También Okamoto et al. (2002), citados en Mussatto, Dragone & Roberto (2006), abordaron la producción de ladrillos de carbón vegetal utilizando BSG como materia prima. Previo secado y prensado el BSG se carboniza en una atmósfera reducida en oxígeno y se llegó a la conclusión de que los ladrillos producidos contenían minerales como calcio, magnesio y fósforo, y tenían un buen poder calorífico. Otros trabajos como el de Sato et al. (2001) citados en el mismo texto, evaluaron las propiedades fisicoquímicas de este tipo de carbón, arribando a la conclusión de que el poder calorífico de este producto era inferior al del aserrín.

En la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile en 2012, mediante un estudio se evaluó el potencial productivo del BSG para la generación de biogás bajo condiciones controladas (Rodríguez Venandy, 2012). En el mismo sentido, Morquecho Pedraza (2020) realizó un trabajo de investigación abordando la valoración del BSG para producir biogás, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México; abordando en el mismo trabajo la posibilidad de utilizar el BSG como sustrato para la producción de una especie de hongos comestibles. También el tema fue abordado por Capurro Navarro en 2018 investigando la optimización de la producción de metano a partir de residuos cerveceros (BSG y levadura), en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Científica del Sur, Perú.

Un equipo de investigación de la Universidad Nacional de Quilmes, presentó durante 2020 en las III Jornadas internacionales de investigación, ciencia y universidad realizada en Mendoza, un trabajo que abordó la encapsulación de ácido ferúlico obtenido de BSG para utilización en tratamientos dérmicos. Se concluyó en que este ácido posee efectos antioxidantes, ayuda a eliminar manchas de la piel ocasionadas por el sol, y actúa como agente anticancerígeno (Bucci et al., 2020). Continuando con la extracción de ácidos del BSG, en 2010 Szwajgier et al. en el Departamento de Biotecnología de una universidad de Polonia, investigaron el uso de una enzima en un biorreactor para la liberación de ácidos fenólicos del BSG; destacando que una vez obtenido se puede procesar y utilizar como aditivo alimentario antioxidante o componente cosmético bloqueador de rayos UV.

En España, en la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura- se investigó la obtención de compuestos fenólicos y antioxidantes

extraídos del BSG de cervezas de trigo por López Valenzuela (2019). En el mismo orden, Moreira et al. (2013) investigaron la actividad antioxidante y la composición fenólica de los extractos del BSG obtenidos en extracción asistida por microondas. En el mismo orden, Meneses et al. (2013) investigaron en el Instituto de Biotecnología y Bioingeniería de la Universidad de Minho (Portugal) como influyen los solventes utilizados para extraer compuestos fenólicos antioxidantes a partir del BSG. También en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid se investigó durante 2018 la obtención de arabinoxilanos del BSG transformando las fracciones lignocelulósicas, para su uso en la elaboración de alimentos funcionales con valor energético y alimentario (Lagüéns Pérez, 2018).

Lagüéns Pérez (2018), también destacan su acción protectora frente al cáncer de colon, su capacidad antioxidante, su acción inmunitaria, el efecto sobre el metabolismo reduciendo los niveles plasmáticos de triglicéridos y colesterol. Otro trabajo que abordó el potencial inmunomodulador en un compuesto a partir de una hidrólisis de las proteínas presentes en el BSG, es el que llevó a cabo la Facultad de Ciencias de la Alimentación y la Nutrición del University College Cork de Irlanda. En el mismo se analizó el potencial de este nutriente incorporado en leche descremada tras la digestión gastrointestinal humana (Crowley et al. 2015). Continuando con el segmento vinculado a la alimentación, en una investigación sobre producción de snacks a base de harina de BSG realizado por Marcos Barton (s.f.) para la Universidad de San Andrés (Argentina), se destaca la aparición de pequeños emprendimientos con esta temática.

En San Francisco (EE-UU) surgió una nueva empresa llamada Regrained, que utiliza el BSG como materia prima para producir barritas de cereal de reconocida calidad; en Nueva Zelanda una empresa llamada Mash Tun Crackers elabora snacks con BSG a escala industrial; en California (EE-UU) una empresa denominada Canvas se dedica a la producción de leche de cebada, utilizando también el “saved grain”, como denominan al BSG. Se puede utilizar BSG para producir una bebida destilada, sometiendo previamente a un proceso hidrotermal y luego se somete ese extracto a fermentación y destilación, logrando una calidad organoléptica aceptable (Mussatto S.I., 2014). También en la facultad de Ciencias de la Alimentación y la Nutrición de la University College Cork de Irlanda, se crearon ingredientes novedosos como fuentes de fibra, obtenidos del BSG para aumentar el valor nutricional en la elaboración de pan fortificado (Sahin et al. 2021).

En Argentina, el CONICET en su Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA) ubicado en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en colaboración con la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), formuló barras de cereal elaboradas con BSG, obteniendo muy buenos resultados en la formulación y perfil nutricional. Otras investigaciones abordan la utilización del subproducto como harina de BSG, tal el caso de Martínez (2020) para la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Según destacan Lynch et al. (2016), el BSG se utilizó además en alimentos no horneados ni panificados con el fin de aumentar su contenido de fibra, como fue el caso de las salchichas tipo Frankfurt, aumentando también la retención de agua al utilizar este subproducto en reemplazo de un porcentaje de la grasa en la receta. También el INTA en Bariloche realizó una evaluación del BSG producido en cervecerías artesanales a los fines de utilizarlo como alimento para el ganado, previo proceso de secado y peletizado (Ferrari et al. 2017).

Continuando con la nutrición animal, el INTA en 2014 realizó la publicación de un trabajo titulado “Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina” (Fernández Mayer 2014). En la misma se recopilan trabajos, entre ellos se destaca el de Fernando Morales Vallecilla titulado “Experiencias en el uso de residuos de la industria cervecera en Colombia y Ecuador”. El autor concluye en base a investigaciones en la materia en que

“en ganadería tanto de leche como de carne el afrecho (BSG) de cervecería se puede utilizar como único suplemento” (Morales Vallecilla 2015).

En el mismo orden, en un trabajo llevado a cabo en la Universidad de Limerick (República de Irlanda) durante 2013 (McCarthy et al. 2013), los investigadores destacaron que el BSG es un ingrediente de gran importancia para la dieta de los rumiantes. Los estudios demostraron que los animales alimentados con estos nutrientes tuvieron mayor producción de leche, grasa láctea. El mismo trabajo destacó además otras investigaciones como el reemplazo de salvado de arroz por BSG en la dieta de peces, encontrando que algunas especies como la carpa registraron un mayor crecimiento incorporando este alimento en la dieta. También destacaron su inclusión en la dieta de aves ya que contiene los principales aminoácidos esenciales para la nutrición de aves de corral.

Morales Vallecilla (2015) también destaca que fue la Asociación de Cerveceros de Norteamérica los que desde el año 1968, han impulsado programas de investigación y desarrollo del uso de estos subproductos en la formulación de raciones para las distintas especies animales. La experiencia americana ha sido aprovechada en Colombia de tal manera que de acuerdo con la composición nutricional del BSG; se han elaborado dietas completas para aves, cerdos y ganado bovino. Es destacable también el caso de la cervecería Daam en Barcelona (España), que destina más de 90.000 toneladas anuales de BSG a la alimentación animal, cediendo el subproducto a establecimientos rurales de la zona.

Las autoras Caminos & Szlagowsky (2022) investigaron sobre la fermentación en sustrato sólido cuya matriz actúa como soporte físico. Al respecto destacan la producción de hongos comestibles. En noviembre de 2019, la agencia de noticias EFE, publicó un informe sobre el cultivo de champiñones, utilizando como sustrato BSG en unas conocidas cavas de la ciudad de Bruselas (Bélgica), reconvertidas en centro de innovación agroalimentaria (Agencia EFE, 2017). En el ámbito local, en la provincia de Neuquén se desarrolló el Programa de Hongos Comestibles del Centro PyME-Adeneu. Los productores neuquinos recibieron la propuesta de producir hongos comestibles frescos a granel utilizando como sustrato el BSG en el curso “Alternativa rentable para el uso de bagazo de malta cervecera” en el marco del cuarto Festival de Cerveza Artesanal en Aluminé (Gobierno de la Provincia de Neuquén, 2017).

### ***Proyectos con enfoque en Economía Circular***

A la hora de contextualizar este cambio de paradigma en cuanto a producción-reemplazar la economía lineal que dilapida recursos por la economía circular que plantea la reutilización-, dentro de lo que es la industria cervecera, se encuentra mucha información teórica en cualquier reporte de sustentabilidad de las principales compañías del sector a nivel global durante los últimos años. Aun así, entre publicaciones compuestas en algunos casos por cientos de páginas, cuesta encontrar un párrafo que aborde el tratamiento del BSG desde un enfoque de economía circular. La gran mayoría se limita a mencionar que se dispone como alimento para el ganado en su totalidad sin brindar más detalles de su gestión. No obstante, se pueden encontrar ejemplos de proyectos que demuestran cómo se puede abordar la gestión sustentable del BSG diversificando las posibilidades de reutilización del mismo.

Según publicó el portal de noticias Euronews en su página web el 7 de mayo de 2019, “la cerveza entra en la economía circular”. En dicha publicación se destacó la llegada de la economía circular al mundo de las bebidas de la mano de Brussels Beer Project. Se trata de un proyecto participativo, colaborativo y co-creativo creado bajo el concepto de crowdfunding (financiación colectiva) por cerveceros artesanales de Bélgica. Además de las particularidades a la hora del financiamiento y toma de decisiones, otra

característica de esta cervecería es que utiliza pan duro para elaborar algunos estilos de cerveza, y al mismo tiempo elaboran harina con el BSG desechado del resto de la producción para producir panificados (Sendin Rodriguez & Lázaro, 2019).

En un estudio elaborado por un activista en alimentación sostenible realizado antes de 2015, se comprobó que en la ciudad de Bruselas se desechaban una cantidad para nada despreciable de alimentos, entre ellos el de mayor volumen era el pan, del cual se tiraban a la basura diez toneladas anuales aproximadamente. Con estos antecedentes, bajo el nombre de Bruselas Beer Project, en una cervecería decidieron elaborar un estilo de cerveza con una técnica similar a la utilizada hace aproximadamente 7000 años en la Mesopotamia, hasta 2019 llevaban re aprovechadas más de 25 toneladas de pan con la elaboración de su cerveza de nombre Babylone. La forma de completar el círculo que encontró esta cervecería es utilizando el BSG, previo proceso de secado y molido, transformándolo en harina que se vende posteriormente para la elaboración de panificados. De este modo, el proyecto rescató técnicas sostenibles empleadas por civilizaciones antiguas, que elaboraban bebidas fermentadas a base del pan que no llegaban a consumir.

No es el único proyecto que puso el foco en buscar una respuesta al desperdicio de pan. El medio español ABC Antropía, publicó el 01/03/2023 el caso de la cerveza Señor Mendrugo, un proyecto conjunto entre Cerveza Mica, Pascual Innoventures y Robin Good lanzado en Aranda de Duero (Burgos) durante 2021. Según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, citados en la nota, se arrojaron a la basura 1245 millones de Kg de alimentos a la basura, y la mayor parte de ese alimento tratado como desperdicio era pan. Se decidió abordar el tema con una fórmula para nada secreta, que consiste en sustituir la cebada que se utiliza en la elaboración de cerveza en un porcentaje aproximado del 45% para elaborar esta bebida, lo que permitió recuperar una tonelada y media de pan en 18 meses. El proyecto no se limita solo en dar un segundo uso al pan desechado, sino que pretende que la circularidad llegue al 100% del negocio, según sus creadores. La política para lograr este objetivo se trata de vincularse con proveedores de cercanía: el pan sobrante lo provee una panificadora lindera a la cervecería y la cebada utilizada se cultiva en Fuentenebro, Burgos, también cercano a la fábrica.

Otra iniciativa similar es la que lleva a cabo Rice Products bajo el lema “Alimentos innovadores para una nueva era”, en la ciudad de Nueva York -Estados Unidos-. Rice consiste en una empresa que cuenta con inversores externos que aportan capitales y socios, y se dedica al reciclaje de subproductos orgánicos para transformarlos en ingredientes, siendo el principal el BSG, con el cual se crea un producto denominado “súper harina” cuyo contenido de fibras y proteínas es superior al de la harina de trigo y contiene menos carbohidratos. La tienda del sitio web ofrece productos como la súper harina mencionada además de brownie y granola. Entre sus inversores se encuentran empresas de la industria alimenticia, y entre sus socios los principales son seis cervecerías artesanales de Nueva York. Esta compañía brinda soluciones específicas para la industria y trabaja en torno a las características de los subproductos para maximizar su potencial. En el caso específico de las cervecerías, la compañía trabaja para ayudarlas a desviar toneladas de desperdicio que serían dispuestas en vertederos (Rice Products, s./f.).

Una publicación del portal Expok, fechada el 22 de agosto de 2022, da cuenta de otro proyecto llevado a cabo en Londres donde una coalición de 25 cervecerías artesanales creó una cerveza llamada “Toast Ale”, que se elabora con pan sobrante de las panaderías y mercados locales que antes se desechaban como residuo. Los objetivos de este proyecto son, por un lado, reducir el desperdicio de alimentos, y por otra parte reemplazar una parte de la cebada en las recetas de elaboración de sus cervezas. Esta última acción ayuda a disminuir la superficie de cultivo, ahorrar agua y energía, además de evitar emisiones de carbono a la atmósfera.

También sus políticas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) apuntan a brindar apoyo económico por medio de sus ganancias a causas de interés social y medioambiental. Este apoyo se gestiona donando el 100% de sus ganancias a la organización benéfica Feedback, cuyo objetivo es reducir en un 50% el desperdicio de alimentos para 2025. Finalmente, otro de los objetivos es involucrar a las personas, con el fin de impulsar acciones positivas conjuntas para el planeta. La forma que encontraron es en lugar de forzar a comprar la cerveza sostenible que producen, difundiendo la receta de su cerveza en la página web del proyecto para que cualquier cervecero casero pueda recrearla (Arianne, 2022).

En el ámbito local, se registra un caso reciente con muy buenos resultados, surgido de un trabajo conjunto entre dos cooperativas y apoyo estatal. El proyecto, según relata el sitio web del periódico Tiempo Argentino, se inició durante 2019 por iniciativa de seis trabajadores que crearon la Cooperativa Perlecop, con el objetivo de producir una cerveza artesanal cuya marca sería Farra, y pueda competir con los precios de las marcas industriales, pero con un producto de calidad superior. En paralelo se abocaron a estudiar alternativas para dar un destino al BSG, búsqueda que los llevó a ponerse en contacto con una cervecería artesanal de Nueva York que lo utilizaba en la elaboración de galletas para consumo humano. De esta forma, crearon una secadora para librar de la humedad al BSG y luego transformarlo en harina (Raed, 2022).

La etapa de investigación contó con apoyo estatal de parte del Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social (INAES) y del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), este último abocado a investigar el perfil nutricional del producto, mientras que el primero fue el nexo con la fábrica recuperada devenida en Cooperativa La Nirva Grandote Ltda., productora de alfajores. Finalmente se asoció también a la Cooperativa La Salamandra, ambas dedicadas a la fabricación de dulce de leche. Con la harina de BSG de Perlecop, La Nirva ya produce la galleta que actúa de base para sus conos de dulce de leche, mientras que a la brevedad comenzará a producir alfajores cuyas tapas tendrán un 30% de harina de BSG en su composición, obteniendo un producto final con mejoras en su calidad nutricional a un costo inferior. Las tapas de alfajores y bases de conos elaboradas con este porcentaje de BSG en su receta, incrementan quince veces los valores de fibra y duplican los de proteínas, aumentando también el aporte de vitaminas y disminuyendo el contenido de gluten en comparación con la harina de trigo, según datos proporcionados en la página web del INAES (Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social [INAES], 2022).

La asociación de estas cooperativas, además de producir alfajores, tiene como objetivo elaborar en mediano plazo otros productos como una línea de galletas nutritivas y económicas, barritas de cereal con el BSG sin moler, entre otros. A su vez, los alfajores rotos que no son útiles para la venta, servirán de adjunto en la elaboración de cerveza artesanal del estilo Stout, la cual fue nombrada como “La Yunta Grandote”. La misma es producida por la cervecería artesanal platense Dunn, que forma parte de Perlecop. Esta sinergia entre cooperativas, fábricas recuperadas gestionadas por sus trabajadores y organismos estatales, es un claro ejemplo de economía circular, sustentabilidad y asociativismo cuyo modelo puede ser tomado como ejemplo y replicado en otras zonas del país (INAES, 2022).

Otro proyecto local para destacar es el denominado “Cervecerías Sustentables”, que apunta a aprovechar los residuos de la fabricación de cerveza y cuyo objetivo es que haya cervecerías que generen subproductos y valor agregado con el objeto de ayudar a los más necesitados, tal lo publicado por el sitio web “A la fresca” en julio de 2022. El propósito de las doctoras que encabezan el proyecto y cuentan con el apoyo del CONICET, es avanzar hacia una economía circular incrementando el valor agregado en el aprovechamiento de los principales subproductos de la fabricación de cerveza, como son el BSG y las levaduras, para la elaboración de panificados, barras de cereal y alimento balanceado para acuicultura (A la Fresca Revista, 2022).

Yendo al plano de la alimentación animal también surgieron alternativas a los modos tradicionales de reutilización del BSG húmedo. Un proyecto innovador creado en España propone disminuir la huella ambiental tanto de las cervecerías como de los establecimientos ganaderos, con procesos de secado del BSG más eficientes y amigables con el ambiente. La empresa L. Pernía recupera y gestiona alrededor de 45000 toneladas anuales de BSG generado por la fábrica de cerveza Mahou San Miguel, en Alovera -de las más grandes de Europa en cuanto a volúmenes de producción, creada en 1890-. La compañía emplea un sistema de secado eco-eficiente por medio de un secadero 100% solar, siendo este el más grande del mundo con una extensión de 2500 m<sup>2</sup> de colectores solares, para luego elaborar alimento para animales. Esta empresa se dedica a la recolección de subproductos de la industria cervecera, siendo pionera en el rubro a nivel global. El objeto del proceso es disminuir el volumen del residuo a una cuarta parte mediante el secado, logrando un almacenaje y transporte más eficiente (traducido en reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera) e impidiendo la fermentación del material orgánico (evita las emisiones de gas metano) (L. Pernía, s./f.).

