

ISSN 2523-6792

Volumen 3, Número 10 — Abril — Junio - 2019

# Revista de la Invención Técnica



## **ECORFAN®**

### **Editor en Jefe**

GUZMÁN - HURTADO, Juan Luis. PhD

### **Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

### **Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

### **Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Revista de Invención Técnica**, Volumen 3, Número 10, de Abril a Junio 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: [www.ecorfan.org/taiwan](http://www.ecorfan.org/taiwan), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: GUZMÁN-HURTADO, Juan Luis. PhD, PhD. ISSN 2523-6792. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

# **Revista de Invención Técnica**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de sistemas eléctricos de potencia, fibras ópticas, aplicaciones fotovoltaicas, Sistema industrial, inducción magnética, producción industrial, automatización del control, desarrollo de equipos, Inteligencia artificial y psicoanálisis.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Invención Técnica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de sistemas eléctricos de potencia, fibras ópticas, aplicaciones fotovoltaicas, Sistema industrial, inducción magnética, producción industrial, automatización del control, desarrollo de equipos, Inteligencia artificial y psicoanálisis con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

LARA - ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Madrid

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD  
Institut National Polytechnique de Lorraine

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD  
Syracuse University

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD  
Institute of Technology

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD  
University of South Florida

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD  
Universidad de Sevilla

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD  
Universidad París XI

## **Comité Arbitral**

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZALEZ - MARRON, David. PhD  
Instituto Tecnológico de Pachuca

LICEA - SANDOVAL, Guillermo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ALONSO - CALPEÑO, Mariela J. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

FERREIRA - MEDINA, Heberto. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

RAMIREZ - LEAL, Roberto. PhD  
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

ÁLVAREZ - GUZMÁN, Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Invención Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de sistemas eléctricos de potencia, fibras ópticas, aplicaciones fotovoltaicas, Sistema industrial, inducción magnética, producción industrial, automatización del control, desarrollo de equipos, Inteligencia artificial y psicoanálisis y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

## Presentación del Contenido

Como primer artículo *Análisis de las propiedades del sistema CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> para su aplicación en escorias* por GAMBOA-HERNÁNDEZ, Adriana, CAMPA-NÚÑEZ, Pantaleona, PEDROZA-FIGUEROA, Simón Alberto, MORENO-CASILLAS, Héctor Aurelio y SALCEDO-DÍAZ, Erika con adscripción en el Tecnológico Nacional de México, como siguiente artículo *Implementación del OEE en el proceso de fabricación de vidrio templado* por GONZÁLEZ-SÓBAL, Martín, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio y GÓMEZ-MÁRQUEZ, Montserrat con adscripción en el Tecnológico Nacional de México, como siguiente artículo está *Medidor de grados Brix en Uvas* por ARELLANO-YAÑEZ, Ricardo, LOPEZ-REYES, Fernando Octavio y DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, Rene Félix con adscripción en la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, como siguiente artículo está *Evaluación de los extractos acuosos de ruda (ruta graveolens) y epazote (chenopodium ambrosioides) en el control de mosquita blanca (bemisia tabaci) en laboratorio* por RAMOS-AGUILAR, Maribel, CALDERON-GONZALEZ, Giuliana y MELESIO-ENRÍQUEZ, Jaime Iván con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Análisis de las propiedades del sistema CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> para su aplicación en escorias</b> GAMBOA-HERNÁNDEZ, Adriana, CAMPA-NÚÑEZ, Pantaleona, PEDROZA-FIGUEROA, Simón Alberto, MORENO-CASILLAS, Héctor Aurelio y SALCEDO-DÍAZ, Erika <i>Tecnológico Nacional de México</i>	1-10
<b>Implementación del OEE en el proceso de fabricación de vidrio templado</b> GONZÁLEZ-SÓBAL, Martín, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio y GÓMEZ-MÁRQUEZ, Montserrat <i>Tecnológico Nacional de México</i>	11-21
<b>Medidor de grados Brix en Uvas</b> ARELLANO-YAÑEZ, Ricardo, LOPEZ-REYES, Fernando Octavio y DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, Rene Félix <i>Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes</i>	22-24
<b>Evaluación de los extractos acuosos de ruda (<i>ruta graveolens</i>) y epazote (<i>chenopodium ambrosioides</i>) en el control de mosquita blanca (<i>bemisia tabaci</i>) en laboratorio</b> RAMOS-AGUILAR, Maribel, CALDERON-GONZALEZ, Giuliana y MELESIO-ENRÍQUEZ, Jaime Iván <i>Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra</i>	25-30

## Análisis de las propiedades del sistema CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> para su aplicación en escorias

### Analysis of the properties of the CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> system for its application in slags

GAMBOA-HERNÁNDEZ, Adriana†\*, CAMPA-NÚÑEZ, Pantaleona, PEDROZA-FIGUEROA, Simón Alberto, MORENO-CASILLAS, Héctor Aurelio y SALCEDO-DÍAZ, Erika

*Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de La Laguna*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Adriana, Gamboa-Hernández* / ORC ID: 0000-0002-3355-1234, Researcher ID Thomson: K-2689-2018, CVU CONACYT ID: 409132

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Pantaleona, Campa-Núñez* / ORC ID: 0000-0003-0787-2699, CVU CONACYT ID: 409160

ID 2<sup>er</sup> Coautor: *Simón Alberto, Pedroza-Figueroa* / ORC ID: 0000-0002-1818-7737, CVU CONACYT ID: 176064

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Héctor Aurelio, Moreno-Casillas* / ORC ID: 0000-0003-0740-6209

DOI: 10.35429/JOTI.2019.10.3.1.10

Recibido 2 de Abril, 2019; Aceptado 4 de Junio, 2019

#### Resumen

El estudio de los sistemas de fases ternarios en la pirometalurgia es muy utilizado para la adecuada formación de escorias, pues son un fundamento importante en establecer las condiciones de operación en la separación de elementos no deseados. En este rubro, el sistema CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> es generalmente empleado para la determinación de la temperatura *liquidus* y otras propiedades en la metalurgia del Pb y Fe principalmente. En este artículo se revisan las propiedades principales de este sistema, tales como densidad, tensión superficial y conductividad eléctrica. Además, se lleva a cabo una recopilación en los valores obtenidos de la viscosidad hechas por distintos autores a diferentes composiciones y temperaturas, con la finalidad de comprobar la interacción que cada componente entrega al equilibrio del sistema. Mediante esta investigación se pretende obtener el conocimiento para predecir el comportamiento de las escorias que conlleva a la toma de decisiones que mejoren los procesos y esto es sólo a través de información confiable y consistente.

#### Viscosidad, escorias, sistemas ternarios

**Citación:** GAMBOA-HERNÁNDEZ, Adriana, CAMPA-NÚÑEZ, Pantaleona, PEDROZA-FIGUEROA, Simón Alberto, MORENO-CASILLAS, Héctor Aurelio y SALCEDO-DÍAZ, Erika. Análisis de las propiedades del sistema CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> para su aplicación en escorias. Revista de Invención Técnica 2019. 3-10:1-10

#### Resumen

The study of ternary phases systems in pyrometallurgy is used for the adequate formation of slags, because they are an important foundation in establishing the conditions of operation in the separation of undesired elements. In this area, the CaO - FeO - SiO<sub>2</sub> system is generally used for the determination of liquidus temperature and other properties mainly in the metallurgy of Pb and Fe. In this article we review the main properties of this system, such as density, surface tension and electrical conductivity. In addition, a compilation is carried out on the values obtained from the viscosity made by different authors at different compositions and temperatures, in order to verify the interaction that each component delivers to the equilibrium of the system. Through this research, the aim is to obtain the knowledge to predict the behavior of the slag that leads to making the decisions that improves the processes and this is only through reliable and consistent information.

#### Viscosity, slags, ternary phases system

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: adrianag\_08@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Es bien sabido que las escorias desempeñan un papel importante en la producción y refinación de metales. Las escorias contienen elementos que no se reducen o elementos oxidados, por lo que recoge algunos de los componentes indeseables en la mena y debido a su inmiscibilidad con el fundido metálico, separa del metal deseado sus componentes indeseables, ayuda a proteger al metal manteniendo su temperatura y previenen su oxidación, además de que reducen las pérdidas de calor desde la superficie y remueve inclusiones no metálicas (Kekkonen, Oghbasilasi, & Louhenkilpi, 2012). A pesar de la importancia de su función, las escorias siempre han sido un misterio para los metalúrgicos, principalmente en establecer las condiciones de la temperatura de fundición, el control de la partición de elementos mayores, menores y otros parámetros importantes del proceso (Gan & Lai, 2014; Heller et al., 2017; Raghunath, 2007).

Conocer con exactitud la composición de una escoria es muy difícil, debido a la complejidad que conlleva un material que fue tratado térmicamente combinado con varios fundentes y para simplificar su estudio se establece como base de la escoria, los óxidos que mayormente tiene en su composición (Chen & Zhao, 2014; Sakal, Kital, & Shigeno, 2000). Con los sistemas ternarios se determinan las fases en equilibrio que predominan a cierta temperatura, y en algunas ocasiones también se encuentran propiedades como las líneas de *liquidus* (temperatura de fusión), densidades, viscosidades, etc (K. Mills, 2011; Muhmood, Wang, Seetharaman, & Beijing, 2013; Persson, 2007). Según el proceso de estudio, es el área del sistema ternario de interés, pero no siempre este tipo de información se encuentra o están en rangos muy estrechos de composición (Kekkonen et al., 2012).

Para realizar la separación eficiente entre los metales y la escoria formada en distintos ámbitos metalúrgicos, se recurre al aumento de temperatura para mejorar la viscosidad de la escoria y se separe con poco arrastre mecánico de valores. En muchas ocasiones se eleva demasiado la temperatura de fusión porque no se tiene un fundamento termodinámico que establezca un límite seguro en el proceso.

Esta operación genera varios inconvenientes en las fusiones dentro del horno: el gasto innecesario de energía porque la mayoría suele trabajar con combustibles fósiles, aunque en otras ocasiones de utiliza la eléctrica, que combinado con los volúmenes de producción industriales que se maneja, es considerable el gasto; el aumento en las emisiones por rebasar puntos de sublimación y evaporación de varios compuestos; la pérdida de metales como el Cd, Zn y Pb que tiene puntos de ebullición menores y a temperaturas descontroladas pueden perderse en los gases; desgaste mayor en el material refractario interno del horno, por lo que se refleja en gastos mayores de mantenimiento; y que el aumento de temperatura siempre conlleva condiciones de aumento de seguridad que se tienen que atender para los empleados que manejan el equipo.

## Sistema Ternario CaO – FeO – SiO<sub>2</sub>

El sistema de escoria CaO- FeO -SiO<sub>2</sub> es de gran importancia tanto en la metalurgia ferrosa como en la no ferrosa. Un estudio de la termodinámica ayuda a comprender los diversos fenómenos del proceso para una optimización de las variables en los modelos de simulación que predicen el comportamiento de la operación. En estos casos, a menudo es necesario extrapolar los datos termodinámicos como funciones de temperatura y composición para recuperarlos en línea y esto conlleva al desarrollo de una descripción termodinámica adecuada de los sistemas de escoria de múltiples componentes, por lo que se habilita la extrapolación confiable de los datos termodinámicos (Hidayat, Shishin, Decterov, & Jak, 2017).

Los modelos se basan en una base de datos de equilibrio de fase y datos termodinámicos para varios sistemas binarios, por ejemplo: CaO-SiO<sub>2</sub>, FeO-SiO<sub>2</sub>, etc. Se considera que el sistema CaO-SiO<sub>2</sub> líquido está compuesto por CaO y SiO<sub>2</sub> y por especies asociadas tales como CaSiO<sub>3</sub> y Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>. Las ecuaciones polinómicas se utilizan para representar estos datos para estas especies y para explicar los cambios bruscos en las propiedades termodinámicas en composiciones específicas (por ejemplo, donde ocurren brechas de miscibilidad) (K. Mills, 2011).

Las ecuaciones se utilizan para predecir los diagramas de fase de equilibrio y las actividades químicas, energías libres, entalpías, valores de  $C_p$  y  $T_{liq}$  y  $T_{sol}$  para sistemas ternarios, cuaternarios y superiores. Se supone que la mayoría de las fases cristalinas se mezclan de forma independiente en una serie de subrelaciones separadas. En los últimos años, estos modelos comerciales se han extendido al cálculo de propiedades físicas tales como densidades, viscosidades y tensiones superficiales de los sistemas de escoria. Las propiedades tales como la viscosidad involucran el movimiento de un líquido (Figura 1), la partícula de escoria sobre otro y esto está relacionado con la fuerza de la unión y la termodinámica proporciona una medida de la fuerza de la unión.

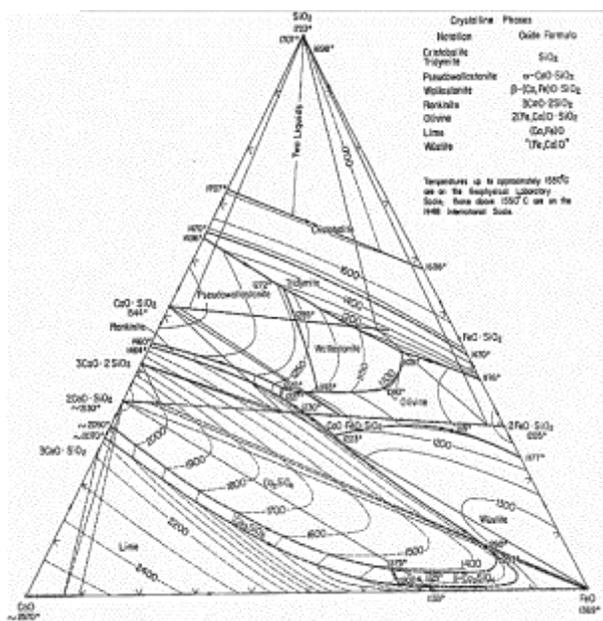


Figura 1 Sistema ternario CaO – FeOx – SiO<sub>2</sub>, (Osborn & Muan, 1960)

Además de la industria ferrosa, en la industria del cobre y plomo también se utiliza, aunque la temperatura de la escoria en la del plomo es menor y está alrededor de 1000°C. Las escorias de silicato también se emplean en las plantas de gasificación de carbón y biomasa utilizados para generación de energía, y en la industria de fabricación de vidrio, etc. donde el conocimiento sobre sus viscosidades es necesario para mejorar la eficiencia de las operaciones.

