

ISSN 2410-3950

Volumen 7, Número 23 – Julio – Diciembre – 2020

Revista de  
Sistemas  
Experimentales

**ECORFAN<sup>®</sup>**

## **ECORFAN-Bolivia**

### **Editor en Jefe**

BARRERO-ROSALES, José 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 Sistemas Experimentales**, Volumen 7, Número 23, de Julio a Diciembre - 2020, es una revista editada semestralmente por ECORFAN-Bolivia. Loa 1179, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia. WEB: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: BARRERO-ROSALES, José Luis. PhD ISSN-2410-3950. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD, LUNA-SOTO, Vladimir. PhD, actualizado al 31 de Diciembre del 2020.

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 del Derecho de Autor

# **Revista de Sistemas Experimentales**

## **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 Biología y Química, en las Subdisciplinas de química analítica, química farmacéutica, química física, química inorgánica, química, macromolecular, química nuclear, física de fluidos, física, estadística, física molecular, física teórica.

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 Sistemas Experimentales es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Bolivia, 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 química analítica, química farmacéutica, química física, química inorgánica, química, macromolecular, química nuclear, física de fluidos, física, estadística, física molecular, física teórica 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 Biología y Química. 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**

CARVAJAL - MILLAN, Elizabeth. PhD  
École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier

CÓRDOVA - GUERRERO, Iván. PhD  
Universidad de la Laguna

ARMADO - MATUTE, Arnaldo José. PhD  
Universidad de los Andes

RIVERA - BECERRIL, Facundo. PhD  
Institut National de la Recherche Agronomique

CRUZ - REYES, Juan. PhD  
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica

LOPEZ - ZAMORA, Leticia. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

STILIANOVA - STOYTCHEVA, Margarita. PhD  
Universidad de Tecnología Química y Metalurgia de Sofia

CORNEJO - BRAVO, José Manuel. PhD  
University of California

SOTERO - SOLIS, Victor Erasmo. PhD  
Universidade de São Paulo

OROPEZA - GUZMÁN, Mercedes Teresita. PhD  
National Polytechnique de Toulouse

## **Comité Arbitral**

ALVARADO - FLORES, Jesús. PhD  
Universidad Autónoma de Aguascalientes

DE LEON - FLORES, AneD. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTÍNEZ - QUIROZ, Marisela. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

MAGANA - BADILLA, Héctor Alfonso. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

VALDEZ - CASTRO, Ricardo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

QUIROZ - CASTILLO, Jesús Manuel. PhD  
Universidad de Sonora

SANTACRUZ - ORTEGA, Hisila del Carmen. PhD  
Instituto Tecnológico de Tijuana

MENDOZA - CASTILLO, Didilia Ileana. PhD  
Instituto Tecnológico de Aguascalientes

OCHOA - TERÁN, Adrián. PhD  
Tecnológico Nacional de México

FRONTANA - VAZQUEZ, Carlos Eduardo. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

SALDARRIAGA, Hugo. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de México

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Sistemas Experimentales 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 Bolivia 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 Métodos lógicos, métodos de investigación, método hipotético-deductivo, método de la observación científica, método de la medición, experimentación científica, climatología geología, geoquímica, acústica y a otros temas vinculados a las Biología y Química.

## **Presentación del Contenido**

Como primer artículo presentamos, *Estimación del parámetro poblacional de la producción de lactosuero agroindustrial con el método bayesiano y simulación Monte Carlo*, por MATEO, Nicolás, PURROY, Rubén, CRUZ, Lidilia y SÁNCHEZ, Fabiola, como segundo artículo presentamos, *Diseño, construcción y prueba de un prototipo para la propagación controlada de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, en la producción de Colonche del jugo de tuna Cardona*, por GASCA-VÁZQUEZ, Pedro, BERNARDINO-NICANOR, Aurea, GONZÁLES-CRUZ, Leopoldo y JUÁREZ-GOIZ, Mayolo, como tercer artículo presentamos, *Implementación de un indicador electrónico de nivel de gas en contenedores cerrados*, por SÁNCHEZ-MEDEL, Luis & GONZÁLES-SOBAL, Juan, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, como último artículo presentamos, *Unidad de control automatizado y conectividad móvil*, por LARA, Luisa, KAO, Luis, LOEZA, Fernando y ZAPATA, Martha, con adscripción en la Universidad Tecnológica Metropolitana.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Estimación del parámetro poblacional de la producción de lactosuero agroindustrial con el método bayesiano y simulación Monte Carlo</b> MATEO, Nicolás, PURROY, Rubén, CRUZ, Lidilia y SÁNCHEZ, Fabiola	1-6
<b>Diseño, construcción y prueba de un prototipo para la propagación controlada de levadura <i>Saccaromyces cerevisiae</i>, en la producción de Colonche del jugo de tuna Cardona</b> GASCA-VÁZQUEZ, Pedro, BERNARDINO-NICANOR, Aurea, GONZÁLES-CRUZ, Leopoldo y JUÁREZ-GOIZ, Mayolo	7-10
<b>Implementación de un indicador electrónico de nivel de gas en contenedores cerrados</b> SÁNCHEZ-MEDEL, Luis & GONZÁLES-SOBAL, Juan <i>Instituto Tecnológico Superior de Huatusco</i>	11-16
<b>Unidad de control automatizado y conectividad móvil</b> LARA, Luisa, KAO, Luis, LOEZA, Fernando y ZAPATA, Martha <i>Universidad Tecnológica Metropolitana</i>	17-24

## Estimación del parámetro poblacional de la producción de lactosuero agroindustrial con el método bayesiano y simulación Monte Carlo

### Estimation of the population parameter of agro-industrial whey production with the Bayesian method and Monte Carlo simulation

MATEO, Nicolás\*†, PURROY, Rubén, CRUZ, Lidilia y SÁNCHEZ, Fabiola

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Nicolás, Mateo*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Rubén, Purroy*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Lidilia, Cruz*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Fabiola, Sánchez*

DOI: 10.35429/JOES.2020.23.7.1.6

Recibido: Julio 10, 2020; Aceptado: Diciembre 30, 2020

#### Resumen

La investigación tuvo como objetivo estimar estadísticamente el volumen de lactosuero generado en el 100% de las agroindustrias de Tempoal, Veracruz, México, para disponer de información cuantitativa acerca del desecho que es vertido a los cuerpos de agua y que potencialmente se le puede dar tratamiento y valor agregado. Se empleó el método bayesiano de estimación que involucra a la media  $\mu$  de una población normal, el resultado fue comparado con el obtenido en una ecuación de regresión múltiple (RM) para verificar si el valor obtenido en la regresión cae en el intervalo de confianza Bayesiano; además, se utilizó la simulación Monte Carlo a 10,000 iteraciones. La ecuación de la RM arrojó que la generación de lactosuero en cada una de las 19 agroindustrias en el municipio de interés fue de 955.00 litros (lt) diariamente. Por su parte la ecuación para estimar  $\mu^*$  poblacional como una probabilidad a posteriori por el método bayesiano arrojó 958.15. Ambos valores se encuentran en el intervalo bayesiano calculado de 945.11 -971.20 lt; así mismo la simulación Monte Carlo arrojó que hay un promedio de 984.45 lt con un coeficiente de variación de 6.15% y una precisión del error al 95% de confianza de 0.1205%.