La fábrica de cerveza Mahou San Miguel también provee del BSG necesario y brinda apoyo para otro proyecto llevado a cabo por un grupo de ingenieros químicos y ambientales en la Universidad de Valladolid (España); investigadores del Instituto de Procesos Sostenibles de dicha universidad. El mismo se propone la valorización del BSG para su transformación en combustibles renovables y prebióticos que puedan utilizarse para alimentación. Según publicaron los investigadores en un artículo para la revista científica *Chemical Engineering Journal* “el proceso consiste en un pre tratamiento, aplicando microondas y agua al BSG para modificar su estructura, y después las enzimas se encargan de liberar los azúcares simples necesarios para la fermentación. De este modo se obtiene biobutanol, un biocombustible con características muy similares a la gasolina y que puede emplearse en motores de combustión”. Además, el proceso produce otras sustancias de interés como son los arabinoxilanos, con potencial como prebióticos y propiedades antioxidantes y antimicrobianas (El Norte de Castilla, 2019).

Continuando con la misma empresa, también es válido mencionar que colaboró con un trabajo de investigación realizado por un equipo del Centro de Tecnología Biomédica de la Universidad Politécnica de Madrid y los Institutos de Ciencias de Materiales y de Catálisis, y Petroquímica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas del mismo país. En el mismo se han desarrollado materiales biocompatibles para utilizarse como soportes para la regeneración ósea a partir del BSG (Esteban Torrente, 2019). Otra de las colaboraciones de Mahou fue con un trabajo de investigación que llevó a cabo el Departamento de Química Analítica de la Universidad de Valladolid en 2002, para el cual suministró ocho lotes de BSG con el fin de evaluar la variabilidad del mismo después de someterse a un proceso de secado en hornos para asegurar su conservación con el objeto de conservarlo de la mejor manera para su uso en diferentes procesos (Santosa et al., 2003).

Esta diversidad de iniciativas que cuentan con el apoyo de grandes industrias como la mencionada, son un claro ejemplo de que las aplicaciones pueden ser múltiples si dentro de la responsabilidad empresarial de las compañías está la intención de encuadrarse dentro del paradigma de la economía circular. Estas empresas actúan bajo un enfoque más consciente respecto a cómo gestionan la producción y distribución de sus productos. Históricamente las industrias mitigaron los daños ambientales y sociales tratando de reducir desechos y emisiones; el cambio de paradigma actual busca la implementación del reciclaje y las economías circulares para generar valor agregado.

## Marco normativo

Para el Código Alimentario Argentino (CAA) “se entiende exclusivamente por cerveza la bebida resultante de fermentar, mediante levadura cervecera, al mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo”; tal se expresa en su Capítulo XII Artículo 1080. Es importante destacar que las pequeñas producciones de cerveza aún no están encuadradas bajo esta ley ya que el CAA tiene en cuenta a las cervecerías en forma general. Al respecto el Ministerio de Agricultura Ganadería y pesca de la Nación elaboró durante 2021 un trabajo sobre el correcto uso de Buenas Prácticas de Manufactura enfocado en pequeñas cervecerías, originado a partir de un trabajo de asesoría realizado en el sector cervecero de San Carlos de Bariloche, con la intención de establecer los rudimentos básicos para la producción de cerveza a pequeña escala en cualquier parte del país. El próximo paso del trabajo sería lograr que el CAA los abarque y les brinde un marco legal claro y específico para el rubro en el cual encuadrarse.

En el mismo sentido, el Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires, elaboró durante 2020 un Reglamento para el funcionamiento, y registro de las pequeñas unidades productivas de alimentos artesanales (PUPAAs) individuales o comunitarias, creando por dictamen un registro en diciembre de 2020. En el sitio web del gobierno bonaerense ([www.gba.gob.ar](http://www.gba.gob.ar)), se definió a estas unidades productivas como “pequeñas unidades productivas que se dedican a elaborar alimentos artesanales, de bajo riesgo sanitario y en pequeña escala de producción, en cocinas domiciliarias individuales o colectivas”. Este reglamento puede encuadrar a los pequeños productores de cerveza artesanal ya que en el listado de productos que se pueden elaborar se incluye “cerveza artesanal”, de hecho, son muchos los pequeños productores cerveceros que están registrados bajo este marco legal en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, si bien en el Reglamento no se deja en claro un límite respecto a volumen para esta actividad en particular.

El último eslabón en lo que respecta al marco normativo para regular la actividad, lo conforman las ordenanzas de los gobiernos locales. Es a este nivel donde la legislación al respecto se torna muy dispar y solo algunos municipios cuentan con ordenanzas específicas para el rubro de elaboración de cerveza artesanal. El punto de partida al respecto en la Provincia de Buenos Aires, lo dio el municipio de General Pueyrredón y en el ámbito regional fue el Municipio de La Plata el que en septiembre de 2018 estableció un marco regulatorio para los establecimientos dedicados a la elaboración de cerveza artesanal, siguiendo el ejemplo de Berisso, ciudad vecina que sancionó su regulación meses antes. En la capital provincial se impulsó y elaboró el proyecto de ordenanza conjuntamente entre los bloques que componían el Concejo Deliberante local, la Asociación de Cerveceros Artesanales Platenses (ACAP) y la Asociación de Cerveceros Artesanales Islas Malvinas (ACAIM) (Pulso Noticias, 2018). Es importante citar estos dos casos, ya que además de representar los primeros ejemplos en lo que respecta a ordenanzas municipales para regular la actividad, se trata de los dos polos del sector donde se concentra la mayor actividad productiva para este rubro.

Entre lo más sobresaliente de la Ordenanza N°11713 sancionada por el Concejo Deliberante de La Plata el 19 de septiembre de 2018 se puede mencionar entre los objetivos planteados en el Artículo 6° de la misma, al que hace referencia a los subproductos: “promover la creación de un registro de personas físicas o jurídicas autorizadas a retirar y disponer del subproducto resultante del proceso de elaboración de la cerveza artesanal”. Más allá de este punto, Natalia Gualdesi (presidenta de ACAIM), destacó en una entrevista al medio Pulso Noticias del 22/9/2018, que uno de los puntos fundamentales de la ordenanza es determinar como un subproducto de la cerveza al BSG y permitir dárselos a productores que lo destinan para alimento de animales de cría, sin la exigencia de gestionarlo por medio de una empresa que cobre por su tratamiento y disposición otorgando un certificado, lo que incide en los costos.

Otro artículo para destacar de esta normativa es el 8º, el cual establece una división de los establecimientos según su capacidad productiva. Considera como Microcervecías a las instalaciones que producen hasta 5000 litros mensuales y Cervecería Artesanal a las que producen más de 5000 litros mensuales. Por su parte, respecto a lo inherente a la gestión ambiental, el Artículo 12º especifica que los emprendimientos productivos deberán contar con un sistema de filtrado de efluentes líquidos y con la certificación de disposición final del subproducto orgánico.

En lo que respecta al marco normativo para el uso del BSG como alimento, en Argentina no existe normativa que reglamente su uso para la elaboración de productos para alimentación humana. La incorporación del mismo en el comercio para alimentación humana, depende de su inclusión en el CAA. En ese sentido, en julio de 2019 la presidencia de la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL) presentó el tema para incorporarlo en la legislación nacional. No obstante se puede encuadrar la elaboración de alimentos a base de BSG dentro de los procedimientos vigentes para la elaboración de alimentos destinados a la venta: se debe proceder a aprobar el producto a través de ANMAT, para lo cual según lo establecido en el CAA se deben realizar los trámites de inscripción y autorización ante la autoridad sanitaria jurisdiccional competente, registrar el producto antes de comercializarlo, tener otorgado el Registro Nacional de Establecimientos y el Registro Nacional de Productos Alimenticios –se emite para cada producto- que habilitan a los establecimientos a producir y comercializar estos alimentos de manera legal .

Continuando con los avances en la materia, en febrero 2021 el sitio web del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2021), publicó que en el marco del Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos a través de la Secretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional (SABYDR) se iniciaron los estudios para avanzar con el trámite de incorporación al CAA del BSG seco, como alternativa para reducir pérdidas de cientos de cervecías y microcervecías. Los estudios se desarrollaron en el ámbito de la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL), estando el estudio de determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de este subproducto de la cerveza a cargo del CONICET, trabajando de forma articulada con la cartera agropecuaria y el acompañamiento de la FAO a través del Programa de Cooperación Técnica N°3701 “Apoyo al fortalecimiento del Plan Nacional de Reducción y Pérdida de Alimentos en Argentina (Ley Nacional 27454)”.

Las conclusiones de estos estudios se dieron a conocer el 30/04/2021 bajo el título “Informe final: recomendaciones para la inclusión del bagazo seco en el Código Alimentario Argentino (CAA)”, realizado por la Red de seguridad alimentaria del CONICET. El informe cubre la información técnica y bibliográfica requerida por la CONAL, en su primera parte haciendo hincapié en la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para incorporar el BSG seco al CAA. La segunda parte del mismo aborda las buenas prácticas de manipulación y almacenamiento del BSG húmedo y su estabilización, con el fin de establecer tiempos máximos de almacenamiento y condiciones de higiene y manipulación previas al secado. Establecer estas condiciones será fundamental para considerar su destino como alimento.

El objeto, según representantes del Ministerio, sería incorporar el polvo de BSG seco al CAA para potenciar las posibilidades de la industria cervecera, de manera sustentable, generando un impacto social y ambiental positivo, así como también minimizar pérdidas de alimentos, en línea con los principios de economía circular y bioeconomía. Finalmente, en el mismo se concluye que “se recomienda aplicar al BSG húmedo un proceso de secado utilizando temperaturas superiores a 100º C hasta un valor final de humedad menor al 15% (base húmeda), sin sobrepasar un tiempo de almacenamiento del BSG húmedo de 3 horas”. Asimismo, se sugiere realizar un estudio

microbiológico más amplio sobre las muestras a los fines de rectificar estas recomendaciones, conformando un informe complementario.

Posteriormente, el 18/10/2022, en una reunión ordinaria del Consejo Asesor de la Comisión Nacional de Alimentos, los representantes participantes consideraron que: el proyecto de Resolución no tiene en cuenta las recomendaciones de la Red de Seguridad Alimentaria (RSA), sobre el desarrollo de dos puntos en particular, siendo estos relevantes para la incorporación al CAA. Uno de los puntos es el siguiente: “importancia del análisis de Micotoxinas y Pesticidas en el bagazo cervecero. El otro punto en cuestión es el que dice: “Parámetros fisicoquímicos que describen el bagazo cervecero para su inclusión en el CAA” en lo particular al establecimiento del valor máximo de humedad.

El marco normativo que regula el tratamiento del BSG como residuo en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, comienza con la Ley 14.273 que establece los Grandes Generadores de Residuos Domiciliarios –considerados en el artículo 2° de la Ley 13.592 Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos- o asimilables a estos. En su artículo 3°, se considera como grandes generadores a “toda actividad privada comercial e inherente a las actividades autorizadas, que generen más de 1.000 kg de residuos al mes”. Es probable que el mayor porcentaje de los productores relevados durante el trabajo de campo realizado, y que son objeto de estudio del presente trabajo, superen ese volumen mensual de generación de BSG.

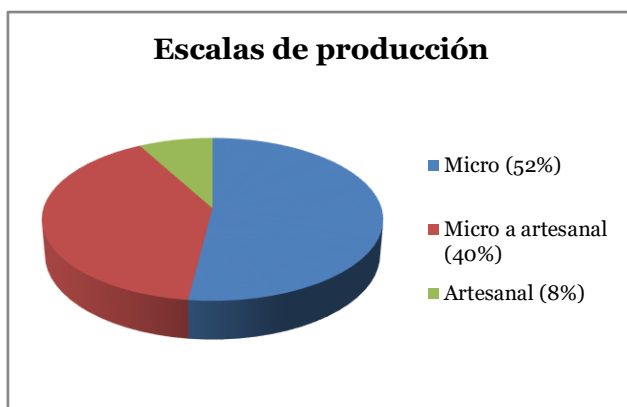
Por lo tanto, se podrían considerar dentro de dicho encuadre normativo. Al respecto en su artículo 1° la norma específica que el generador “deberá hacerse cargo de los costos del transporte y la disposición final de los residuos por ellos producidos”. De todas maneras, los gobiernos locales tienen sus propios criterios al respecto, y la mayoría o su totalidad no consideran grandes generadores a este tipo de productores artesanales, ya que resulta desproporcionado ubicarlos en el mismo segmento que a los hospitales, universidades, shoppings o grandes complejos industriales; más allá de que la normativa provincial citada así lo establece.

El BSG como residuo, en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, es considerado un residuo asimilable a domiciliario ya que se encuentra excluido de las categorías enumeradas en el Anexo I de la Ley 11.720 de Residuos Especiales. Tampoco en la normativa específica se considera al mismo como insumo de otro proceso productivo, ya que la Resolución N°228/98 Insumo de otro Proceso, no contempla a los residuos de otras corrientes que no sean los Especiales. Se pueden citar también ejemplos de normativa provincial al respecto, como el Decreto N° 2151/14 sobre Residuos No Peligrosos Industriales o de Actividades de Servicios, de la Provincia de Santa Fe. El mismo incluye a los residuos que estén formados por cereales y oleaginosas como Residuo Industrial No Peligroso, y en uno de sus artículos establece, siempre que las condiciones de orden técnico lo permitan, como prioritario la reutilización de estos residuos como materia prima o insumo de otro proceso productivo o el reciclado de los mismos; marcando algunas diferencias respecto a la normativa de aplicación en la Provincia de Buenos Aires.

### **Análisis, interpretación y conclusiones sobre el Trabajo de Campo**

Para el propósito del presente trabajo fueron relevados 50 productores de diferentes escalas, ubicados en la zona sur del AMBA y La Plata, siendo la única pauta que comercialice su producción de manera regular (el cuestionario del relevamiento se encuentra en el Anexo I). No existe una base de datos que permita calcular el total de productores que se ubican en el área relevada y a la vez se encuentren dentro de los segmentos de interés para los fines del presente trabajo, pero se consideró que la cantidad relevada sería lo suficientemente demostrativa.

Al momento de consultar: ¿en qué año comenzaron a producir en las instalaciones actuales?, se buscó tener un panorama sobre la evolución del sector en los últimos años. Una parte de los productores relevados, comenzaron a producir con fines comerciales dentro del segmento microcervecerías (hasta 5000 litros mensuales) y se mantuvieron dentro del mismo hasta la actualidad, representando estos un 52% del total. Otra fracción representada por el 8% corresponde a los productores que al momento de instalarse en su fábrica actual se ubicaron dentro del segmento Cervecería Artesanal (más de 5000 litros mensuales de producción) y ya comercializaban su producción en las instalaciones anteriores. La última fracción corresponde a los productores que comenzaron su actividad en la fábrica actual ubicándose dentro del segmento Microcervecerías y luego dieron el paso a Cervecería Artesanal por el incremento en su volumen de producción, representando los mismos un 40% del total relevado. Esta división por escalas en Cervecerías Artesanales y Microcervecerías, fue tomada de normativas locales existentes, que a los fines del presente trabajo resultó adecuada.



**Figura 5.** Evolución de los segmentos productivos desde inicio de actividades al presente. Fuente: elaboración propia

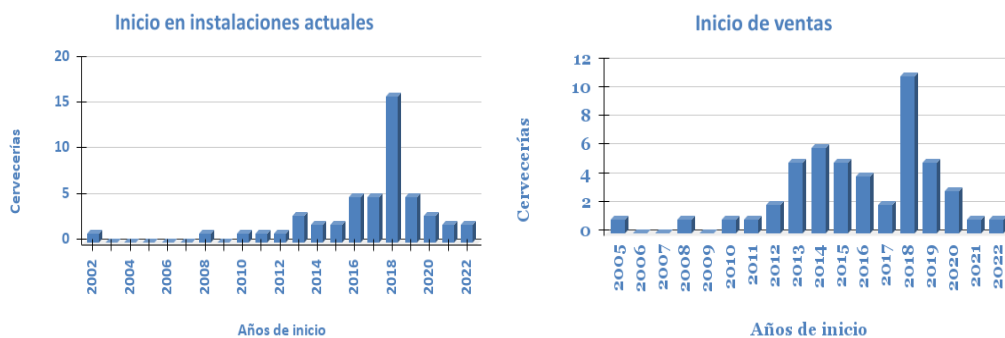
Si bien estos números reflejan un aumento de la actividad y un constante crecimiento, es válido mencionar que una cantidad de productores, que no llega a representar al 10% sobre el total de los establecimientos relevados (fueron excluidos del relevamiento y por lo tanto los datos del presente trabajo de campo no los incluye), se vieron obligados a dejar de vender su producción a causa de las restricciones impuestas desde 2020

durante la pandemia de COVID 19 que afectó a Argentina como al resto del mundo, y no volvieron luego a reinsertarse en el mercado. No obstante, superada esta etapa, la actividad volvió a reflejar una recuperación y posterior crecimiento. De todas maneras, es válido destacar que el número de productores para estos segmentos que fueron relevados, fluctúa constantemente, sobre todo a causa de la inestabilidad económica que afecta al país en los últimos años, con mayor incidencia en los segmentos menores, los cuales fueron seleccionados para realizar el trabajo de campo a los fines de recabar datos para este trabajo integrador.

Otro análisis que se puede hacer en base a este dato obtenido, es sobre la evolución del sector. En este sentido se observan tendencias muy similares respecto al inicio de la actividad con fines comerciales y al inicio de la actividad en las instalaciones actuales, por lo general de mayor capacidad respecto a las instalaciones anteriores. Tomando como punto de partida la década que dio comienzo en 2010, se observó en ambos ítem un incremento parejo hasta el año 2013, registrando a partir de este un aumento significativo: los productores relevados que iniciaron sus ventas en 2013 representaron un 10% del total, en 2014 un 12%, pasando en 2018 a un 22% para descender en 2019 a un 10% y 2020 al 6%.

La misma tendencia con similares valores se observó respecto al inicio de las instalaciones actuales, siendo 2018 con un 32% el año en que más productores mudaron sus instalaciones a una planta de mayor capacidad productiva. Se puede concluir con estos datos en qué 2018 fue el año de mayor crecimiento del sector, para luego ralentizarse por diferentes factores (pandemia COVID 19, sobreoferta, situación económica, etc.). Tras una retracción lógica por los factores antes mencionados, la actividad se recompuso, y los productores se adaptaron al contexto volcando fuerte a dos nuevas opciones que impulsaron esa recuperación: enlatado y bar de fábrica; lo que

provocó un repunte de la actividad tras el levantamiento de las restricciones producto de la pandemia de COVID 19. Todo indica que la actividad llegó para instalarse definitivamente como sucedió en otros países y se sostendrá en el tiempo. Yendo al ámbito específico de los residuos y subproductos lógicamente irán en aumento, y será necesario poner el foco en su correcta gestión antes de que se transforme en un problema ambiental difícil de abordar.



