



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

**PROYECTO DE GRADO**  
**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**TÍTULO:**

**PROPUESTA DE MEJORA DE EXTRACCIÓN DE SACAROSA EN CAÑA DE AZÚCAR QUE CONTRIBUYA A LA PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD DEL INGENIO AZÚCARERO VALDEZ DE LA CIUDAD DE MILAGRO**

**AUTOR:**

**RODRÍGUEZ COVEÑA JOSÉ LUIS**  
**MARTÍNEZ IDROVO OTTO ANTONIO**

**TUTOR:**

**MASTER DOLORES NARCISA MIELES CEVALLOS**

**MILAGRO, DICIEMBRE 2018**

**ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero

Fabrizio Guevara Viejo, PhD

**RECTOR**

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **RODRÍGUEZ COVEÑA JOSÉ LUIS** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta práctica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática **Propuesta de mejora de extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro del Grupo de Investigación Administración-productividad** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta práctica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 06 días del mes de Diciembre de 2018

  
\_\_\_\_\_  
**RODRÍGUEZ COVEÑA JOSÉ LUIS**  
**ESTUDIANTE**  
**CI: 0926470873**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejo, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, **MARTÍNEZ IDROVO OTTO ANTONIO** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta práctica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática **Propuesta de mejora de extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro del Grupo de Investigación Administración-productividad** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta práctica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 06 días del mes de Diciembre de 2018

**MARTÍNEZ IDROVO OTTO ANTONIO**

**ESTUDIANTE**

**CI: 0928186212**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

Yo, **MASTER DOLORES NARCISA MIELES CEVALLOS** en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por los estudiantes **RODRÍGUEZ COVEÑA JOSÉ LUIS**, cuyo título es **Propuesta de mejora de extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro**, que aporta a la Línea de Investigación **Administración-productividad** previo a la obtención del **Grado Ingeniero Industrial**, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter Complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 06 días del mes de Diciembre de 2018.



**MASTER DOLORES NARCISA MIELES CEVALLOS**  
**ACOMPANANTE**  
**C.I.: 0911398576**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

Yo, **MASTER DOLORES NARCISA MIELES CEVALLOS** en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por los estudiantes **MARTÍNEZ IDROVO OTTO ANTONIO**, cuyo título es **Propuesta de mejora de extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro**, que aporta a la Línea de Investigación **Administración-productividad** previo a la obtención del Grado **Ingeniero Industrial**; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter Complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 06 días del mes de Diciembre de 2018.



**MASTER DOLORES NARCISA MIELES CEVALLOS**  
**ACOMPANANTE**  
**C.I.: 0911398576**



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Master Dolores Narcisa Mieles Cevallos  
Ing. Mendoza Haro Edgar Ítalo  
Ing. Zambrano Burgos Velasco Rigoberto

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **INGENIERO INDUSTRIAL** presentado por los señores:

**RODRÍGUEZ COBEÑA JOSÉ LUIS**, Con el título: **Propuesta de mejora de extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro.**


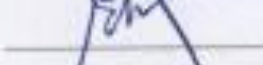

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	180
Defensa oral	120
Total	300

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) APROBADO

Fecha: Milagro 06 de Diciembre de 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Master Dolores Narcisa Mieles Cevallos	
Secretario /a	Ing. Mendoza Haro Edgar Ítalo	
Integrante	Ing. Zambrano Burgos Velasco Rigoberto	

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Master Dolores Narcisa Mieles Cevallos  
Ing. Mendoza Haro Edgar Ítalo  
Ing. Zambrano Burgos Velasco Rigoberto

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **INGENIERO INDUSTRIAL** presentado por los señores:

**MARTÍNEZ IDROVO OTTO ANTONIO**, Con el título: **Propuesta de mejora de extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro.**




Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[90]
Defensa oral	[10]
Total	[100]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) APROBADO

Fecha: Milagro 06 de Diciembre de 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Master Dolores Narcisa Mieles Cevallos	
Secretario /a	Ing. Mendoza Haro Edgar Ítalo	
Integrante	Ing. Zambrano Burgos Velasco Rigoberto	

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA .....	I
DERECHOS DE AUTOR .....	II
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR .....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VI
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I.....	5
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL .....	8
METODOLOGÍA.....	17
DESARROLLO DEL TEMA.....	19
CONCLUSIONES.....	24
Bibliografía.....	25



**Título de investigación: Propuesta de mejora de extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro.**

### **RESUMEN**

El desarrollo de este trabajo se centró en conocer cuál es el mejor procedimiento de extracción de sacarosa en caña de azúcar, por lo tanto, conllevó a realizar una investigación documental, estableciendo objetivo general; evaluar la extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro, analizar los procesos para la extracción de la caña de azúcar para cuantificar las pérdidas de sacarosa en cada etapa del proceso de extracción por difusor, identificar las diferentes alternativas en el proceso de extracción de la caña de azúcar que contribuya en la optimización de los recursos fundamentar las variables de investigación a través de fuentes bibliográficas, sean estas primarias y secundarias y proponer alternativas que conlleven a la reducción de pérdidas de sacarosa en el proceso de extracción por difusor el jugo de la caña. El marco teórico-conceptual se fundamentó en base a fuentes bibliográficas y páginas web, artículos científicos entre otros. La metodología se basó en un estudio de recolección de información de diferentes fuentes primarias y secundarias, se empleó una investigación descriptiva y como método el Inductivo-deductivo. El desarrollo del tema se centró en demostrar los beneficios que tiene un sistema difusor en la extracción de la caña de azúcar, por lo que se considera viable y rentable que los ingenios azucareros tomen la iniciativa de aplicación de este sistema difusor, que produce a la industria azucarera productos de calidad y reducción de costos.

**Palabras claves: Extracción, Productividad, Rentabilidad.**

**Research title: Proposal to improve the extraction of sucrose in sugar cane that contributes to the productivity and profitability of the sugar mill Valdez in the city of Milagro.**

### **ABSTRACT**

The development of this work focuses on conducting a documentary research on sucrose extraction systems of sugar cane, for which it was established as a general objective; evaluate the extraction of sucrose in sugar cane that contributes to the productivity and profitability of sugar mill Valdez of the city of Milagro, analyze the processes for the extraction of sugar cane to quantify the losses of sucrose in each stage of the extraction process by diffuser, identify the different alternatives in the sugarcane extraction process that contributes to the optimization of resources, base the research variables through bibliographical sources, be they primary and secondary, and propose alternatives that lead to the reduction of losses of sucrose in the process of extraction by diffuser the juice of the cane. The conceptual-theoretical maro was based on bibliographical sources and web pages, scientific articles among others. The methodology was based on a study of information collection from different primary and secondary sources, a descriptive investigation was used and as an Inductive-deductive method. The development of the theme focused on demonstrating the benefits of a diffuser system in the extraction of sugar cane, so it is considered viable and profitable for sugar mills to take the initiative to apply this diffusion system, which produces the sugar industry quality products and cost reduction.