**Estimación Bayesiana, Monte Carlo, Distribución a priori, Lactosuero**

#### Abstract

The research aimed to statistically estimate the volume of whey generated in 100% of agroindustries Tempoal, Veracruz, Mexico to provide quantitative information about the waste is discharged into water bodies and potentially can be given treatment and value added. Bayesian estimation method was used involving the mean  $\mu$  of a normal population, the result was compared with that obtained in a multiple regression equation (RM) to verify whether the value obtained in the regression was in the confidence Bayesian interval; also, Monte Carlo simulation was used with 10,000 iterations. The equation of MRI showed that the generation of whey in each of the 19 agro-industries in the municipality of interest was 955.00 liters (lt) daily. Meanwhile the equation to estimate  $\mu^*$  population as a posteriori probability by Bayesian method yielded 958.15. Both values are in the Bayesian range calculated 945.11 -971.20 lt; Likewise, Monte Carlo simulation showed that there is an average of 984.45 lt with a coefficient of variation of 6.15% and an accuracy of error at 95% in confidence 0.1205%.

**Bayesian estimation, Monte Carlo, a priori distribution, whey Cheese**

**Citación:** MATEO, Nicolás, PURROY, Rubén, CRUZ, Lidilia y SÁNCHEZ, Fabiola. Estimación del parámetro poblacional de la producción de lactosuero agroindustrial con el método bayesiano y simulación Monte Carlo. Revista de Sistemas Experimentales. 2020. 7-23:1-6.

\* Correspondencia al Autor: (Correo electrónico: pacommatthew06@gmail.com)

† Investigador contribuido como primer autor.

## Introducción

En el estado de Veracruz, México existen 363 Unidades económicas registradas que procesan leche; en la Región Huasteca Alta Veracruzana (RHAV) existen 75 unidades, en el municipio de Tempoal hay 19, de acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2016). El Sistema de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP, 2014), reportó que la producción de leche de ganado bovino en Veracruz fue de 693 951 miles de litros, ocupando el sexto lugar nacional. Los 15 municipios de la RHAV tuvieron una producción total de 54 971.48 miles de litros en el 2014.

El interés de estimar estadísticamente la generación de lactosuero en las agroindustrias lácteas se debe a que el Norte del Estado de Veracruz se destaca principalmente por la actividad ganadera de doble propósito (carne y leche), siendo los residuos derivados de la leche los que representan daños ambientales al no tratar los desechos de los productos procesados. Por este motivo la estimación de la generación de lactosuero permitirá tener un diagnóstico cuantitativo para iniciar con diseños de tecnologías de tratamiento para esos volúmenes. El estudio busca comprobar la hipótesis de que en cada industria se generan por lo menos 1 000 litros de lactosuero diario.

## Fundamentación: Inferencia bayesiana

Los métodos clásicos de estimación de parámetros se basan sólo en información que proporciona la muestra aleatoria, interpretando esencialmente probabilidades como frecuencias relativas, denominadas como probabilidades objetivas (Walpole, Myers y Myers, 1999).

Sin embargo, cuando existe información adicional acerca de un parámetro  $\theta$  de la población  $f(x, \theta)$  y que dicho parámetro varía en función de alguna distribución de probabilidad  $f(\theta)$ , se debe estimar el valor particular  $\theta$  para la población de la muestra aleatoria seleccionada; dicha distribución de probabilidad se denomina distribución *a priori*, con media a priori  $\mu_0$  y varianza a priori  $\sigma_0^2$ ; las probabilidades que se asocian con esa distribución a priori se denominan probabilidades subjetivas.

Las técnicas bayesianas utilizan la distribución a priori  $f(\theta)$  que se obtiene de la experiencia y conocimiento de un individuo en un tema particular para llegar a la probabilidad subjetiva; y también usa la distribución conjunta de la muestra  $f(x_1, x_2, \dots, x_n, \theta)$  para calcular la distribución *a posteriori*. Los métodos bayesianos de estimación que involucran a la media  $\mu$  de una población normal, se basan en el siguiente teorema:

Si  $\bar{x}$  es la media de la muestra aleatoria de tamaño  $n$  de una población normal con varianza  $\sigma^2$  conocida, y la distribución a priori de la media poblacional es una distribución normal con media  $\mu_0$  y varianza  $\sigma_0^2$ , entonces la distribución a posteriori de la media poblacional también es una distribución normal con media  $\mu^*$  y desviación estándar  $\sigma^*$ , donde (1) y (2) (Walpole, *et al.* 1999):

$$\mu^* = \frac{n\bar{x}\sigma_0^2 + \mu_0\sigma^2}{n\sigma_0^2 + \sigma^2} \quad (1)$$

$$\sigma^* = \sqrt{\frac{\sigma_0^2\sigma^2}{n\sigma_0^2 + \sigma^2}} \quad (2)$$

El intervalo bayesiano del  $(1 - \alpha)100\%$  para  $\mu$  es (3):

$$\mu^* - \frac{z_{\alpha}\sigma^*}{2} < \mu < \mu^* + \frac{z_{\alpha}\sigma^*}{2} \quad (3)$$

Algunos modelos de estimación basan sus cálculos en distribuciones de probabilidad y tratan de analizar el comportamiento de las variables que en ellas se contemplan a fin de verificar la respuesta, sin embargo éstos modelos no toman en cuenta información subjetiva de cierta variable en particular que proviene de juicios del experto en la materia. En cambio otros modelos, sí consideran información subjetiva conocida como probabilidades subjetivas; tal es el caso de la Estadística Bayesiana, la cual basa su resultado en la combinación de la probabilidad objetiva y subjetiva (Serrano, 2003).