De este diagrama, se observa que las temperaturas más bajas de liquidus están a 1093°C en la zona de la olivina.

El aumento de la concentración de CaO afecta el aumento de la temperatura *liquidus* mientras que aumentar el FeO, en varias zonas provoca la disminución de este parámetro.

Densidad

La densidad ( $\rho$ ) es la propiedad termo - física directamente relacionada con la estructura de las escorias fundidas, debido a los cálculos de transferencia de calor y masa empleados para modelar y optimizar procesos a altas temperaturas.

La aplicación directa que tiene la densidad en los tratamientos para remover la escoria del mineral a obtener radica en un principio de separación físico el cual es el decantado. Las temperaturas elevadas al fundir el mineral de interés proporcionan a la mezcla de mineral, fundente y combustible un estado de agregación líquido el cual es de interés para hacer la separación de metal y escoria (K. Mills, 2011).

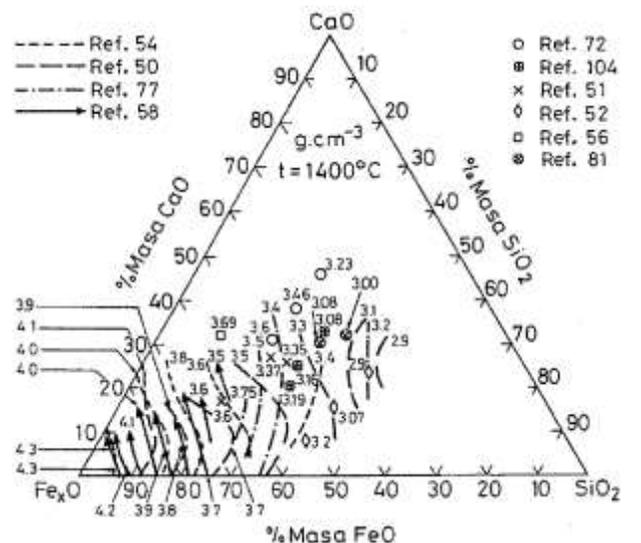


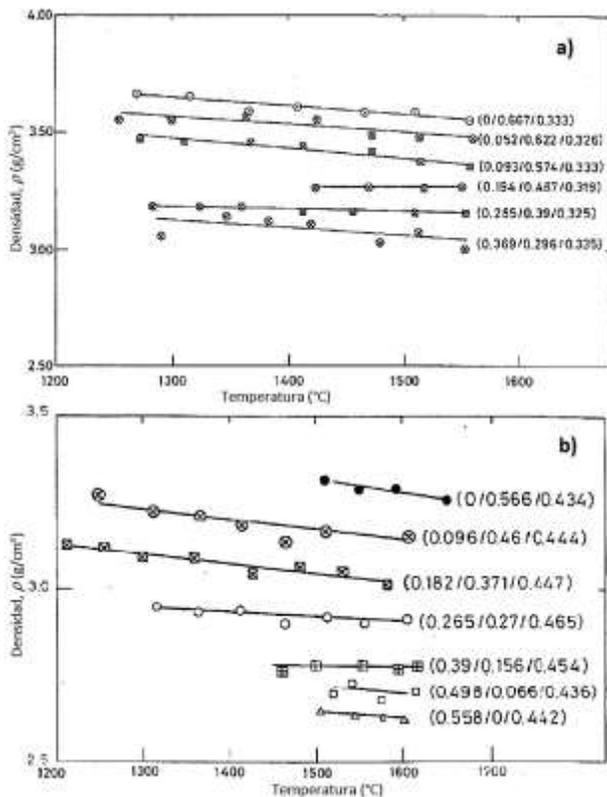
Figura 2 Densidad (g/cm<sup>3</sup>) de CaO + Fe<sub>x</sub>O + SiO<sub>2</sub> a 1400°C de varias fuentes, (Allibert et al., 1995)

El aumento de la densidad está en función de la composición y de la temperatura *liquidus* que se expresa en la figura 1. En áreas donde la temperatura de fusión es mayor, se encuentran valores de 4.1 de densidad mientras que, en el área de cerca de la olivina el valor es de 2.9, debido a la diferencia de 300°C entre la temperatura de fusión y la temperatura a la cual se hizo la medición.

A esta temperatura, el aumento de la concentración de FeO afecta el aumento de la densidad.

El resto del diagrama no es completado porque no se tiene una fase líquida a esta temperatura.

De la figura 3, considerando en las pruebas una concentración casi constante de  $\text{SiO}_2$ , la densidad aumento con el decremento de la concentración de  $\text{CaO}$  y el aumento del  $\text{FeO}$  (figura 3.a) pero aumentando la concentración de  $\text{SiO}_2$ , disminuye la densidad (figura 3.b).



**Figura 3** Efecto de la temperatura en la densidad en distintas composiciones (frac. molar de  $\text{CaO}$  / frac. molar  $\text{FeO}$  / frac. molar  $\text{SiO}_2$ ) a la concentración cercana del  $\text{SiO}_2$  de: a) 33% y b) 44% , (Allibert et al., 1995)

La escoria actúa como capa protectora del metal fundido, por lo que la densidad debe de ser menor para que flote y debido a la diferencia de densidades entre estos dos productos, es como se realiza la decantación de la escoria para su separación (Bellemans, De Wilde, Moelans, & Verbeken, 2018). En este sistema, para disminuir la densidad de la escoria se busca aumentar el contenido de  $\text{SiO}_2$  y el incremento de la temperatura, así como la disminución del contenido del  $\text{FeO}$ .

### Tensión superficial

Dentro del cuerpo de un líquido alrededor de una molécula actúan atracciones casi simétricas.

En la superficie, sin embargo, dicha molécula se encuentra sólo parcialmente rodeada por otras y, en consecuencia, experimenta una atracción hacia el cuerpo del líquido. Esta atracción tiende a arrastrar las moléculas superficiales hacia el interior, y al hacerla el líquido se comporta como si estuviera rodeado por una membrana invisible. Esta conducta se llama *tensión superficial* ( $\sigma$ ), y es el efecto responsable de la resistencia que un líquido presenta a la penetración superficial, observable en la forma casi esférica de las gotas de lluvia, la forma esférica de las partículas de mercurio situadas en una superficie lisa. Los líquidos tienden a adoptar formas que minimicen su área superficial (Matsushita, Hayashi, & Seetharaman, 2015).

Desde el punto de vista puramente termodinámico, la tensión superficial puede considerarse como la tendencia de un líquido a disminuir su superficie hasta un punto en que su energía de superficie potencial es mínima, condición necesaria para que el equilibrio sea estable. En general, la tensión superficial disminuye con la temperatura, ya que las fuerzas de cohesión disminuyen al aumentar la agitación térmica.

La tensión superficial de las escorias está en función de la temperatura y su composición. Normalmente sus valores oscilan entre 200 y 600  $\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$ . Es una variable importante para la formación de las llamadas escorias espumosas requeridas en el afino de metales ya que facilitan un eficiente transporte de materia, al asegurar una gran superficie de contacto metal-escoria (De Almeida, Vieira, Bielefeldt, & Vilela, 2017). También es un factor a cuidar al cuidar al elevarse demasiado, que no se genere una espuma en la escoria que permita la pérdida de metales en ésta.

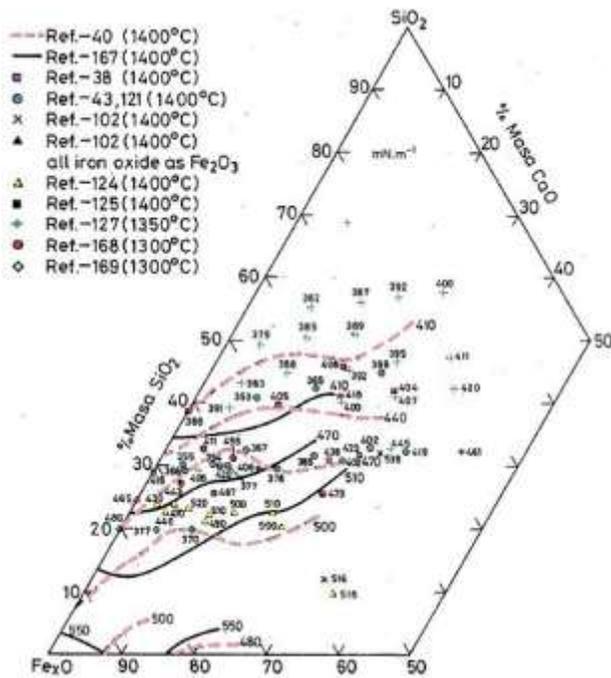


Figura 4 Tensión superficial desde 1300° a 1400°C, (Allibert et al., 1995)

En este sistema, la temperatura *liquidus* parece tener efecto en la tensión superficial, dado que se encuentra a la temperatura de la olivina, el menor valor de  $\sigma$ . También aumenta su valor cuando se disminuye la concentración de SiO<sub>2</sub>, mientras que sucede lo contrario con el FeO y el CaO. Cuando el óxido es Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, el valor de la tensión superficial aumenta, a comparación con la formación de FeO pero se mantiene la misma tendencia antes descrita.

Con esto podemos predecir que una cantidad adecuada de SiO<sub>2</sub> generará valores menores de tensión superficial por lo que podría provocar la generación de espuma a niveles bajos de presión parcial dentro del horno.

**Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica específica ( $\kappa$ ) es una propiedad intrínseca de los materiales con la que se estima que tan buen o mal conductor de la electricidad es y está definida por el cubo de una solución de un metro de lado, por medio de la siguiente ecuación donde “c” es la concentración, “z” y “u” son la carga y la movilidad de especies iónica y “f” la constante de Faraday.

$$k = F \sum c_i z_i u_i \tag{1}$$

La ruta de la corriente eléctrica en el baño de escoria está determinada por la resistividad eléctrica, esto quiere decir que las variaciones en la impedancia del baño de escoria están asociadas principalmente a cambios en la resistividad eléctrica de la escoria. Por tal razón resulta de alta importancia poder contar con un modelo que permita determinar con la mayor aproximación posible el valor de la resistividad eléctrica de la escoria en el rango de temperaturas esperadas con composición química dentro de la zona de interés (K. C. Mills, Yuan, Li, & Zhang, 2013).

Según la figura 5 se muestra la conductividad eléctrica.

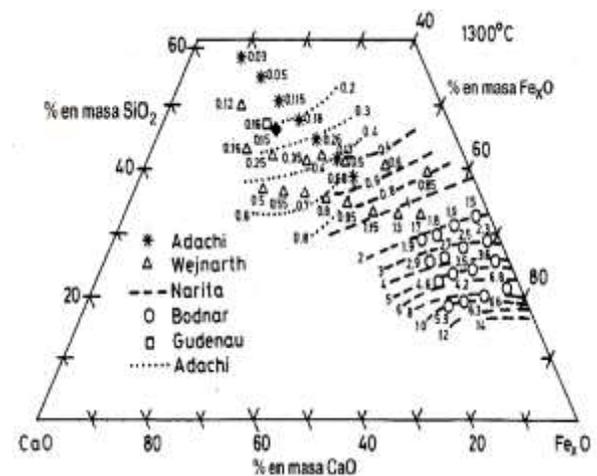


Figura 5 Conductividad iso-eléctrica ( $\Omega^{-1}cm^{-1}$ ) del sistema CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> a 1300°C, (Allibert et al., 1995)

Esta propiedad depende de la estructura cristalina, es por eso que disminuye conforme aumenta la masa de SiO<sub>2</sub>, pero es muy evidente su aumento cuando se incrementa la proporción de FeO en el sistema. La proporción de CaO no aporta una tendencia segura, en cambio la temperatura de *liquidus* si muestra un efecto según la referencia de Bodnar.

Esta propiedad se ve afectada con la temperatura de operación, aumentando sus valores conforme lo hace la temperatura. Hay que reconocer que la temperatura de 1300°C no favorece todas las zonas de medición, se visualiza un aumento en aquellas zonas donde la temperatura *liquidus* es más baja por 200°C, mientras que trabajar cerca del Fe<sub>x</sub>O, donde la diferencia es nula, los valores se disparan demasiado, debido a la poca fluidez en esas composiciones.

## Viscosidad

La viscosidad ( $\eta$ ) es una medida de la habilidad de una capa de moléculas en moverse sobre una capa adyacente de moléculas y depende tanto de la temperatura como de la estructura del compuesto (Thomas, 1988). En la escoria fundida está relacionada con la estructura interna del óxido fundido y es muy sensible a los cambios de temperatura, composición de la escoria y presión parcial del oxígeno. Es muy usual que haya dificultades para ser medida con precisión por lo que métodos empíricos no son tan confiables.

Conforme aumenta la temperatura en la escoria, la oscilación entre los átomos también aumenta y por lo tanto la distancia entre átomos se hace mayor, por lo que la movilidad es mejor, haciendo que la viscosidad disminuya. También afecta la cinética de la corrosión en los refractarios que las contienen. En valores altos de esta propiedad, retrasan el movimiento a través de los poros y huecos que hay en el material refractario y se afecta también la velocidad de disolución del refractario ya que incide en el transporte molecular a través de la capa de interface refractario/escoria fundida.

En la operación, la viscosidad de la escoria puede tomarse como un indicativo de la facilidad en que será extraída del horno. Un ejemplo de esta situación se visualiza al aumentar mucho la temperatura de operación para manejar una escoria con mejor viscosidad, lo que ocasiona problemas no sólo de emisiones, de consumos descontrolados de energía (Elena, 2016; Kekkonen et al., 2012; K. Mills, 2011).