Keywords: Extraction, Productivity, Profitability.

## INTRODUCCIÓN

Como parte del desarrollo económico del país se considera a la industria azucarera, especialmente en las zonas bajas de las provincias de Guayas, Cañar, Santa Elena y Los Ríos, además de ser el generador de uno de los alimentos más importantes en la alimentación ecuatoriana. También es proveedor de materias primas para la producción de energía en forma de electricidad y biocombustibles. Sin embargo, como toda actividad agrícola, los factores climáticos y económicos afectan directamente la producción de caña y azúcar (Centro de Investigación de la caña de azúcar en el Ecuador , 2016)

En los principales países productores de azúcar de América Latina, se presenta un retraso en sus formas de operar, de acuerdo a estudios realizados de la actividad agrícola exceptuando algunos casos aislados, este aplazamiento es de 50 años en tecnologías de decantación, es decir, 20 años superados en tecnologías de producción y 30 años en tecnologías de extracción. A esto se suma falta de instrumentación y automatización de los molinos. Extraordinariamente, existen en otros países productores de azúcar otras industrias modernas que cuentan con procesos actualizados en toda la gestión productiva en la elaboración de la azúcar. En cuanto a la difusión, algunas organizaciones cubanas y brasileños instalaron emisoras hace unos años, con el fin de potencializar sus producciones, pero lamentablemente esto no surgió. A pesar de ello estas unidades funcionan bien y tienen ventajas sobre las unidades convencionales (Moya Rodríguez, 2013).

Uno de los países con buenos resultados en la extracción de la sacarosa es Sudáfrica, el proceso es inmediato en las fábricas con un rendimiento superior al 97%. Solo eso se logra con 7 juegos de molinos y a velocidades de uso más bajas (entre 2 y 4 rpm). Es importante tener en cuenta que lograr tales valores de extracción, la fábrica debe estar equipada óptimamente en todos los aspectos, ya sea mecánicamente u operativamente. Cabe mencionar que no es factible pa un molino convencional, por lo tanto, se debe descartar los molinos para instalar un difusor. Pero, al menos, debería pensar en la difusión al momento de hacer una expansión, y ciertamente en las nuevas instalaciones.

La difusión es un proceso que ha existido durante más de 100 años y que ha estado creciendo durante 30 años en el mundo azucarero; sin embargo, en países con grandes producciones de

azúcar como Cuba y Brasil, no se aplica ampliamente. La difusión ya no es un tema desconocido para nadie. Todas las personas vinculadas a la industria azucarera ya han hablado sobre la difusión y casi todas dan Fé que es la mejor manera de extraer la sacarosa de la caña de azúcar. Entonces, ¿por qué nadie (o casi nadie) implantó un difusor en su ingeniería? Puede haber varias respuestas a esta pregunta. Una de las razones es, sin duda, la falta de información sobre la difusión y otras tecnologías.

Dentro de este contexto el difusor aumentó significativamente la eficiencia de extracción, mejoró el consumo de energía y redujo los costos de mantenimiento, permitiendo así una economía notable en la producción.

Dentro de este contexto el presente trabajo se desarrolló en cuatro capítulos, en la primera parte se estableció la problemática, objetivos y justificación del estudio, basado en el tema establecido. Dentro del marco teórico conceptual se fundamentó el trabajo en base a las variables investigativas debidamente referenciadas. La metodología tiene un diseño documental bibliográfico, se requirió de tipos de investigación descriptiva y un enfoque cualitativo. Los métodos aplicados fueron el lógico, analítico sintético, inductivo-deductivo. El desarrollo del tema se basó en la sistema de difusión el cual lleva cuantiosas ventajas sobre el sistema tradicional, entre las cuales están una adecuada humedad, mantenimiento, reducción de costos de energía, costos operacionales reducidos, incremento de la flexibilidad operacional, operación limpia y con seguridad y bajos riesgos de infección. Se conoce que el sistema difusor es en realidad un lixiviador de caña: en el verdadero proceso de difusión, que se aplica, por ejemplo, en el procesamiento de remolacha, la alta temperatura de funcionamiento promueve una descomposición química de las membranas de las células que contienen la solución rica en sacarosa, acrecentando su filtración y consintiendo que la sacarosa pase a través de la membrana en la dirección de una solución con menor concentración. Por lo tanto, es un sistema genera beneficios económicos a las industria azucarera, tanto así que actualmente la empresa Valdez lo está aplicando, lo cual les ha permitido obtener buenos resultados, siendo este un referente para todos los ingenios que mantienen el sistema tradicional centenario.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La industria azucarera del Ecuador ha tenido un desarrollo complejo y limitado que ha condicionado su establecimiento, operación y sostenibilidad. Este trabajo busca ofrecer una visión amplia de la industria azucarera ecuatoriana desde una perspectiva comparativa de la situación internacional y la situación local. Este amplio panorama permite afirmar que la producción nacional ha desempeñado un papel secundario y no competitivo en los grandes mercados internacionales, como los de Gran Bretaña y los Estados Unidos (Almeida Reyes, 2015).

El sector agroindustrial azucarero es un importante motor de la economía nacional en la actualidad, aunque su verdadera dimensión está distorsionada en cierta medida por el tipo de contrato existente con el trabajador. Tanto es así que en los actuales seis molinos trabajan directamente 30,000 personas y otras 80,000 indirectamente. En otras palabras, en el sector del azúcar hay aproximadamente el 9% de la población económicamente activa del sector agrícola.

Es interesante notar que de las 146,000 hectáreas dedicadas a la caña de azúcar en el país, solo 75,000 hectáreas están dedicadas al azúcar. Por lo tanto, el 48.63% de las hectáreas de caña de azúcar están dedicadas a la producción de la panela y a la elaboración del alcohol. La participación en el mercado estadounidense ha disminuido en relación con los datos existentes de los años sesenta. Así, en 2004, se exportaron 11 583 toneladas métricas. Asimismo, cabe señalar que las nuevas olas migratorias en las fábricas de azúcar han cambiado a los campesinos (Almeida Reyes, 2015).