Así, el método Delphi, cuya herramienta basa su desarrollo en la obtención de datos confiables de un grupo de expertos (Tabares y Velásquez, 2013), puede proporcionar solución a problemas complejos, y éste método puede considerarse su aplicación junto con la Estadística Bayesiana, ya que proporciona información subjetiva de cierta variable.

Según Correa (2015) la Estadística Bayesiana ha cobrado fuerza en los últimos años frente a problemas de estimación, pronósticos, etc.

Características	Teoría Clásica	Teoría Bayesiana
Parámetros de Interés	Constantes desconocidas (parámetro fijo)	VARIABLES aleatorias (parámetro variable)
Probabilidad	Como frecuencia límite	Como incertidumbre
Distribución a priori	No existe	Existe y es explícita
Modelo Muestral	Se asume	Se asume
Distribución posteriori	No existe	Existe y se deriva
Intervalos	Intervalos de confianza	Intervalos de credibilidad
Razonamiento	Inductivo	Deductivo

**Tabla 1** Diferencias entre la teoría Clásica y la teoría Bayesiana

En la tabla 1 se observa que el enfoque bayesiano toma en cuenta la aleatoriedad, lo cual es importante puesto que la naturaleza de un conjunto de datos de cierta variable de interés siempre muestra cambios en el tiempo, logrando caracterizar mejor la realidad y realiza un mejor pronóstico o estimación.

### Revisión de la literatura

Valencia *et al.* (2014) indican que la estadística bayesiana toma en cuenta información a priori y posee un proceso de actualización de información a medida que se va contando con esta, es un análisis indicado para este tipo de pronósticos que no cuenta con mayor información histórica pasada. De manera similar lo expone Raftery (1999) quien sugiere que la distribución a priori puede ser subjetivamente determinada por el usuario cuando no se tiene información previa a la “experiencia”, o puede darse más objetivamente, cuando se tiene información, analizándose estadísticamente qué tipo de distribución posee. También Geweke y Whiteman (2004) destacan que el uso de información conocida a priori es lo que se piensa, y es la parte destacada de la inferencia bayesiana.

El método bayesiano ha tenido aplicaciones en muchos aspectos, tal es el caso del propuesto por Lee, Boatwright y Kamakura (2003) quienes plantearon un modelo bayesiano para el pronóstico de ventas semanales, previas al lanzamiento de álbumes musicales, los cuales se actualizan a medida que se obtienen los datos reales de ventas en el tiempo. El mismo enfoque le dieron Neelamegham y Chintagunta (1999) al emplear una estructura jerárquica bayesiana para pronosticar, llevando a cabo un análisis que predice ventas durante la primera semana de nuevos lanzamientos de películas estadounidenses en mercados internacionales.

Urban, Hauser y Roberts (1990) utilizan un método discreto de tiempo análogo de un proceso de Markov de tiempo continuo llamado macro-flow, para pronosticar el ciclo de vida de un nuevo modelo de carro antes de su introducción.

Flora (2005) usa técnicas bayesianas para mejorar la calidad estimativa y predictiva del modelo Ohlson, y los contrasta con los modelos clásicos, según la autora, los resultados con modelos clásicos contienen errores de predicción y tienen menos poder explicativo que los modelos bayesianos.

### Metodología

Se hizo un muestreo por conglomerados con base en información del DENE (2016) que pertenece al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y del SIAP (2014). Primeramente se tomó en cuenta la división de Veracruz en Regiones administrativas, conformado por 10 regiones, siendo seleccionada la RHAV (Conglomerado 1); el segundo paso fue seleccionar un municipio de dicha región entre los 15 municipios con los que cuenta; seleccionando a Tempoal, ubicado geográficamente entre los paralelos 21° 23' y 21° 43' de latitud norte; los meridianos 98° 05' y 98° 39' de longitud oeste; y altitud entre 20 y 160 msnm (INEGI, 2010) (Conglomerado 2), finalmente, en el conglomerado 3 se seleccionaron 8 agroindustrias de las 19 existentes en Tempoal (figura 1).

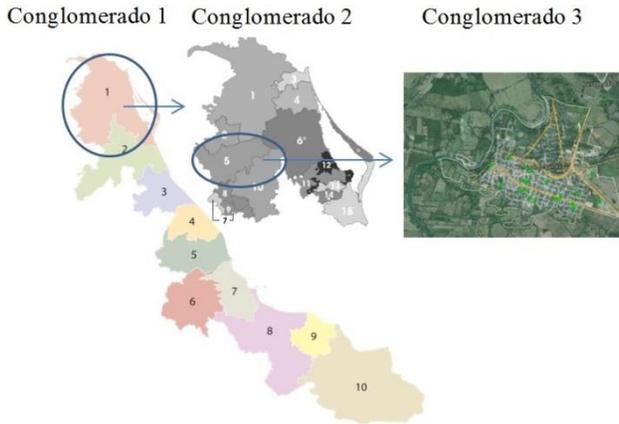


Figura 1 Muestreo por conglomerados

El muestreo fue realizado del 28 de noviembre al 20 de diciembre del 2015 y permitió hacer una visita de campo analizando el proceso productivo mediante la Ingeniería de Métodos. Se determinó el volumen de leche procesada por turno, la cantidad de lactosuero generado por leche procesada; lactosuero procesado para derivados; lactosuero comercializado y lactosuero desechado al sistema hidrosanitario (figura 1).

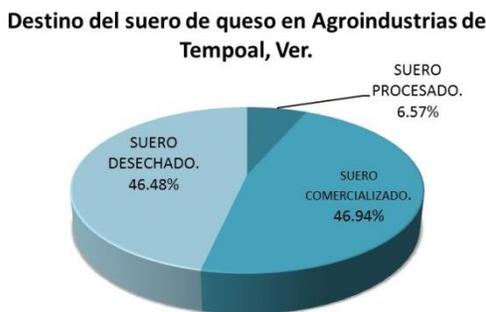


Gráfico 1 Destino del suero de queso en agroindustrias de Tempoal, Veracruz, México

Se analizó el proceso durante 10 días en las n=8 agroindustrias seleccionadas; se obtuvo información de la relación suero obtenido/leche procesada y masa obtenida/leche procesada. Los datos se analizaron para conocer el tipo de distribución; se verificó la normalidad por que sería a fin de comprobar si los datos se ajustan a una distribución normal y conocer sus estadísticos media  $\bar{x}$  y desviación estándar  $s$ .