En general, la cantidad de  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aumentan la viscosidad, mientras que los óxidos básicos como  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}_x$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MnO}$  y  $\text{B}_2\text{O}_3$  la disminuyen. A bajas concentraciones de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  es equivalente al  $\text{SiO}_2$ , pero cuando la fracción está arriba de 0.05, sus efectos dependen de la relación molar de  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO} + \text{MgO})$  presente en la escoria, es decir, la basicidad también está vinculada a esta propiedad.

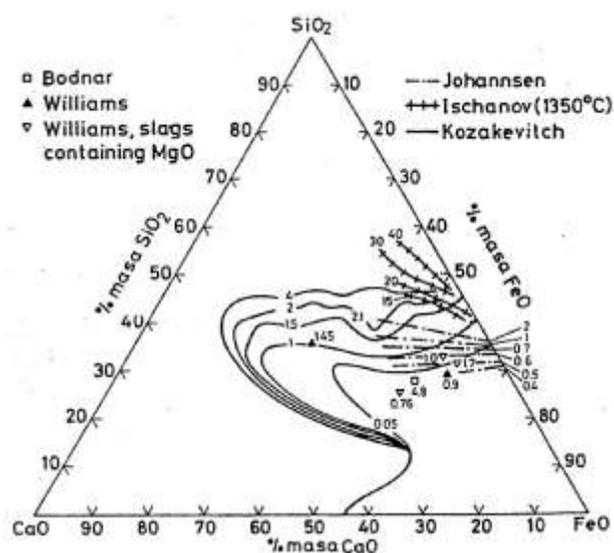
Se busca que la escoria tenga una viscosidad tan baja como sea posible.

En el caso de alta viscosidad en líquidos, las partículas pequeñas pueden permanecer atrapadas por largos periodos de tiempo por lo que se busca que esos sólidos puedan asentarse a una velocidad mayor, usando por ejemplo, la Ley de Stokes, en donde la viscosidad del flujo es inversamente proporcional a la velocidad de asentamiento (Bellemans et al., 2018).

Un número limitado de mediciones de viscosidad fueron reportadas en el sistema  $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{CaO}$  por varias investigaciones (figura 6), y algunos de esos datos se resumieron en el Atlas de escoria.

Los datos reportados muestran dispersiones significativas en el rango de la composición relevante para escorias de fundición de cobre. La técnica de rotación se utilizó en las mediciones de viscosidad de Leiba y Komar, Kozakevitch, Roentgen et al., Williams et al., Kucharski et al., y Ji et al., todos los cuales usaron husillo de Fe y crisol en atmósfera de gas argón, excepto que Kucharski que usó juegos de Mo y mezclas de  $\text{CO}/\text{CO}_2$  en  $P_{\text{O}_2} = 6, 9, 10$  y  $11$  atm. Johannsen y Weize utilizaron el método de contrapeso para medir la viscosidad en gas con  $\text{N}_2$ , el crisol fue de Fe y la bola de Pt, desafortunadamente la disolución de Fe de la escoria en Pt y la posible oxidación del Fe no se tuvieron en cuenta en su estudio.

Aumentar la cantidad de  $\text{SiO}_2$  aumenta la viscosidad y el  $\text{CaO}$  tiene el efecto contrario si se mantiene fijo el  $\text{SiO}_2$ . Los valores fueron relativamente menores cuando hay una diferencia mayor entre la temperatura de operación ( $1400^\circ\text{C}$ ) y la temperatura de *liquidus* de la concentración experimentada.



**Figura 6** Viscosidades (poise =  $10^{-1}$  Pa.s) del sistema ternario CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> a 1400°C, (Allibert et al., 1995)

También se encontró que a baja concentración de SiO<sub>2</sub>, las viscosidades aumentan con el aumento de la relación CaO/FeO. A una concentración alta de SiO<sub>2</sub>, las viscosidades primero disminuyen y luego aumentan con la proporción creciente de CaO/FeO.

El aumento de la temperatura de operación genera valores menores de viscosidades debido a que la oscilación de átomos aumenta, los compuestos se desintegran y la distancia entre átomos aumenta. La movilidad de la escoria incrementa y por tanto la viscosidad decrece a medida que la temperatura aumenta.

El efecto de la temperatura en la viscosidad es mayor cerca de los límites de saturación cuando la microestructura de la escoria fundida es más compleja.

### Viscosidad en función a la temperatura

La temperatura de operación en distintos procesos de la metalurgia del cobre, plomo y hierro son muy distintas, es por eso que no se puede tener un solo diagrama que anticipe el comportamiento de los compuestos en esas condiciones, más aún cuando hay más variables involucradas en un proceso industrial.

A continuación (tabla 1) se muestra la afectación de la temperatura sobre distintas composiciones específicas del sistema ternario realizado por el software FactSage 6.2 en un estudio realizado por Chen y colaboradores en el 2014.

Temp. liquidus K (°C)	Composición molar (%)			Temp. K (°C)	Viscosidad (Pa.s)
	SiO <sub>2</sub>	FeO	CaO		
<b>1445 (1172)</b>	33.4	59.4	7.2	1473	0.073
				(1200)	0.060
				1523	0.051
				(1250)	0.045
				1573	0.038
				(1300)	0.033
				1623	0.029
				(1350)	
				1673	
				(1400)	
				1723	
(1450)					
1773					
(1500)					
<b>1428 (1155)</b>	33.6	55.7	10.8	1523	0.063
				(1250)	0.054
				1573	0.046
				(1300)	0.040
				1623	0.035
				(1350)	0.031
				1673	
				(1400)	
				1723	
				(1450)	
				1773	
(1500)					
<b>1459 (1186)</b>	33.2	41.8	25.0	1523	0.085
				(1250)	0.068
				1573	0.055
				(1300)	0.046
				1623	0.039
				(1350)	0.034
				1673	
				(1400)	
				1723	
				(1450)	
				1773	
(1500)					
<b>1427 (1154)</b>	44.2	49.0	6.8	1473	0.319
				(1200)	0.243
				1523	0.187
				(1250)	0.144
				1573	0.110
				(1300)	0.095
				1623	0.077
				(1350)	
				1673	
				(1400)	
				1723	
(1450)					
1773					
(1500)					

<b>1406</b> <b>(113)</b>	45.6	44.0	10.4	1423	0.414
				(1150)	0.292
				1473	0.219
				(1200)	0.166
				1523	0.134
				(1250)	0.106
				1573	0.089
				(1300)	0.074
				1623	
				(1350)	
				1673	
				(1400)	
				1723	
(1450)					
1773					
(1500)					
<b>1381</b> <b>(1108)</b>	45.8	38.9	15.3	1573	0.256
				(1300)	0.189
				1623	0.145
				(1350)	0.113
				1673	0.093
				(1400)	
1723					
(1450)					
1773					
(1500)					
<b>1400</b> <b>(1127)</b>	44.3	35.3	20.4	1473	0.505
				(1200)	0.350
				1523	0.257
				(1250)	0.196
				1573	0.152
				(1300)	0.120
				1623	0.096
				(1350)	
				1673	
				(1400)	
				1723	
(1450)					
1773					
(1500)					
<b>1442</b> <b>(1169)</b>	42.6	33.0	24.4	1473	0.392
				(1200)	0.283
				1523	0.208
				(1250)	0.158
				1573	0.121
				(1300)	0.100
				1623	0.079
				(1350)	
				1673	
				(1400)	
				1723	
(1450)					
1773					
(1500)					
<b>1529</b> <b>(1256)</b>	44.8	23.9	31.2	1623	0.338
				(1350)	0.241
				1673	0.175
				(1400)	0.132
1723					
(1450)					
1773					
(1500)					

**Tabla 1** Composiciones y viscosidades pronosticadas en el FactSage, (Chen & Zhao, 2014)

## Modelos para cálculo de viscosidades

Se han establecido varios modelos matemáticos en los últimos años, que buscan calcular la viscosidad en función tanto de la temperatura, como de la composición de las escorias. Estos modelos tienen su base en el fundamento experimental realizado por varios investigadores expertos en el campo. A continuación, se muestra en la tabla 2 un comparativo entre los modelos para determinar la viscosidad en un sistema determinado de escoria junto con las ecuaciones empleadas, la temperatura a la que se llevó la experimentación y algunas de las consideraciones importantes en la que se basó la medición.

Metodología o Modelo para determinar la viscosidad	Tipo de escorias	Temp. de operación	Parámetros utilizados para la medición
<i>Método de cilindro giratorio</i>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -CaF <sub>2</sub> -CaO-Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -FeO-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -MgO-MnO-SiO <sub>2</sub>	1,200°C	M es el par, en las revoluciones por segundo, h la altura del husillo, r <sub>1</sub> el radio del husillo y r <sub>0</sub> el radio del crisol.
<i>Modelo de cálculo kv (2005)</i>	Fe <sub>x</sub> O, Cu, SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , FeO, Cu <sub>2</sub> O	1150 a 1400°C	A 1250°C μ(poise) = 11,243 Kv - 3,481 A 1220°C μ(poise) = 13,935 Kv - 3,5234 A 1190°C μ(poise) = 15,797 Kv - 3,4322
<i>Método de plano inclinado (2005)</i>	Fe-SiO <sub>2</sub>	1000 a 1480°C	Kv en unos 0,5 poise, Incremento fracción molar del SiO
<i>Método capilar</i>	CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>	1,200°C	r es el radio del capilar, p el gradiente de presión constante entre los extremos del capilar, v el volumen del líquido descargado, L la longitud del capilar, ρ la densidad del líquido y t el tiempo del experimento.

Método de caída de cuerpo	CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>	1,200°C	g es la constante gravitacional, r el radio de la esfera, ρ <sub>k</sub> y ρ <sub>l</sub> las densidades de la bola y el líquido, respectivamente, S la velocidad de descenso o ascenso de la esfera, d el diámetro de la bola y D es el diámetro del crisol.
Método oscilante	CaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>	1,200°C	ρ es la densidad del líquido, τ el período de oscilación en un sistema vacío, el momento de inercia del sistema de oscilación, λ la disminución debida al efecto de amortiguación del líquido, r el radio del cilindro y d El espesor del cilindro.

**Tabla 2** Tabla comparativa entre modelos para determinar la viscosidad en escorias, (Raghnath, 2007)

## Conclusiones

El estudio de las escorias aún es un campo poco explorado debido a la inmensidad de condiciones diferentes a las que se enfrenta en la realidad la industria, por lo que su conocimiento teórico ha dado buenos resultados en el fundamento en el contexto operativo, pero aún falta por seguir avanzando en este rubro. La intención de este artículo es de dar un conocimiento básico y general en un diagrama de fases tan usado en la metalurgia extractiva como lo es el sistema CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> porque tiene la particularidad del uso de componentes usados en la industria ferrosa y no ferrosa.

En función a lo visto en las secciones anteriores, para la generación de una escoria que tenga un bajo atrapamiento de valores en ella se busca:

- Minimizar la masa de escoria generada, por lo que el uso excesivo de fundentes (como el SiO<sub>2</sub> y CaO) puede afectar esta condición.

- Minimizar la densidad de la escoria, a fin de que sea ligera y el uso excesivo de FeO provoca el efecto contrario.
- Maximizar la tensión superficial de la escoria, en donde el aumento de FeO y CaO ayudan en cierto rango de composiciones.
- Maximizar la fluidez de la escoria, aumentando controladamente la temperatura y el uso de SiO<sub>2</sub> para generar una viscosidad baja y de este modo, permitir el asentamiento de partículas pequeñas que pudieran permanecer atrapadas en la escoria.

Los datos correctos en propiedades tan usadas como la viscosidad serán la base del desarrollo de un modelo confiable que permita el conocimiento del comportamiento de la escoria y por lo tanto, optimizar los procesos de extracción de metales a altas temperaturas.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer el apoyo a este trabajo al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico de La Laguna por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

## Referencias

- Allibert, M., Gaye, H., Geisler, J., Janke, D., Keene, B. J., Kirner, D., ... Woermann, E. (1995). *Slag Atlas.pdf*. (V. D. Eisenhüttenleute, Ed.), *Slag Atlas* (Segunda ed). Verlag Stahleisen GmbH.
- Bellemans, I., De Wilde, E., Moelans, N., & Verbeken, K. (2018). Metal losses in pyrometallurgical operations - A review. *Advances in Colloid and Interface Science*. Heverlee, Belgium. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2017.08.001>
- Chen, M., & Zhao, B. (2014). Viscosity Measurements of SiO<sub>2</sub>-“FeO”-CaO System in Equilibrium with Metallic Fe. *Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science*, 46(2), 577–584. <https://doi.org/10.1007/s11663-014-0241-6>
- De Almeida, R. A. M., Vieira, D., Bielefeldt, W.