Dentro de este contexto, el desarrollo de este tema radica en el interés en evaluar la extracción de sacarosa de la caña de azúcar, para identificar cuál es el tratamiento más apropiado que contribuye al desarrollo social y económico del cantón de Milagro, ya que el azúcar es uno de los productos más consumidos del cantón Milagro y fuente de trabajo.

En este contexto existe un problema en el proceso de extracción de sacarosa en la caña de azúcar, debido a las impurezas, la variación, la baja temperatura, la preparación, entre otros. Por lo tanto, el motivo por el cual se analizará el proceso de difusión y las ventajas con

respecto al suelo, entre las que se pueden mencionar están las siguientes: mayor extracción, menos mantenimiento, mayor continuidad de operaciones, menos desgaste, menor costo operativo, mayor eficiencia mecánica, menor costo de inversión e instalación.

La producción de azúcar se realiza en los ingenios azucareros, en los cuales la caña de azúcar cosechada en los campos se recibe para su procesamiento y transformación en azúcar y otros productos derivados. A lo largo de este proceso hay pérdidas de sacarosa, disacárido del que se obtiene el azúcar.

Estas pérdidas de sacarosa pueden tener su origen en diversos factores, como microbiológicos y operativos; Las pérdidas de sacarosa dichos factores se deben a la acción de microorganismos que bajo ciertas condiciones reducen el contenido de esta en la caña y durante el procesamiento del jugo extraído de la misma, mientras que las pérdidas por factores operacionales se deben exclusivamente a prácticas inadecuadas. Operaciones durante la cosecha y transporte de caña de azúcar y durante el proceso de producción de azúcar en la planta.

Las principales pérdidas de sacarosa en las fábricas se registran como: Pérdidas en bagazo, en cachaza, en miel final y como indeterminadas, constituyendo las pérdidas en miel final, el mayor porcentaje de pérdidas totales, estas pérdidas pueden reducirse en gran medida eliminando fallas operacionales y evaluando alternativas para optimizar la recuperación de sacarosa y mejorar el uso de los subproductos del proceso para aumentar el rendimiento y la eficiencia de producción y, por lo tanto, la rentabilidad económica de la planta.

## **OBJETIVOS**

Evaluar la extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro.

✓ Analizar los procesos para la extracción de la caña de azúcar para cuantificar las pérdidas de sacarosa en cada etapa del proceso de extracción por difusor.

✓ Identificar las diferentes alternativas en el proceso de extracción de la caña de azúcar que contribuya en la optimización de los recursos.



- ✓ Fundamentar las variables de investigación a través de fuentes bibliográficas, sean estas primarias y secundarias.
- ✓ Proponer alternativas que conlleven a la reducción de pérdidas de sacarosa en el proceso de extracción por difusor el jugo de la caña.

El desarrollo de este trabajo se justifica en función de las necesidades operativas en el proceso de extracción de sacarosa. En el proceso de extracción en la industria de la caña de azúcar, hay dos opciones principales: molino y difusión; Ambos con una capacidad similar de excelencia; Sin embargo, la práctica de producción y la larga experiencia muestran que la selección dependerá de las restricciones específicas impuestas por la ubicación, el diseño de fábrica deseado, así como los factores económicos específicos.

En este contexto, la metodología aplicada requiere un estudio bibliográfico documental, que haga referencia a la información de fuentes científicas y revistas adjuntas que garanticen la efectividad del trabajo propuesto, la misma que es una referencia para futuras investigaciones sobre el tema propuesto.

La importancia de este trabajo radica en la presentación de datos e información aplicados al tema en estudio y en base a la experiencia de los investigadores que proporcionan un criterio basado en mejorar la productividad de la industria azucarera de la provincia de Guayas, a través del proceso de difusión de sacarosa de Caña de azúcar.

## MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

### Antecedentes

Uno de los productos más comercializados en el mundo es el azúcar, debido a su elevada demanda de consumo; así como por sus incalculables aplicaciones en procesos industriales. De acuerdo a entendidos en el tema, la sacarosa es un carbohidrato de origen natural compuesto de 12 átomos de carbono, 22 átomos de hidrógeno y 11 de oxígeno, su fórmula molecular condensada es  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (oxígeno 51.42%, carbono 42.10%, hidrógeno 6.48%). Tiene un peso molecular de 342.30, es un sólido cristalino que se carameliza a 160° C, y es un azúcar no reductor y un polialcohol que tiene 3 grupos hidroxilo primarios y 5 en posición secundaria (Cortez, Sballos, & Sorto, 2017)

Según los diferentes grados de pureza de la sacarosa es el azúcar comercial. En cuanto al azúcar refinado es una de las sustancias orgánicas más puras conocidas, contiene 99,96% de sacarosa y el resto consiste en humedad, por ello, es llamado sacarosa, para distinguirla de otros azúcares. Industrialmente el azúcar es obtenido de la caña de azúcar, la remolacha azucarera, el sorgo dulce, la palmera datilera, el maíz dulce y otras fuentes con un alto contenido de sacarosa (Ramírez Durán, Insuasty Burbano, & Viveros Valens, 2014)

Se conoce que la sacarosa o el azúcar de mesa es obtenida principalmente de la remolacha azucarera (*Saccharum  $\beta$ -vulgarum*) que crece en los países templados y de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) que se desarrolla en los climas tropicales y subtropical que representan las únicas fuentes importantes para el comercio. La participación mundial del azúcar obtenido de la caña corresponde al 65 a 70% conocidos como edulcorantes; los países productores y exportadores de azúcar de caña venden principalmente el producto en términos de azúcar en bruto. En contraste, la remolacha azucarera se vende casi por completo de una manera refinada (Aguilar Rivera, 2014).

Cabe mencionar que la caña de azúcar contiene entre 8 y 15% de sacarosa. De la molienda de la caña se obtiene el jugo el mismo que es cristalizado a través de la evaporación del agua por calentamiento. En este proceso se forman cristales los mismos que salen del azúcar en bruto, o si es refinado, azúcar blanco. En las refinerías, el azúcar en bruto se disuelve, se limpia y se cristaliza nuevamente para producir el azúcar refinado (Mario, Meneses, Orozco, Pérez, y Espinoza, 2014).

## **Obtención de azúcar**

La obtención del azúcar se la realiza por dos fases que son: Agrícola e Industrial.