	Godoy		Tempoalense		El Gringo		Herrera	
	LECHE	SUERO	LECHE	SUERO	LECHE	SUERO	LECHE	SUERO
	1717.83	1561.66	384.38	336.33	1156.37	770.91	1746.86	1079.08
	1261.19	1146.53	452.24	395.71	882.49	588.33	2715.03	1677.15
	1833.58	1666.89	653.54	571.85	775.97	517.32	2300.73	1421.23
	1219.61	1108.74	274.81	240.46	773.79	515.86	1690.60	1044.33
	822.85	748.05	478.86	419.00	1077.04	718.02	1394.68	861.53
	1523.28	1384.80	499.95	437.45	1257.24	838.16	971.92	600.38
	1403.00	1275.45	670.97	587.09	1147.68	765.12	1596.10	985.96
	1423.08	1293.71	546.23	477.95	533.46	355.64	2248.45	1388.93
	1406.13	1278.30	697.13	609.98	853.06	568.70	2099.26	1241.18
	1313.57	1194.15	552.42	483.37	1339.58	893.05	2218.74	1370.58
Media	1392.41	1268.83	521.05	455.92	979.67	653.11	1889.24	1167.04
Desv.est	278.21	252.91	132.88	116.27	254.72	169.82	509.36	314.64
AD	0.31	0.31	0.20	0.20	0.26	0.26	0.18	0.18
Valor P	0.49	0.48	0.83	0.83	0.63	0.63	0.89	0.89
	1314.12	1021.48	1593.09	657.15	1314.12	1021.48	1593.09	657.15
	1027.75	798.88	1362.33	561.96	1027.75	798.88	1362.33	561.96
	1374.63	1068.52	2087.22	860.98	1374.63	1068.52	2087.22	860.98
	1262.50	981.36	1896.28	282.22	1262.50	981.36	1896.28	782.22
	1370.98	1063.68	2170.67	895.40	1370.98	1063.68	2170.67	895.40
	659.13	512.35	1657.00	683.51	659.13	512.35	1657.00	683.51
	1288.90	1001.88	1012.74	417.75	1288.90	1001.88	1012.74	417.75
	1154.71	897.57	1373.78	566.68	1154.71	897.57	1373.78	566.68
	1502.48	1167.90	1984.08	818.43	1502.48	1167.90	1984.08	818.43
	1239.75	963.65	1914.18	789.60	1239.75	963.65	1914.18	789.60
Media	1219.49	947.92	1705.14	703.57	1219.49	947.92	1705.14	703.57
Desv.est	235.25	182.87	371.54	153.26	235.25	182.87	371.54	153.26
AD	0.62	0.62	0.28	0.28	0.62	0.62	0.28	0.28
Valor P	0.08	0.08	0.57	0.57	0.08	0.08	0.57	0.57

Tabla 2 Producción de suero/leche procesada en n=8 agroindustrias

La prueba de normalidad de Anderson-Darling (AD) arrojó que el conjunto de datos muestreados tanto de leche procesada como de suero obtenido siguen una distribución normal al 95% de confianza; en la tabla 2 se observan los valores P, los cuales son mayores al valor de significancia del 5% ( $P > 0.05$ ).

La media de medias de suero generado por cada agroindustria se utilizó como estadístico  $\bar{x}$ ; la varianza  $\sigma^2$  fue obtenida primero por cada muestreo y después para todos los datos, y los valores a priori  $\mu_0$  y  $\sigma_0^2$  fueron obtenidas de la expertise de los dueños del proceso. Los valores para la ecuación 1 y 2 se muestran en la tabla 3.

Origen de los datos	Estadísticos	Valor
Del muestreo	$\bar{x} =$	950.62
Del muestreo	$\sigma^2 =$	450.31
A priori	$\sigma_0^2 =$	208
A priori	$\mu_0 =$	986

Tabla 3 Valores obtenidos del muestreo y valores a priori para calcular el parámetro a posteriori

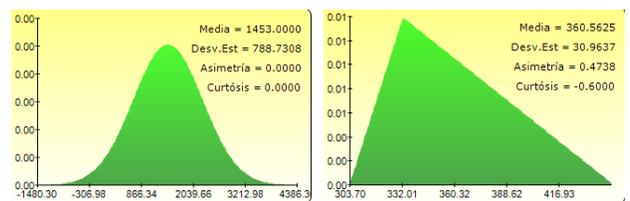


Gráfico 2 Distribuciones de probabilidad para las variables leche procesada y suero generado

Para contrastar los resultados, se realizó una comparación del método bayesiano de estimación con la técnica de Simulación Monte Carlo aplicado a una Regresión Múltiple (RM), cuyas variables independientes  $X_1, X_2$  se definen en la tabla 4:

Variable	Tipo de distribución	Parámetros
$X_1$ : Leche procesada. (lt)	Normal	$\bar{x}$ : 1453; $\sigma$ : 788.73
$X_2$ : Masa obtenida (kg)	Triangular	Min: 303.05, Moda: 332.10, Max: 446.51
y: Suero obtenido (lt)	-	-

**Tabla 4** Parámetros de  $X_1$  y  $X_2$  usados en la RM.

Las variables definidas son de tipo continua, el tipo de distribución y sus parámetros se observan en la tabla 4. Los parámetros fueron datos de entrada para la simulación, cuya variable y quedó definida como una ecuación de predicción de la RM (ecuación 4):

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (4)$$

Donde:

$\beta_j$ : parámetros del modelo (coeficientes de regresión).

$\varepsilon$ : Error aleatorio.

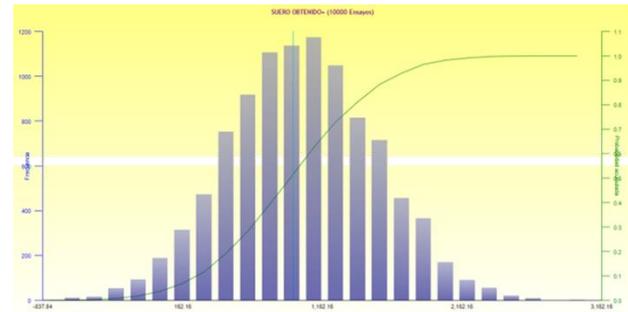
$X_j$ : Variables independientes.