- V., & Vilela, A. C. F. (2017). Slag foaming fundamentals -A critical assessment. *Materials Research*, 20(2), 474–480. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2016-0059>
- Elena, Z. (2016). A structure-based viscosity model and database, (basado en la termodinámica), 8.
- Gan, L., & Lai, C. (2014). A general viscosity model for molten blast furnace slag. *Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science*, 45(3), 875–888. <https://doi.org/10.1007/s11663-013-9983-9>
- Heller, H. P., Schürmann, M., Scholl, K., Haustein, N., Lychatz, B., & Falkus, J. (2017). Calibration problems with the viscosity measurement of liquid metallurgical slags. In *Journal of Physics: Conference Series* (p. 6). pais germany. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/790/1/012010>
- Hidayat, T., Shishin, D., Deckerov, S. A., & Jak, E. (2017). Critical thermodynamic re-evaluation and re-optimization of the CaO–FeO–Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub> system. *Calphad: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.calphad.2016.11.009>
- Kekkonen, M., Oghbasilasie, H., & Louhenkilpi, S. (2012). *Viscosity models for molten slags*. Finlandia.
- Matsushita, T., Hayashi, M., & Seetharaman, S. (2015). Thermochemical and thermophysical property measurements in slag systems. *International Journal of Materials and Product Technology*, 22(4), 351. <https://doi.org/10.1504/ijmpt.2005.006464>
- Mills, K. (2011). The Estimation of Slag Properties. In *Southern African Pyrometallurgy 2011* (p. 56). South Africa.
- Mills, K. C., Yuan, L., Li, Z., & Zhang, G. (2013). Estimating viscosities, electrical & thermal conductivities of slags. *High Temperatures - High Pressures*, 21.
- Muhmood, L., Wang, L., Seetharaman, S., & Beijing, T. (2013). Studies of the Properties of Slags Towards Applications, (November 2015).
- Osborn, E. F., & Muan, A. (1960). *Phase Equilibrium Diagrams of Oxide Systems*. (E. J. Orton, Ed.). American Ceramic Society.
- Persson, M. (2007). *Investigations of Slag Properties and Reactions*. stockholm.
- Raghunath, S. (2007). *High-temperature viscosity measurements in slags Boundary layer transition in hypersonic flows View project Laminar-turbulent transition View project*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/43495625>
- Sakal2, H., Klital, Y., & Shigeno, K. (2000). *An Equation for Accurate Furnace Type Slags from Prediction of the Viscosities Chemical Composition of Blast Takamichl lidal*. *ISIJ International* (Vol. 40).
- Thomas, B. (1988). *viscosities and activities in lead- smelting slags*. colorado.

## Implementación del OEE en el proceso de fabricación de vidrio templado

### OEE implementation in the tempered glass manufacturing process

GONZÁLEZ-SÓBAL, Martín†\*, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio y GÓMEZ-MÁRQUEZ, Montserrat

*Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, Av. 25 poniente #100, Colonia Reserva Territorial, CP. 94100*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Martín, González-Sóbal / ORC ID: 0000-0003-0038-8319, Researcher ID Thomson: N-6243-2018, CVU CONACYT ID: 463431

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Luis Antonio, Calderón-Palomares / ORC ID: 0000-0001-9846-5567, Researcher ID Thomson: N-6259-2018, CVU CONACYT ID: 238274

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Montserrat, Gómez-Márquez, / ORC ID: 0000-0002-2901-1745, Researcher ID Thomson: S-8535-2018, CVU CONACYT: 999026

DOI: 10.35429/JOTI.2019.10.3.11.21

Recibido 27 de Abril, 2019; Aceptado 15 de Junio, 2019

#### Resumen

Objetivo: Implementar el OEE como indicador que permita evaluar y mejorar el proceso de fabricación de vidrio templado. Metodología: Se analizan las líneas de producción para determinar los índices: disponibilidad, ritmo y calidad. Se obtiene una primera evaluación, con un rendimiento global de 35% para el mes de octubre de 2018, dicho resultado coloca a las líneas de producción en un rango de “inaceptable” en la escala global de dicho índice, lo cual implica que la organización tiene un alto potencial de mejora. Es en este punto donde se determinan estrategias que permitirán mejorar dicho rendimiento. En primer lugar se analizan los flujos de proceso de ambas líneas, identificando áreas de mejora y simplificando etapas de fabricación, lo cual permite optimizar tiempos de producción y disponibilidad de los equipos, una segunda acción fue la modificación del equipo de corte, permitiendo procesar tres tipos de parte, sin necesidad de hacer cambios en la herramienta, lo cual disminuye tiempos de preparación. Finalmente se evaluó y mejoró las condiciones de iluminación, con esto reducimos los tiempos de inspección en la calidad del producto. Contribución: Las acciones implementadas permitieron obtener un incremento del 5% del OEE, en relación a la medición anterior.

#### OEE, rendimiento, proceso

#### Resumen

Objective: Implement the OEE as an indicator that allows evaluating and improving the manufacturing process of tempered glass. Methodology: Production lines are analyzed to determine the indexes: availability, pace and quality. A first evaluation is obtained, with an overall yield of 35% for the month of October 2018, this result places the production lines in a range of “unacceptable” on the global scale of said index, which implies that the organization has a high potential for improvement. It is at this point that strategies are determined that will improve said performance. Firstly, the process flows of both lines are analyzed, identifying areas for improvement and simplifying manufacturing stages, which allows to optimize production times and equipment availability, a second action was the modification of the cutting equipment, allowing three processes to be processed Part types, without the need to make changes to the tool, which reduces preparation times. Finally, the lighting conditions were evaluated and improved, with this we reduce the inspection times in the quality of the product. Contribution: The actions implemented allowed obtaining an increase of 5% of the OEE, in relation to the previous measurement.

#### OEE, performance, process

**Citación:** GONZÁLEZ-SÓBAL, Martín, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio y GÓMEZ-MÁRQUEZ, Montserrat. Implementación del OEE en el proceso de fabricación de vidrio templado. Revista de Invención Técnica 2019. 3-10:11-21

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: martinglezs@itshuatusco.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Este proyecto tiene como finalidad la implementación de la razón OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos), dentro de las líneas de producción de vidrio templado, con el fin de que sirva de guía en la mejora de los procesos y contar con una métrica respecto al uso de los recursos empleados en la producción.

La investigación se desarrolla en una industria ubicada en el Estado de México, por razones de confidencialidad se omite el nombre de ella, así como los procesos analizados se identifican con abreviaturas.

Actualmente dicha organización presenta varios problemas en sus procesos productivos como: tiempos de paro por mantenimiento, alto porcentaje en desperdicio de material, producto defectuoso y bajo rendimiento en las líneas de producción. Para tratar de atacar los problemas anteriores se propone la implementación del OEE, ya que al ser un indicador de la efectividad global del equipo, integra tres indicadores importantes que son: el ritmo de producción, la disponibilidad y la calidad.

En primer lugar se realiza un análisis FODA que permita identificar el escenario interno y externo que guarda la empresa actualmente, posteriormente se realiza un análisis del proceso de producción de vidrio templado, identificando las etapas y los equipos involucrados en el proceso, con el fin de identificar aquellas actividades que no aportan valor y que en consecuencia generan bajo un desempeño en los indicadores que engloban al OEE.

A continuación se diseñan plantillas en hojas de cálculo para hacer la recolección de datos que permitan determinar los índices de desempeño, poder tener una primera estimación del OEE y hacer una evaluación sobre las áreas de oportunidad en las que se puede incursionar. Derivado de esto, se proponen dos estrategias principales, la primera que consiste en la reducción de tiempos simplificando la ejecución de actividades, y como segunda la mejora tecnológica en el equipo de corte, adecuando el herramental para que pueda procesar dos tipos de parte, reduciendo los tiempo de cambio.

Una vez implementadas dichas acciones, se procede a realizar una nueva medición de los indicadores y se determina el desempeño global del OEE, encontrando una mejora del 5% en relación al mes anterior.

## Revisión de literatura

La medición del desempeño de las áreas internas que conforman un proceso productivo permite conocer en tiempo real el estado, la evolución y las problemáticas asociadas, de manera que es posible pronosticar fallas con el fin de generar acciones oportunamente. Medir permite planificar con mayor certeza y confiabilidad los eventos, procesos y procedimientos en toda área interna productiva de la industria. La medición del desempeño permite identificar con mayor precisión las oportunidades de mejora de un proceso dado, incluyendo el análisis y justificación del origen de los eventos. Una de las razones más importantes radica en la necesidad de conocer a fondo los procesos administrativos, técnicos, de producción y apoyo que se den en la industria para gestionar su mejoramiento.

Un indicador es una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso referenciado en variables cuantitativas o cualitativas, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas. También es la conexión de dos medidas relacionadas entre sí, que muestra la relación en ellas (Mejía Nieto, 2012). Trabajar con indicadores exige disponer de todo un sistema que abarque desde la adquisición de los datos que caractericen la ocurrencia del evento hasta la retroalimentación de las decisiones que permiten mejorar los procesos. Los indicadores pueden ser valores, unidades, índices, etc.; es decir, factores que permiten establecer el logro y el cumplimiento de la misión, objetivos estratégicos y metas de una organización.

Antes de realizar la implementación de los indicadores en un estudio de seguimiento y medición de desempeño en una compañía, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Lo que no se puede medir, no se puede controlar.
- Lo que no se puede medir, no existe.

- Los indicadores son un medio y no un fin.
- Actualidad: es un valor fluctuante basado en la medición acerca de lo que se hace en el presente con los recursos y restricciones existentes.
- Capacidad: es un valor fijo, significa lo máximo que podría hacerse con los recursos existentes y bajo las restricciones presentes. Es importante hacer explícitos los recursos y restricciones que se relacionan con la capacidad máxima.
- Potencialidad: es lo máximo que se puede obtener si se desarrollan los recursos y se remueven los “cuellos de botella” para mejorar la capacidad. (Mora, 2011).

### OEE (Overall Equipment Effectiveness)

El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos), es una razón que mide la eficiencia de los equipos industriales, tiene una gran ventaja ya que también se puede interpretar como medición global de tres índices importantes que son: la disponibilidad, el ritmo de producción y la calidad.

De acuerdo a (Cruelles, 2010) el tener un OEE de, por ejemplo el 40% significa que de cada 100 piezas buenas que la maquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de los tres índices que integran al OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia o ritmo de producción (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) y calidad (se han producido unidades defectuosas). (Cruelles, 2010)

Los indicadores anteriores los calculamos de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación disponible}}{\text{Tiempo de operación total}} \quad (1)$$

$$\text{Ritmo} = \frac{\text{Producción total}}{\text{Producción potencial}} \quad (2)$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción de calidad producida}}{\text{Producción total}} \quad (3)$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Ritmo} * \text{Calidad} \quad (4)$$

Si integramos a estos factores como subconceptos de un concepto principal vamos a encontrar la fundamentación de esta ecuación y con ello tendremos el marco de seguridad que nos permite tomar el conocimiento como seguro.

La efectividad global del equipamiento de una planta es un problema complejo y por lo tanto sus elementos no tienen relaciones causa-efecto unívocas y por ello funcionan en una conjunción donde si uno de los elementos se hiciera cero todos los demás elementos no podrían compensar su falta. (Belohlavek, 2006).

El OEE se ha determinado en diversos tipos de industrias a nivel mundial, con el fin de establecer un punto de comparación basado en una herramienta que trasciende más allá de la particularidad de cada sector en su proceso productivo. En la siguiente tabla se muestran las diferentes categorías de acuerdo al desempeño obtenido del OEE en la industria:

%OEE	Calificación	Avance hacia clase mundial	Competitividad
OEE < 65%	Inaceptable	Se producen importantes pérdidas económicas.	Muy baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas.	Baja competitividad.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Continuar la mejora para superar el 85% y avanzar hacia la clase mundial. Ligeras pérdidas económicas.	Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Entra en valores de clase mundial.	Buena competitividad.
OEE > 95%	Excelencia	Valores de clase mundial.	Excelente competitividad.

**Tabla 1** Escala de evaluación del OEE. Fuente: Una herramienta de Mejora, El OEE, Alonso G. Hugo L., Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya, 2009.

## Análisis FODA

El análisis FODA tiene sus orígenes en la obra *Business Policy, Text and Cases* (1965), escrita por cuatro profesores de la Universidad de Harvard, Edmund Philip Learned (1900-1991), Roland Chris Christensen (1919-1999), Kenneth Richmond Andrews (1916-2005) y William D. Guth. Este análisis es uno de los primeros modelos que se interesan por el entorno externo una organización. Hasta entonces, los modelos de estrategia tenían tendencia a limitarse a la planificación estratégica, sin tener en cuenta realmente su entorno.

Hoy en día, el análisis FODA se usa principalmente en los departamentos de marketing de las grandes empresas, pero también hay muchas PYMES que lo emplean como herramienta de ayuda en la toma de decisiones. (Speth, 2016)

Las variables que contempla el análisis FODA comprende los siguientes conceptos: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. A continuación se describe en que consiste cada uno de ellos:

- **Fortalezas:** es algo en lo que la organización es competente, se traduce en aquellos elementos o factores que estando bajo su control, mantiene un alto nivel de desempeño, generando beneficios. Las fortalezas pueden asumir diversas formas como: recursos humanos maduros, capaces y experimentados, habilidades y destrezas importantes para hacer algo, activos físicos valiosos, finanzas sanas, etc.
- **Debilidades:** significa una deficiencia o carencia, algo en lo que la organización tiene bajos niveles de desempeño y por tanto es vulnerable, denota una desventaja ante la competencia, con posibilidades pesimistas para el futuro. Al igual que las fortalezas éstas pueden manifestarse a través de sus recursos, habilidades, tecnología, organización, productos, etc.

- **Oportunidades:** son aquellas circunstancias del entorno que son potencialmente favorables para la organización y pueden ser cambios o tendencias que se detectan y que pueden ser utilizados ventajosamente para alcanzar o superar los objetivos. Las oportunidades que pueden presentarse en cualquier ámbito, como el político, económico, social, tecnológico, etc., dependiendo de la naturaleza de la organización, pero en general, se relacionan principalmente con el aspecto mercado de una empresa.
- **Amenazas:** son factores del entorno que resultan en circunstancias adversas que ponen en riesgo el alcanzar los objetivos establecidos, pueden ser cambios o tendencias que se presentan repentinamente o de manera paulatina, las cuales crean una condición de incertidumbre e inestabilidad en donde la empresa tiene muy poca o nula influencia, las amenazas también, pueden aparecer en cualquier sector como en la tecnología, competencia, nuevos productos, políticas gubernamentales, impuestos, etc. (Ramírez, 2009)

## Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se implementaron una serie de etapas, las cuales se describen a continuación:

### Análisis FODA.

Antes de iniciar con el desarrollo del proyecto se decide implementar este análisis ya que permite tener un diagnóstico preciso del funcionamiento interno y externo de la organización, para su realización se contó con la participación de las áreas directivas y los jefes de los principales departamentos relacionados con el área de producción. Dicho análisis se presenta a continuación:

Fortalezas	Debilidades
La organización es dinámica, busca el crecimiento y desarrollo. Está abierta al cambio y las mejoras. Se cuenta con productos de calidad.	No se encuentran definidas claramente las responsabilidades. Alto porcentaje de desperdicio. Mala comunicación en las áreas operativas.
Amenazas	Oportunidades
Empresas competidoras incursionen en el mismo mercado. Perder nuevos segmentos de mercado.	Incursionar en otros estados de la república. Precios competitivos.