### **Fase agrícola**

**Cultivo.-** Los cultivos más grandes de caña de azúcar se los encuentra en Imbabura, ubicados específicamente en valles donde el clima es cálido. Su corte ideal es a los 18 meses. La caña se compone de una parte leñosa, un 14% de bagazo y otra parte el jugo que representa el 86%, que al mismo tiempo se subdivide en agua que ocupa el 70%, sacarosa 14% y no contiene azúcar 2%.

**Zafra.-** empieza con el corte de la caña previamente quemada para facilitar su corte, este proceso se lo efectúa con un machete con los operadores llamados zafreiros. Cabe destacar que se controla la quema de la caña en las camas.

**Transporte.-** Una vez que se corta la caña, se levanta mecánicamente del campo y se transporta a la fábrica en camiones llamados cañeros.

### **Fase industrial**

#### **Pesando la caña**

En primera instancia la caña es pesada generalmente en básculas de plataforma grande al lado de la unidad de transporte donde se recibe en el molino (vagón, camión, remolque, carro, etc.). Cuando el pesaje directo es imposible, el peso de la caña se estima por el método inferencial.

#### **Recepción de caña**

El proceso de limpieza de la caña es parte del equipo de transporte y es un proceso auxiliar, por lo tanto, es necesario en aquellas regiones donde predominan los métodos mecánicos de recolección de caña. En gran parte de los muchos ingenios azucareros la caña se somete a una ducha de agua caliente del sistema de condensación que se aplica a alta presión a través de boquillas. Las aguas residuales, que drenan los lodos y una gran parte de los desechos se conducen al mismo sistema de drenaje del agua del condensador, o se tratan por separado

antes de proceder a la descarga final (Aguilar Pardo, Pérez Hernández, & Aguilar Estrada, 2014)

Una limpieza a fondo de la caña da como resultado un menor desgaste del equipo de molienda y del sistema de bombeo de jugo y permite que el molino funcione a plena capacidad. También reduce las pérdidas de sacarosa en la torta del filtro porque se reduce la cantidad de lodo en ella.

### **Preparación de la caña para moler.**

Según Quezada (2013). Antes de cortar las cañas, se deben lavar para eliminar las impurezas, especialmente si se han quemado. La preparación se lleva a cabo en el impulsor de la caña y para esto se utiliza una serie de equipos combinados, tales como: excavadoras, cuchillas cortadoras o cortadoras, trituradoras y trituradoras. La preparación de la caña persigue dos propósitos esenciales.

**Molienda.-** El jugo de la caña se extrae en el llamado molino (el nombre genérico es Tandem, que generalmente se compone de una serie de molinos de 5 o 6 molinos). Cada molino está formada totalmente por tres mazas, estas con; maza cañera, maza superior y maza bagacera, y una cuarta llamada presión.

**Clarificación.-** El jugo de la caña que proviene de la molienda es llamado jugo mixto y luego pasa a través de una serie de calentadores e inmediatamente a las torres de sulfito para luego ser alcalinizados. Una vez que se realizan estas operaciones, pasa a un equipo llamado clarificador cuya función es decantar la mayoría de las impurezas conocidas como cachaza.

**Evaporación.-** Consiste en la separación de agua de una solución de azúcar. Este proceso se lleva a cabo utilizando calor por medio de evaporadores de tubos verticales y de efecto múltiple en el que permite concentrar el jugo en una solución llamada jarabe.

**Cristalización.-** En este proceso, se observa el aumento en el tamaño del cristal de azúcar proveniente de los contenedores. Para hacer esto, se usan cubos análogos llamados cristalizadores donde las masas permanecen.

**Centrifugado y secado.-** La primera masa pasa a centrifugas de alta velocidad que separan los cristales de azúcar de la miel. Durante este proceso de azúcar, los residuos de miel se eliminan y consecutivamente se secan y se enfrían, listos para envasarse.

**Envasado.-** Una vez que el azúcar está seca y fría, se envasa en sacos de diferentes presentaciones según las necesidades de nuestros clientes.

### **La calidad de la materia prima.**

La calidad de la materia prima se reconoce al final de su procesamiento industrial por el volumen de azúcar recuperada por tonelada de caña molida. Una materia prima de calidad es aquella que se caracteriza por un alto contenido de sacarosa, un bajo contenido de materia extraña, un bajo contenido de sustancias no solubles en sacarosa y un nivel adecuado de fibra, que garantiza el máximo rendimiento de fabricación y el mejor rendimiento.

Sin duda alguna la calidad de la materia prima constituye la base del proceso industrial, al establecer la cantidad máxima de azúcar que la fábrica puede recuperar, de acuerdo con la eficiencia de fábrica de cada ingenio. El logro de un proceso de fabricación eficiente asegurará la recuperación de la mayor cantidad de azúcar formada en el campo.

### **Difusión Vs Molienda**

La difusión ya no es una novedad para nadie. Todas las personas vinculadas a la industria azucarera ya han oído hablar de la difusión y casi todas confirman que es la mejor manera de extraer la sacarosa de la caña de azúcar. Entonces, ¿por qué nadie implanta un difusor en su ingenio? Puede haber varias respuestas a esta pregunta. Una de las razones es ciertamente la falta de información sobre la difusión y otras tecnologías (Bragheto, 2017) o

Para competir en el mercado mundial, los países productores de azúcar subdesarrollados deben mejorar cada vez más la calidad y los rendimientos, siempre y cuando con los costos más bajos si quieren competir con el primer mundo. Como primer paso es la inversión en tecnologías más avanzadas, ya sea en equipos, procesos o automatización. Es inútil automatizar procesos antiguos o máquinas retroactivas perfectas. Por otro lado, es necesario invertir en investigación relacionada con la industria azucarera para evitar tener que buscar otras tecnologías y ajustarlas a nuestra realidad (Arauz Estrella & Cely Velez, 2013)

La difusión tiene enormes ventajas con respecto al suelo, entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

• Mayor continuidad de operaciones.
• Menos desgaste
• Menor costo de operación
• Mayor eficiencia mecánica.
• Menores gastos de inversión e instalación.