## Resultados

La ecuación de la RM con la simulación Monte Carlo arrojó que la generación de lactosuero fue de 955.00 lt diariamente, con una media de 984.45 lt, un coeficiente de variación de 6.15% y una precisión del error al 95% de confianza de 0.1205%.

Por su parte la ecuación para estimar  $\mu^*$  poblacional como una probabilidad a posteriori por el método bayesiano arrojó 958.15. Ambos valores se encuentran en el intervalo bayesiano calculado de 945.11 -971.20 lt. El Gráfico 4 muestra el histograma de la simulación a 10000 iteraciones empleando la RM.

Las estadísticas para simulación a 10 000 iteraciones de la estimación de  $\mu^*$ , y el gráfico 4 de la simulación empleando RM se presenta en la tabla 5.



**Gráfico 4** Histograma de 10 000 iteraciones para la simulación "Suero obtenido" de la R.M

Estadísticas de la simulación	Simulación RM	Simulación Método bayesiano
Media	938.2476	984.4572
Mediana	936.3914	986.1366
Desviación estándar	527.2971	60.5094
Variación	278,042.26	3661.38
Coefficiente de variación	0.5620	0.0615
Máximo	2984.13	1230.7739
Mínimo	-939.86	712.0999
Rango	3,924.00	518.6740
Asimetría	0.0330	-0.1317
Curtosis	-0.0690	0.0378
Precisión de error al 95% de confianza	1.1015%	0.1205%

**Tabla 5** Resultados de la simulación

## Agradecimiento

Al Tecnológico Nacional de México por la aprobación del proyecto de investigación "Sistema de tratamiento del lactosuero para mitigar los efectos en sistemas hidrosanitarios en Tempoal, Ver.", así como al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca por el apoyo institucional.

## Conclusiones

La estimación por el método bayesiano, permitió cuantificar el volumen de lactosuero que las agroindustrias de Tempoal generan y vierten a los sistemas hidrosanitarios, estos resultados serán útiles para diseñar tecnologías de tratamiento con esa capacidad diaria.

## Referencias

Correa, J. C. (2005). *Estadística Bayesiana*. Medellín: Universidad Nacional - Sede Medellín.

Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/>

MATEO, Nicolás, PURROY, Rubén, CRUZ, Lidilia y SÁNCHEZ, Fabiola. Estimación del parámetro poblacional de la producción de lactosuero agroindustrial con el método bayesiano y simulación Monte Carlo. Revista de Sistemas Experimentales. 2020

Flora, Q. (2005). *Bayesian Forecasting of Stock Prices. Via the Ohlson model* (Tesis de maestría, Worcester Polytechnic Institute).

Geweke, J., & Whiteman, C. (2006). Bayesian forecasting. *The Handbook of Economic Forecasting*, 1-78. DOI: 10.1016/S1574-0706(05)01001-3

Tabares, C., y Velásquez, C. (2013). *Optimización del abastecimiento energético de Colombia, usando una técnica de pronóstico eficiente para la demanda*. (Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana).

Lee, J., Boatwright, P., & Kamakura, W. A. (2003). A Bayesian Model for Prelaunch Sales Forecasting of Recorded Music. *Management science*. Vol. 49, N°2, 179-196.)

Neelamegham, R., y Chintagunta, P. (1999). A Bayesian Model to Forecast New Product Performance in Domestic and International Markets. *Marketing science*. Vol. 18, N°2, 115-136.

Raftery, A. E. (1999). *Bayesian Model Selection in Social Research*. *Sociological Methodology*. Vol 25. 111-163. Recuperado de <https://www.stat.washington.edu/raftery/Research/PDF/socmeth1995.pdf>

Serrano, J. (2003). *Iniciación a la Estadística Bayesiana*. España: La Muralla

Sistema de Información Agropecuario y Pesquero <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-estatal-pecuario/>

Urban, G. L., Hauser, J. R., y Roberts, J. H. (1990). Prelaunch Forecasting of New Automobiles. *Management Science*, Vol. 36, No. 4, 401-421.

Valencia M. C., Ramírez S.A., Tabares, J. F. Y Velasquez C. A. (2014). *Métodos de pronósticos- clásicos y bayesianos con aplicaciones*. ISBN: 978-858-46-4735-1

Walpole, R. E, Myers, R.H., Myers S. L. (1999) *Probabilidad y estadística para ingenieros*. México. Prentice Hall

## Diseño, construcción y prueba de un prototipo para la propagación controlada de levadura *Saccaromyces cerevisiae*, en la producción de Colonche del jugo de tuna Cardona

### Design, construction and testing of a prototype for the controlled propagation of *Saccaromyces cerevisiae* yeast, in colonche production of Cardona tuna juice

GASCA-VÁZQUEZ, Pedro\*†, BERNARDINO-NICANOR, Aurea, GONZÁLES-CRUZ, Leopoldo y JUÁREZ-GOIZ, Mayolo

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Pedro, Gasca-Vázquez*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Aurea, Bernardino-Nicanor*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Leopoldo, González-Cruz*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Mayolo, Juárez-Goiz*

DOI: 10.35429/JOES.2020.23.7.7.10

Recibido: Julio 15, 2020; Aceptado: Diciembre 30, 2020

#### Resumen

El reto que hasta en la actualidad existía sobre el control del proceso de Producción de Colonche a partir del jugo de tuna Cardona era el control del proceso y su descomposición, esto es debido a que aún no ha podido posicionarse en un estatus aceptable en el mercado, y la razón fundamental es que su elaboración continua siendo de forma rudimentaria; es por esto, que la presente investigación muestra el interés de identificar las posibles variables que puedan estar relacionadas con el proceso de fermentación; por tal motivo se estableció un programa de estudio que requirió como primera actividad experimental el control de la actividad metabólica de la Levadura presente de manera endémica en la planta de Nopal y fruto; para el logro de esta actividad se aislaron las levaduras involucradas, su estudio a nivel laboratorio de manera individual y su control estricto, para evitar contaminación por la presencia de otros microorganismos y como experimentación continua realizar los ensayos a nivel de un fermentador construido de acero inoxidable C-14, tipo 304, con base inferior semiesférica, y tapa superior bridada, con cierre tipo CLAMP roscado, enchaquetamiento al cuerpo 80%, con lámina inoxidable C-16 y conexiones en tapa superior. cuya característica principal fuese el control de su temperatura, cierre hermético, agitación natural y su velocidad metabólica en el consumo de la fuente de carbono, para estudiar su capacidad reproductiva y su actividad fermentativa en la producción de la bebida fermentada llamada Colonche. Se ha logrado favorecer una producción de biomasa controlada y la obtención de una bebida similar al colonche de antaño, con la variante de haber obtenido una biomasa pura y una bebida fermentada estable y evitar que su descomposición. Esto promete su posible escalamiento a nivel industrial, apoyo a los productores de tuna y su posible proyección comercial.