**Tabla 2** Análisis FODA.

Fuente: *Elaboración propia.*

Del análisis anterior podemos concluir que la empresa tiene amplias oportunidades de crecer en nuevos mercados, ya que puede competir en base a un producto de calidad, aunado aún precio competitivo, sin embargo, si la empresa no optimiza sus procesos operativos y administrativos, corre el riesgo de ser desplazada por la competencia en nuevos mercados.

### Descripción del proceso.

En segundo lugar se procedió a realizar un análisis del proceso de producción de vidrio templado, el cual consta de las siguientes etapas:

**Corte:** L-2 es la máquina utilizada para el corte de vidrio monolítico, la función de esta máquina es realizar trazos perfectos sobre la lámina de vidrio, el carro de corte y da precisión al mismo mediante una rulina de diamante.

**Desfilado:** G-A es la máquina que realiza desbaste a los filos del vidrio, para darle presencia al mismo. Consiste en desbastar los lados del vidrio mediante dos muelas de diamante.

**Cantado:** G-B es la máquina que realiza detalle curvo a los filos del vidrio.

**Lavado:** cuando hablamos de desbaste del vidrio, se considera que se expulse una merma que en el ámbito de corte de vidrio se conoce como polvo de vidrio, que debe ser removido del mismo, por lo que la máquina Billco – Danger realiza este trabajo de lavado para que no se dañe el vidrio con el polvo que ocasiona rayas o talladuras.

**Decorado:** Decoradoras Studio son utilizadas para este trabajo, en estas líneas continuas se utilizan decoradoras automáticas, su función principal es, mediante un carro de impresión y un estencil generar el decorado por el lado aire del vidrio, y estos decorados pueden ser de varios tipos y modelos.

**Horneado:** la máquina Temglass realiza la parte semifinal de este proceso, su función es cambiar las propiedades del vidrio haciéndolo más resistente al choque térmico, resistente a los cambios mecánicos a tracción, flexión o torsión y le brinda mayor resistencia mecánica al impacto.

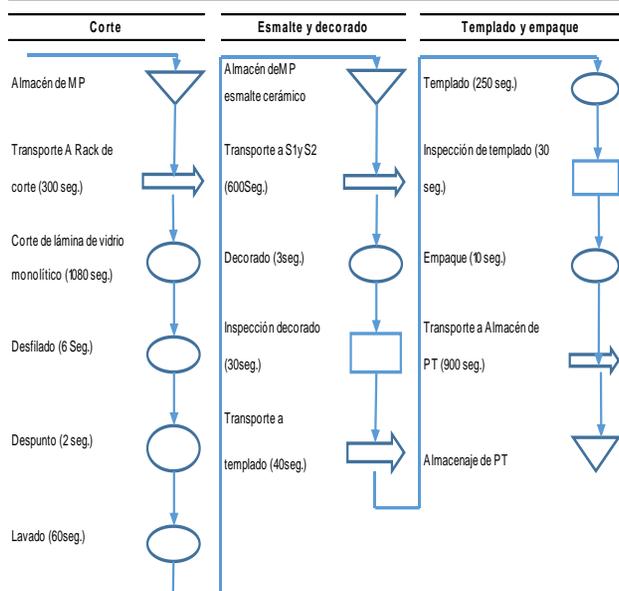
**Inspección:** el equipo de calidad realiza labores de inspección antes de empacar el producto final y destinarlo al cliente, se realizan inspecciones visuales y se identifican los defectos tanto en la calidad del decorado, como en la calidad del templado.

**Empaque:** una vez certificada por el área de calidad el producto final es empacado con papel encerado, evita que los vidrios tengan contacto directo entre si y puedan dañarse. Se empacan en cajas de madera resistente, dentro de ella se coloca una bolsa plástica y dentro de ella se coloca el vidrio de esta forma evitan que el producto final obtenga daños durante su transporte a destino final (cliente).

**Almacenaje:** las cajas son transportadas con el montacargas y almacenadas para su posterior entrega al cliente.

Una vez descritas las actividades que se desarrollan en la fabricación de vidrio templado, se procede a realizar el análisis de tiempos del proceso, a partir del siguiente diagrama de flujo de proceso:

Empresa:	Confidencial	Hoja:	1de1
Departamento:	Producción	Fecha:	Octubre 2018
Líneas:	A y B	Método:	Actual
Analista:	JLL		
Inicio de proceso:	Almacén de MP	Finaliza:	Almacén de PT



**Figura 1** Diagrama de proceso  
Fuente: Elaboración propia.

Del diagrama anterior podemos observar que el proceso de producción de vidrio templado se realiza en un total de 3,311 segundos, los cuales 1,840 segundos corresponde a actividades de transporte y 60 segundos a inspección, siendo las que cubren el mayor porcentaje del tiempo total, además de ser actividades que no aportan valor al proceso. Lo antes descrito lo podemos observar en el siguiente cuadro resumen:

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (seg.)
○	Operación	7	1,411
➡	Transporte	3	1,840
□	Inspección	2	60
D	Demora	0	0
▽	Almacenaje	3	0
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>3,311</b>

**Tabla 3** Cuadro resumen.  
Fuente: Elaboración propia

### Implementación del OEE.

En tercer lugar se procede a la obtención de la información necesaria para la determinación del OEE, esta se obtendrá del reporte de producción que se genera día a día, en el cual se reportan los avances de producción por pieza y en metros cuadrados, dicho reporte se presenta a continuación:

Corte Manual							
FPR-01-006		147,322	###	0	0		
Fecha / Turno				Tiempo			
Día	Tur	Inic	Fi	Uti	M	M	f
2E+05	1	10:00	14:00	240			
2E+05	2	14:00	21:40	460	60		
2E+05	2	13:00	17:30	270	30		
2E+05	3	21:40	06:00	480	30		
2E+05	3	22:50	06:00	430	30		

**Figura 2** Reporte de producción del área de corte.  
Fuente: Elaboración propia

		81,682	710		
Líder de Área	Descripción de número a producir	Piezas de aprovechamiento		Medid a de pieza	prov
	OP # de pa	Utilizac	Piezas x obtel	No confc - me	P
922	22662 29d2736pm03	100	1	4	700 500
3248	22662 29d2736pm03	338	1		
3248	22662 29d2736pm03	96	1		
1791	22662 29d2736pm03	276	1		
1791	22662 29d2736pm03	389	1		

**Figura 3** Reporte de aprovechamiento del área de corte  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al formato presentado en las figuras 2 y 3, se reporta la cantidad de piezas procesadas por inicio y termino orden de producción (OP). En las columnas se reporta la fecha en la que se está trabajando, el turno (1°, 2°, 3°), el inicio y fin de la OP, se cuantifican los minutos que se utilizaran en la operación para cada turno, se reporta el tiempo muerto en minutos; por mantenimiento, y por eventos de fuerza mayor, adicionalmente se presenta: código del líder de área, OP y numero de parte a procesar, piezas realizadas, piezas por obtener, y la cantidad de pieza no conformes, finalmente se reportan las dimensiones del vidrio a procesar.

Con los datos que se reportan en la bitácora, se facilita la vinculación de una plantilla para el cálculo de OEE., para ello se creó una hoja de cálculo para determinar los indicadores: disponibilidad, rendimiento, calidad. Dicha hoja fue segmentada de acuerdo a las etapas del proceso, y para cada etapa se cuenta con una bitácora por separado, en el primer libro se encuentran los indicadores del área de corte, en el segundo libro se encuentra el cálculo de los indicadores de la línea A, en el tercer libro se encuentra el cálculo de los indicadores de la línea B, en el cuarto libro se encuentra el cálculo de los indicadores de la decoradora Studio1 , en el quinto libro se encuentra el cálculo de la decoradora Studio 2, en el quinto libro se encuentra el cálculo de los indicadores del área de templado y por último en el sexto libro se muestra el resumen y promedio de estos indicadores por semana.

A continuación se presentan las hojas de cálculo creadas, mostrando los datos del primer día en el que se inicia esta plantilla, sobre el cálculo de los indicadores de corte, cabe resaltar que se aplica para el cálculo de los indicadores de las demás etapas y el resumen semanal del cálculo OEE.

Fecha	Turno	OP	# de parte	Tiempo disponible	Tiempo de operación	Producción posible (pza)	Prod. No conform	Prod. Buena	Dispo	Ritmo	Cali	OEE %
240918	1	22662	9E+10	60	45	616		616	0.750	0.4006	1.00	30.5
240918	1	22662	211-172	330	315	7526	22	7504	0.9545	0.5467	1.00	52.04
240918	1	22662	29d273	90	60	408		408	0.6667	0.3817	1.00	25.4
240918	2	22662	29d273	340	300	4532		4332	0.8824	0.8479	1.00	74.81
240918	2	22662	29d273	120	40	434	8	426	0.3333	0.4402	0.98	14.4

Figura 4. Formato de cálculo para indicadores OEE  
Fuente: Elaboración propia.

Se vinculó la bitácora mostrada en al figura 4, en la que ya se registraban los datos anteriormente con esta nueva plantilla, los resultados de las columnas de disponibilidad, ritmo, calidad y OEE, se calculan automáticamente.

Al hacer uso de la plantilla para el cálculo de los indicadores OEE, se obtuvieron los resultados esperados para la semanas 40 a 43 que comprenden de las fechas del 01 de octubre del 2018 al 02 de noviembre del 2018. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Semana	L-2	G-A	G-B	S-A	S-B	Tamg.	Disp.
01/10/18 - 07/10/18	68%	44%	35%	42%	42%	98%	55%
08/10/18 - 14/10/18	62%	42%	40%	47%	47%	81%	53%
15/10/18 - 21/10/18	55%	44%	47%	38%	38%	81%	51%
22/10/18 - 28/10/18	65%	50%	46%	53%	53%	79%	58%
29/10/18 - 02/11/18	59%	43%	45%	56%	56%	78%	56%
							54%

Tabla 4 Indicador disponibilidad  
Fuente: Elaboración propia

La tabla 4 muestra la disponibilidad de las maquinas en cada semana, en promedio es de 54%, lo que quiere decir, es que de 100 minutos de operación de las máquinas de la línea A y B, solo se están aprovechando 54 min, los otros 46 minutos están siendo perdidos por tiempo muerto por mantenimiento, producción o externas. En términos más simples si el turno es de 8 horas \* 60 min= 480 min - 30 min de comida = 450 min\* 3 turnos por día = 1,350 min, sin tomar en cuenta otros factores de tiempo que pudieran intervenir en la pérdida de tiempo. Estaríamos hablando que de esos 1350 minutos que las líneas disponen para operación, se están aprovechando 729 minutos y los 621 minutos que restan son tiempo muerto.

La siguiente tabla presenta la estimación del ritmo de producción de las líneas A y B:

Semana	L-2	G-A	G-B	S-A	S-B	Tamg.	Ritmo
01/10/18 - 07/10/18	83%	91%	35%	59%	59%	94%	70%
08/10/18 - 14/10/18	88%	76%	40%	56%	56%	69%	64%
15/10/18 - 21/10/18	73%	79%	81%	59%	59%	71%	70%
22/10/18 - 28/10/18	80%	91%	86%	72%	72%	70%	79%
29/10/18 - 02/11/18	75%	73%	77%	76%	76%	69%	74%
							72%

Tabla 5 Indicador ritmo de producción  
Fuente: Elaboración propia

La tabla 5 muestra el ritmo de las maquinas en cada semana, pero en promedio el ritmo de las líneas A y B es de 72%, lo que quiere decir que de 100 piezas que las máquinas de la línea A y B pueden procesar, se están procesando 72 piezas. Lo que tiene sentido ya que la disponibilidad de las maquinas no se está aprovechando del todo, esto repercute directamente en la producción.

A continuación se presenta el cálculo del índice de calidad:

Semana	L-2	G-A	G-B	S-A	S-B	Tam g.	Calidad
01/10/18 - 07/10/18	100%	100%	83%	90%	90%	94%	93%
08/10/18 - 14/10/18	91%	93%	72%	98%	98%	74%	88%
15/10/18 - 21/10/18	88%	86%	89%	83%	83%	76%	84%
22/10/18 - 28/10/18	98%	100%	95%	86%	86%	76%	90%
29/10/18 - 02/11/18	91%	80%	84%	98%	98%	74%	87%
							88%

**Tabla 6** Indicador calidad

Fuente: Elaboración propia

Analizando los datos anteriores, podemos ver que la disponibilidad afecto al indicador de ritmo, y en consecuencia este último afecta a la calidad, la tabla 6 representa el promedio de calidad con la que se procesan las piezas en las líneas A y B, de acuerdo a los datos del mes de octubre. La calidad es de 88% digamos que de 100 piezas procesadas 88 piezas son de calidad y 22 de ellas son destinadas a desecho y reproceso.

Finalmente con los tres indicadores anteriores podemos realizar el cálculo del OEE, el cual se presenta en la siguiente tabla:

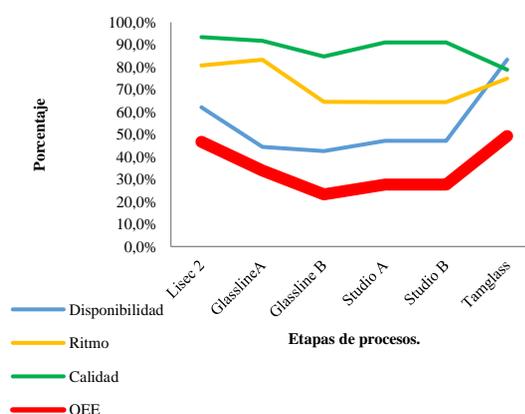
Semana	L-2	G-A	G-B	S-A	S-B	Tamg.	OEE
01/10/18 - 07/10/18	56%	40%	10%	22%	22%	87%	40%
08/10/18 - 14/10/18	49%	29%	11%	26%	26%	42%	31%
15/10/18 - 21/10/18	35%	30%	34%	18%	18%	44%	30%
22/10/18 - 28/10/18	51%	45%	38%	33%	33%	42%	40%
29/10/18 - 02/11/18	40%	25%	29%	41%	41%	40%	36%
							35%

**Tabla 7** Cálculo del OEE

Fuente: Elaboración propia

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de los tres indicadores y del OEE durante el mes de octubre 2018:

Indicadores OEE de las líneas A y B, Octubre 2018.