### **Mayor continuidad de operaciones.**

Es casi imposible pasar toda una cosecha sin tener que detenerse debido al difusor, una promesa extremadamente difícil. Sin embargo, las paradas de difusor debido a la rotura son mucho menos frecuentes que las paradas de un molino. No es necesario decir cuáles son los trastornos que se enfrentan cada vez que lo muelen (Ortiz Laurel, Salgado García, Estrada, & Sánchez, 2012)

### **Desgaste menor**

En un conjunto de moliendas, desde el comienzo de la cosecha, hay desgaste en los palos, raspadores, cuchillas centrales, etc. Este desgaste se refleja directamente en el rendimiento del esmerilado, ya que el trabajo adecuado de estas piezas depende de su estado físico. En el difusor no hay tal problema. Está claro que también hay desgaste en las piezas metálicas en el difusor, solo que este desgaste no afecta su rendimiento (extracción). El desgaste de las piezas metálicas es menor en el difusor debido al hecho de que funciona en un PH más alto.

### **Menores costos de operación**

Solo el hecho de tener menos paradas, hace que el costo de la operación sea menor. En difusión hay un número menor de máquinas y equipos a monitorear. La maquinaria en sí está limpia, no es necesario tener a alguien siempre limpiando. Por otro lado, los costos de mantenimiento también son mucho más bajos.



### **Mayor eficiencia mecánica**

Para conducir la estera en un difusor, se necesitan motores de menor potencia que en el caso de los molinos, por otro lado, el sistema de transmisión requerido es más pequeño y, por lo tanto, el consumo de energía es menor y la eficiencia mecánica es mayor.

### **Menor inversión y costes de instalación**

En países como Sudáfrica, el menor costo de la inversión ya se ha hecho bastante evidente. En Brasil, esta evidencia no es tan pronunciada, siendo camuflada por los grandes molinos hechos con molinos. De esta manera, una comparación entre un difusor y un molino de la misma capacidad en concordancia con la caña que se procesará muestra que un difusor cuesta más o menos el mismo precio. Pero si esta comparación se realiza en relación con las toneladas de sacarosa extraídas por hora, el difusor tiene ventajas considerables.

El proceso de extracción en el difusor se realiza de tres formas:

• Lixiviación
• Difusión
• Presión (Silva, Antonia, 2014)

### **Lixiviación**

Este es un proceso donde se lava la caña desfibrada. Al lixiviar el jugo de la caña se retira del bagazo a través de sucesivos lavados mecánicos. Esta clase de lavado son iguales a la imbibición compuesta en un sistema de fresado. De hecho, los lavados se llevan a cabo sometiendo la caña a líquidos con un contenido de sacarosa siempre inferior al contenido en el jugo de la caña (Mendoza Haro & García Granizo, 2017)

Esto se hace continuamente hasta que el líquido tenga cero por ciento de sacarosa, como la caña está repleta en líquidos, su exceso se separa de la masa de la caña por gravedad. La mayor parte del azúcar extraído en el difusor se obtiene mediante lavado simple (lixiviación).

### **Difusión**

La difusión real tiene lugar en las celdas que no se rompen por el sistema de reparación. En condiciones normales, las paredes de las células no son permeables al jugo que contienen.

Esto se debe a una película de proteína que cubre la pared interna, sin embargo, a altas temperaturas (+/- 70 ° C), la proteína se coagula, dejando la pared permeable. Debido a la diferencia en la concentración entre el jugo en la célula y el líquido de imbibición, hay una presión desde adentro hacia afuera, liberando así el jugo (Cuentas, Lucio, 2012)

### **Presión**

Como el difusor libera solo el jugo que está en exceso por la saturación, el bagazo, cuando llega al final del difusor, está saturado de jugo. Este jugo debe ser eliminado por un sistema de presión. Ciertos difusores tienen un tambor interno que elimina una buena cantidad de este jugo. Además del tambor, es necesario usar otra etapa de presión, que generalmente se realiza mediante un rectificador común. 2 Menos mantenimiento (Prada Forero, Chaves Guerrero, & García Bernal, 2015)

### **La gestión administrativa en la evolución de la demanda de la industria azucarera.**

La industria azucarera como industria que debe tener una planta industrial competitiva, con capacidad suficiente para satisfacer la demanda interna; Rentable y autosuficiente financieramente, con un aparato de planificación y administración capaz de prever la evolución de la demanda y las adaptaciones a la planta productiva, diversificada y con uso adecuado de los subproductos con seis líneas de trabajo: Reestructuración del campo de la caña de azúcar, modernización técnico-productiva, capacitación y productividad de la fuerza laboral, modernización de la gestión administrativa, modernización comercial y Saneamiento financiero, considerando ventajas como la experiencia como productor de azúcar, disponibilidad de tierra, clima y disponibilidad de mano de obra (Aguilar Rivera, 2014)

La gestión administrativa en el trabajo industrial es muy importante. El proceso administrativo tuvo su origen en la teoría clásica de la administración, con su pionero Henry Fayol, quien hizo grandes contribuciones a los diferentes niveles administrativos. Fue una de las primeras personas en escribir un libro específico sobre administración, y fue considerado el padre de la teoría clásica. También fue el primero en sistematizar el comportamiento gerencial, estableció catorce principios de administración que se registran en la Organización Racional del Trabajo ORT, dividió las operaciones industriales y comerciales en seis grupos que se denominan funciones básicas de la empresa. La función no es la misma que el proceso

administrativo; Primero hablaremos sobre las funciones básicas de la empresa para ver sus diferencias:

**Funciones técnicas:** Están relacionadas con la producción de bienes y servicios de la empresa.

**Funciones comerciales:** se dedican a la compra y venta o intercambio entre empresas, proveedores y clientes.

**Funciones financieras:** Está relacionada con la búsqueda y gestión de capitales.

**Funciones de seguridad:** se dedica a la protección y conservación de los bienes de las personas.

**Funciones contables:** Son responsables de los inventarios, registros, balances y estadísticas.

**Funciones administrativas:** Son la integración de las otras cinco funciones, son responsables de coordinar y sincronizar las otras funciones de la empresa y siempre deben revisarlas.

Las funciones administrativas se definen como el acto de administrar: planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar

La planificación, es el primer paso del proceso administrativo, en esta etapa visualizamos el futuro y dibujamos el programa de acción (Carro & Caló, 2012).