**Biomasa de levadura, Colonche, prototipo**

#### Abstract

The challenge that until now existed on process control for Production of Colonche from prickly pear juice Cardona was the process control and decomposition, this is because it has not yet been able to position themselves in an acceptable status in the market and the fundamental reason is that their continued development being crudely; is why, this research shows the interest to identify potential variables that may be related to the fermentation process; for this reason a study program that required as the first experimental activity controlling the metabolic activity of the yeast present endemic in the Nopal plant and fruit is established; to achieve this activity yeasts involved were isolated, their study at laboratory level individually and strict control to avoid contamination by the presence of other microorganisms and as continuous experimentation perform the tests at the level of a fermenter made of stainless steel C-14, type 304 with hemispherical lower base and upper cover flange, with threaded closure clamp, the body jacketing 80%, C-16 stainless sheet and top cover connections. whose main characteristic was its temperature control, seal, natural agitation and metabolic rate in the consumption of the carbon source to study their reproductive capacity and fermentative activity in the production of fermented drink called Colonche. It has managed to favor a controlled production of biomass and obtaining a similar colonche of yesteryear, with the variant having obtained a pure biomass and stable fermented drink and prevent decomposition drink. This promises to their possible escalation at an industrial level, support to producers of tuna and its possible commercial projection.

**Pekle pear, Biomass, Colonche, Biorreactor**

**Citación:** GASCA-VÁZQUEZ, Pedro, BERNARDINO-NICANOR, Aurea, GONZÁLES-CRUZ, Leopoldo y JUÁREZ-GOIZ, Mayolo. Diseño, construcción y prueba de un prototipo para la propagación controlada de levadura *Saccaromyces cerevisiae*, en la producción de Colonche del jugo de tuna Cardona. Revista de Sistemas Experimentales. 2020. 7-22:7-10.

\* Correspondencia al Autor: (Correo electrónico: jmolivaresr@utsjr.edu.mx)

† Investigador contribuido como primer autor.

## Introducción

### Nopal Cardón

Es una planta arborescente, de 2 a 5 m de altura, ramificada, copa redondeada, tronco de color marrón y corteza casi lisa. Los cladodios de color verde oscuro grisáceo, recubiertos de una notoria capa de cera; de 20 a 30 cm, a veces de 45 cm de largo y de 12 a 23 cm, en ocasiones 27 cm de ancho y de 3 a 4 cm de espesor. Presentan aréolas muy pequeñas y próximas entre sí, con numerosas espinas y flores amarillas o naranjas (Figura 1) (Méndez y GARCÍA, 2006). Fruto muy succulento y menor número de semillas que otras especies (SCHEINVAR, 2004; MELGAREJO, 2000).



**Figura 1** Nopal Cardón y fruto

El fruto es una falsa baya con ovario ínfero simple y carnoso, la forma y tamaño de los frutos es variable, hay frutos con forma ovoide, redonda, elíptica y oblonga, con los extremos aplanados, cóncavos o convexos, está constituida por cáscara (33-50 %), pulpa (45-67 %) y semillas (2-10 %) del peso total del fruto. El color rojo-magenta del fruto Cardón y su pulpa lo hacen ser una baya y jugo de un atractivo único y sugestivo a su consumo (MÉNDEZ y GARCÍA 2006) (Tabla 2).

Muestra	Peso (g)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	% pulpa	% cáscara	% Semillas
Tuna de Zacatecas	76.4	6.4	4.8	26	70	4
Tuna de San Luis Potosí	58.0	4.2	3.8	28	68	4

**Tabla 2** Composición de la tuna Cardona

Sin embargo, uno de las restricciones para su explotación comercial es el hecho de que su tiempo máximo de consumo es de 15 días, y a partir de este tiempo o antes, se presenta una alteración acelerado que lo hace desagradable y rechazable por el consumidor. problema que no se había logrado detener, hasta que en estudios experimentales, más detallados y realizados por el por el equipo de investigación del Laboratorio de Investigación de Productos Alimenticios, logró aislar, propagar y realizar pruebas de producción de Biomasa y Colonche; con el equipo diseñado y ajustado a las mejores condiciones requeridas para la levadura y la eliminación de riesgos de contaminación de bacteriana.

### Hipótesis

El fermentador diseñado para la Producción de Biomasa y la obtención del Colonche al final del proceso, se logrará establecer, el tiempo donde se presenta la máxima producción de Biomasa, una bebida fermentada llamada Colonche con una vida media Mayor a los 15 días.

### Metodología

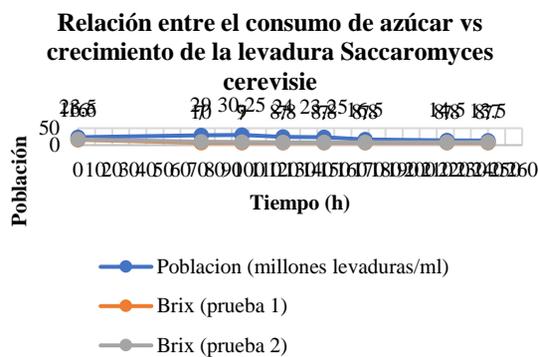
El procedimiento para la elaboración del Colonche a partir del jugo de tuna Cardona se describe a continuación: pelado de la tuna, molienda, filtrado para retirar semillas y pulpa, acondicionamiento del jugo y filtrado para quitar el resto de la pulpa. El jugo recuperado, se concentró hasta 16 °Brix, se colocó a temperatura entre 70-80 C en el fermentador, se enfrió aplicando un suministro de agua a temperatura de 30 C hasta lograr el equilibrio del sistema, se le agregó el pre inculo de levadura *Saccaromyces cerevisiae spp.*, y se mantuvo a una temperatura de 30 °C +/- 1°C, durante 30 días, los parámetros iniciales, después de su acondicionamiento fueron: 16.0

### Resultados

El procedimiento para la elaboración del Colonche a partir del jugo de tuna Cardona se describe a continuación: pelado de la tuna, molienda, filtrado para retirar semillas y pulpa, acondicionamiento del jugo y filtrado para quitar el resto de la pulpa.