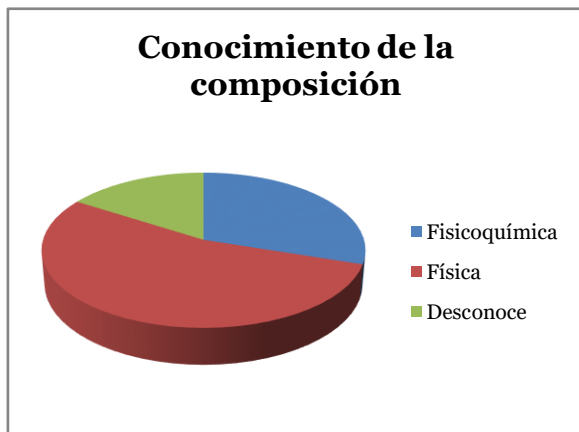
**Figura 6.** Comienzo en fábrica actual **Figura 7.** Comienzo de la actividad comercial. Fuente: elaboración propia

Otras variables que pueden aportar evidencia sobre el crecimiento de la actividad son el incremento anual promedio en litros de cerveza producidos y el incremento anual promedio de Kg de BSG generados (tomando en cuenta los años desde el inicio de las actividades en las instalaciones actuales hasta el momento del relevamiento). Dentro del segmento productivo de los establecimientos que abarcan a las microcervecerías se registró entre los relevados un incremento anual promedio en litros de un 124.40% y para el segmento de cervecerías artesanales del 124.75% de crecimiento en promedio. Con respecto al incremento anual promedio en la generación de BSG se registró para el segmento más chico un 146,36% de incremento y para el de mayor envergadura un 96,12%. Con respecto a los Kg de BSG generados por litro producido el segmento de menor capacidad productiva generó en promedio 3,70 Kg/Lt, mientras que el de mayor capacidad generó una cantidad promedio de 3.24 Kg/Lt.

De estos datos se puede remarcar que el segmento comprendido por las microcervecerías genera mayor cantidad de BSG en promedio, mientras que el incremento promedio de litros producidos fue similar para ambas escalas con tan solo un 0,35% de diferencia, cuando la diferencia respecto a la generación de BSG es de un 50,24%. La diferencia ampliamente superior en este caso, no responde a la generación y gestión del residuo en particular, sino a variables relacionadas directamente con la producción. Las cervecerías más pequeñas pueden costear económicamente la elaboración de estilos de cerveza más sofisticados o elaborados, dirigidos a un público acotado, a un nicho de consumo.

También pueden experimentar cambiando constantemente los estilos elaborados, ya que, ante la posibilidad de una menor aceptación o el desconocimiento de parte del público mayoritario, al ser lotes pequeños no significan un riesgo tan grande a la hora de comercializar. La búsqueda en estos dos sentidos implica utilizar mayores cantidades de maltas y por lo tanto generar más residuos, contrario a lo que ocurre en segmentos productivos más grandes donde la variedad de estilos es más acotada y cuya elaboración se encuentra estandarizada en pos de reducir los costos disminuyendo la cantidad de insumos procurando al mismo tiempo no alterar las características y la calidad del producto final.

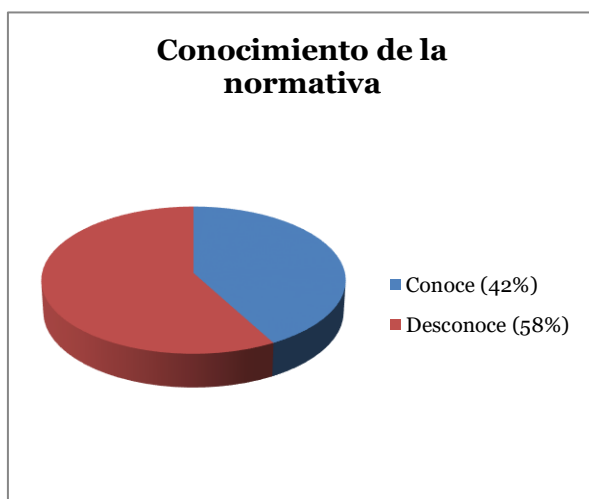
Yendo al plano específico del BSG, se consultó a los productores acerca del conocimiento que tienen sobre la composición del mismo. Un 30% de los productores relevados dieron muestras de conocer la composición fisicoquímica del subproducto con cierto nivel de detalle. Es válido remarcar que varios establecimientos cuentan con pequeños laboratorios, lo que puede favorecer al conocimiento más detallado de los insumos utilizados y subproductos generados. Del lado opuesto, se encontraron un 16% de productores que manifestaron su desconocimiento al respecto.



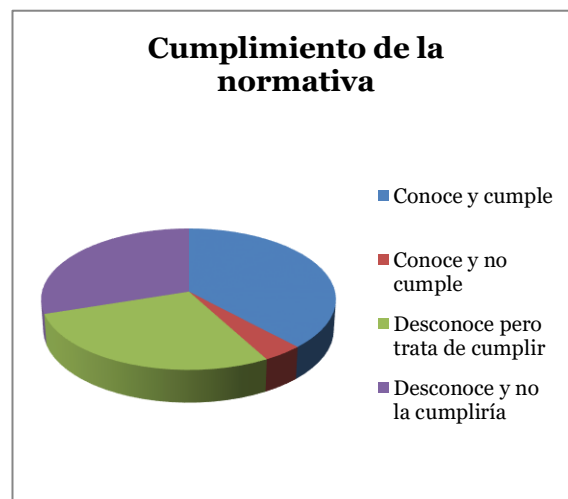
**Figura 8.** Conocimiento de los productores respecto a la composición del BSG. Fuente: elaboración propia

Finalmente, un 54% demostró tener un conocimiento sobre la composición física del BSG. De estos datos se puede concluir en que el 84% de los productores tiene cierto nivel de conocimiento de este subproducto, lo cual es importante a la hora de darle la relevancia que merece su correcta gestión dentro de las fábricas. Este dato se verá reafirmado al momento de analizar los resultados que arrojó el relevamiento con respecto a la gestión del BSG dentro de los establecimientos ni bien finaliza la etapa de macerado durante el proceso de elaboración.

Cuando se abordaron las preguntas respecto al conocimiento y cumplimiento de la normativa fue donde surgieron mayores dudas y confusiones de parte de los productores relevados. Mientras que un 58% de los mismos reconoció desconocer normativa que aborde la gestión del bagazo como residuos para esta actividad, el 42% restante respondió tener conocimiento sobre normas específicas en el tema. Dentro de esta última fracción se encuentran algunos productores asociados en cámaras sectoriales, que en conjunto con las autoridades locales se encuentran redactando normas para regular esta incipiente actividad en el ámbito local, tal el ejemplo de la ciudad de La Plata. A la hora de consultar si en caso de conocerla cumplían con la normativa, el 90,47% del total manifestó cumplir, a la vez el 9,52% respondió que no cumplían con las mismas.



**Figura 9.** Conocimiento de la normativa específica. Fuente: elaboración propia.



**Figura 10.** Cumplimiento de la normativa específica. Fuente: elaboración propia.

El dato llamativo al respecto es que solo 2 productores del total de los relevados dijeron conocer la normativa y, aun así, no cumplirla, mientras que el 48,27% de los productores que manifestaron no conocer normativa específica, de todas formas, dijeron

cumplir con cualquier normativa existente o que buscaban adaptarse a las mismas a medida que iban conociendo las ordenanzas existentes. Más allá de las escasas conclusiones que se puedan obtener en base a estos porcentajes, queda claro que predomina el desconocimiento del marco normativo, mientras que a la par existe buena voluntad de los productores de adecuarse a las normas vigentes. Si bien hay distritos que cuentan con normativa específica respecto al BSG cuando se lo destina como residuo o como subproducto con posibilidad de ser reutilizado (por ejemplo, La Plata y Mar del Plata), otros aún no cuentan con un marco de referencia a nivel local (por ejemplo, Florencio Varela y Berazategui) y finalmente algunos se encuentran en procesos de adaptación (por ejemplo, Quilmes). Los datos tampoco muestran un mayor o menor desconocimiento si se analiza algún distrito en particular por separado.

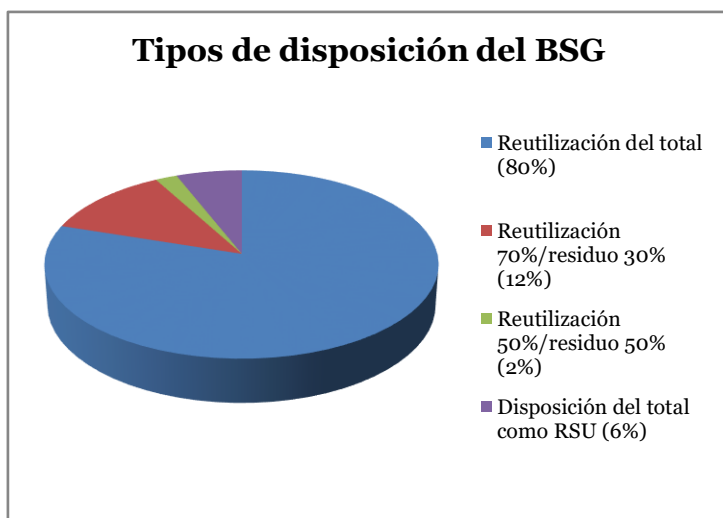
Los resultados del relevamiento dieron cuenta de que la mayoría de los productores cerveceros dispone el BSG en contenedores plásticos y el mismo es retirado del establecimiento a pocas horas de la cocción por otros productores que le darán un segundo uso. Estos productores cerveceros representan un 48% del total, y los mismos se dividen en un 16,66% de microcervecerías y un 83,34% de cervecerías artesanales, y la totalidad de estos entregan el 100% del subproducto para un segundo uso. En segundo orden, representando un 28% del total, se encuentran los productores que disponen el BSG en bolsas plásticas para su retiro dentro del día de cocción. Este segundo segmento se divide en un 78,57% de microcervecerías y un 21,42% de cervecerías artesanales. A diferencia del segmento anterior dentro de este hay un 21,42% de productores que disponen entre un 30% y 50% del BSG como residuo para ser retirado por el servicio de recolección de RSU, mientras que destinan el resto a reutilización, un 71,42% entrega el total para reutilización, y un 7,14% dispone el total como RSU.

Luego se ubica un 20% de productores que disponen en bolsas plásticas el BSG siendo retirado del establecimiento dentro de las 48 hs posteriores al día de cocción, componiendo este segmento un 90% microcervecerías y un 10% cervecerías artesanales. A diferencia de la fracción anterior, un 36,36% disponían un 30% del BSG como residuo, el 9,09% lo hacían con el 100% y el 45,45% lo destinaban en su totalidad a reutilización. Finalmente, un 2% de los productores (únicamente microcervecerías) disponía el BSG en contenedores plásticos para almacenarlo hasta 48 hs y luego ser retirado para reutilizar. Como conclusión, es válido destacar que un 76% de los productores procura retirar del establecimiento el BSG en las horas posteriores a la cocción, siendo conscientes del problema que representa su degradación en lo inmediato.

Más allá de conocer en profundidad o no las características fisicoquímicas del subproducto, los fabricantes no ignoran los problemas que podría acarrear almacenar el BSG dentro de las fábricas por muchas horas. También hay un conocimiento básico acerca de la trazabilidad para poder dar un segundo uso al subproducto, lo cual es una condición para reutilizarse como alimento para animales. De no seguir protocolos básicos, al productor cervecero le resultaría difícil encontrar productores responsables de criaderos que acepten el BSG cedido como alimento, y por lo tanto se encontraría con otra dificultad que sería disponerlo como residuo. Un dato positivo para remarcar, es que solo una pequeña parte de los productores (sólo los de menor capacidad) dispone el BSG para ser retirado por el sistema público de recolección local, mientras que la totalidad de los productores de mayor capacidad lo entregan para su reutilización, de lo cual se deduce que aún es menor su impacto dentro de la composición total de los residuos urbanos.

Para evaluar el destino que se le da al BSG una vez que es retirado de las fábricas, lo primero que se consultó a los productores fue que porcentaje entregaban para reutilizar y que porcentaje enviaban a disposición final como residuo. Una amplia mayoría compuesta por un 80% dijo enviar para su reutilización el total generado, componiendo este segmento un 32% de microcervecerías y un 48% de cervecerías artesanales. Asimismo, un 12% del total destina un 70% del subproducto para ser

reutilizado y un 30% lo dispone como residuo; mientras que un solo productor destina como residuo un 50% y otro 3% lo hacía con el 100%, perteneciendo los casos vinculados a estas últimas tres opciones a productores ubicados en la escala de microcervecerías.



**Figura 9.** Disposición del BSG a partir de su retiro de las fábricas.  
Fuente: elaboración propia

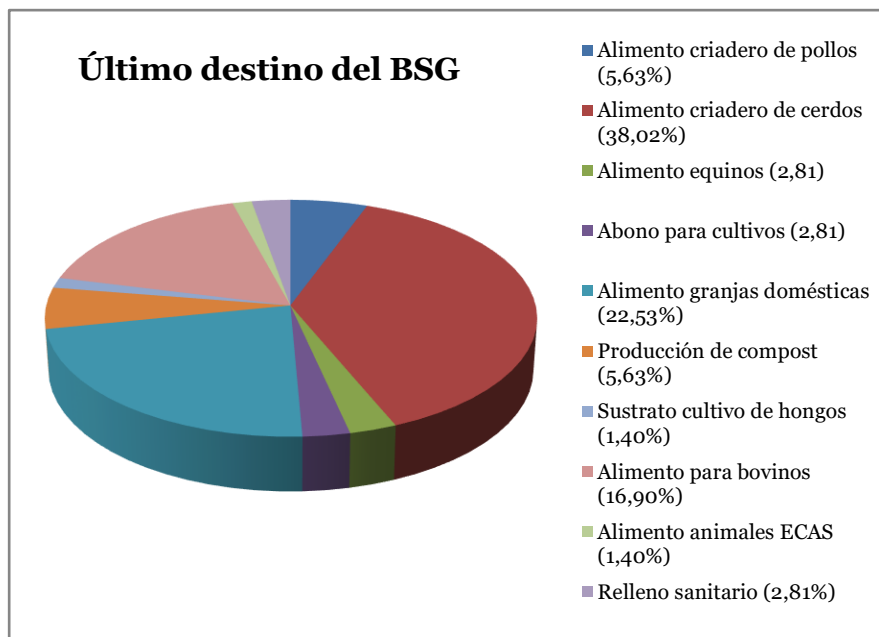
Se puede inferir en este sentido, que, a mayor generación, mayor es la preocupación de los productores para dar un destino sustentable o un segundo uso a este subproducto. No deja de ser un dato positivo si se toma en cuenta que el sector que más genera es el que manifiesta mayor preocupación por el destino que se le da luego de su salida de las fábricas.

Cuando se consultó a los productores si utilizaban parte del BSG con algún fin dentro de las mismas fábricas

o en sus hogares, el 82% de los productores respondió que no lo había hecho nunca. Entre los restantes hay productores que alguna vez o periódicamente hacían panificados con una cantidad de BSG en la mezcla, principalmente pan o pizzas. En este sentido, es válido remarcar que son cada vez más las cervecerías que incorporan como forma de ofrecer su producto el “bar de fábrica” o “tap room”, además de centros de capacitación para brindar cursos de elaboración; ofreciendo varias veces en su carta de comidas algunos alimentos elaborados con harina de BSG. Continuando con el resto algunos secaban una fracción para luego transformarlo en harina y utilizarlo como complemento o sustituto de la harina de trigo, un productor lo utilizaba como abono orgánico en plantas o huertas y otro había elaborado barritas de cereal. De las fábricas que optaron por estas 4 formas de utilizarlo, todas se encontraban dentro del segmento de microcervecerías. No parece algo ilógico teniendo en cuenta que las cervecerías de mayor capacidad tienen la totalidad del personal abocada a las tareas diarias de elaboración y limpieza, por lo cual es poco común que se tomen un tiempo para incursionar en tareas que salen de las rutinas diarias que requiere la producción de cerveza.

Al momento de analizar que ocurre posteriormente con el BSG una vez que las cervecerías hacen su entrega a productores que le dan un segundo uso, surgen algunas opciones. Como se describió en otros capítulos de este trabajo, las posibilidades de reutilización del BSG se ven condicionadas por su degradación, lo que reduce las opciones al respecto. Las condiciones de trazabilidad del subproducto y la cercanía de la zona sur del conurbano bonaerense y La Plata con áreas de producción periurbana o rural, hacen que el destino más elegido sea como alimento para animales de cría.

Dentro del total de productores cerveceros relevados, los que entregan el BSG para ser utilizado como alimento para criaderos de cerdos (como única opción o como una más de ellas), representó un porcentaje del 38,02% sobre el total de respuestas sin discriminar entre escalas (microcervecerías o cervecerías artesanales) ya que a los fines de este análisis resulta irrelevante. Generalmente los productores porcinos pasan a retirar el subproducto una vez que son avisados desde los establecimientos, llevando el BSG en contenedores o bolsas de plástico. En el caso de los primeros son devueltos vacíos y limpios lo más pronto posible a las cervecerías para continuar con el acopio y posteriores entregas.



**Figura 10.** Último destino del BSG luego de ser entregado por los productores cerveceros. Fuente: elaboración propia

El mismo procedimiento se da cuando el destino es como alimento para criaderos de pollos -opción elegida por un 5,63% de los productores-, alimento para equinos recuperados por proteccionistas (generalmente animales robados recuperados por la policía o secuestrados en operativos en la vía pública) -representando un 2,81%-, alimento proporcionado a granjas domésticas -opción elegida por un 22,53% de los productores-, alimento para ganado vacuno -16,90% de los productores se volcaron a esta alternativa-, y alimento para animales de la Estación de Cría de Animales Silvestres (ECAS) ubicada dentro de la Reserva de Biosfera Pereyra Iraola -un 1,40% de los productores relevados-. Haciendo un análisis más general se puede concluir en que un 90% de los productores eligieron entre alguna de sus opciones entregar el BSG para la alimentación de animales, representando ampliamente la opción más elegida. También es importante destacar que, salvo el pequeño porcentaje que optó por la alimentación de equinos recuperados y animales silvestres, la gran mayoría lo dispone como alimento de animales criados para consumo humano.

Fuera de las opciones relacionadas con la nutrición animal hubo un 5,63% de los productores relevados que entre alguna de las opciones optan por disponer el BSG para producción de compost, mientras que un 2,81% eligió utilizarlo directamente como abono orgánico para cultivos (sin compostaje previo) y otro 1,40% como sustrato para producción de hongos comestibles. Presuponiendo que la totalidad o una parte del compost producido se utilizan como enmienda para suelos donde se realizan cultivos, estas 3 opciones también están relacionadas -aunque de forma indirecta- con la alimentación humana y animal.