Taylor, por otro lado, es consciente de lo rígido que puede ser el trabajo organizado de acuerdo con la metodología de la administración científica, sin embargo, lo justifica atento al beneficio económico que esto representa para el trabajador, y que esta única motivación es suficiente para aceptar tales las condiciones de trabajo (Carro & Caló, 2012)

Sin duda habrá gente que diga eso, estas chicas fueron tratadas brutalmente en un aspecto. Estaban tan separados el uno del otro que, mientras trabajaban, no tenían forma de hablar entre ellos. Y es solo hasta que hayamos llegado a esta fase de la reorganización que tengamos que dar el paso final para asegurarles lo que más desean, a saber, salarios más altos, y lo que más quieren los patrones, a saber, el rendimiento máximo y la mejor calidad de trabajo, lo que equivale a un bajo costo de mano de obra (Carro & Caló, 2012)

Taylor tiene una visión iluminista del progreso social asociado al progreso industrial, supone que sobre el empresariado terminará por imponerse la razón y racionalidad de las ventajas de la administración científica. Fue un autor que respondió a su época, que planteó una

modalidad de trabajo particular dadas las necesidades operativas de las empresas industriales estadounidenses bajo el nuevo orden económico, político y social resultante de la Revolución Industrial y los movimientos migratorios que se orientaron hacia los EEUU (Carro & Caló, 2012).

En primera instancia luego de revisar la obra de Taylor, es que la crítica académica ha sido excesiva. Por ejemplo hemos recuperado que Taylor habla en términos competencia, de ampliación de mercados, de valorar la iniciativa de los empleados, y de factores que exceden el control de las compañías, de consumidores, por lo tanto, existe en su obra una noción de contexto, y de cómo sus componentes influyen sobre la empresa. No obstante lo cual, por ejemplo, en lo que respecta al consumidor, si bien se resalta el valor de su decisión de compra, el qué producir en la empresa se determina sin considerar sus necesidades (Carro & Caló, 2012).

Quizás su manifiesta ideología y una narrativa brutal sin eufemismos expuso a Taylor a revisiones tan críticas de su obra, en desmedro de su contenido, el cual fue posteriormente reeditado bajo fórmulas menos revulsivas y funcionales a la lógica de mercado dominante; en todo caso, no encontramos el mismo rigor de juicio para la extensa literatura en Administración que se desarrolló en lo sucesivo, acaso siempre tomando como axioma la neutralidad de este autor. La finalidad disciplinante del método tayloriano atraviesa las empresas y prácticas productivas actuales, así como a otras organizaciones que reproducen su lógica cotidianamente (Carro & Caló, 2012).

## METODOLOGÍA

El desarrollo de la investigación de acuerdo a las características que posee se basa en un estudio de recolección de información de diferentes fuentes bibliográficas de libros, artículos científicos y documental referente al tema tratado *Propuesta de mejora de extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro.*

### **Investigación descriptiva**

Aplicar este tipo de investigación permitió conocer de forma minuciosa como maneja los procesos de extracción de sacarosa en caña de azúcar del ingenio azúcar Valdez y como esto contribuye a la productividad y rentabilidad de esta empresa.

Se efectuara un análisis desde el punto de vista y experiencia de los autores de este trabajo, haciendo un riguroso análisis sobre las bondades del sistema de difusión vs molienda.

El trabajo requiere de un enfoque cualitativo, utiliza la recolección de datos sin medición numérica, con esta investigación se interpretó los resultados obtenidos en el proceso de la investigación, es decir, sobre los sistemas de extracción de la sacarosa, para luego analizar los procesos actualmente emplea la empresa Valdez.

### **Métodos**

El método que se utilizará en este trabajo de investigación es el *inductivo-deductivo*.

### **Lógico**

Con este método analizamos las causas de la problemática central, es decir, extracción de sacarosa en caña de azúcar y su efecto en la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro.

### **Analítico sintético**

Este método estudia los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis), y luego de integran dichas partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis).

Es decir este método separa una unidad en sus componentes más simples, examina cada una de ellos individualmente, volviendo a asociar las partes para considerarlas un todo.

### **Método Inductivo-deductivo**

Consiste en un procedimiento que va de lo particular a lo general, en los ejemplos específicos se busca Evaluar la extracción de sacarosa en caña de azúcar que contribuya a la productividad y rentabilidad del ingenio azúcar Valdez de la ciudad de Milagro.



## DESARROLLO DEL TEMA

El desarrollo de este trabajo se basa en la evaluación de la extracción de sacarosa en la caña de azúcar que contribuye a la productividad y rentabilidad del ingenio Valdez en la ciudad de Milagro. Actualmente, uno de los problemas presentados por esta empresa son las impurezas, la variación, la baja temperatura, la preparación, entre otros, que llevaron a una investigación de las formas de extracción realizadas por el ingenio azucarero Valdez, una empresa que hasta 2010 había dicho el proceso tradicional de molino centenario. Por un sistema más sofisticado como la difusión.

Se conoce que el sistema difusor es en realidad un lixiviador de caña: en el verdadero proceso de difusión, que se aplica, por ejemplo, en el procesamiento de remolacha, la alta temperatura de funcionamiento promueve una descomposición química de las membranas de las células que contienen la solución rica en sacarosa, acrecentando su filtración y consintiendo que la sacarosa pase a través de la membrana en la dirección de una solución con menor concentración (transferencia de masa por diferencia de concentración).

Algo muy importante de destacar es que en la caña de azúcar las células que contienen sacarosa son totalmente insensibles a la temperatura, de modo que en el difusor de la caña, la sacarosa se extrae exclusivamente mediante un proceso de lavado repetitivo, pasando por dilución para la solución de menor concentración. Este es básicamente el motivo principal de la necesidad de una adecuada preparación de la caña, de modo que es posible que el agua entre en contacto con el mayor número de celdas abiertas y, por lo tanto, alcance las altas tasas de extracción en el difusor.

El difusor de caña es fundamentalmente un conductor de bagazo de taliscas con un fondo fijo de chapas perforadas; Las taliscas están articuladas en los eslabones de las cadenas especiales. Debajo de las placas perforadas hay varios compartimentos transversales semicilíndricos que capturan el jugo extraído de la caña; Cada sensor está equipado con una bomba de recirculación que alimenta canales de imbibición ubicados dentro del cuerpo del difusor y por encima del colchón de caña. El difusor está diseñado de tal manera que la caña se alimenta de manera uniforme y la altura del colchón se mantiene constante.

El conductor de alimentación transversal del difusor tiene un diseño especial de doble plataforma, con sistemas eléctricos de elevación que permiten al operador seleccionar la

altura deseada del colchón de bagazo; cuando regresan, las taliscas de este sistema de alimentación nivelan perfectamente el colchón, descargando el exceso en un conductor de retorno que recircula el exceso de bagazo a la banda de alimentación del tipo de conductor rápido. El colchón de bagazo se mueve dentro del cuerpo del difusor hasta el punto de descarga, donde se fragmenta por un descargador giratorio y sigue un conductor de salida transversal.