**Gráfico 1** Comportamiento de indicadores y OEE

Fuente: Elaboración propia

En lo general la tabla 7 nos muestra que el porcentaje de OEE del mes de octubre en las líneas de producción fue de 35%, lo que se traduce en: que de 100 piezas de vidrio que las líneas podían producir, solo se produjeron 35.

En el gráfico 1, podemos observar claramente que el indicador de disponibilidad es el más bajo respecto a los demás, y esto es consecuencia de los paros de máquina y tiempos muertos, esto tendrá una repercusión directa en lo que podemos producir, en el ritmo de producción y en la calidad que se obtenga, finalmente esto se ve reflejado en un OEE bajo.

Tomando en cuenta que la evaluación global del OEE, de acuerdo a lo mostrado en la tabla 7, se obtuvo un rendimiento del 35%, lo cual en la escala global de evaluación, representa un desempeño “inaceptable” para los procesos, lo cual representa una gran área de oportunidad para mejorar dicho desempeño.

### Implementación de estrategias de mejora

Para iniciar como ya sabemos el ciclo de procesamiento de vidrio templado, de las líneas A y B inicia en el área de almacén de materia prima, posteriormente en el área de corte, esta área es la que presenta mayor tiempo de demora (ver tabla 3), en el proceso de cortar las láminas de vidrio monolítico con un tiempo de 1080 segundos. Por lo que se optó por realizar un estudio de tiempos y movimientos para analizar el proceso de corte y determinar aquellas actividades que consumen mayor tiempo por movimientos o acciones innecesarias.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de proceso para el corte de láminas de vidrio monolítico, tomemos en cuenta que la máquina Lisec es operada por una persona y otra más se ocupa de distribuir las láminas a las líneas A y B.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS						
Área de trabajo:	Código de área:	Elaborado por:	Revisó:	Procedimiento:		
Corte	S/R	JL	AS	Actual		
Nombre del proceso:		Corte de láminas de vidrio				
Código:	S/N	Fecha:	29/10/2018	Pág.	1 de 1	
Simbología:	Operación	Inspección	Transporte	Almacenaje	Demora	
Descripción:	○	□	⇒	▽	D	
No. Act.	Descripción	○	□	⇒	▽	D
1	Transporte de rack MP a corte					180 seg
2	Posicionar rack					60 seg.
3	Tirar lámina en mesa					8.43 seg.
4	Encuadramiento					9.80 seg.
5	Inicio de corte					180 seg.
6	Barrer scrap					30 seg.
7	Desechar scrap					20 seg.
8	Liberar lámina cortada					14.9 seg.
9	Destace manual de escuadraturas					8.95 seg.
10	Desecha escuadraturas					50 seg.
11	Destace de columnas					240 seg.
12	Inspección de piezas					60 seg.
13	Distribución de pzas.					101 seg.
14	Aspirar mesa corte					117 seg.
Total		12	1	1	0	0
						1080 Seg

**Figura 5** Diagrama de flujo de proceso, área de corte

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, podemos observar que el paso 5 lo realiza la máquina, el operador puede aprovechar este paso para realizar el paso 6 y 7 y así ahorrarse algunos segundos. La cantidad de láminas que se pueden cortar con el tiempo ahorrado es el siguiente: los operadores tienen la capacidad de cortar 13 láminas por ciclo digamos que el ciclo dura 1080 segundos.

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de corte por lámina} \\ &= \frac{1080 \text{ segundos}}{32 \text{ láminas}} \\ &= 33.75 \text{ segundos por lámina.} \end{aligned} \quad (5)$$

Si se fusionan los pasos 6 y 7 con el paso 5, nos estaríamos ahorrando 50 segundos. Esto significa que se estaría cortando 1.48 partes de una pieza de vidrio con este tiempo ahorrado.

Si se habla que durante el turno realizan un promedio de 25 ciclos:

$$\begin{aligned} \text{Piezas adicionales} &= 25 \text{ ciclos} * \\ 1.48 \text{ piezas} &= 37 \text{ piezas por turno} \end{aligned} \quad (6)$$

Con esta propuesta se estarían obteniendo 37 piezas adicionales por turno, lo cual impactará en el indicador de ritmo.

Como segunda estrategia de mejora, se identificó que la máquina G-A y G-B tiene una restricción, muy notoria ya que solo podían desfilar los vidrios, más no se podía realizar el canteado, por lo que solo se procesaban números de parte con especificaciones de acordes a esta limitante. Esta restricción retrasaba los procesos y los hacía más complejos ya que si en un día laboral había que cantar las máquinas G-A y G-B se quedaba paradas, perdiendo tiempo valioso para la producción.

Actualmente existen equipos G-A y G-B, que pueden realizar ambas acciones por lo que se propone la idea de adaptar un cabezal para el canteado de las piezas. Se propuso esta innovación al personal de producción, con el argumento de que podría procesar diferentes números de parte y así poder eliminar esta limitante. La respuesta fue favorable, así que el siguiente paso fue solicitar la compra y fijación del cabezal cantador al área de mantenimiento.

Anteriormente a esta propuesta, los números de parte programados en m<sup>2</sup> para desfilado ascendía a los 320,000 m<sup>2</sup>, con esta innovación se pretende aumentar la producción en un 40%.

**Resultados**

Las mejoras que se realizaron en las líneas continuas A y B tuvieron efectos favorables en el sistema de indicadores. Al ahorrar tiempos, mejorar los procesos y haciendo que los espacios fueran óptimos para realizar las actividades. Cabe resaltar que las líneas deben estar en constante movimiento, con el fin de que los procesos no sean obsoletos y así poder satisfacer las especificaciones del cliente.

A continuación se muestra el indicador de disponibilidad de las líneas A y B, de las semanas 44 a 48 que comprende de las fechas 03 de noviembre al 06 de diciembre del año 2018.

Semana	L-2	G-A	G-B	S-A	S-B	Tamg.	Disp.
03/11/18 - 09/11/18	60%	53%	47%	60%	60%	77%	59%
10/11/18 - 16/11/18	80%	55%	48%	90%	90%	79%	74%
17/11/18 - 23/11/18	68%	80%	80%	52%	52%	82%	69%
24/11/18 - 30/11/18	70%	69%	49%	58%	58%	90%	66%
30/11/18 - 06/12/18	73%	57%	50%	53%	53%	82%	61%
							60%

**Tabla 8** Indicador disponibilidad, Noviembre  
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se observa que la disponibilidad incremento en 4 % más que el mes de Octubre, y eso gracias a la reducción de tiempos que se realizó en el área de corte, con 50 segundos ahorrados por turno, además de la habilitación de las bilaterales en los equipos G-A y G-B, en la que ahora se aprovechan al máximo los tiempos de operación y ahora se procesan más números de parte.

Lo anterior impacta de manera directa en el indicador de ritmo producción, ya que este incrementa de manera proporcional al tiempo, por lo que se registró un aumento del 1% con respecto al mes de octubre. En la tabla 9, se presenta el comportamiento de dicho indicador:

Semana	L-2	G-A	G-B	S-A	S-B	Tamg.	Disp.
03/11/18 - 09/11/18	80%	77%	81%	71%	71%	71%	75%
10/11/18 - 16/11/18	82%	82%	77%	70%	70%	74%	76%
17/11/18 - 23/11/18	84%	82%	82%	60%	70%	70%	74%
24/11/18 - 30/11/18	82%	84%	82%	65%	75%	70%	76%
30/11/18 - 06/12/18	87%	84%	81%	70%	70%	72%	78%
							73%

**Tabla 9** Indicador ritmo de producción, Noviembre  
Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta el comportamiento del indicador de calidad, el cual también presentó un incremento del 1% en relación al mes anterior, lo cual es una señal de que las estrategias implementadas son correctas.

Semana	L-2	G-A	G-B	S-A	S-B	Tamg.	Disp.
03/11/18 - 09/11/18	90%	85%	90%	88%	88%	75%	86%
10/11/18 - 16/11/18	94%	93%	88%	80%	80%	90%	87%
17/11/18 - 23/11/18	96%	90%	91%	67%	67%	76%	81%
24/11/18 - 30/11/18	96%	91%	88%	98%	98%	90%	93%
30/11/18 - 06/12/18	100%	100%	96%	98%	98%	77%	95%
							89%

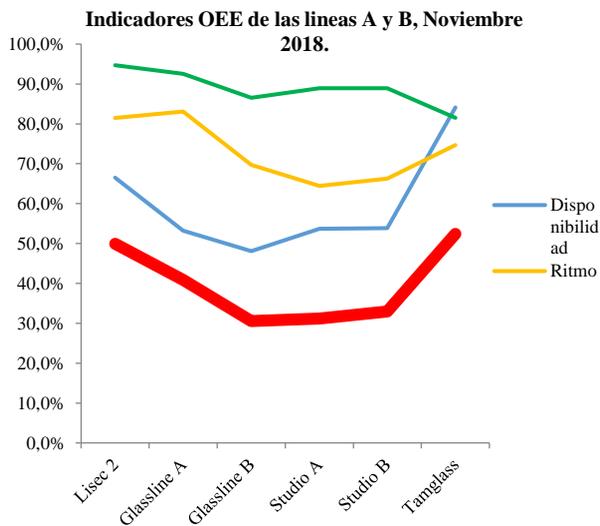
**Tabla 10** Indicador calidad, Noviembre  
Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla representa el comportamiento de los tres indicadores antes mencionados, así como la determinación del OEE

Indicador	L-2	G-A	G-B	S-A	S-B	Tam g.	Líne as A y B
Disponibilidad	66.5 %	53.2 %	48.1 %	53.7 %	53.9 %	84.1 %	60%
Ritmo	81.5 %	83.1 %	69.7 %	64.4 %	66.3 %	74.6 %	73%
Calidad	94.7 %	92.5 %	86.5 %	89.0 %	89.0 %	81.5 %	89%
<b>OEE</b>	<b>50 %</b>	<b>41 %</b>	<b>31 %</b>	<b>31 %</b>	<b>33 %</b>	<b>52%</b>	<b>40%</b>

**Tabla 11** Determinación del OEE, Noviembre

La siguiente gráfica muestra el desempeño obtenido en el mes de noviembre, entre los tres indicadores medidos y el OEE:



**Gráfico 2** Comportamiento de indicadores y OEE

Fuente: *Elaboración propia.*

## Conclusiones

Como podemos observar se presentó un incremento del 5% en el OEE respecto al mes anterior, esto indica que las estrategias implementadas fueron exitosas. Sin embargo la organización aún debe trabajar en acciones que le permitan mantener e incrementar el porcentaje del OEE, como podemos observar en la figura número 7, el indicador que presenta una mayor área de oportunidad es el de disponibilidad. Esto implica que se debe aprovechar al máximo el tiempo efectivo de producción de los equipos, se recomienda implementar programas de mantenimiento total productivo (TPM) que permitan reducir los tiempos de paro debidos a fallas o a intervenciones no programadas.

## Referencias

Alonso G. Hugo (2009), Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad global de equipo), Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya.

Belohlavek, Peter (2006), Overall Equipment Effectiveness, Blue Eagle Group, Buenos Aires

Cruelles, José (2010). La teoría de la medición del despilfarro, Torrijos, Toledo, España.

Mejía Nieto, Javier (2012). Taguchi, Revista Universidad Eafit-No. 78, Medellín.

Mora Gutiérrez, Alberto (2005), Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios, AMG, Medellín.

Ramírez Rojas, José (2009), Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas, Ciencia Administrativa 2009-2, México.

Speth, Christophe (2016), El análisis DAFO, los secretos para fortalecer su negocio, 50minutos.es, España.

## Medidor de grados Brix en Uvas

### Grape Brix Meter

ARELLANO-YAÑEZ, Ricardo\*†, LOPEZ-REYES, Fernando Octavio y DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, Rene Félix

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Ricardo, Arellano-Yañez/ CVU CONACYT ID: 688402*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Fernando Octavio, Lopez-Reyes/ CVU CONACYT ID: 274438*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Rene Félix, Domínguez-López/ CVU CONACYT ID: 299393*

DOI: 10.35429/JOTI.2019.10.3.22.24

Recibido 11 de Abril, 2019; Aceptado 17 de Junio, 2019

#### Resumen

Contribución: El medidor de grados brix tiene la finalidad de usarlo en campo y laboratorio para recolectar la información correspondiente a este parámetro (grados brix) para muestrear los cultivos de hortalizas, frutales y principalmente uvas que se tienen en los viñedos de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, poder dar seguimiento a los grados de madures de las uvas así como de las parras de estos viñedos mediante la recolección de datos y análisis incluso poder decidir en base a los resultados de grados brix tomados y analizados por el medidor el cosechar este producto en el mejor momento. Objetivos: Desarrollar un medidor de grados brix para uso tanto didáctico como profesional, que permita muestrear en campo este parámetro en las plantas y principalmente en el fruto de los viñedos de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes como en la región circundante de la misma para monitorear el grado de madurez de los cultivos y así determinar la mejor temporalidad de cosecha de las uvas en base a análisis de datos procurando obtener el mejor producto para la producción de vinos de mesa. Metodología: Se habrá de considerar el método de refracción de luz y también por conductividad para desarrollar el dispositivo para medir los grados brix, ya que son un métodos simples y de uso común, se hará el procesamiento electrónico de la muestra en el mismo aparato haciendo una comparación de parámetros de acuerdo con la escala determinada para los diferentes tipos de uva que se quiere monitorear, se almacenara los datos de un numero de muestras y se hará los cálculos estadísticos necesarios que arrojaran el resultado y sugerirá en base a estos el momento idóneo de cosecha, dichos datos podrán ser descargados en una base de datos para su historial y monitoreo en laboratorio.