Se puede concluir también en que, de las opciones desarrolladas a lo largo del trabajo, en el relevamiento realizado solo se obtuvieron como respuesta las que tienen alguna relación con la alimentación y quedaron al margen las que requieren de mayor investigación, aún las opciones relacionadas con la producción de alimentos funcionales para consumo humano. Esta última opción es de las disponibles y poco utilizadas la que mayor proyección podría tener en el área donde se realizó el relevamiento, ya que no será necesario un proceso de investigación minuciosos, pero si la adecuación a las normas que permitan incluir al BSG como insumo para la elaboración de alimentos. Más allá de esta opción en particular, seguramente la inclusión en un futuro no tan lejano del BSG en el

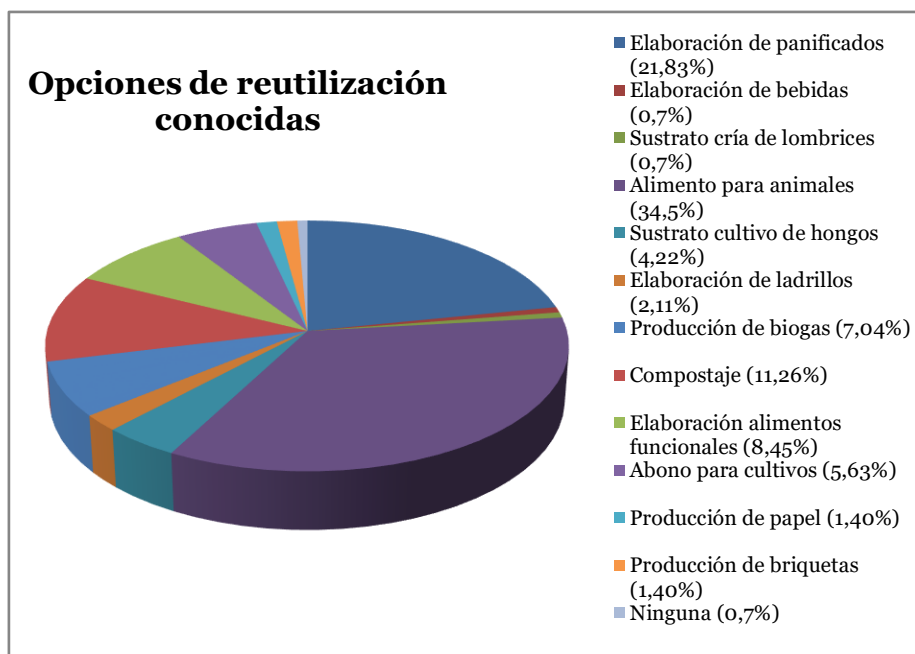
CAA tal como se desarrolló en el apartado correspondiente, abriría un espectro amplio de posibilidades de reutilización.

Una opción sencilla y viable aún poco empleada, por fuera de lo relacionado con la alimentación, es el compostaje. Utilizar con este fin el BSG implica tener menos cuidados respecto a su trazabilidad, y facilidad respecto al espacio disponible teniendo en cuenta la cercanía con áreas periurbanas de la mayoría de los establecimientos relevados; además de representar una opción más sustentable que su disposición en un relleno sanitario o vertedero a cielo abierto, que a su vez puede absorber un volumen considerable. Otra opción poco utilizada con este subproducto (ninguno de los productores encuestados la puso en práctica entre sus posibilidades de reutilización) es la producción de biogás. Al respecto se requiere mayor conocimiento tecnológico, y aun en pequeña escala y con equipamiento sencillo, una mínima inversión. En esta línea sería viable realizar pruebas piloto con los productores que retiran el BSG para alimento de animales, ya que algunos cuentan con este tipo de instalación, para la cual utilizan como insumo el estiércol de animales de cría.

La entrega conjunta del BSG entre 2 o más productores no es una opción muy tenida en cuenta, sólo la consideran las cervecerías que se agrupan en una misma instalación, algo que se volvió bastante común para abaratar costos. Hay casos donde dentro de un mismo establecimiento funcionan hasta 3 cervecerías, cada una con su bloque de cocción propio, pero compartiendo instalaciones como cámaras de frío, plantas de filtración del agua por osmosis inversa, sistemas de enfriado, sistemas de molienda del grano, gestión de efluentes líquidos y residuos, depósitos, etc. Otra práctica cada vez más habitual es también la de hacer producciones colaborativas entre varias cervecerías, donde también toda la actividad se desarrolla en un solo establecimiento. Solo el 8% de los productores encuestados entregaba el BSG de forma conjunta con otros, mientras que un 92% no contemplaba esta opción.

Al ser el BSG un subproducto útil para otros productores de rubros diferentes a la industria cervecera, se podría inferir que el mismo es vendido a bajo costo por los cerveceros. Sin embargo, la mayoría no busca obtener una ganancia o retribución a cambio, les resulta suficiente con resolver el problema de deshacerse de un volumen importante de subproducto orgánico, que de permanecer por muchas horas en sus fábricas representa un problema por cuestiones de espacio y de higiene. Existe una especie de contrato tácito o informal en el sector, donde es prácticamente una regla que el productor interesado se ocupe de retirar el BSG fresco, encargándose del transporte, lo que de alguna manera representa el costo pagado por adquirir este insumo. De los productores cerveceros relevados un 78% no recibía retribución por la entrega, mientras que el otro 22% si bien no lo exigía o no era una condición acordada previamente, recibía alguna retribución. Esta consistía por lo general en la entrega de productos de granja (cerdos, pollos, chacinados, huevos) algunas veces al año.

Cuando se aborda el conocimiento general en cuanto a las opciones de reutilización, se puede observar que la mayoría de los productores se interiorizaron poco sobre el tema hasta el momento. Haciendo un promedio sobre el total de respuestas, se puede concluir en que cada productor conoce tres opciones. En primer lugar, todos los productores relevados –salvo uno– estaban al tanto de que el BSG se puede utilizar como alimento para animales, representando entre todas las respuestas brindadas un 34,50% de ellas. En este sentido, la mayoría conocía esta opción ya que es la que recibe como destino el BSG que entregan a otros productores. Si bien las respuestas fueron variadas (alimento para aves de granja, cerdos, vacunos, caballos) se agruparon como “alimento para animales” para simplificar. En segundo lugar, el destino más mencionado fue la elaboración de panificados con un 21,83% de las respuestas brindadas. Lo curioso es que si bien la opción es conocida por los productores son muy pocos los que la ponen en práctica. Entre estas dos opciones se encontraron más de la mitad de las respuestas (56,33%), lo que devela el poco conocimiento al respecto.



**Figura 11.** Conocimiento de las opciones de reutilización de parte de los productores cerveceros. Fuente: elaboración propia

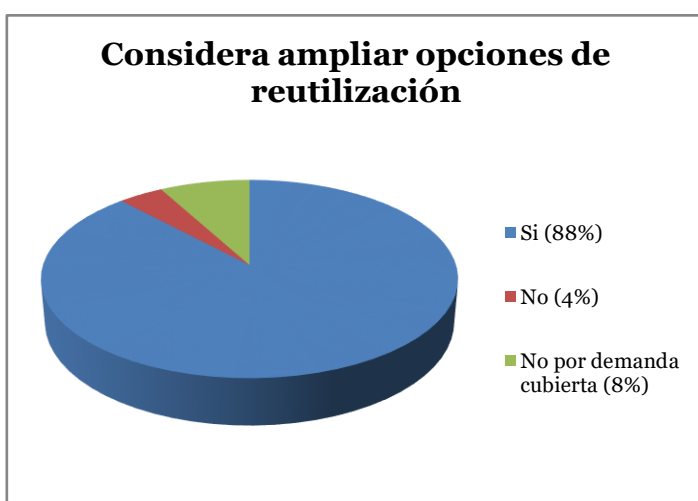
La elaboración de alimentos funcionales fue una opción de reutilización representada por un 8,45% del total de respuestas, mientras que el compostaje para utilizar como enmienda orgánica representó un 11,25% y la producción de biogás un 7,04%. Otras opciones con menor cantidad de menciones fueron la utilización como abono para cultivos (5,63%) y como sustrato para cultivo de hongos con un 4,22% del total. También se mencionaron otras opciones como elaboración de ladrillos para construcción (2,11%), insumo para la producción de papel y elaboración de briquetas (1,40%). Finalmente, las opciones menos conocidas, que representaron un 0,70% del total, fueron su uso como sustrato para cría de lombrices y elaboración de bebidas distintas a la cerveza; y un productor manifestó no conocer ninguna opción de reutilización (este disponía la totalidad del BSG que generaba como RSU).

Al igual que cuando se consultó sobre qué destino de reutilización se le daba al BSG entregado a otros productores, en este caso predominaron las respuestas relacionadas con la alimentación humana y animal. Dicha correlación en las respuestas resulta esperable y casi una obviedad. También se ven representadas en un segundo orden las opciones vinculadas a la producción de compost y de biogás. Si aparecen en estas respuestas nuevas opciones que no fueron contempladas en la pregunta anterior por los productores, es decir, opciones conocidas por algunos pero que no fueron puestas en práctica hasta el momento, principalmente por la complejidad para su desarrollo: producción de ladrillos, papel y briquetas. Y entre las opciones desarrolladas a lo largo del trabajo que no son conocidas o no fueron mencionadas por los productores relevados se pueden citar la producción de bioproductos como los arabinosilanos, fibras de celulosa, entre otras.

Una forma de mirar hacia el futuro en cuanto a la evolución del subproducto, es evaluar el grado de compromiso al respecto de parte de los productores. Cuando se les consultó si consideran otras opciones de reutilización, un 88% respondió afirmativamente, sólo un 4% de los productores relevados respondió de forma negativa. El resto, compuesto por un 8%, dijo no contemplar otra opción por el momento ya que tenían su demanda cubierta. Si bien esta respuesta no va más allá de una intención, brinda una visión positiva respecto a la consideración de los productores al estar abiertos a incorporar nuevas opciones sustentables de reutilización.

Las posibilidades de reutilizar el BSG disminuyen cuando el espacio para su almacenamiento tras el proceso de macerado está condicionado a la disponibilidad de un sitio apropiado dentro de las fábricas, problema que enfrentan la mayoría de los establecimientos ubicados en el segmento de producción menor a 5000 litros mensuales (microcervecerías). Esto se suma al problema que representa el almacenamiento de un subproducto húmedo dentro de los establecimientos, siendo un potencial foco de contaminación por proliferación de microorganismos. Para evitar estos problemas es indispensable reducir la humedad del BSG, pero es allí donde las fábricas de menor capacidad productiva se ven en la dificultad para adquirir el equipamiento necesario para el proceso de secado y destinar personal para realizar estas tareas. Por lo tanto, resulta lógico que la mayoría de los productores opten por evitar estos contratiempos y necesidades de inversión, disponiendo el BSG como residuo o cediendo el mismo para alimento de animales a los productores de cercanía.

El primer paso que permita ampliar las posibilidades de reutilización entonces es reducir al mínimo posible la humedad del BSG para evitar una rápida degradación. En este sentido es muy importante diseñar protocolos y sistemas de secado y



**Figura 12.** Consideración de los productores respecto a sumar opciones de reutilización. Fuente: elaboración propia

almacenamiento que se adecuen a las posibilidades de cada segmento productivo, contemplando la opción de hacerlo de forma particular o asociativa entre dos o más establecimientos. En algunos casos, los establecimientos chicos se encuentran en cercanías de otros con mayor capacidad, es allí donde se podría articular entre varios productores una gestión en conjunto más eficiente y con mayor porcentaje de aprovechamiento del subproducto.

También es válido destacar, en base a los resultados obtenidos en el trabajo de campo realizado, que muchos productores no alcanzan a cubrir la demanda total de alimento para los criaderos de animales a los cuales les proveen el BSG. Entonces al consultarlos sobre otras alternativas de reutilización respondieron negativamente, ya que aun aumentando su producción le estarían dando el mismo destino hasta que la cantidad supere las necesidades de alimento en los establecimientos de cría de animales con los cuales gestionan el retiro del BSG.

Abordando una conclusión más general en base a los datos obtenidos en el relevamiento realizado durante el trabajo de campo, lo primero que se puede destacar es que la reutilización lejos de ser una alternativa más, es la primera opción a la hora de gestionar el BSG como subproducto de la industria cervecera; al menos para los productores que participaron del presente trabajo, los cuales representan una muestra bastante fiel dentro de su segmento. Esto responde principalmente a una razón: la complicación que significa su tratamiento como residuo. Sería difícil de dimensionar el impacto que ocasiona su disposición total como residuo: en primer lugar, ocasionado por su disposición transitoria en la vía pública, con todo lo que ello implica.

Yendo al caso particular del impacto negativo que ocasiona cada forma de disposición, en primer lugar, se puede afirmar que sería menor a su envío, tratamiento y disposición como residuo. Con respecto al envío hacia establecimientos productivos

como alimento para animales, los impactos negativos están relacionados con la quema de combustible fósil para el traslado, y las emisiones que genera la digestión de algunos animales. En relación a esto último, las emisiones producto de la digestión son relevantes cuando se trata del ganado vacuno. Pero si se consideran los datos obtenidos en el trabajo, la proporción que se destina a la alimentación de ovinos es menor respecto a los porcinos y las aves. Tampoco los segmentos evaluados proporcionan el BSG para alimento a grandes criaderos de escala industrial, sino más bien a criaderos pequeños y granjas domésticas de cercanía. El hecho de proporcionar como alimento a productores de cercanía, también reduce el otro impacto que es causado por el traslado.

Para el presente trabajo se tomó como muestra poblacional a cervecías que en ningún caso se enmarcan como industrias de tercera categoría según su Nivel de Complejidad Ambiental, por lo tanto, la ubicación dentro de los partidos donde están emplazadas no se encuentra acotada desde la perspectiva de las normativas locales vigentes. No obstante, las cervecías relevadas se encuentran en su totalidad cerca de zonas de producción periurbanas, más allá de que en cuanto a zonificación se les permita permanecer emplazadas dentro del conglomerado urbano cercano al centro de las ciudades. Por lo tanto, en el área relevada, el impacto generado por las emisiones producto del traslado del BSG a los criaderos/granjas no sería considerable evaluando las variables que inciden directamente: distancia entre fábricas y criaderos, y volumen de subproducto a trasladar.

El impacto negativo, si la opción analizada es producción de compost o disposición como enmienda/abono orgánico, sería similar al ejemplo anterior para el caso de las emisiones generadas en su traslado, ya que estos procesos se desarrollan en la misma zona periurbana donde se encuentran los establecimientos de cría de animales. Lo que difiere en este caso es el impacto causado por su degradación, el cual es menor al que produce la digestión del ganado –sobre todo el bovino-. Del mismo modo, la elaboración de alimentos para consumo humano tendría un impacto aún menor. Se puede considerar una obviedad que el transporte en caso de optar por esta alternativa tendría un impacto menor, ya que la elaboración se realizaría en cercanías o hasta dentro de las mismas fábricas; y más allá del consumo de gas o electricidad en su acondicionamiento y/o elaboración, el mismo significa un impacto bajo.

## **Conclusiones finales**

Algunas cervecías de escala industrial ya han comenzado a utilizar el BSG como fuente de generación de energía, ya que cuentan con la posibilidad económica y disponibilidad de espacio para instalar equipos de combustión que permiten utilizar la energía generada en distintas etapas del proceso productivo dentro de las mismas plantas. De esta manera no solo se reduce la cantidad de BSG sobrante que se envía a disponer en rellenos sanitarios con sus consecuencias desde el punto de vista ambiental, sino que también se reduce el traslado del mismo hacia los establecimientos ganaderos de cercanía con la consecuente reducción de las emisiones de carbono por la quema de combustible fósil y el ahorro en términos económicos en ambos casos (gasto por compra de combustible para los camiones y pago de las tasas a los rellenos sanitarios para trasladar y disponer el material).

Otras cervecías industriales ya cuentan en sus instalaciones con sofisticados sistemas de secado, con el fin no solo de reducir el volumen del BSG sino también de brindarle mayor estabilidad para un segundo uso, lo que también trae como beneficio la reducción de los costos de almacenamiento y transporte. Está claro que la implementación de cualquiera de estas tecnologías requiere un análisis previo de la factibilidad tecnológica y económica para evaluar su implementación a escala industrial.

Las pautas de Responsabilidad Social Empresarial y el prestigio que brinda encuadrarse bajo normas internacionales en materia ambiental y de calidad, están llevando a grandes empresas de la industria cervecera global a enmarcar sus modos de producción dentro de los lineamientos de la Economía Circular, principalmente reduciendo desperdicios o transformándolos en insumos para otros procesos. A lo largo del presente trabajo se citaron algunos ejemplos de multinacionales de la industria cervecera, como la española Mahou, que han desarrollado varias alternativas a la hora de dar un segundo uso al BSG.

En la búsqueda bibliográfica se accedió a numerosos reportes de sustentabilidad de compañías distribuidas en Latinoamérica, los cuales abordaron desde distintos enfoques su encuadre dentro de los preceptos de Economía circular y adhesión a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). A diferencia del ejemplo citado, fue difícil, o prácticamente imposible, encontrar en estos reportes menciones sobre el BSG y su disposición o reutilización. Por lo general se hacen escuetas menciones a su gestión como alimento para ganado, pero sin mayor desarrollo de programas o destinos alternativos para este subproducto; lo cual resulta extraño ya que representa el residuo sólido con mayor volumen de generación en el proceso de elaboración de cerveza.

En el presente trabajo no se pretende llegar a cuantificar todos los impactos de esta actividad, pero sí poner el foco en el impacto ambiental negativo que pudieran ocasionar los tipos de disposición o reutilización del BSG más utilizados en base a las conclusiones del trabajo de campo: 1- Disposición final como RSU, 2- Utilización como alimento para animales de cría, 3- Disposición como enmienda orgánica y 4- Elaboración de alimentos para consumo humano. Para tal fin se evaluaron los impactos ambientales durante las etapas de transporte hacia disposición final o tratamiento y acondicionamiento para otros fines. La opción 4 (elaboración de alimentos para consumo humano) si bien no se encontró entre las más elegidas, se consideró a los fines de establecer una comparación con las otras 3.