El jugo extraído tiene su propio peso y recirculación del jugo, por lo tanto, el colchón de bagazo tiende a compactarse, lo que podría generar problemas de inundación y con ello pérdida de rendimiento; Para evitar este inconveniente, el difusor está equipado con dos baterías transversales de tornillo sin rosca vertical que irrigan el bagazo y reducen su densidad aparente.

La sección de salida del difusor está equipada con un rodillo o flotante que proporciona un sello hidráulico en todo el ancho del difusor y también permite que la humedad del bagazo en la salida del cuerpo del difusor no exceda el 80%. El conductor de salida transversal deposita el bagazo en un conductor intermedio posterior que a su vez alimenta el sistema de deshidratación de dos rollos; Este sistema está diseñado para eliminar el exceso de agua contenida en el bagazo, evitando así la inundación del molino de secado; este sistema permite que el bagazo en la entrada del molino tenga una humedad inferior al 72%; Como la cantidad de agua que se eliminará en este paso no es grande, el uso de dos troncos con baja presión permite un ahorro significativo de energía para su funcionamiento, que es individual para cada rolo y está compuesto por un reductor planetario y un motor eléctricos con inversor de frecuencia.

El sistema de deshidratación descarga el bagazo en un segundo conductor intermedio de araste que alimenta un molino convencional de cuatro rodillos, que debe estar diseñado para soportar altas presiones hidráulicas; Este molino permite reducir la humedad del bagazo que sigue para las calderas hasta aproximadamente un 50%. El agua extraída en el sistema de deshidratación y en el molino, que aún contiene trazas de sacarosa, se recoge en un tanque y se bombea desde volta al difusor.

Los resultados prácticos señalan que el de Pol% en el bagazo original del difusor puede alcanzar el 0.7%, quedando, en la mayoría de los casos, menos del 1.0%. En comparación

con las situaciones de molienda existentes con Pol% en el bagazo de 1.6 a 2.3%, este resultado representa un aumento sustancial en el rendimiento operativo de aproximadamente US \$ 700 por 1,000 toneladas de caña procesada por el difusor, basado en un precio promedio de azúcar de los EE. UU. \$ 250 por tonelada y una eficiencia de fabricación del 90%. De esta manera, un molino que procesa 2, 000,000 toneladas de caña por cosecha, aumentará su rendimiento de azúcar en aproximadamente US \$ 1, 400,000 por cosecha. Aunque en teoría los molinos pueden alcanzar valores de Pol% en el bagazo similar al difusor, esto en la práctica solo es posible con una reducción significativa de la capacidad o con una inversión mucho mayor.

Los valores se presentan suponiendo Pol en la caña del 13%, fibra del 12.5%, pureza de la caña del 85%, imbibición del 250-350% sobre la fibra, humedad final del bagazo del 51% y eficiencia en la Fábrica de 89% de azúcar. El POL del bagazo del molino y el Pol del bagazo del difusor, con un precio del azúcar en US \$ 300.00/ton (métrica) es de US \$ 1,450.00 por cada 1,000 toneladas de caña procesada. Considerando un procesamiento de 1, 000,000 de toneladas, la ganancia adicional es de US \$ 1,450,000.00 por cosecha.

El difusor utiliza solo una pequeña parte de la energía mecánica total necesaria por fresadora tándem convencional. Para simplificar nuestra consideración, suponga que cada molino de viento consume 12 Kw por tonelada métrica de fibra y el secado tres veces en el difusor de 13.5 Kw. La tabla 1 muestra la potencia eléctrica total consumida en cada caso. Todos los valores de potencia se basan en un 12,5% de fibra en la caña y por cada 1,000 toneladas de caña procesada. El consumo de energía en la preparación de azúcar no se consideró porque asume que es el mismo para todos los casos.

### **Costos reducidos de instalación**

Un difusor no necesita cimientos de hormigón pesado típicos de un molino en tándem y reduce drásticamente los costos con líneas de vapor vivo y condensado. El difusor es adecuado para la instalación en exteriores y, por lo tanto, también proporciona ahorros adicionales con los edificios estructurales.

### **Costos de mantenimiento reducidos**

El costo promedio de mantenimiento de un difusor completo con los rodillos de deshidratación y los molinos de secado espera ser del 35 al 40% del costo promedio requerido para un tándem de molino convencional de la misma capacidad.

### **Costos operacionales reducidos**

Un panel de control central permite que el proceso sea controlado por un solo operador por turno. La aplicación de electrodos en los componentes del molino se reduce en un 80%. Los gastos con lubricantes se reducen en un 25%.

### **Aumento de la flexibilidad operativa**

Siempre se obtiene un rendimiento de los diferentes tamaños de difusores. La alimentación no uniforme de la caña en el conductor principal, los flotadores diarios en el suministro de la caña y los rápidos cambios en el contenido de fibra se toleran fácilmente con el pelo difusor casi sin ninguna disminución en el rendimiento. Los errores humanos son disminuidos.

### **Confiabilidad elevada**

No existe ninguna parte móvil en un difusor, con la excepción de las cadenas, las taliscas y la unidad principal. Los calentadores se suministran con un área de transferencia de calor más grande para permitir la limpieza y el mantenimiento sin la necesidad de parar durante la operación. No hay pérdida de ritmo en un difusor, lo que en muchos casos significa un tiempo de cosecha más corto. La continuidad operativa típica de un difusor varía entre 98 y 100%.

### **Operación limpia y segura**

El cuerpo del difusor está cerrado y sellado, la ausencia de elementos giratorios pesados y el uso limitado de lubricantes aumentan significativamente la seguridad y la limpieza del lugar de trabajo. El ruido es 100% reducido para niveles más tolerables.

**Alta continuidad en resultados operacionales.**

Al contrario del tándem del molino que sufre un desgaste gradual de sus componentes (rodillos, peine, bagaceras, etc.) durante la cosecha, lo que reduce la eficiencia de extracción, el difusor mantiene su rendimiento debido a que no sufre desgaste de este tipo.

**Bajo riesgo de infección**

Los resultados obtenidos con el difusor tienen una tendencia natural a reducir las infecciones por jugo, debido a la alta temperatura en el interior del equipo y al control automático del pH. Asimismo, el porcentaje de azúcares invertidos con difusor es inferior al del molino.