El jugo preparado se colocó en un fermentador, se le agregó un pre inculo de levadura *Saccharomyces cerevisiae* y se mantuvo a una temperatura de 30 °C +/- 1°C, se monitorearon durante 30 días los parámetros iniciales (después de su acondicionamiento): 16.0 °Brix, pH de 5.20, acidez de 0.057 (mg ac. Cítrico/mL jugo), y se determinó el grado alcohólico (°GL) final (Figura 1).

Con base en los resultados obtenidos se encontró que la levadura en 10 días consumió el 56 % del azúcar (16.0-7.0 °Brix) y después del día 11 al 30 sólo consumió el 11% del azúcar; a los 30 días del experimento programado el azúcar residual fue de 6.2 y el grado alcohólico de 6° GL, por lo cual se puede concluir que el tiempo establecido para la fermentación son 10 días debido a que los cambios a partir del día 11 no son significativos.



**Gráfico 1** Respuesta de los experimentos en el Biorreactor utilizado para la propagación y producción de colonche.

El experimento se hizo por duplicado y la significación de las diferencias se analizó con la prueba de Tukey a un nivel de  $p < 0.05$ .

	° Brix	pH	Acidez (mg ácido cítrico/mL de jugo de tuna)
Antes del acondicionamiento	12.1	5.55	0.046
Después del acondicionamiento	16.0	5.20	0.057
Después de la fermentación	6.2	4.2	0.234

**Tabla 2** Composición del jugo de tuna Cardona (*Opuntia streptacantha*)

### Agradecimiento

Este proyecto fue financiado por Fondos mixtos en la convocatoria: **GTO-2008-C03-91651**

### Conclusiones

Los resultados obtenidos respecto al diseño, construcción del biorreactor para la propagación y producción de Colonche resultó Adhoc.

En los experimentos realizados se deduce que si se desea producir biomasa pura a los 92 h de iniciado el experimento se tendría la producción máxima de biomasa, como se registra en la Figura 2.

También se obtuvo el tiempo de 240 h en el cual la separación del Colonche es estable y adecuado para ser envasado y permitir la estimación vida de anaquel y establecer el tiempo de comercialización.

Se determinó un grado alcohólico entre 6-7 °G.L., lo que se etiqueta como una bebida de bajo grado alcohólico; con características sensoriales agradables y ser una bebida alcohólica distinguida.

Se logró evaluar un sistema de enfriamiento distinto a los comercialmente utilizados para controlar la temperatura de un biorreactor a nivel de laboratorio y de capacidad industrial (Figura 1). Por lo tanto, se concluye que es un diseño original.

### Referencias

- COHU, Olivier and BENKREIRA, Hadj. 1998. "Entrainment of air by solid surface plunging into a non – newtonian liquid". AICHE Journal. Vol. 44, No. 11, P 2360
- COULSON, J.M. y RICHARDSON, J.F. 1984. Ingeniería Química. Tomo III. Editorial Reverté, S.A. Segunda edición. España.
- DE LEÓN, A. et. al. 1995. "Diseño, caracterización y aplicación de un simulador de gradientes de oxígeno disuelto presentes en fermentadores de gran escala". Avances en Ingeniería Química 5 (1), 1 – 6.
- DEGALEESAN, Sujatha and DUDUKOVIĆ, Milorad P. 1998. "Liquid backmixing in bubble columns and the axial dispersion coefficient". AICHE Journal. Vol. 11, No. 11.
- MÉNDEZ, G. S. de J. y GARCÍA H. J. 2006. La Tuna: producción y diversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 68:1-16.

SCHEINVAR, L. 2004. Flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza. (pp. 310-312). México D.F., México. Fondo de Cultura Económica.

MELGAREJO, M. P. 2000. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas, Volumen 1, El medio ecológico, la higuera, el alcaparro y el nopal. (pp. 327). Madrid, España. Mundi- Prensa.

Brix, pH de 5.20, acidez de 0.057 (mg ac. Cítrico/mL jugo), al final del proceso, se determinó el grado alcohólico (°GL).

## Implementación de un indicador electrónico de nivel de gas en contenedores cerrados

SÁNCHEZ-MEDEL, Luis† & GONZÁLES-SOBAL, Juan

*Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. Reserva Territorial 100 C.P. 94100, México.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Luis, Sánchez-Mendel*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Juan, Gonzáles-Sobal*

DOI: 10.35429/JOES.2020.23.7.11.16

Recibido: Julio 15, 2020; Aceptado: Diciembre 30, 2020

### Resumen

México es un país en donde una gran parte de la población emplea gas LP de acuerdo a SECURED 2010 del INEGI, lo cual hace común la continua necesidad de conocer los niveles de gas para evitar un desabasto de combustible. Las compañías distribuidoras de gas utilizan carros para la repartición de tanques, pero ocasionan contaminación por ruido y un gasto de gasolina para transportarse buscando al cliente. La evolución de los dispositivos móviles busca la integración de los mismos a nuestras actividades diarias, muchas veces las personas usan aparatos electrónicos tales como tabletas y teléfonos inteligentes para poder ver su estatus en las redes sociales, entretenimiento o gestionar su tiempo, sin embargo es posible ampliar este espectro de uso mediante la incorporación de interfaces electrónicas a nuestros dispositivos domésticos. El objetivo de esta investigación es adquirir y registrar los niveles de un tanque cilíndrico de gas empleando una interfaz electrónica con vínculo a un dispositivo móvil que permita detectar fugas además anticiparse ante la falta de combustible midiendo el nivel del tanque y permita ubicar mediante GPS la ubicación del tanque además de concientizar al usuario sobre el uso de este recurso no renovable.

**Android, instrument virtual, Sistema de control**

### Abstract

Mexico is a country where a big part of its population uses LP gas according with INEGI's SECURED 2010, which makes common the continue necessity to determine the levels of gas to avoid a gas shortage. The gas distribution company uses cars to deliver the gas container but it causes noise pollution and gas mileage. The evolution of mobile devices aim for the integration of it selves to our daily activities, people uses many times electronics devices such as tablets and smartphones to check their network status in social networks, entertainment or time management, however it's possible to expand this spectrum of use by incorporating electronic interfaces to our home devices. The objective of this research is to acquire and register the levels of a cylindrical gas tank using an electronic interface paired with a mobile device that allows detecting gas leaks, also help the user to prevent gas mileage by measuring the tank level, in addition by using the GPS locate the tank to decrease the time of service and pollution by going to the exact spot and aid the user to be aware on the use of this nonrenewable resource.