#### Medidor – Brix – Uva

#### Resumen

Contribution: The brix degree meter has the purpose of using it in the field and in the laboratory to collect the information corresponding to this parameter (brix degrees) to sample the crops of vegetables, fruit trees and mainly grapes that are held in the vineyards of the Technological University of North of Aguascalientes, being able to monitor the ripeness of the grapes as well as the grapevines of these vineyards through data collection and analysis, and even decide based on the results of brix grades taken and analyzed by the meter to harvest this product at the best time. Objectives: To develop a brix degree meter for both didactic and professional use, which allows us to sample this parameter in the field in the plants and mainly in the fruit of the vineyards of the Technological University of the North of Aguascalientes and in the surrounding region of the same for monitor the degree of maturity of the crops and thus determine the best seasonality of harvesting the grapes based on data analysis trying to obtain the best product for the production of table wines. Methodology: The light refraction method and also for conductivity should be considered to develop the device to measure the brix degrees, since they are a simple and commonly used methods, the electronic processing of the sample in the same device will be done a comparison of parameters according to the scale determined for the different types of grapes that you want to monitor, the data of a number of samples will be stored and the necessary statistical calculations will be made that will yield the result and will suggest in based on these the ideal time of harvest, said data may be downloaded in a database for its history and laboratory monitoring.

#### Meter - Brix – Grape

**Citación:** ARELLANO-YAÑEZ, Ricardo, LOPEZ-REYES, Fernando Octavio y DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, Rene Félix. Medidor de grados Brix en Uvas. Revista de Invención Técnica 2019. 3-10:22-24

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ricardo.arellano@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

Un parámetro de monitoreo de la madurez de las uvas es el nivel de grados Brix que contiene y con esto se puede determinar también el buen sabor de estas.

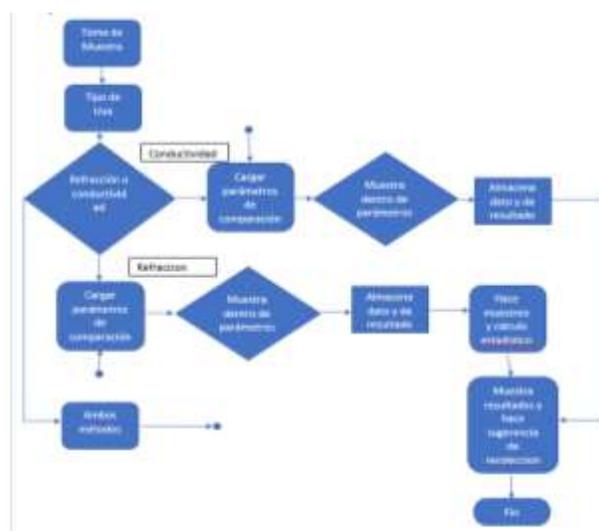
En si el parámetro de grados Brix sirve para medir el dulzor que tienen las frutas o verduras, por tanto, entre mayor sea la cantidad de grados Brix mayor dulzura habrá en la muestra.

Un ejemplo de este parámetro es si se tiene 25 °Bx (grados Brix) significa que tienes 25 gramos de 100 gramos totales de solución, con esto diríamos que si sale un nivel alto de °Bx quiere decir que tiene muchos solidos con respecto al total, los cuales pueden ser azucares disueltos y de ahí el sabor dulce o no.

En otras palabras, el cociente total de sacarosa o sal disuelta en un líquido, es la concentración de sólidos- solubles. En el ejemplo anterior sería así: contiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido, en 100 g de solución hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua”. También los °B sirven o es un medio para determinar el punto óptimo de recolección de producto.

Otra ventaja de este parámetro es ofrecer información in situ sobre la planta y determinar si se esta alimentando bien, en otras palabras, si se logra extraer la savia del cultivo a través de sus hojas y dicha savia se puede pasar por el medidor de grados brix y examinar este parámetro para establecer si la planta está en buenas condiciones.

Se desarrollará este analizador con ambos métodos de refracción y conductividad buscando dar funcionalidad por ambos métodos e incluso se podrá hacer la comparación de ambas mediciones y determinar una mayor precisión de la medición realizada.



**Figura 1** Diagrama de flujo de metodología para funcionamiento de medidor de grados Brix

Brix	EC	pH	INTERPRETACION
Alto	Alta	Alta	Buena actividad microbiana equilibrada. Condiciones óptimas de cultivo.
Bajo	Bajo	Bajo	Solución nutritiva o sustrato empobrecido, acidificado. Puede ser debido a una falta de actividad microbiana en el suelo. Los elementos que actúan como parámetros en el suelo, tales como nitrógeno y fósforo pueden faltar. También puede ser falta de oxígeno. Posible que la relación de calcio y magnesio está fuera de balance.
Bajo	Bajo	Alto	Solución nutritiva o sustrato empobrecido, baseificado. Puede ser debido a una falta de actividad microbiana en el suelo. Los elementos que actúan como parámetros en el suelo, tal como nitrógeno o fósforo pueden faltar. Pueden faltar nutrientes o gases necesarios.
Bajo	Alto	Bajo	Las sales no forman complejos. Puede ser debido a una falta de actividad microbiana en el suelo. Las condiciones ácidas del sustrato pueden producir que elementos o iones se encuentren en niveles negativos y no pueden ser "acompañados". Pueden causar de calcio, magnesio, potasio o sodio. Exceso de sales.
Bajo	Alto	Alto	Las sales no forman complejos. Puede ser debido a una falta de actividad microbiana en el suelo. Elementos o iones tales como nitrógeno fósforo en cantidades excesivas y no ser "acompañados". Pueden faltar nutrientes o gases o magnesio. Así como haber un exceso de aluminio.

Los valores normales se entienden 12 N Grados Brix, 24 en EC y 6.4 y 8.2 pH.

**Tabla 1** Tabla Patrón para interpretación de la evolución del cultivo en grados brix



**Figura 2** Forma física propuesta del dispositivo

Con el dispositivo propuesto se piensa ofrecer a la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes un medidor para hacer los muestreos y análisis en situ y en laboratorio de las muestras de uvas que se usaran para la producción de vinos de mesa, buscando desde el cultivo el desarrollo de productos de calidad que logren dar un buen posicionamiento a estos productos y hacer en conjunto con las carreras de vitivinicultura y mantenimiento industrial un proyecto integrador que sirva incluso para buscar el análisis de otros productos.

Es importante mencionar que este medidor será un desarrollo para uso de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes en primera instancia y con el tiempo se pudiera proponer para el desarrollo de más dispositivos para otras instituciones.

### Metodología a desarrollar

La metodología que se está siguiendo en este proyecto es en base a los datos proporcionados por el área de vitivinicultura respecto a lo que se debe monitorear así como los parámetros de comparación y buscando las metodologías actuales de análisis de grados brix, buscando realizar un medidor que integre las opciones de análisis por refracción y conductividad así como la toma de datos, su comparación, análisis, muestreo y procesamiento, con la finalidad que dichos análisis brinden una toma de decisiones en base a datos y no solo con el expertis de los usuarios.

### Resultados

Hasta el momento el resultado obtenido es la propuesta teórica y digital para el desarrollo de un medidor de grados brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), además se está desarrollando el algoritmo correspondiente para el software operacional y la selección del hardware correspondiente para brindar la confiabilidad en el uso de este medidor.

### Anexos

### Agradecimiento

Se agradece el apoyo otorgado, a el área de vitivinicultura durante desarrollo de este medidor, así como a la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes por parte de sus autoridades correspondientes

### Conclusiones

El medidor que se obtendrá será en base a lo propuesto, siendo este un medidor necesario para el uso en el monitoreo de los viñedos de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, para ofrecer productos de alta calidad desde sus cultivos.

### Referencias

NMX-Z-013-1977. Guía para Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Mexicanas., NMX-F-103-1965. Norma Oficial de Método de Prueba para la Determinación de "Grados Brix.

<https://agriculturers.com/que-son-los-grados-brix/>

<http://www.elbruixot.com/semillasdemaria/grad-os-brix-el-secreto-de-una-planta-bien-alimentada/>

<https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-103-1982.PDF>

<http://www.cndsca.gob.mx/eficienciaproductiva/normas/2013/NMX-f-436-SCFI-2011.pdf>

## Evaluación de los extractos acuosos de ruda (*ruta graveolens*) y epazote (*chenopodium ambrosioides*) en el control de mosquita blanca (*bemisia tabaci*) en laboratorio

### Evaluation of aqueous extracts of ruda (*ruta graveolens*) and epazote (*chenopodium ambrosioides*) in the control of white fly (*bemisia tabaci*) in the laboratory

RAMOS-AGUILAR, Maribel†\*, CALDERON-GONZALEZ, Giuliana y MELESIO-ENRÍQUEZ, Jaime Iván

Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, Tecnológico Nacional de México

ID 1<sup>er</sup> Autor: Maribel Ramos-Aguilar/ ORC ID: 0000-0002-9766-8706, Researcher ID Thomson: X-2909-2018, CVU CONACYT ID: 953293

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Giuliana, Calderón-Gonzalez/ ORC ID: 0000-0003-2670-6004, Researcher ID Thomson: X-3088-2018, CVU CONACYT ID: 953348

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Jaime Iván, Melesio-Enríquez/ ORC ID: 0000-0002-3853-1523, Researcher ID Thomson: X-2903-2018, CVU CONACYT ID: 953319

DOI: 10.35429/JOTI.2019.10.3.25.30

Recibido 13 de Abril, 2019; Aceptado 9 de Junio, 2019

#### Resumen

En los últimos años, el uso de extractos naturales ha sido una alternativa en el control de insectos-plaga en la búsqueda de un equilibrio entre el ambiente, la producción y el ser humano (Molina 2001). El objetivo fue realizar un estudio de la efectividad de dos extractos acuosos de las plantas aromáticas ruda y epazote así como una combinación de ambos para el control de mosquita blanca (*bemisia tabaci*). El ensayo se hizo bajo un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y con diez repeticiones en laboratorio. Las pruebas se realizaron en hojas de frijol infestadas con mosquita blanca y colocadas en cajas Petri tapadas con malla antiáfidos, las cuales fueron rociadas con los extractos sin diluir. Posteriormente se realizó un análisis estadístico por medio de un ANOVA y prueba de comparación de medias con los datos arrojados en base a la cantidad de mosquitas muertas. El estudio arrojó como resultado que el tratamiento elaborado por la combinación de los extractos de ruda y epazote, fue el más efectivo. Dicho estudio se llevó a cabo con la finalidad de contribuir con una alternativa para el control *ruta graveolens* natural de la *bemisia tabaci*.

#### Plaga, Extractos, Control

**Citación:** RAMOS-AGUILAR, Maribel, CALDERON-GONZALEZ, Giuliana y MELESIO-ENRÍQUEZ, Jaime Iván. Evaluación de los extractos acuosos de ruda (*ruta graveolens*) y epazote (*chenopodium ambrosioides*) en el control de mosquita blanca (*bemisia tabaci*) en laboratorio. Revista de Invención Técnica 2019. 3-10:25-30

#### Resumen

In recent years, the use of natural extracts has been an alternative in the control of pest insects in the search for a balance between the environment, production and the human being (Molina 2001). In the present work the objective was to conduct a study of the effectiveness of two aqueous extracts of the aromatic plants ruda and epazote as well as a combination of both for the control of white flies. The trial was done under a completely randomized experimental design with three treatments and ten laboratory repetitions. The tests were carried out on bean leaves infested with white flies and placed in Petri dishes covered with anti-aphids mesh, which were sprayed with undiluted extracts. Subsequently, a statistical analysis was carried out by means of an ANOVA and comparison test of means with the data thrown based on the number of dead flies. The study showed that the treatment developed by the combination of ruda and epazote extracts was the most effective. This study was carried out with the purpose of making contributions as an alternative for the natural control of *bemisia tabaci*.

#### Plague , Extracts, Control

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: maramos@itess.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Uno de los problemas fitosanitarios de mayor connotación en los últimos 15 años es la afectación causada en diversos cultivos por las grandes poblaciones de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*, *Gennadius*).

Los daños directos causados por este insecto se deben a su alimentación a expensas de los nutrientes de la planta y a desórdenes fisiológicos causados por el biotipo B, mientras que los indirectos se deben al crecimiento de hongos sobre la excreción de melaza por la mosca blanca y a la habilidad de transmitir virus (Byrne et al. 1990; Perring 2001 citado por Cuellar, M. & Morales, J. 2006).

En México, causa daños severos en las regiones hortícolas de Sinaloa, Sonora, Baja California, Nayarit, Guerrero, Jalisco, Chiapas y Tamaulipas en cultivos en invernadero como a campo abierto (Urias *et al.*, 1995 citado por Martínez, 2013)

El uso de insecticidas sintéticos para su control constituye una seria amenaza, ya que es un factor importante de contaminación al medio e intoxicación en humanos. (Cruz, 2009).

En los países subdesarrollados se tiene un gran número de fallecimientos debido a envenenamiento por plaguicidas sintéticos. Este tipo de intoxicación es un problema, principalmente por la aplicación de estos productos sin protección e inadecuada manipulación y se agrava, debido al analfabetismo y la pobreza de las comunidades agrícolas. (Nava, García, Camacho & Vázquez, 2012).

La utilización de insecticidas ya no resuelve la problemática de los insectos plaga, se debe recurrir a programas de manejo integrado y/o agroecológico de plagas, que emplee alternativas de bajo impacto ambiental, como son los extractos vegetales para control de insectos plaga (Laurentin et al., 2003; Zapata et al., 2006; Cook et al., 2007; Degenhardt, 2009, citado por Perales et. al, 2015)

En los últimos años, el uso de extractos naturales ha sido una alternativa en el combate insecto-plaga.