En primer lugar, se identificaron y valoraron los impactos negativos, en este caso por medio de una metodología cuantitativa que consiste en una ponderación textual y argumental de los impactos, basándose en los datos obtenidos durante el desarrollo del presente trabajo. Luego se buscó representar gráficamente por medio de relaciones de causa-efecto, en matrices de doble entrada, la magnitud de los impactos evaluados. Los impactos se valoraron como alto, medio o bajo; considerando como parámetros intensidad, riesgo de ocurrencia y reversibilidad (ver Anexo 2).

Para ponderar los impactos ambientales negativos, como se mencionó líneas arriba, se hizo una división entre los impactos identificados en la etapa de transporte y en la de acondicionamiento, para cada tipo de disposición/reutilización. En la etapa de transporte se identificaron y ponderaron los siguientes impactos: emisiones producto del uso de combustibles fósiles para los vehículos, emisión de malos olores producto de la degradación del BSG y demás elementos transportados, riesgo de que puedan ocurrir accidentes de tránsito durante el traslado. Mientras que en la etapa de acondicionamiento se identificaron y ponderaron los siguientes: contaminación de la capa orgánica del suelo, contaminación por percolación del agua subterránea, proliferación de vectores transmisores de enfermedades, emisión de malos olores por degradación e inadecuada disposición del BSG, condiciones para la formación de gases de efecto invernadero, riesgos para la salud de las personas y de otras especies animales, consumo de energía para dar calor o conservar en frío el BSG (electricidad, gas).

Analizando la opción de disponer el BSG como residuo, se pudo ponderar el impacto ambiental negativo del transporte como alto, dados los km a recorrer y la consecuente emisión de gases de combustión generada por los camiones que realizan el transporte. Asimismo, es válido remarcar que este tipo de vehículos generan mayor cantidad de emisiones respecto a otros de menor porte, ya que utilizan gasoil como

combustible. Resulta una obviedad, pero es válido mencionar, que el servicio de recolección no va a realizar un camino lineal directo hacia el destino. Para el caso de los productores platenses, por ejemplo, es menor ya que los RSU de la zona son enviados al complejo ambiental ubicado en el partido de Ensenada, sin paso previo por estaciones de transferencia en otro emplazamiento.

En cambio, los RSU generados en los municipios de la zona sur del AMBA, son enviados a disposición final al Complejo Ambiental Norte III ubicado en el partido de José León Suárez –zona norte del AMBA-, previo paso por la estación de transferencia situada en Almirante Brown y en menor proporción por las de Flores y Pompeya. Sin contemplar un paso intermedio por cualquier estación de transferencia, se pudo promediar una distancia recorrida no menor a los 50 km desde cualquiera de los establecimientos relevados, pudiendo superar los 80 realizando esa escala intermedia.

Además del alto impacto ocasionado por la quema de combustible durante el transporte de los RSU, no es menos el impacto producido por los malos olores -el mismo fue ponderado como alto-. En este caso es imposible diferenciar los olores producidos por el conjunto de los residuos del ocasionado solamente por el BSG húmedo, tampoco es posible cuantificar en qué proporción impacta sobre el total. También habrá olores y generación de gases de combustión durante las tareas realizadas en las estaciones de transferencia, pero es más adecuado considerar estas tareas como parte del acondicionamiento. Finalmente, durante la etapa de transporte de los RSU estará presente el riesgo de accidentes, el cual fue ponderado como medio ya que los camiones suelen recorrer distancias extensas entre la recolección y el traslado posterior a su disposición.

Con respecto al acondicionamiento posterior, el residuo terminará en una celda del relleno sanitario, en consecuencia, su degradación ocasionará la emisión de gases de efecto invernadero, al igual que el resto de los residuos húmedos. Una parte de estos será captada y tratada en una Planta de Tratamiento de Gases para generar posteriormente energía eléctrica. El excedente será venteado a la atmósfera, por lo tanto, se ponderó como alto el impacto ambiental negativo para este tipo de tratamiento, considerando que el volumen de BSG generado por el total de las fábricas de disponerse la totalidad como RSU sería significativo.

Más allá del impacto de los gases se ponderaron como altos otros impactos negativos, como la proliferación de vectores en el frente de descarga de las celdas del relleno sanitario, además de la generación de un volumen importante de líquido consecuencia del escurrimiento natural cuando se compactan los residuos, lo que va a generar lixiviados con necesidad de tratamiento y en consecuencia posible contaminación del agua subterránea. Mientras tanto se ponderaron como un impacto medio los riesgos para la salud y el consumo de energía. Por lo tanto, el impacto ocasionado por la disposición del BSG como RSU se ponderó como alto tanto en la etapa de transporte como en la de acondicionamiento.

Continuando con la opción de entrega para alimento de animales de cría a otros productores, el transporte de las fábricas hacia los criaderos como se explicó anteriormente siempre está a cargo del encargado de estos establecimientos. En la zona relevada las granjas domésticas y criaderos de mayor envergadura están emplazados en las áreas periurbanas de Florencio Varela, Berazategui y La Plata; en menor medida en la ribera del Río de La Plata en el partido de Avellaneda. Teniendo en cuenta que no hay distancia que supere los 20 km entre las cervecerías y los criaderos, se ponderó como medio el impacto ambiental negativo cuando se analizaron las emisiones por uso de combustibles, sin entrar en el detalle del tamaño de los vehículos utilizados -y la diferencia de emisiones respecto al tipo de combustible- o la cantidad de viajes que deben realizar, en cualquier caso es considerablemente menor al impacto del transporte realizado por un sistema de GIRSU (Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos). En

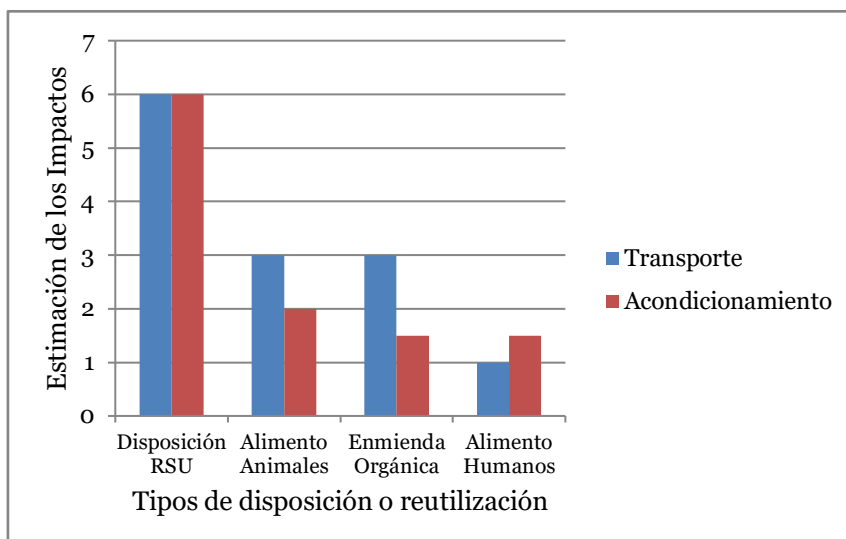
cuanto a la emanación de malos olores es considerablemente menor ya que existe cierta trazabilidad cuando el BSG se destina para alimento de animales, al igual que el riesgo de ocurrir accidentes durante el traslado ya que los recorridos son cortos. En ambos casos se ponderó como bajo el impacto ambiental negativo, al igual que el transporte en su conjunto cuando se trata de esta opción.

A la hora de analizar el acondicionamiento para el caso de esta opción, se tomó en cuenta como tal el período en que los productores de los criaderos disponen el alimento para ser consumido por los animales hasta que los animales lo consumen y lo procesan en su organismo. El impacto ponderado como el más significativo en esta etapa fue la emisión de gases de efecto invernadero, producto de la digestión del ganado -principalmente el ganado vacuno-. La proliferación de vectores de enfermedades, emanación de malos olores y los riesgos de afectar la salud de humanos y de los propios animales, se ponderó como un impacto medio. Mientras que se ponderó como un impacto bajo el consumo de energía -prácticamente nulo para esta etapa-, contaminación del suelo y contaminación del agua subterránea. En su conjunto, los impactos negativos del acondicionamiento cuando el BSG se dispone como alimento para animales, fue ponderado como medio.

Utilizar el BSG como una enmienda orgánica ya sea para producir compost, sustrato para cultivar hongos o como abono directo -sin compostar-; representó desde la variable transporte un impacto similar que tenerlo como alimento para animales, ya que se realizan en las mismas zonas productivas periurbanas mencionadas líneas arriba. Se registró un impacto levemente mayor solo respecto a la emisión de malos olores, ya que para destinarse como enmienda orgánica no es necesaria la trazabilidad que, a la hora de emplear como alimento, y podría almacenarse por más tiempo. Por lo tanto, se consideró un impacto medio. Respecto al acondicionamiento posterior, para cualquiera de las modalidades de enmienda orgánica, los principales impactos ambientales negativos -que fueron ponderados como medios- fueron la proliferación de vectores, emisión de malos olores y en menor medida la producción de gases de efecto invernadero y contaminación de la capa superficial del suelo. Los impactos ponderados como bajos fueron los riesgos para la salud y el consumo de energía, para este tipo de tratamiento casi nulos. En su conjunto, el impacto negativo de disponer el BSG como enmienda orgánica, fue ponderado como medio.

Cuando el BSG se dispone como insumo para producir alimentos de consumo humano, a la hora de calcular sus impactos ambientales negativos, se consideró que el subproducto se deberá acondicionar previamente mediante compactación y/o secado, con el objeto de que reúna las condiciones sanitarias necesarias para ser consumido por humanos. Sin entrar en detalle respecto a los métodos de compactación y secado, es prácticamente imposible realizar estos procesos sin utilizar energía térmica proporcionada por la electricidad y el gas. Pero al contrario de su disposición como alimento para animales -donde se pueden destinar grandes volúmenes- para este caso solo se utilizan cantidades menores en proporción a otros productos como por ejemplo la harina de trigo; por lo cual ese consumo de energía se ponderó como medio.

Los demás impactos en la etapa de acondicionamiento fueron ponderados entre bajos y nulos, ya que el BSG una vez liberado de su humedad no contamina el suelo ni produce olores o proliferación de vectores, como tampoco tiene riesgos para la salud. No existiendo la necesidad de transportar el BSG hacia áreas periurbanas, incluso pudiendo acondicionarse dentro de las mismas instalaciones donde se elabora cerveza -por ejemplo, aprovechando excedentes de energía térmica-, el impacto negativo para el transporte producto de este proceso va a ser entre bajo y nulo. En síntesis, el impacto ambiental negativo para producir alimentos de consumo humano con el BSG desechado se consideró muy bajo.



**Figura 13.** Estimación del impacto ambiental para cada tipo de disposición/reutilización. Fuente: elaboración propia

Del análisis precedente se llegó a la conclusión de que el impacto ambiental negativo por disponer como RSU el BSG duplicó al impacto causado por utilizarlo como alimento para animales o enmienda orgánica, y quintuplicó al impacto producido por utilizarlo como insumo para elaboración de alimentos de

consumo humano. La facilidad que les otorga a los productores la zona en donde están emplazados, en cuanto a su cercanía con zonas productivas periurbanas hace que por lógica el método más utilizado es proveer el subproducto para alimento de animales y enmienda orgánica.

Por el momento la opción que menor impactó en el ambiente fue utilizar una fracción para destinarlo como ingrediente de alimentos para consumo humano, con la contra de que aún es un método muy acotado por razones de restricciones normativas. Si en el mediano o corto plazo las autoridades competentes en cada jurisdicción llegaran a definir el marco normativo que permita utilizar el BSG como insumo para producir alimentos de consumo humano, la situación ideal sería que los productores destinen un porcentaje para reutilizar mediante estos métodos.

Dada la situación actual, donde la producción de alimentos para consumo humano con el uso de BSG como materia prima se encuentra limitado en principio por cuestiones normativas, el tratamiento o uso posterior que da este segmento de la industria cervecera en su conjunto, es el que menor impacto ambiental negativo ocasionó, entre las opciones que se encuentran disponibles en la actualidad. Más allá del grado de compromiso ambiental adoptado por los pequeños productores de cerveza, lo cierto es que les resultó conveniente desde otros aspectos además del ambiental, abordar una gestión sustentable para el caso de este subproducto. En principio, sin haber llegado a la situación ideal en cuanto al tratamiento del BSG, nada hace presuponer que en las actuales condiciones pueda representar un problema difícil de encaminar en un futuro cercano. Esto está vinculado a las variables que influyeron en los últimos años -luego de un crecimiento exponencial- para que el crecimiento de la actividad se ralentice e incluso comience a decaer.

Las claves para continuar con una gestión aceptable de los subproductos de la industria cervecera, e incluso para mejorarla, pasarán por continuar promocionando las buenas prácticas desde las cámaras y asociaciones del rubro; como también difundiendo y adecuando las normas existentes que regulan el manejo de los mismos tanto en el ámbito local como regional. Más allá de la normativa existente en cuanto a su gestión como residuo, será muy importante avanzar con la incorporación del BSG al CAA para su utilización como insumo en la fabricación de alimentos, lo cual abrirá un espectro amplio de opciones para su reutilización.

En base a lo evaluado en el presente trabajo, la elaboración de alimentos -de características saludables- con menor impacto para su producción comparada con otras opciones puestas en práctica, se encamina como la más viable con vistas al futuro. Además de presentarse como la opción más sustentable desde el aspecto ambiental, es la que podría generar un ingreso económico a los pequeños productores. Por último, es válido destacar el aspecto positivo de poder generar alimentos saludables en base a un desecho de otra industria, sobre todo si se utiliza con fines sociales, en un contexto actual donde la malnutrición y desnutrición conforman una problemática que va en ascenso.

El presente trabajo, desde el planteo de sus objetivos específicos, pretende realizar un aporte a los pequeños y medianos productores de cerveza artesanal de la zona sur del AMBA. Es por ello que a continuación, como corolario de las conclusiones del mismo, se brindan aportes para que puedan abordar la gestión ambiental de sus establecimientos -en particular del BSG- de la forma más óptima dentro del marco de sus posibilidades. En los siguientes capítulos se brindarán lineamientos para la confección de un Plan De Gestión Ambiental acorde a la magnitud de cada cervecería, poniendo el foco en la gestión del BSG; se desarrollará una propuesta que pretende ser útil para formular un marco normativo específico acorde que regule la reutilización y/o disposición del BSG; y finalmente se propondrá un modelo de programa de difusión y capacitación para los productores cerveceros haciendo hincapié en cinco ejes temáticos principales para abordar una correcta gestión integral del BSG.

### **Plan de Gestión del BSG**

Un Plan de Gestión Ambiental (PGA) es un conjunto de actividades que producto de la evaluación de los impactos ambientales y su posterior valoración, le permitirá a quienes gestionan establecimientos productivos prevenir, mitigar, compensar y corregir de forma progresiva los impactos ambientales negativos que surgen a raíz del desarrollo de sus actividades industriales. Al mismo tiempo constituye una herramienta útil para enmarcarse dentro del encuadre legal en materia ambiental ante las distintas autoridades de aplicación según la jurisdicción donde se emplazan y el dimensionamiento de cada cervecería. Los planes de gestión deberán contar con ciertas características más allá de las particularidades de cada establecimiento. En principio debe describir en los mismos la política ambiental de la firma, donde se establezca el compromiso de promover un funcionamiento eficiente, limpio, seguro y sostenible de sus procesos productivos en condiciones que vayan más allá del mero cumplimiento de la normativa de incumbencia vigente.

Otra característica de un PGA es el planteo de objetivos o metas que sean claros y alcanzables, y que se puedan medir y evaluar a lo largo de su vigencia. Tanto la política ambiental como los objetivos de un plan de estas características, deben ser de conocimiento y fácil acceso para todo el personal de la firma y de auditores en caso de que la gestión ambiental de las cervecerías esté a cargo de un profesional externo. Para el cumplimiento de los objetivos se deberán planificar acciones para su concreción. Las mismas deberán abordar la prevención de la contaminación optimizando el uso de materias primas e insumos, minimizando emisiones a la atmósfera y vuelco de efluentes líquidos ya sea a cursos de agua o sistemas cloacales, disminuyendo la generación de residuos o propiciando se reutilización, contemplando el uso racional de recursos (agua, gas, energía). Se deberá contemplar también acciones como recambio tecnológico para mejoras en la eficiencia energética, mejoras en la combustión de equipos, aislaciones, cierre de circuitos de refrigeración, reutilización de agua residual, etc. Todas estas prácticas conducen a una mejora continua de las industrias en el plano ambiental.

Una parte fundamental dentro de un PGA es la elección de indicadores ambientales, que tienen por finalidad llevar un seguimiento y evaluación permanente respecto al cumplimiento de los objetivos planteados. Los indicadores se componen de variables que permiten evaluar la calidad de los factores ambientales afectados por la

actividad industrial desarrollada. Los mismos van a permitir evaluar la eficiencia de las medidas y/o acciones llevadas a cabo para concretar los objetivos planteados. Cada actividad puede tener diferentes tipos de indicadores ambientales, no existe un listado de los mismos, incluso dentro de una misma actividad industrial estos pueden diferir en relación a la dimensión y las características particulares de cada establecimiento. Para seguir la evolución de los indicadores, las industrias deberán contar con responsables de sistematizar los datos que arrojen estos indicadores y del análisis y revisión de los mismos, como también de rectificar o replantear los objetivos y metas cuando los resultados se alejen de los objetivos fijados.

Para el seguimiento de los indicadores, se deberá generar un sistema de información que contemple el registro de las diferentes variables de manera mensual, semestral o anual, según lo amerite cada caso en particular. Esto permitirá establecer una línea de base para tener un punto de partida y así poder seguir la evolución de los indicadores en el tiempo. Será importante tener en cuenta que la sistematización de toda la información, como la ejecución y seguimiento del PGA, no genere costos adicionales que no puedan ser abordados o asignación de recursos humanos que representen gastos significativos para los establecimientos cerveceros del segmento estudiado.

El PGA deberá ser de fácil aplicación, sin plantearse objetivos fuera del alcance, por lo que se puede utilizar cualquier tipo de sistema que permita sistematizar, registrar, documentar, evaluar y comunicar al resto del personal sobre las actividades que se vayan llevando a cabo. Lo importante es que el o los responsables de llevarlo a cabo cuenten con los recursos para ejecutar y hacer un seguimiento del PGA, y en lo posible llegar a la concreción de los objetivos que se plantearon. Para la organización del PGA se sugiere organizar por programas el abordaje de cada impacto negativo que se identifique, pero no es una estructura o formato definido, el diseño de los mismos puede ser dinámico.