Toda la información expuesta muestra que el sistema de difusión es una mejor alternativa al sistema centenario tradicional que se lleva en una planta, que se muestra como una referencia para otros ingenios azucareros que llevan sistemas tradicionales, los beneficios por difusor son cuantificables por la rentabilidad de Estas empresas manufactureras en el Ecuador.

## CONCLUSIONES

- El análisis de los sistemas tradicionales y por difusión, según los datos obtenidos por difusión, permite que la humedad del bagazo no supere el 80%. El conductor de salida transversal deposita el bagazo en un conductor intermedio, este sistema está diseñado para eliminar el exceso de contenido de agua en el bagazo, evitando así la inundación del molino de secado; este sistema permite que el bagazo en la entrada del molino tenga una humedad inferior al 72%; Esto permite un importante ahorro energético para su actuación.
- El costo de mantenimiento de la planta de extracción por el sistema de difusión es aproximadamente 50 o 60% del costo de mantenimiento de un molino en tándem. Los requisitos de mano de obra y operación se reducen aproximadamente a la mitad, lo que representa beneficios financieros para la industria azucarera.
- La difusión presenta una desventaja, a más cantidad de tierra que llega con la caña termina en el bagazo final y menos en el jugo mezclado. El efecto de esto es reducir, marginalmente, el valor calorífico del bagazo, aunque una desventaja aún más importante es el hecho de que el exceso de suciedad en el bagazo conduce a un mayor desgaste en las calderas. Esto se puede minimizar cambiando el diseño del banco de tuberías que genera las calderas.
- Normalmente, los valores de energía instalados (excluyendo la preparación de la caña) son 3,490 kW para una planta difusora, es decir, aproximadamente la mitad de la energía requerida en un tándem con 4 centros de molienda (6,450). La mayor parte de la energía es utilizada por los difusores en la etapa de bombeo del jugo.
- En funcionamiento, los difusores son más flexibles que los molinos. La velocidad del difusor se puede regular tan lentamente como lo permita el motor, la zona de ajuste es muy buena y se puede extender aún más cambiando la altura de la cama. La velocidad máxima del lecho del difusor será controlada por la capacidad de los molinos de drenaje para manejar la cantidad de bagazo del difusor.

## Bibliografía

- Aguilar Pardo, A., Pérez Hernández, J. A., & Aguilar Estrada, D. (2014). *Nuevos paradigmas en la cosecha de la caña para el uso sustentable de toda la biomasa en las bioeléctricas. Parte I*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223152661001.pdf>
- Aguilar Rivera, N. (2014). *Reconversión de la cadena agroindustrial de la caña de azúcar en Veracruz México*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2033/203330981007.pdf>
- Aguilar Rivera, Noé. (2014). *Reconversión de la cadena agroindustrial de la caña de azúcar en Veracruz México*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2033/203330981007.pdf>
- Almeida Reyes, E. (2015). *Monopolios y Poder en la Historia del Ecuador*. Obtenido de [https://www.academia.edu/14723752/Los\\_ingenios\\_azucareros\\_en\\_el\\_Ecuador\\_establecimiento\\_industrializaci%C3%B3n\\_y\\_econom%C3%ADa\\_de\\_mercado](https://www.academia.edu/14723752/Los_ingenios_azucareros_en_el_Ecuador_establecimiento_industrializaci%C3%B3n_y_econom%C3%ADa_de_mercado)
- Arauz Estrella, G., & Cely Velez, B. (2013). *Diseño y construcción de una máquina extractora de jugo de caña accionada mediante energía eléctrica para la empresa MAENSA S.A.* . Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6652/1/CD-5044.pdf>
- Bragheto, R. (2017). *Aspectos de la extracción de sacarosa de caña-de-azúcar por difusión*. Obtenido de <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/11.-F%C3%81BRICA.pdf>
- Carro, F. D., & Caló, A. (2012). *La administración científica de Frederick W. Taylor una lectura contextualizada*. Obtenido de <http://jornadassociologia.fahce.unlp.edu.ar/vii-jornadas-2012/actas/Carro.pdf>
- Centro de Investigación de la caña de azúcar en el Ecuador . (2016). *Informe Anual 2016*. Obtenido de <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/Informe-Anual-2016.pdf>
- Cortez, C., Sballos, N., & Sorto, F. (2017). *Aplicación del programa “coco simulator” en la simulación de componentes de procesos de industrias químicas en el salvador, como una herramienta didáctica para la ingeniería química* . Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/12828/1/Aplicaci%C3%B3n%20del%20programa%20COCO%20SIMULATOR%20en%20la%20simulaci%C3%B3n%20de%20componentes%20de%20procesos%20de%20Industrial%20Qu%C3%ADmicas%20en%20El%20Salvador%2C%20como%20una%20herramienta%20did%C3%A1ctica%20para%20>
- Cuentas, Lucio. (2012). *Producción y política azucarera*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-081X2012000100010](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2012000100010)

- Mario, M., Meneses, A., Orozco, H., Pérez, O., & Espinoza, R. (2014). *El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/572719.pdf>
- Mendoza Haro, E., & García Granizo, V. (2017). *Optimización del proceso de preparación de caña incorporando una pre-picadora en compañía azucarera Valdez S.A.* Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212017000100002](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212017000100002)
- Moya Rodríguez, J. L. (2013). *Difusión vs Molida* . Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/291166815\\_DIFUSION\\_VS\\_MOLIDA](https://www.researchgate.net/publication/291166815_DIFUSION_VS_MOLIDA)
- Ortiz Laurel, H., Salgado García, S., Estrada, C., & Sánchez, C. (2012). *Perspectivas de la cosecha de la caña de azúcar cruda en México*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000900020](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000900020)
- Prada Forero, L. E., Chaves Guerrero, A., & García Bernal, H. R. (2015). *Efectos de la presión de evaporación y la variedad de caña en la calidad de la miel y la panela*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/4499/449944865001.pdf>
- Ramírez Durán, J., Insuasty Burbano, O., & Viveros Valens, C. (2014). *Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n2/v15n2a05.pdf>
- Rodríguez, M. (2013). *Difusión VS. Molienda*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/291166815\\_DIFUSION\\_VS\\_MOLIDA](https://www.researchgate.net/publication/291166815_DIFUSION_VS_MOLIDA)
- Silva, Antonia. (2014). *Balance de materiales para aumento de capacidad ingenio azucarero el dorado*. Obtenido de <https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/662/MEMORIA%20DE%20EXPERIENCIA%20PROFESIONAL.pdf?sequence=2&isAllowed=y>