Estos extractos han tomado importancia debido a la búsqueda de un equilibrio entre el ambiente, la producción y el ser humano, en los que se consideran aspectos como la acción específica sobre el objetivo, impacto bajo o nulo en organismos circundantes y el ambiente, así como su impacto bajo o nulo en el cultivo (Molina, 2001).

Los efectos de los extractos son muy diferentes, dependiendo de los espacios en que se aplican, siendo más efectivos en los estudios de laboratorio (Cirigliano et. al, 2008).

Los extractos y aceites vegetales contienen grupos químicos e ingredientes activos de acción probada sobre la resistencia, repelencia y control de plagas, tales como terpenos, fenoles alcaloides, ácidos orgánicos (Catecuico y Protocatecuico), péptidos, ácidos grasos polinsaturados y del grupo Omega 3 (linoleico, Eicosapentanoico y Dodecahexanoico) Alicina, Alina, Quassina, Piperina, Capsicina, Cinnamyl aldehído, D - Limonene, diatomos, cafeína y nicotina (Corrales, 2018).

México es un país con una gran diversidad florística, con aproximadamente 30 000 especies de plantas que aún no han sido investigadas y que potencialmente pueden producir metabolitos secundarios con 17 propiedades plaguicidas y con posibilidad de emplearse en la agricultura (Hernández 1998 citado por Cruz, 2009).

Con base en lo anterior este trabajo busca evaluar el grado de efectividad que poseen los extractos naturales de epazote, ruda y una combinación de ambas sobre la mosquita blanca en laboratorio y que a su vez sirva como un antecedente par posteriores investigaciones.

## Objetivo general

Evaluar la efectividad de los extractos de ruda y epazote en el control de la mosquita blanca (*bemisia tabaci*) in vitro en laboratorio.

## Objetivos específicos

Evaluar tres tratamientos, extracto de ruda, epazote y una mezcla de ambos en el control de mosquita blanca.

Determinar cuál de los tratamientos es más efectivo.

Generar información como antecedente para el uso de extractos vegetales en el control de insectos plaga.

### Metodología a desarrollar

#### a) Área de estudio.

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de química del Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, ubicado en la localidad de Janicho, en la ciudad de Salvatierra, Guanajuato.

La localidad de Janicho se encuentra aproximadamente a 3.0 kilómetros en dirección suroeste de la ciudad de Salvatierra Guanajuato. Geográficamente se localiza 20° 12' 00" de latitud Norte (N) y 100° 54' 24" de longitud Oeste (O), a una elevación de 1833 msnm. Presenta una vegetación de bosque de encino, manejo agrícola. Tiene un clima cálido templado. En invierno hay en Salvatierra mucho menos lluvia que en verano. La temperatura promedio es de 18.5 °C. En un año, la precipitación media es 727 mm.

#### b) Procedimiento

##### Obtención de los extractos vegetales

Se realizó primeramente la recolección del material vegetal a utilizar, ruda y epazote. El material fue recolectado de los campos así como en diferentes hogares que constaban con dichas plantas.

Posteriormente el material fresco fue triturado en un mortero, con la finalidad de obtener una muestra de trabajo lo más fina posible para contar con un mejor proceso de extracción.

Para la extracción se utilizó la técnica de arrastre de vapor la cual consistió en colocar en un matraz 300ml de agua tridestilada como solvente y en otro se depositó el material vegetal triturado y se conectó dicho matraz a un refrigerante, así mismo se colocó un recipiente para obtener los extractos. Como se muestra en la figura 1.



**Figura 1** Equipo de extracción por arrastre de vapor en el laboratorio del ITESS

Finalmente los extractos se guardaron en frascos con la finalidad de conservarlos en reposo mientras se colectaba el material biológico, en este caso mosquita blanca, para probarlos.

##### Recolección del material biológico, mosquita blanca

La obtención de material biológico se realizó en una parcela de frijol del municipio y se empleó un método de captura directa. La recolección se hizo en cajas Petri al golpeo, y posteriormente las tapas se remplazaron por malla anti áfidos.

##### Diseño experimental y aplicación de los extractos

El diseño experimental que se empleó fue por un diseño completamente al azar (Reyes, 1980), con tres tratamientos con seis repeticiones por tratamiento, en promedio con 15 mosquitas blancas por repetición.

Para la aplicación de los extractos se usó un atomizador y se aplicaron 3ml de extracto acuoso sin diluir por pulverización hidráulica directamente a la caja Petri, ver Figura 3.



**Figura 2** Aplicación de extractos acuosos sobre la mosquita blanca

**Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó por medio de un Análisis de Varianza para un diseño completamente al azar con un nivel de confianza del 95%, y una prueba bilateral así como una comparación de medias de tratamientos por el método de Tukey mediante el programa Minitab V.17.

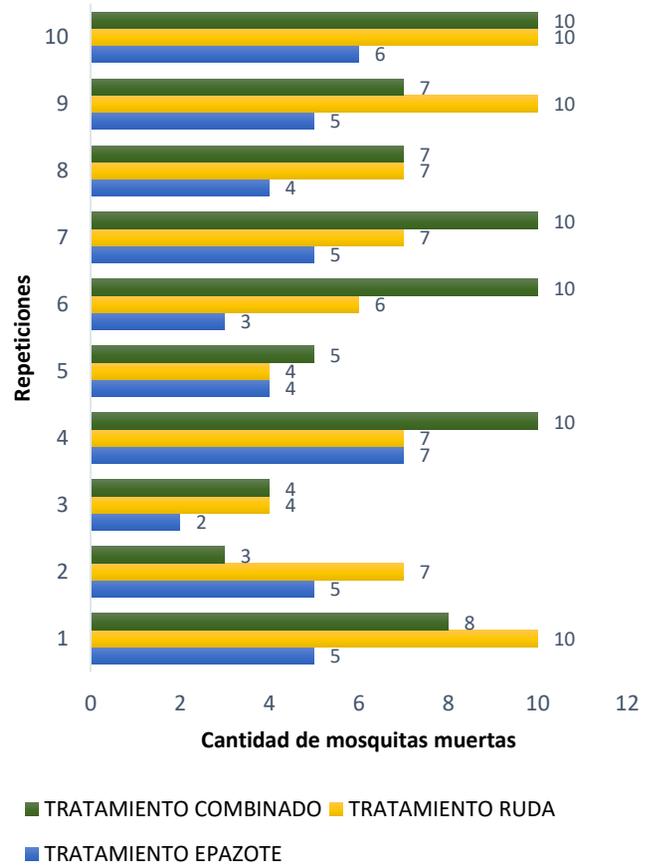
**Resultados**

Se obtuvieron diferentes muestras de extracto acuso de ruda y epazote de acuerdo al método utilizado. Se obtuvieron en promedio 15 individuos de mosquita blanca por caja Petri de la recolección en campo. Después de 48 horas de la aplicación de los extractos se contaron las mosquitas muertas por cada tratamiento y se obtuvieron los datos mostrados en la Tabla 1.

Repeticiones	Tratamiento		
	Epazote	Ruda	Combinado
1	5	10	8
2	5	7	3
3	2	4	4
4	7	7	10
5	4	4	5
6	3	6	10
7	5	7	10
8	4	7	7
9	5	10	7
10	6	10	10

**Tabla 1** Cantidad de Mosquitas blancas muertas por repetición después de 48 horas de aplicación de los extractos.

Al realizar el conteo de individuos muertos se comprobó que el extracto de ruda presentó más efectividad que el extracto de epazote, sin embargo la combinación de ambos extractos demostró solo por poco mejores resultados que el extracto de ruda.



**Gráfico 1** Respuesta por cada tratamiento

El Análisis de Varianza (ANOVA) para un diseño completamente al azar indicó que existe una diferencia significativa entre los tratamientos de acuerdo al valor de la probabilidad en comparación con el nivel de significancia, Tabla 2.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	48.80	24.400	5.13	0.013
Error	27	128.40	4.756		

**Tabla 2** Análisis de varianza

Así mismo, al realizar la prueba de Tukey, se obtuvo que existe diferencia entre los tratamientos, denotando una pequeña diferencia entre el efecto del tratamiento a base de ruda y el tratamiento combinado, apreciando se una diferencia más grandes con respecto a la media del tratamiento a base del extracto de epazote, Tabla 3.

Factor	N	Media	Agrupación
COMBINADO	10	7.400	A
RUDA	10	7.200	A
EPAZOTE	10	4.600	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 3. Prueba de Tukey

### Anexos



Figura 3. Apreciación de las mosquitas a las 48 horas de aplicación

### Agradecimiento

Al Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra y al estudiante Roberto Chávez Gutiérrez por su apoyo en la realización de esta investigación.

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que la mosquita blanca si tiene susceptibilidad a los extractos naturales de ruda y epazote, siendo la combinación de ambos extractos el tratamiento más efectivo. También se pudo demostrar que el extracto de ruda tiene mejor efectos que el extracto de epazote.

Así mismo se puede afirmar que estos extractos si funcionan en condiciones controladas de laboratorio, para lo cual será necesario en lo posterior hacer pruebas a campo abierto y en invernadero.

### Referencias

Avelino, M. Bibbins, M. D. Vallejo, V. & Reyes, J. (2019). Evaluación in vitro de la actividad citotóxica y antitumoral de plantas medicinales recomendadas en Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. Polibotánica, (47), pp. 113-135.

Chávez, E. (2005). Evaluación de programas fitosanitarios para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Biotipo B) en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en Zacapa. Tesis Lic. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Cirigliano, A., I. Colamarino, G. Mariegani and S. Bado. (2008) Biological effects of *Physalis peruviana* L. (Solanaceae) crude extracts and its major withanolides on *Ceratitis capitata* Wiedeman (Diptera: Tephritidae). Bol. San. Veg. Plagas. pp. 509- 515.

Corrales, C. (2018) Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. Agron. Costarricense [online]., Vol.42, No.2, p.93

Cruz, E. (2009) Efecto de extractos vegetales en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) bajo condiciones de laboratorio. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida, Yucatán, México., 1, pp. 70-80.

Cuellar, M. & Morales, F. (2006) La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Colombiana de Entomología, 32(1), pp. 1-9.

Martínez, Y. (2013) Efecto de plantas hospederas en la inducción enzimática detoxificativa y susceptibilidad a pesticidas en *Bemisia tabaci* (Gennadius). Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila, México.

Molina, N. (2001) Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades Revista Manejo Integrado de Plagas. No. 59, pp. 76-77.

Nava, E. García, C. Camacho, J. & Vázquez, E. (2012) Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. Vol.8, No. 3 Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 17- 29.

Perales, C. Bocanegra, J. Carrillo, C. & Chávez, L. (2015) Efectos de extractos vegetales en mosquita blanca bajo dos esquemas de aplicación. Revista Mexicana de Agroecosistemas, Volumen 2 (1), pp. 1-7.

Reyes, P. (1980) Diseño de experimentos aplicados. ISBN 968-24-0651-X. Ed. Trillas, México, D.F. pp.50-51

---

## **Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

---

### **[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]**

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

*International Identification of Science - Technology and Innovation*

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

#### **Resumen (En Español, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

#### **Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Invención Técnica. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

**Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente**

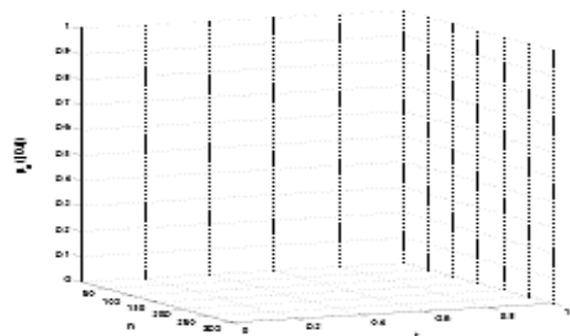
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

**Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables**

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij}$$

(1)

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

**Metodología a desarrollar**

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

**Resultados**

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

**Anexos**

Tablas y fuentes adecuadas.

**Agradecimiento**

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## **Conclusiones**

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## **Referencias**

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## **Ficha Técnica**

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## **Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:**

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Invención Técnica se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Invención Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Invención Técnica, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

#### **Servicios Editoriales:**

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

#### **Política Editorial y Administración**

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

## **ECORFAN®**

### **Editor en Jefe**

GUZMÁN - HURTADO, Juan Luis. PhD

### **Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

### **Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

### **Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

### **Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN® Taiwan), [sponsorships@ecorfan.org](mailto:sponsorships@ecorfan.org)

### **Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. [financingprograms@ecorfan.org](mailto:financingprograms@ecorfan.org)

### **Oficinas de Gestión**

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

# Revista de la Invención Técnica

“Análisis de las propiedades del sistema CaO – FeO – SiO<sub>2</sub> para su aplicación en escorias”

**GAMBOA-HERNÁNDEZ, Adriana, CAMPA-NÚÑEZ, Pantaleona, PEDROZA-FIGUEROA, Simón Alberto, MORENO-CASILLAS, Héctor Aurelio y SALCEDO-DÍAZ, Erika**

*Tecnológico Nacional de México*

“Implementación del OEE en el proceso de fabricación de vidrio templado”

**GONZÁLEZ-SÓBAL, Martín, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio y GÓMEZ-MÁRQUEZ, Montserrat**

*Tecnológico Nacional de México*

“Medidor de grados Brix en Uvas”

**ARELLANO-YAÑEZ, Ricardo, LOPEZ-REYES, Fernando Octavio y DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, Rene Félix**

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes*

“Evaluación de los extractos acuosos de ruda (*ruta graveolens*) y epazote (*chenopodium ambrosioides*) en el control de mosquita blanca (*bemisia tabaci*) en laboratorio”

**RAMOS-AGUILAR, Maribel, CALDERON-GONZALEZ, Giuliana y MELESIO-ENRÍQUEZ, Jaime Iván**

*Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra*