Si bien la estructura de un PGA para establecimientos de estas características no debe ser rígida, hay ciertos aspectos que deberá abordar cualquier cervecería. La correcta gestión del BSG será uno de estos aspectos, seguramente el más relevante, pero no puede escapar a la óptima gestión ambiental de una cervecería el uso del agua -ya sea controlando las cantidades utilizadas en el proceso productivo como también un adecuado tratamiento de los efluentes líquidos generados-. Dentro de la gestión de los efluentes líquidos, el aspecto más importante a controlar es el denominado “barro de fermentación”, compuesto principalmente por levadura que va decantando en el fondo de los fermentadores durante la etapa de fermentación.

Además de restos de lúpulo, coagulantes y proteínas también generados posterior al hervido formando una torta de sólidos comúnmente conocida como “trub”. El barro de fermentación es un material orgánico del cual muchos productores recuperan levadura para posteriores producciones, cuando cuentan con laboratorios adecuados para realizar este proceso. Otro de los aspectos importantes es el consumo de energía -electricidad o gas-, donde es clave el aprovechamiento del calor residual durante los procesos para reducir el consumo de estos.

A la hora de establecer lineamientos para orientar a las cervecerías hacia el diseño de un PGA, y en consecuencia hacia una correcta gestión ambiental de sus establecimientos, es necesario separarlos por segmentos, con el mismo criterio adoptado en este trabajo, para diferenciar a los establecimientos entre microcervecerías o cervecerías artesanales de acuerdo a su volumen de producción mensual promedio. Otro aspecto a tener en cuenta es que no debe considerarse al BSG como un mero subproducto sólido. El mismo sale del bloque de cocción con un nivel de humedad considerable, por lo cual habrá que tener el mismo cuidado a la hora de gestionar el líquido excedente una vez que se extrae el máximo posible del BSG. Por último, si bien los lineamientos del PGA que se proponen a continuación en el presente trabajo tienen como objetivo principal la

gestión adecuada del BSG, se contemplarán también: residuos, efluentes líquidos, efluentes gaseosos y ambiente de trabajo.

La complejidad ambiental de las microcervecías -el segmento menor entre los dos abordados en este trabajo- por lo general no requiere de mayores lineamientos a la hora de diseñar un PGA que se adecue a los impactos negativos que pueda generar su actividad. En relación a los residuos se puede elaborar un programa sencillo dentro del PGA que ponga el foco en su correcta gestión dentro de los establecimientos: segregación separando entre reciclables, orgánicos y fracción de rechazo como RSU sería suficiente para este segmento. En lo que refiere a efluentes líquidos no sería viable proponer un tratamiento en particular a este segmento ya que representa costos para adecuar instalaciones difíciles de afrontar.

Si es pertinente desarrollar un programa que apunte a la reducción de los volúmenes de agua utilizados, lo que reducirá la generación de efluentes. En este aspecto es importante la reutilización del agua utilizada para sistemas de enfriado, o la fracción de rechazo de los sistemas de filtrado por ósmosis inversa, ya sea por medio de circuitos cerrados que la vuelvan a almacenar luego de pasar por los enfriadores de placas, o bien utilizando esta corriente para limpieza del establecimiento -no de los equipos de producción-; además de un control periódico de pérdidas, tanto en las instalaciones productivas como de servicios (sanitarios, cocina, laboratorio, oficinas).

En lo que respecta a las emisiones gaseosas, los productores pequeños por un lado deberán controlar la correcta combustión de los equipos de cocción a gas o de cualquier equipo auxiliar que utilice combustibles líquidos o gas y generen emisiones producto de dicha combustión, llevando un control periódico. Además, deberán adecuar las instalaciones donde se efectúa la molienda del grano de modo que minimice la emisión de material particulado en el área de trabajo. Otro aspecto a contemplar es la adecuación a la normativa vigente, debiendo realizar las presentaciones correspondientes ante el Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires y de ser requerido tramitar la Licencia de Emisiones Gaseosas a la Atmósfera (LEGA).

Este aspecto a su vez forma parte de la correcta gestión del ambiente laboral, donde también se deberán contemplar la utilización de los elementos de protección necesarios para los trabajadores que desarrollan tareas en el bloque de cocción y molienda, ya que estarán expuestos al contacto con líquido en ebullición donde un derrame podría causar quemaduras y a la aspiración de polvos que podrían afectar su salud respiratoria. Es importante también considerar aspectos ergonómicos como la altura de acceso a la boca en el bloque de cocción o el tamaño y peso de las palas para remoción del empaste en los maceradores, y de otros aspectos como el uso de botas de goma durante los procesos de limpieza.

Yendo al plano específico de la gestión del BSG en este tipo de establecimientos, los lineamientos respecto al correcto manejo de este subproducto a la hora de diseñar un PGA, van a ser básicos y con menos exigencias respecto al segmento que genera mayor volumen. En principio se recomienda establecer protocolos mínimos para su gestión dentro de las cervecías. El tipo de contenedor donde se va a almacenar temporalmente hasta ser retirado al exterior debe ser preferentemente plástico para facilitar su limpieza, de almacenarse el BSG en las bolsas vacías de malta es recomendable disponerlas de todas formas dentro de contenedores, los mismos deberían contar con un diseño que permita drenar el líquido residual que contiene.

El espacio donde quedarán los contenedores hasta su retiro debe encontrarse lo más alejado posible del área productiva o depósitos de producto terminado, y el piso del lugar deberá contar con rejillas o canaletas donde pueda drenar el líquido de los mismos. Otra pauta es que del total de BSG generado en lo posible no se disponga más de un 50% como RSU. De esta fracción, lo más óptimo es que se disponga en las mismas bolsas

usadas de malta, previo escurrimiento sobre rejillas, disponiendo en la vía pública o contenedor exterior lo más próximo posible al horario de retiro del camión recolector.

Para el segmento comprendido por las cervecerías artesanales, los lineamientos para orientar la confección de un PGA son más exigentes por razones obvias. Dentro de este segmento, se encuentran establecimientos con volúmenes de producción que se acercan bastante a las cervecerías del segmento industrial, generando los mismos impactos ambientales que esas industrias. En primer término, y a diferencia del segmento más pequeño, es indispensable incluir un programa dentro del PGA que aborde el cumplimiento de la normativa ambiental, llevando un control de los trámites realizados y de toda la documentación vinculada.

Si bien las industrias de este segmento deberán cumplir todas las normas vigentes por las que se vean alcanzadas tanto en el ámbito local, provincial como nacional; es a nivel provincial donde se verán alcanzadas por más regulaciones. En principio deberán realizar la correspondiente radicación municipal ante los gobiernos locales a los fines de establecer el Nivel de Complejidad ambiental de los establecimientos -que en este segmento se encuadran mayormente dentro de la 1º y 2º categoría- por lo cual tramitará el correspondiente Certificado de Aptitud Ambiental ante los Municipios, salvo que estos tengan convenios vigentes con el Ministerio de Ambiente provincial para delegar este trámite en los casos de 2º categoría.

Continuando con el encuadre normativo ambiental, deberán tramitar ante el Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires las Declaraciones Juradas anuales por gestión de Residuos Especiales -el BSG no está alcanzado por esta corriente de disponerse como residuo-, registro y posteriores ensayos y habilitaciones de Aparatos Sometidos a Presión, obtención o renovación de la Licencia de Emisiones Gaseosas a la Atmósfera (LEGA), entre los principales. Siguiendo en el ámbito provincial, se deberán realizar las presentaciones correspondientes ante la Autoridad del Agua en lo que respecta a la provisión de agua y servicios de saneamiento, y al vuelco de efluentes líquidos en distintos cuerpos receptores.

Finalmente, es posible que se deban gestionar permisos en el ámbito nacional en caso de contar con tanques aéreos o soterrados para almacenamiento de combustible, ante la Secretaría de Energía, o algún tipo de trámite que requiera la intervención de la Subsecretaría de Ambiente (ex Ministerio de Ambiente). Finalmente, los establecimientos que se encuentren dentro de la Cuenca Matanza Riachuelo, pueden estar alcanzados por alguna regulación de la ACUMAR. El cumplimiento de toda la pirámide normativa es parte esencial para una óptima gestión ambiental en el ámbito de cualquier industria, sobre todo en el rubro de bebidas o comestibles como es este caso de estudio.

En lo que respecta a la gestión de residuos, además del cumplimiento de las presentaciones mencionadas en líneas precedentes, se deberá dar cumplimiento a la Resolución 592/00 del ex OPDS al momento de diseñar o adecuar los depósitos transitorios de residuos especiales. Tanto para los Residuos Especiales como para Industriales no Especiales y reciclables, es recomendable distribuir contenedores chicos en los sitios de generación, diferenciados por colores y con la respectiva cartelería para identificar cada corriente. Para este segmento es esencial contemplar la segregación del material reciclable: papel, cartón, plástico, aluminio en caso de realizarse enlatado y vidrio en caso de realizarse embotellado.

Luego se deberá gestionar la venta de los mismos o su entrega a cooperativas encargadas de reciclar estos materiales. También deberá contemplarse la posibilidad de destinar para compost una parte de las tierras diatomeas provenientes de sistemas de filtrado, barros de sistemas de tratamiento de efluentes y barros de fermentación. Más allá de las pautas de responsabilidad social empresarial, la gestión sustentable de los

residuos debe considerarse indispensable para las cervecías que están comprendidas dentro de este segmento.

Al momento de establecer lineamientos para gestionar las emisiones gaseosas, los mismos no van a variar con respecto al segmento de menor complejidad, ya que lo único que los diferencia en este aspecto radica en el tamaño de las instalaciones y volúmenes de producción, pero en ambos segmentos tienen la misma importancia y deben adecuarse a las mismas exigencias. En principio el cumplimiento del encuadre normativo llevará a gestionar de forma correcta el impacto de las emisiones gaseosas en las cervecías artesanales. El mismo criterio es aplicable para lo referente al ambiente laboral en los espacios de trabajo. Dichos lineamientos, para ambos aspectos ambientales, fueron desarrollados con mayor detalle líneas arriba y sería redundante reiterarlos.

Pasando al plano de los efluentes líquidos, el primer lineamiento recomendado es la reutilización de la fracción de rechazo de los sistemas de filtrado de agua por osmosis inversa, recuperando la misma para luego utilizar en la limpieza de pisos, sanitarios y otros usos que no afecten instalaciones por la sobrecarga de minerales que contienen estas aguas. El segundo lineamiento es que todas las fábricas de este segmento cuenten con un sistema de tratamiento adecuado para efluentes líquidos industriales, dimensionado de acuerdo a las exigencias normativas (permisos emitidos por la ADA y eventuales requerimientos de ACUMAR o de gobiernos locales). Cada sistema se deberá adecuar a las exigencias, teniendo en cuenta el cuerpo receptor del vuelco. Una mala práctica bastante habitual es diluir la carga orgánica del efluente industrial con la fracción de agua de rechazo o con agua de lavado de equipos, sin pasar por una cámara de toma de muestras donde monitorear su calidad, lo cual para las cervecías encuadradas en esta franja es inaceptable.

En los lineamientos respecto a la gestión del BSG es donde se pueden marcar diferencias entre un segmento y otro. En primer lugar, para este segmento deberá desestimarse la posibilidad de disponer una parte del BSG como RSU y disponerlo para ser retirado por el servicio de recolección, ya que como se desarrollará en el próximo capítulo de este trabajo, puede ser una irregularidad plausible de sanciones. El volumen de generación en este caso vuelve inviable la posibilidad de disponer de esta forma el BSG ya que por más pequeña que resulte la fracción a disponer se trataría de un volumen considerable.

Respecto a los protocolos para la gestión del BSG dentro de los establecimientos, es recomendable que el subproducto sea almacenado en contenedores plásticos con tapa -para reducir y/o evitar la proliferación de vectores-, y no se considera viable la disposición dentro de las bolsas plásticas vacías de malta teniendo en cuenta los volúmenes generados. No se plantea como obligatorio, pero sí se recomienda almacenar el BSG en silos metálicos. En ambos casos es válido aclarar que se deberá disponer en el exterior de la nave productiva, lo más lejos posible del contacto con materias primas y sectores de almacenamiento del producto terminado.

Antes de ser retirado de los establecimientos, los productores de este segmento deben contemplar la posibilidad de reducir la humedad del BSG -que se aproxima al 80% cuando se extrae del equipo de macerado-, ya sea por métodos de compactación, de secado, o por ambos combinados. Luego, en base al destino que se dará a la fracción mayoritaria y los requerimientos en cuanto al contenido de humedad, se deberá seleccionar el método más viable de compactación o secado. Métodos que también dependen de las posibilidades de abordaje de cada establecimiento. Para las fábricas que dispongan la totalidad del BSG para nutrición animal, será suficiente con implementar un sistema de compactación que libere de humedad de forma parcial el subproducto, llegando a un contenido de humedad aproximado con estos métodos del 65%. Los métodos de compactación pueden ser: prensas manuales como las utilizadas en la

producción de vinos a escala artesanal, escurridores industriales de tornillo compactos o prensas continuas de tornillo de escala industrial. Cada cervecera deberá adoptar el equipamiento que se adecue a sus volúmenes de producción y sus posibilidades de inversión económica sin comprometer la rentabilidad del negocio.

Para las fábricas que diversifiquen las opciones de disposición, lo adecuado será que un porcentaje -o de ser posible la totalidad- del BSG luego de someterse a reducción de su humedad por compactación, sea procesado mediante un sistema de secado que libere casi en su totalidad la humedad (por estos métodos se puede llegar a una humedad inferior al 10%) para evitar de este modo el crecimiento microbiano que impediría utilizarlo para elaborar alimentos, entre otros usos. Para los sistemas de secado es importante analizar la posibilidad de utilizar calor residual de otros procesos, con el fin de no incrementar el uso de recursos como gas, electricidad o combustible.

Los métodos más simples son los secadores solares de porte pequeño, fáciles de ubicar o mover en zonas no edificadas de los establecimientos según la ubicación del sol. La opción siguiente son las estufas compactas de secado que se utilizan en laboratorios, para luego pasar a equipos industriales como los secadores de tambor tubulares o de haces de tubos, calentados de manera directa o indirecta. Estos últimos solo estarán al alcance de los establecimientos con mayor volumen de producción y que obtengan una ganancia por la venta del BSG seco para amortizar los costos de instalación y operación de este tipo de equipamiento. Más allá de los métodos de compactación y/o secado que cada establecimiento pueda incorporar, es válido remarcar que no existe hasta el momento legislación que regule cómo debe realizarse el tratamiento de desechos y subproductos en la industria cervecera.

Una opción recomendada para diversificar las formas de reutilización en este segmento, es incluir la harina de BSG en la elaboración de algunos productos comestibles, como pueden ser los ofrecidos en las cartas disponibles en los bares de fábrica instalados en algunas cerveceras. Si bien esta opción no representará a priori un gran impacto en la reutilización, ya es una práctica cada vez más visible. Como se mencionó durante el desarrollo del presente trabajo, esto aún se ve condicionado por cuestiones normativas. De incorporar la harina de BSG al Código Alimentario Argentino, daría la posibilidad de comercializar también como insumo en los mismos bares de fábrica o puntos de venta habituales. Esta es otra posibilidad que ya se puso en práctica con éxito en algunos países.

Finalmente, y yendo a un plano completamente distinto al de la alimentación humana o animal, otra opción de reutilización que es viable de ser adoptada por los establecimientos de mayor envergadura, es la producción de biogás utilizando BSG como materia orgánica empleada como materia prima para obtener mediante digestión metanogénica o anaeróbica, una mezcla gaseosa con opción de ser utilizada para combustión en algún equipo instalado en las fábricas. Para este fin existen diferentes tipos de biodigestores adaptables al volumen a tratar y a las posibilidades de inversión de los productores: biodigestores compactos por batch, biodigestores de polietileno tipo silobolsas o biodigestores industriales.

Para concluir con los lineamientos en el diseño de un PGA, es recomendable realizar periódicamente un Informe de Gestión con el fin de monitorear la evolución del mismo. Lo óptimo es que este informe coincida con el período de vigencia del Certificado de Aptitud Ambiental, que es de 4 años, ya que en los casos de cerveceras que encuadren dentro de la 2<sup>o</sup> categoría según su nivel de complejidad ambiental, este material puede ser requerido en los trámites de renovación de dichos certificados. En este informe se deberá desarrollar la evolución de los indicadores adoptados para el seguimiento de los programas que se aborden para mitigar los impactos ambientales ponderados como significativos. Para este tipo de presentaciones es importante acompañar con tablas y/o gráficos que aporten a la comprensión de los datos presentados. Tanto el PGA como

todos los trámites complementarios obligatorios que fueron mencionados en este apartado, deberán estar a cargo de un profesional ambiental con los conocimientos suficientes e incumbencia en la materia.

### **Propuesta de un marco regulatorio para gestión y reutilización del**

#### **BSG**

A diferencia del apartado anterior, donde además de la gestión del BSG la propuesta del PGA incluyó los demás aspectos ambientales de importancia, en este caso solo se propondrá un marco regulatorio para la gestión del BSG. Se hizo este recorte principalmente para no desviar el foco del objeto del presente trabajo; y porque los demás aspectos ambientales (residuos especiales, efluentes líquidos y gaseosos, ambiente laboral) ya cuentan con un marco regulatorio bastante amplio que los contiene. La intención de esta propuesta, es que el marco normativo abarque desde el momento de su generación hasta que se transforme en un producto y/o insumo, enmienda orgánica o eventualmente residuo enviado a disposición final. Otra de las pautas de esta propuesta es ser un complemento para la normativa ya existente y no solaparse ni contradecir las mismas. Es decir, la intención en esta propuesta es brindar lineamientos para complementar normativas existentes y completar un marco regulatorio claro que contemple todos los aspectos inherentes a la gestión del BSG. En otras palabras, servir de guía a los productores, y no representar una problemática superponiendo regulaciones o incrementando trámites ni pagos de aranceles que sumen erogaciones económicas a las ya existentes.

El objetivo de este apartado no es el de redactar un proyecto de ley. Si bien responde a la necesidad de regular un ámbito específico que aún no está normado, el presente trabajo no tiene por objetivo la redacción de un proyecto tal, sino aportar lineamientos básicos para que sea abordado a futuro por un comité técnico capacitado para redactar un anteproyecto. En principio la normativa deberá contemplar aspectos relativos al tipo de contenedores donde se dispondrá el BSG en las fábricas una vez que se extrae del bloque de cocción, aún con un contenido importante de humedad y temperatura superior a la del ambiente. Las características constructivas de los mismos deberán especificar que facilite el drenaje del líquido excedente y que cuente con tapas que permitan disipar la temperatura del subproducto, luego mantenerlo cerrado para evitar la presencia de moscas y otros vectores (tapas rebatibles es una opción válida).

El sitio de almacenamiento transitorio mientras se espera por el retiro del BSG en el mismo estado en el que es extraído del bloque de cocción, o para su procesamiento posterior de compactación y/o secado; deberá contar con un piso cuyas características constructivas permitan el escurrimiento sin obstáculos además de su fácil y rápida limpieza. Asimismo, contar con canaletas cubiertas por rejillas metálicas desmontables que precipiten los líquidos hacia el sistema de tratamiento de efluentes líquidos con que disponga la planta industrial, o en su defecto sean conducidos hacia el sistema de evacuación con el que cuenta el establecimiento o hacia pozos absorbentes en caso de no contar en la zona con sistema de saneamiento cloacal.

Estos dos aspectos aplicarán a las 2 categorías en las que fue separado este segmento de la industria cervecera en el presente trabajo: producción de hasta 5000 litros mensuales (microcervecerías) y producción superior a 5000 litros mensuales (cervecerías artesanales). No obstante, en ambos segmentos se deberá dar cumplimiento de toda la normativa respecto a vuelco de efluentes líquidos y a todo lo que disponga la Autoridad del Agua (ADA) para cada establecimiento en particular, aclarando que no será materia de esta norma el monitoreo de los parámetros de vuelco para estos efluentes, ya que está alcanzado por otras normas. Tampoco esta propuesta de marco regulatorio tratará los aspectos vinculados con la gestión del BSG como RSU aplicable a generadores especiales, ya que tal el objeto de esta propuesta es que no sea aceptable la

disposición como residuo del BSG en caso de las cervecerías de mayor porte. Para estos establecimientos la norma deberá fijar como prioritario la reutilización del BSG como materia prima o insumo de otro proceso, generando las condiciones técnicas en los establecimientos que permitan estos usos posteriores.

En lo que respecta a los posibles tratamientos posteriores de compactación y secado, para reducir la humedad del BSG según requiera su uso posterior, en primer término, esta propuesta contempla la posibilidad de tratamiento en conjunto para cervecerías que no cuenten con instalaciones y/o equipamiento para desarrollar estos procesos. Para el segmento de microcervecerías no serán obligatorios estos tratamientos posteriores in situ, pero sí estará contemplada la posibilidad de derivar a otras fábricas el subproducto -siempre y cuando se encuentren a cortas distancias- para someterlo a estos procesos y luego derivarlo a productores que puedan darle un segundo uso.

La responsabilidad en el traslado y posterior cesión y/o venta del subproducto seguirá siendo del productor que lo genere, exceptuando de dichas responsabilidades al productor que brinde los servicios de tratamiento. No será obligatorio un registro específico para las tecnologías de tratamiento in situ del BSG (compactación y/o secado), pero si se propone que sea de cumplimiento obligatorio la presentación de un PGA según los lineamientos desarrollados en el apartado precedente para el segmento de cervecerías artesanales. Será allí donde las fábricas deberán desarrollar una memoria descriptiva de los procesos de tratamiento adoptado para el acondicionamiento del BSG previo a su entrega. La misma deberá abordar la descripción del equipamiento utilizado y los procesos desarrollados, incluyendo diagramas de flujo, ponderación de los impactos, y todo lo se crea necesario para su fácil comprensión.

Si bien no será responsabilidad de la autoridad de aplicación ni de quienes redactan los contenidos de esta norma, especificar las características técnicas de los equipos a instalar para el desarrollo de estos procesos, será responsabilidad de las fábricas adoptar las tecnologías adecuadas que le otorguen las condiciones mínimas exigibles al BSG según su uso posterior. A continuación, se describen 3 situaciones puntuales a modo de ejemplo. En los casos donde el BSG es entregado para compostaje y/o nutrición en criaderos de cerdos, no será necesario el uso de tecnologías para adecuarlo ya que es apto para el consumo de estos animales en el mismo estado fisicoquímico en que es extraído del bloque de cocción. De ser entregado para nutrición de aves en criaderos, será necesario emplear una tecnología de compactación que sea capaz de reducir la humedad del BSG llegando a un nivel máximo del 60%. Cuando la finalidad es utilizarlo para molienda y posterior uso como sustituto de harina en alimentos saludables o como ingrediente de estos, deberá someterse a tecnologías aptas para compactar y posteriormente secar el subproducto hasta que no supere un 10% de humedad.

Con respecto a las condiciones de almacenamiento del BSG después de los tratamientos previos a su entrega a otros productores (compactación y/o secado), esta propuesta sugiere que sea la autoridad de aplicación quien determine las características de los recipientes y sitios para su almacenamiento. No obstante, se propone como pautas que no puedan utilizarse el mismo tipo de contenedor que se utilice para el BSG húmedo cuando sea sometido a procesos de secado. En caso de someter el BSG a procesos de compactación, si será posible utilizar el mismo tipo de contenedores. Para el BSG seco se recomienda según el volumen que se genere, almacenarlo en cuñetes plásticos con tapa, o en silos que cumplan con las regulaciones respecto a las características constructivas para este tipo de instalaciones.

Es también propuesta de esta norma que sea plausible de controlar la condición fisicoquímica del BSG y que este cumpla las condiciones para ser reutilizado según el uso que sea declarado en los manifiestos de transporte y registros de recuperadores de BSG. Por ejemplo: la autoridad de aplicación realiza un operativo de fiscalización en un

establecimiento. Al solicitar la documentación corrobora que las condiciones fisicoquímicas del BSG no son aptas para el uso posterior declarado en la documentación. En ese caso podrá labrar un acta que genere un proceso sancionatorio por incumplimiento de esta norma -una vez que sea promulgada- y desencadene en una multa.

Será tarea de la autoridad de aplicación, en base a estudios pertinentes en la materia, establecer límites máximos admisibles de humedad precisos para el BSG según el uso para el que será destinado. Es propuesta de este trabajo que los niveles de humedad no superen el 10% cuando se disponga para insumo en la elaboración de alimentos de consumo humano (el porcentaje de humedad se podrá reducir aún más durante el proceso al que sea sometido posteriormente) y que no supere el 60% de humedad cuando se disponga como alimento para animales (salvo excepciones como podría ser el ganado porcino).

Estos porcentajes se sugieren a modo de referencia y deberán adecuarse en base a estudios posteriores con pertinencia para cada ámbito de aplicación (nutrición humana, nutrición animal, sustrato, compost, material absorbente, etc.). Es válido mencionar que en el caso de la nutrición humana actualmente está en etapa de estudios la determinación de los parámetros fisicoquímicos del BSG para su aceptación y posterior incorporación en el Código Alimentario Argentino (CAA). La presente propuesta solo brinda recomendaciones respecto al porcentaje de humedad, pero será aceptado que la autoridad de aplicación regule otros parámetros fisicoquímicos para determinar su aptitud y aceptación según el uso posterior que se le brinde.

No se considera necesaria la creación de un registro de transportistas para el traslado de este subproducto, pero sí se deberá regular las condiciones mínimas que deberán cumplir los móviles que realicen el transporte. Será necesario en cambio documentar la entrega y recepción del subproducto a otros establecimientos productivos para un uso posterior al acondicionamiento. Con el objeto de llevar un control sobre todas las operaciones relacionadas con la reutilización del BSG, en primer lugar, deberá generarse un registro de personas físicas y jurídicas que se dediquen a tareas de recuperación, reúso, reciclado o cualquier tratamiento o disposición del BSG (posible denominación propuesta: Registro de Recuperadores de BSG). Están incluidos en dicho registro, todos los establecimientos que reciban el BSG para disponerlo a la nutrición animal.

Deberá fijarse una distancia máxima permitida entre establecimientos proveedores y receptores, a los fines de reducir las emisiones producto de su traslado. La creación y control del mismo estará a cargo de la autoridad de aplicación designada. Los receptores del subproducto deberán llevar y mantener actualizado un registro de operaciones digital (con un formato a determinar por la autoridad de aplicación), que deberá contar con datos básicos como nombre del establecimiento generador/proveedor, fecha de recepción, cantidad de BSG recibido, número de manifiesto de transporte y cualquier otro dato que la autoridad considere importante de documentar.

Para los establecimientos cerveceros que entreguen el BSG para su uso posterior a otro establecimiento, se deberá confeccionar un manifiesto de transporte simple, creado exclusivamente para este subproducto en particular, cuyo modelo pueda ser completado y descargado desde la web de la autoridad de aplicación para ser archivado en formato digital. Toda documentación que tenga finalidad de llevar un control en el marco de esta normativa será en formato digital. Este manifiesto deberá contar con los datos básicos generales para cualquiera de su tipo: establecimiento generador, datos del vehículo utilizado para el transporte, establecimiento receptor, uso del BSG con breve descripción del proceso posterior, y cualquier otro dato que la autoridad de aplicación considere necesario a la hora de diseñar el modelo de manifiesto.

Tanto el productor generador del BSG como el receptor deberán guardar una copia, asimismo deberá quedar asentado -al menos número y fecha de emisión del mismo- en el registro de recuperadores de BSG. A partir de la fecha de entrega que quede plasmada en este manifiesto, cualquier responsabilidad por el uso o tratamiento del BSG y sus potenciales consecuencias negativas al ambiente, será asumida por el productor que lo recibió, y el mismo deberá adecuarse a las normas que regulen la producción o tratamiento al que se disponga el BSG recibido. Mismo caso si el subproducto en cuestión no contara con su documentación respaldatoria, será responsabilidad de quien lo reciba y sobre éste recaerá cualquier tipo de sanción por no contar con la documentación que registre la trazabilidad del insumo. Respecto a la comercialización del subproducto, esta norma no establece ningún tipo de pauta o regulación al respecto. Los productores tendrán libertad de ceder sin cargo el BSG, venderlo, y en tal caso acordar el precio del mismo con el comprador, tal como se hace hasta el momento.

Respecto a la autoridad de aplicación, es propuesta de este trabajo que se designe como tal a la Dirección Provincial de Residuos del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires, y que dicho organismo sea el encargado de determinar qué área específica del mismo sea la encargada de controlar y/o fiscalizar el cumplimiento de esta norma -una vez redactada, presentada y promulgada-, como también de reglamentar las normas complementarias de ser necesarias. Esta propuesta deja abierta la posibilidad de suscribir convenios con los municipios a efectos de controlar el cumplimiento de esta norma, en los casos que la autoridad de aplicación lo considere pertinente. También se propone que se puedan generar vínculos con las cámaras de la industria cervecera en el ámbito provincial y con universidades públicas, con el fin de que estos brinden colaboración técnica para aportar información respecto a la implementación de esta normativa además de asesoramiento y capacitación, dirigidos a los productores cerveceros como también a los productores que se inscriban para recibir el BSG como insumo.

### **Programa de difusión y capacitación a los productores cerveceros**

Uno de los objetivos planteados durante la elaboración del presente trabajo integrador, es que él mismo sienta las bases para impulsar programas de capacitación desde las cámaras sectoriales que nuclean a los productores cerveceros. La propuesta en este punto consiste en la formulación de un Programa de Difusión y Capacitación dirigido a los productores cerveceros emplazados en la zona relevada durante el trabajo de campo realizado. El mismo consiste en ofrecer lineamientos básicos en torno a cinco ejes temáticos, brindando herramientas a los productores para una mejor gestión dentro de sus establecimientos en todo lo respectivo al BSG y cuestiones ambientales vinculadas a su tratamiento. El mismo podrá ser difundido de manera presencial en los establecimientos, en eventos organizados por cámaras y/o asociaciones del rubro, o bien de forma virtual para cualquier interesado en la temática. Será complementado con imágenes de apoyo, además de enlaces a textos ampliatorios y ejemplos prácticos. En este capítulo del presente trabajo se desarrollan los contenidos del mismo a modo descriptivo.

El primer eje del programa es la capacitación a los productores respecto al marco normativo, dando una descripción de las regulaciones generales sobre disposición y tratamiento de residuos sólidos y efluentes tanto líquidos como gaseosos. Se abordará un repaso por el encuadre legal en sus tres ámbitos: nacional, provincial y local. Respecto a este último, el programa se adaptará al marco normativo del municipio en donde se desarrolle la capacitación o donde se encuentren emplazados los productores, dado que suele diferir entre distintas localidades. Para los productores resulta muy práctico y valioso tener un conocimiento del encuadre legal a la hora de gestionar permisos e inscripciones ante las autoridades de aplicación y saber por cuál norma se encuentran alcanzados y por cual no lo están.

Continuando con este eje, se hará hincapié en la posibilidad de utilización como insumo para otros procesos productivos. En muchos casos tanto la normativa provincial como local exigen tener documentada esta sesión a un tercero y es importante que ambos productores tengan conocimiento de la misma para evitar incumplimientos que podrían desencadenar en procesos sancionatorios seguidos por multas. Finalmente se hará una descripción de la normativa existente respecto al uso del BSG como insumo para la fabricación de alimentos y las limitaciones existentes dentro del Código Alimentario Argentino; poniendo al tanto a los productores respecto a la evolución de este aspecto normativo y las posibilidades que ofrecen las normativas vigentes hasta el momento. En este aspecto se está trabajando actualmente entre productores y organismos gubernamentales para llegar a un consenso que dé origen a un marco regulatorio adecuado, por lo tanto, es valioso que los productores estén al tanto de los avances en dicho encuadre normativo.

El segundo eje gira en torno a los preceptos de Economía Circular. Se repasarán los conceptos básicos para introducir a los productores en esta temática que será central en la industria a mediano y largo plazo, dado las regulaciones ambientales que se tornan cada vez más exigentes. Teniendo en cuenta que la producción de cerveza a escala artesanal es una actividad tan incipiente como nueva, incorporar los preceptos de Economía Circular en el rubro podría representar en lugar de un cambio de paradigma en las maneras de producir y consumir, una nueva manera de desarrollar desde el comienzo la actividad de una forma más virtuosa que la tradicional economía lineal (extracción, producción, consumo, desperdicio).

En este sentido es importante que el productor cervecero adquiera conocimientos con el fin de optimizar el rendimiento de recursos, en este caso específico buscando un impacto positivo a través del uso eficiente de un subproducto transformándolo en materia prima en lugar de desecho, generando también la producción con valor agregado, a la vez que puede generar ingresos económicos y reducir costos adicionales abonados por su deposición o disposición final. Asimismo, es vital que el productor adquiera una mirada holística en torno a este paradigma y comprenda que la incorporación de prácticas que acerquen su modo de producir a los preceptos de Economía Circular es fundamentalmente reducir la contaminación ambiental, más allá de los beneficios económicos que podría acarrear esta práctica.

Como tercer eje se abordarán las temáticas vinculadas con Producción más Limpia, Buenas Prácticas de Manejo y Mejora Continua, relacionando esta última a los Planes de Gestión Ambiental. Se brindarán lineamientos para el diseño de Planes de Gestión Ambiental que se adecuen a la complejidad de cada fábrica, para dimensionar correctamente los impactos negativos, diseñar planes y acciones para reducirlos y/o mitigarlos, generar indicadores que permitan un seguimiento y rectificación de los objetivos de ser necesario. La planificación en torno a estos temas va a permitir a los productores desarrollar estrategias preventivas en pos de reducir los impactos ambientales negativos, en lugar de tener que mitigarlos a posterior.

La caracterización del BSG será el cuarto eje temático de este Programa de Capacitación, haciendo hincapié en sus cualidades nutricionales. En este aspecto se hará una descripción de los cambios fisicoquímicos que experimenta el grano de cebada malteado durante el proceso de maceración, y luego de cómo el BSG experimenta su proceso de degradación según las condiciones y los tiempos de conservación dentro de los establecimientos productivos. En paralelo se abordarán los aspectos vinculados a sus interesantes cualidades nutricionales, las que abre un campo amplio de posibilidades respecto a su utilización como insumo para la elaboración de alimentos, o reemplazo de otros insumos con menos aporte nutricional como por ejemplo la harina de maíz. Sobre este aspecto se citarán ejemplos prácticos llevados a cabo en diferentes rubros, para brindar un panorama de la diversidad de posibilidades que existen para aprovechar las cualidades que ofrece este subproducto.

El último eje brindará lineamientos respecto a la revalorización del BSG, abordando las técnicas para su conservación como uno de sus contenidos principales, y el vínculo con otros productores para facilitar un segundo uso del mismo como otro aspecto importante. Aportando conocimiento a los productores respecto a la conservación del BSG y como se puede prolongar significativamente la posibilidad de ser reutilizado inactivando o demorando el crecimiento microbiano, incrementará las opciones de reutilización conocidas por los productores cerveceros.

En este sentido la capacitación girará en torno a las técnicas disponibles de compactación, conservación y secado que estén al alcance de este segmento productivo, y como se puede aprovechar energía excedente de otros procesos (como por ejemplo el calor generado en el bloque de cocción) para ser aprovechada con estos fines. Por último, será de utilidad aportar herramientas que sirvan a los productores cerveceros para generar un vínculo con otros productores capaces de recibir sus subproductos, poniendo el foco en la cercanía en pos de minimizar el impacto que puede generar el transporte, aportando estrategias para hacerlo de la manera más eficiente posible.

## Anexo 1

Se transcribe a continuación el cuestionario realizado a los 50 productores cerveceros relevados durante el trabajo de campo. El mismo consistió en una encuesta semi estructurada.

- 1- Nombre de la cervecería (optativo, se planteó como una encuesta anónima).
- 2- Lugar de emplazamiento de la cervecería (localidad).
- 3- Año de inicio en el lugar de emplazamiento actual.
- 4- Año en que comenzó a producir cerveza con fines comerciales.
- 5- Litros de cerveza mensuales promedio producidos en la actualidad.
- 6- Litros de cerveza mensuales promedio producidos cuando inició la actividad en el emplazamiento actual.
- 7- Kilos de bagazo mensuales promedio generados en la actualidad.
- 8- Kilos de bagazo mensuales promedio generados cuando inició la producción en el emplazamiento actual.
- 9- ¿Conoce la composición del bagazo cervecero?
- 10- ¿Conoce alguna normativa (municipal/provincial/nacional) sobre gestión del bagazo cervecero?
- 11- Si conoce normativas ¿las cumple o trata de adecuarse a las mismas?
- 12- ¿Cómo gestiona/dispone el bagazo dentro de la fábrica una vez extraído del bloque de cocción?
- 13- ¿Cuál es el destino final del bagazo generado en su fábrica? (residuo/reutilización)
- 14- ¿Reutiliza parte del bagazo en la fábrica? ¿De qué forma?
- 15- Si entrega el bagazo para ser reutilizado ¿Qué usos le dan quienes lo retiran de la fábrica?
- 16- ¿Gestiona la entrega en conjunto del bagazo, con otras fábricas, asociaciones y/o cámaras sectoriales?
- 17- ¿Qué opciones de reutilización del bagazo conoce?
- 18- ¿Recibe retribución económica o material a cambio de la entrega del bagazo?
- 19- ¿Sumaría más formas y destinos de reutilización si le propusieran opciones viables?

## Anexo 2

Representación gráfica por medio de relaciones de causa-efecto, sobre la magnitud de los impactos evaluados.

	Transporte			Acondicionamiento							Puntaje	Impacto Ambiental negativo		
	Emisiones por uso de combustible	Malos olores	Riesgo de accidentes de tránsito	Contaminación de suelo	Contaminación agua subterránea	Proliferación de vectores	Malos olores	Gases de efecto invernadero	Riesgos para la salud	Consumo de energía				
<b>Disposición como RSU:</b>												<b>Alto</b>		
Intensidad	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	90			
Riesgo de ocurrencia	Alta	Alta	Media	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Media	Media	80			
Reversibilidad	Baja	Baja	Media	Media	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Baja	85			
Puntaje:	30	30	15	25	25	30	30	30	20	20	255			
<b>Alimento para animales:</b>												<b>Medio</b>		
Intensidad	Media	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Media	Alta	Alta	Baja	40			
Riesgo de ocurrencia	Media	Baja	Baja	Media	Baja	Media	Media	Alta	Media	Baja	39			
Reversibilidad	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Baja	Media	Alta	40			
Puntaje:	20	3	3	7	3	15	15	30	20	3	119			
<b>Enmienda orgánica:</b>												<b>Medio</b>		
Intensidad	Media	Media	Baja	Media	Media	Media	Media	Media	Baja	Baja	38			
Riesgo de ocurrencia	Media	Media	Baja	Media	Baja	Alta	Alta	Media	Baja	Baja	44			
Reversibilidad	Baja	Alta	Alta	Media	Alta	Media	Baja	Baja	Alta	Alta	45			
Puntaje:	20	11	3	15	7	20	25	20	3	3	127			
<b>Alimento para humanos:</b>												<b>Bajo</b>		
Intensidad	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	14			
Riesgo de ocurrencia	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Baja	Media	18			
Reversibilidad	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	19			
Puntaje:	3	3	3	3	3	3	3	7	3	20	51			
	<b>Baja: 1</b>	<b>Intensidad y Riesgo de ocurrencia</b>	<b>Baja: 10</b>	<b>Reversibilidad</b>										
	<b>Media: 5</b>		<b>Media: 5</b>											
	<b>Alta: 10</b>		<b>Alta: 1</b>											

### **Anexo 3**

Link con las respuestas del trabajo de campo y procesamiento de las mismas. La planilla completa no se incorporó al presente trabajo en forma gráfica por su extensión:  
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e2BCUnEhsk7eqBeRdOudLUXWWQW5hQ1V/edit?usp=sharing&oid=102323463984000255745&rtpof=true&sd=true>

## Referencias

- A la Fresca Revista. (27 de julio de 2022). *Cervecerías sustentables: el proyecto para aprovechar los residuos de la industria cervecera*.  
<https://alafresca.com.ar/cervecerias-sustentables-el-proyecto-para-aprovechar-los-residuos-de-la-fabricacion-cervecera/>
- Agencia de Noticias Científicas UNQ. (23 de agosto de 2022). *Especialistas de la UNQ extraen beneficios de los desechos de la producción cervecera*.  
<https://agencia.unq.edu.ar/?p=6666>
- Agencia EFE. (19 de noviembre de 2017). *La champiñonera de Bruselas resucita gracias a la cerveza* [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=cZly-LsVoXc>
- Arcia P, Curutchet A, Cozzano S. & Rodriguez S. (2018, julio). *Bagazo de cervecera como ingrediente en el desarrollo de panificados. Impacto del rotulado en la intención de compra y aceptabilidad*. Revista Innotec 16, 40-46. <https://doi.org/10.26461/16.02>
- Ariane Lira. (22 de agosto de 2022). *¿Es esta la cerveza más sostenible del mundo?* Expok. <https://www.expoknews.com/la-cerveza-mas-sostenible-del-mundo/>
- Arias Lafargue T. & López Ríos L. (2015). *Propuesta tecnológica para el aprovechamiento energético del bagazo de cebada malteada de la cervecera Hatuey*. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
- Arizcuren S.Z. (2017). *Elaboración de pan de molde con subproductos de la industria cervecera* (Tesis de grado). Universidad pública de Navarra, España.
- Asociación para el Estudio de Residuos Sólidos. (25 de octubre de 2019). *Firma y entrega del documento Estrategia Nacional de Economía Circular*.  
<https://http://ars.org.ar/destacados/estrategia-ancional-de-economia-circular/>
- Bartolomé B., Santos M., Jiménez J., Del Nozal M. & Gómez C. (2002). *Pentosas y ácidos hidroxicinámicos en bagazo de cerveza*. Revista de ciencias de los cereales 36, 51-58.
- Barton M. (s.f.). *Plan de negocios: Maltitas, producción de snacks a base de harina cervecera* (Tesis de grado). Universidad de San Andrés, Buenos Aires, Argentina.
- Bucci P., Santos M., Montanari J. & Zaritzky N. (octubre 2020). *Encapsulación en liposomas de ácido ferúlico obtenido de residuos de bagazo cervecero para su utilización en tratamientos dérmicos*. Trabajo presentado en III Jornadas Internacionales de Investigación, Ciencia y Universidad, Mendoza, Argentina.
- Camacho Hoyos H.L. & Guerrero González M.A. (2017). *Obtención de sílice a partir de bagazo de cebada para la aplicación en concreto convencional*. Recuperado de [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/503](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/503)
- Caminos N. & Szelagowsky D. (2022). *Concientización y capacitación para la revalorización del bagazo cervecero*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Camones Lock J. (2018). *Resistencia de adoquines de concreto sustituyendo el cemento en 10% por la combinación de ceniza de bagazo de cebada y cáscara de huevo* (Tesis de grado). Universidad de San Pedro, Huaraz, Perú.
- Capurro Navarro C.M. (2018). *Optimización de la producción de metano a partir de los residuos cerveceros generados en la cervecera Barranco Beer Company* (Tesis de grado). Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

- Cerveza de Argentina. (s./f.). *Historia de la cerveza en Argentina*.  
<https://cervezadeargentina.com.ar/articulos/historiaargentina.htm>
- Código Alimentario Argentino [CAA]. *Ley 18284/1969*. 18 de julio de 1969 (Argentina).
- Consejo Asesor de la Comisión Nacional de Alimentos. 18 de octubre de 2022. *Acta de reunión del Consejo Nacional de Alimentos*.
- Crowley D., O`Callaghan Y., McCarthy A., Piggott C., Fitzgerald R. & O`Brien N. (2015). *Potencial inmunomodulador del hidrolizado de proteína de grano usado de cervecería incorporado en leche baja en grasas después de la digestión gastrointestinal in vitro*. *Revista Internacional de Ciencias de la Alimentación y Nutrición* 66:6, 672-676.  
<http://dx.doi.org/10.3109/09637486.2015.1077788>
- Decreto N° 2151/14. [Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe]. *Residuos No Peligrosos Industriales o de Actividades de Servicios*. 17 de Julio de 2014. Secretaría de Medio Ambiente.
- El Cronista (30 de mayo de 2023). *Cerveza artesanal: se unen dos fabricantes argentinos para crear una nueva marca*. <https://www.cronista.com/negocios/se-amplia-el-mercado-de-cerveza-artesanal-dos-empresas-se-unen-para-crear-una-nueva-marca/>
- El Norte de Castilla. (12 de junio de 2019). *Investigadores de la UVA obtienen un biocombustible a partir de restos de cerveza*.  
<https://www.elnortedecastilla.es/valladolid/investigadores-obtienen-biocombustible-20190612181452-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.elnortedecastilla.es%2Fvalladolid%2Finvestigador-es-obtienen-biocombustible-20190612181452-nt.html>
- Esteban Torrente S. (2019). *Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera* (Tesis de grado). Universidad Complutense, Madrid, España.
- Fernández Mayer A.C. (2014). *Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina*. Publicaciones regionales INTA Boletín técnico N°20, Buenos Aires, Argentina.
- Fernández S. Ross A. & Somoza E. (s./f.). *Producción de fibra de carbono a partir de bagazo de cerveza*. Universidad Tecnológica Nacional, Avellaneda, Argentina.
- Ferrari J.L., Villagra S., Claps L. & Titonel P. (2017). *Reutilización de bagazo de cebada cervecera por secado y peletización como suplemento forrajero*. *Revista Presencia* N°67, 43-46.
- Giorgi N. et al. (2011). *Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos generados en el Área Metropolitana de Buenos Aires*. Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. CEAMSE.
- Gobierno de la Provincia de Neuquén. (19 de octubre de 2017). *Cómo transformar el residuo de la industria cervecera en alimento*. <https://www.neuqueninforma.gob.ar/como-transformar-el-residuo-de-la-cerveza-artesanal-en-alimento/>
- Gonzales José A. (1 de marzo de 2023). *El pan duro que se convierte en cerveza*.  
<https://www.abc.es/antropia/pan-duro-convierte-cerveza-20230301065345-nt.html>
- Gutiérrez M.B., Cozzano S., Arcia P. & Del Castillo M.D. (noviembre 2020). *Optimización del proceso de extrusión del bagazo de cervecería para su revalorización en nuevos ingredientes funcionales*. Trabajo presentado en Tercer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos, Montevideo, Uruguay.
- Hacono. (28 de octubre de 2017). *Combustibles alternativos. Briqué*. -  
<http://hacono.com/combustibles-alternativos-brique/>

- Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social. (11 de agosto de 2022). *Innovador producto nutricional de la cooperativa La Nirva*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/innovador-producto-nutricional-de-la-cooperativa-la-nirva>
- L. Pernía. (s./f.). *Servicios de recolección y distribución del bagazo de cerveza*. <https://lpernia.com/>
- Lagüéns Pérez S. (2018). *Planta de obtención de arabinosilanos a partir de bagazo de cerveza para la formulación de alimentos funcionales* (Tesis de grado). Universidad de Valladolid, España.
- Ley 13592 de 2006. *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. 7 de diciembre de 2006.
- López Valenzuela A.M. (2019). *Optimización de las condiciones de obtención de un extracto de bagazo de cerveza con mayor actividad antioxidante in vitro* (Tesis de grado). Universidad de Extremadura, Badajoz, España.
- Los Cervecistas. (s./f.). *Historia de la cerveza*. <https://loscervecistas.es/historia-de-la-cerveza/>
- Lynch K., Steffen E. & Arendt E. (2016). *Grano gastado de cervecería: una revisión con énfasis en alimentación y salud*. Instituto de Elaboración de Cerveza y Destilación.
- Mandalari G., Faulds C., Sancho A., Saija A., Bisignano G., Lo Curto R. & Waldron K. (2005). *Fraccionamiento y caracterización de arabinosilanos a partir de bagazo y salvado de trigo de cervecería*. Revista de ciencia de los cereales 45, 205-2012. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.03.001>
- Martínez J. (2020). *Producción de harina de bagazo a partir de un residuo de la industria cervecera* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Martinez M., Eliche D., Cruz N. & Corpas F. (2012). *Utilización de bagazo de la industria cervecera para la producción de ladrillos para construcción*. Materiales de construcción vol. 62, 199-212. <https://doi.org/10.3989/mc.2012.63410>
- McCarthy A., O`Callaghan Y., Piggott C., Fitzgerald R. & O`Brien N. (2013). *Grano gastado de cervecería; bioactividad del componente fenólico, su papel en la nutrición animal y potencial de incorporación en alimentos funcionales: una revisión*. Actas de la Sociedad de Nutrición 72, 117-125. <https://doi.org/10.1017/S002966511200820>
- McCarthy A., O`Callaghan Y., Neugart S., Piggott C., Connolly A., Jansen M., Krumbein A., Schreiner M., Fitzgerald R. & O`Brien M. (2013). *El contenido de ácido hidroxicinámico de la cebada y el grano gastado de los cerveceros y el potencial para incorporar extractos fenólicos de BSG como antioxidante en bebidas de frutas*. Química de los Alimentos 141, 2567-2574. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.048>
- Meneses N., Martins S., Teixeira J. & Mussatto S. (2013). *Influencia de los solventes de extracción en la recuperación de compuestos fenólicos antioxidantes a partir de granos usados de cervecería*. Tecnología de Separación y Purificación 108, 152-158.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (19 de febrero de 2021). *Agricultura busca incorporar el bagazo cervecero seco al Código Alimentario Argentino*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/agricultura-busca-incorporar-el-bagazo-cervecero-seco-al-codigo-alimentario-argentino>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2019). *Bagazo de cerveza: un subproducto con múltiples aplicaciones*. Autor.

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación; Secretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional. (2021). *Guía de buenas prácticas de manufactura para pequeños establecimientos cerveceros*. Autor.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s./f.). *Economía circular: todo junto es basura, pero separado son recursos*.  
<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/economia-circular>
- Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires (2020). *Reglamento para el funcionamiento, y registro de las pequeñas unidades productivas de alimentos artesanales (PUPAAs) individuales o comunitarias*. Autor.
- Ministerio de Desarrollo Agrario. (s.f.). *Solicitud de subsidios para proyectos de fortalecimiento de Pequeñas Unidades Productivas de Alimentos (PUPAAs)*.  
[https://www.gba.gob.ar/desarrollo\\_agrario/programas/pem/pupas](https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario/programas/pem/pupas)
- Morales Vallecilla F. (2015). *Experiencias en el uso de residuos de la industria de cerveza en Colombia y Ecuador*. <https://www.producción-animal.com.ar>
- Moreira M., Morais S., Carvalho D., Barros A., Delerue-Matos C. & Guido I. (2013). *Bagazo de cerveza de diferentes tipos de malta: evaluación de la actividad antioxidante e identificación de los principales compuestos fenólicos*. Food Research International 54, 382-388. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.023>
- Morquecho Pedraza M. (2020). *Valorización del bagazo de malta para producción de biogás mediante digestión anaerobia y comparación con su digestato para cultivo de pleurotus ostreatus* (Tesis de grado). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca México.
- Mussatto S., Dragone G., Fernández M., Rocha G. & Roberto I. (2006). *Efecto de los tratamientos de hidrólisis ácida e hidrólisis alcalina en la estructura del bagazo de malta para liberación de fibras de celulosa*. Asociación Argentina de Ingenieros Químicos.
- Mussatto S., Fernández M., Mancilha I. & Roberto I. (2008). *Efectos de la suplementación del medio y el control del pH en producción de ácido láctico a partir de grano usado de cervecería*. Revista de ingeniería bioquímica 40, 437-444.  
<https://doi.org/10.1016/j.bej.2008.01.013>
- Mussatto S.I. (2014). *Grano gastado de cervecería: una materia prima valiosa para aplicaciones industriales*. Revista de ciencias de la alimentación y la agricultura 94 (7), 1264-1275. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6486>
- Mussatto, S. I., Dragone, G., & Roberto, I. C. (2006). *Brewers spent grain: generation, characteristics and potential applications*, 43, 1-14.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.06.001>-Ordenanza N°11713 de 2018. [Concejo Deliberante de General Pueyrredón]. *Regulación y habilitación de establecimientos dedicados a la elaboración de cerveza artesanal*. 19 de septiembre de 2018.
- Ozvural E., Vural H., Gokbulut I. & Ozboy-Ozbay O. (2009). *Utilización de grano gastado de cervecería en la producción de salchichas Frankfurt*. Tecnología 44, 1093-1099.
- Palmer J. (1999). *How to brew*. <https://www.howtobrew.com>
- Plaza Lázaro P. (2017). *Valorización de bagazo de la industria cervecera mediante su transformación en biocombustibles avanzados: biobutanol* (Tesis de posgrado). Universidad de Valladolid, España.

- Pulso Noticias. (22 de septiembre de 2018). *Ordenanza para cerveceros: una luz en tiempos de sombras*. Recuperado el 27/10/2022 de <https://pulsonoticias.com.ar/19061/ordenanza-para-cerveceros-una-luz-en-tiempos-de-sombras/>
- Raed J. (18 de agosto de 2022). *De tirarlo a los chanchos a hacer alfajores: la innovadora propuesta de una cooperativa cervecera para el bagazo*. <https://www.tiempoar.com.ar/economia/de-tirarlo-a-los-chanchos-a-hacer-alfajores-la-innovadora-propuesta-de-una-cooperativa-cervecerera-para-el-bagazo/>
- Red de Seguridad Alimentaria del CONICET. (2021). *Informe final: Recomendaciones para la inclusión del bagazo seco en el Código Alimentario Argentino (CAA)*. Autor.
- Resolución 139/2013 [Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible]. *Gestión de Residuos Sólidos*. 9 de diciembre de 2013. Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible.
- Resolución 228/1998 [Secretaría de Política Ambiental]. *Insumos de otro proceso*. 29 de abril de 1998. Secretaría de Política Ambiental.
- Resolución 535/2019 [Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible]. *Programa Provincial de Economía Circular*. 16 de septiembre de 2019. Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible.
- Rise Products (s./f.). *Alimentos innovadores para una nueva era*. <https://www.riseproducts.co/>
- Rodríguez Venandy C. (2012). *Producción de biogás a partir del bagazo cervecero* (Tesis de grado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Sahin A., Atzler J., Valdepérez D., Munch S., Cattaneo G., O Riordan O. & Arendt E. (2021). *Grano gastado de brewer rejuvenecido: ingredientes de EverVita como elementos de cambio en el pan enriquecido con fibra*. *Alimentos*, 10, 1162. <https://doi.org/10.3390/foods10061162>.
- Santosa M., Jiménez J., Bartolomé J., Gómez C. & Del Nozal M. (2003). *Vialidad del bagazo cervecero dentro de una cervecería*. *Química de los alimentos* 80, 17-21.
- Seluy L. (2015). *Procesos de tratamiento y valorización de efluentes líquidos de la industria cervecera* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- Sendin Rodriguez P. & Lázaro A. (5 de julio de 2019). *La cerveza entra en la economía circular*. <https://es.euronews.com/my-europe/2019/07/05/la-cerveza-entra-en-la-economia-circular>
- Shindo S. & Tachibana T. (2014). *Producción de ácido L-láctico a partir de grano gastado, un subproducto de la producción de cerveza*. *Revista del Instituto de la Cerveza* 110 (4), 347-351.
- Szwajgier D., Wayko A., Zdzisyaw A., Niedywaidek M. & Bancarzewska M. (2010). *El uso de una nueva esterasa de ácido ferúlico de Lactobacillus acidophilus K1 para la liberación de ácidos fenólicos del grano gastado de brewer*. *Instituto de elaboración de cerveza y destilación* 116 (3), 293-303.