**Android, virtual instrument, Control system**

**Citación:** SÁNCHEZ-MEDEL, Luis & GONZÁLES-SOBAL, Juan. Implementación de un indicador electrónico de nivel de gas en contenedores cerrados. *Revista de Sistemas Experimentales*. 2020. 7-23:11-16.

† Investigador contribuido como primer autor.

## Introducción

El consumo de gas es un servicio que utiliza el 89.5% de las personas que viven en México según datos recabados por el INEGI en el 2010 (INEGI, 2010); una gran parte de la población utiliza cilindros en los cuales se almacena el gas LP, lamentablemente al no poder ver el contenido en el recipiente y solo calcular el mismo cargando el cilindro, es común que se tengan desabastos repentinos y la incomodidad que esta situación genera. Existen instrumentos que miden el nivel basados en presión, peso o reacción por cambio de temperatura, sin embargo presentan inconvenientes debido a la naturaleza de la variable a medir, estos sistemas además, no cuentan con la habilidad de comunicar al usuario, mucho menos a las compañías gaseras el contenido del ayudando a evitar el desabasto de tan importante recurso energético. Por tal motivo, se tiene el objetivo de diseñar e implementar un sistema medidor de gas que permita indicar el nivel del mismo, para que el usuario se anticipe ante la falta de este, detecte fugas de gas en caso de que estas existan, y a partir de un sistema de comunicación, mejore la interacción entre el usuario y las compañías proveedoras de gas.

## Estado del arte

Existen diversas formas de determinar los niveles de gas en contenedores cilíndricos: medir la presión, cintas magnéticas o inclusive levantar el tanque por citar algunas, estos dispositivos se conectan después de un regulador.

Que tiene por objetivo bajar la presión del interior del gas para posteriormente ir hacia su dispositivo de consumo de acuerdo con la norma NOM\_009\_SESH\_2011 para contención de gas LP no transportable (Norma Nacional Mexicana, 2011) de la Secretaría de energía.

Dichas formas de medición presentan desventajas: al ser el gas contenido y pasar por un regulador la presión baja y se vuelve constante por lo que un sensor de presión tiene dos niveles confiables vacío o lleno. Las cintas magnéticas funcionan al verter agua hirviendo indicando visiblemente el nivel del tanque, pero son desechables en la mayoría de los casos. Levantar un tanque permite conocer su peso y suponer su nivel, pero el usuario puede lesionarse su espalda.

En adición a todas estas formas ninguna cuenta con un aviso oportuno a las compañías de gas para que planeen su ruta con mayor efectividad ocasionando pérdidas ante la búsqueda de usuarios y contaminación auditiva.

El sistema diseñado funciona bajo el principio de la detección de nivel de gas empleando el cambio de peso en lugar de la presión, esto permite distinguir a diferencia de los equipos que utilizan sensores de presión, diferentes niveles de contenido de gas en el cilindro.

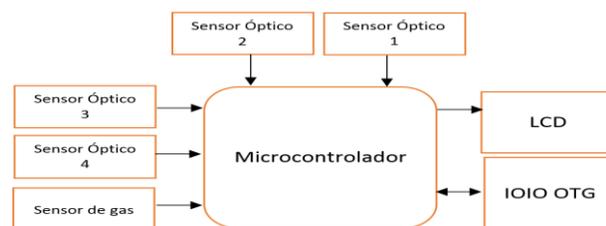


Figura 1 Arquitectura del sistema

## Metodología

El análisis de requerimientos indica que el sistema debe de tener las siguientes características: Medición confiable, alerta de fuga de gas, indicador de nivel de gas, fácil localización del tanque por parte de las compañías distribuidoras, registro de hábitos de consumo y alerta a usuario y compañías de gas sobre la falta de dicho combustible.

La arquitectura del proyecto indicador de nivel de gas electrónico se muestra en la Figura 1, está formado por un sistema electromecánico de amortiguación que cambia su compresión en base al peso soportado como indica la Fig. 2; emplea sensores ópticos diseñados para ser de bajo costo, además un control embebido en un microcontrolador PIC con pantalla LCD e interface Bluetooth al celular; dicho sistema permite medir de forma confiable los niveles y fugas de gas y comunica por medio de una aplicación al celular tanto la existencia de la fuga como el contenido del cilindro.

## Análisis del sistema mecánica

El sistema cuenta con una base que soporta el tanque de gas cilíndrico empleando 3 resortes metálicos, los cuales se comprimen y se liberan al perder peso el tanque como indica la Fig. 2.

El peso  $F_R$  del tanque es 26.6KgF, debido a que el dispositivo está construido para soportarlo verticalmente, tenemos el siguiente cálculo de las fuerzas.

$$F_R = F_Y \quad (1)$$

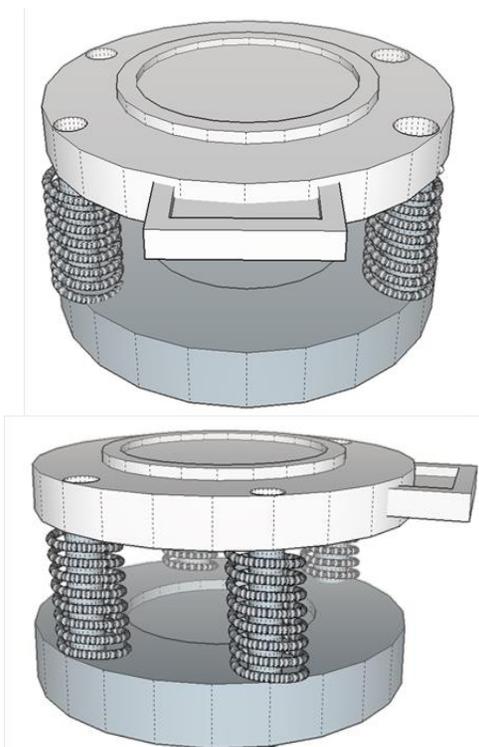
$$F_x = 0 \quad (2)$$

$$f_{rs} = \frac{F_R}{4} = 6.65 \text{ KgF} \quad (3)$$

La fuerza  $F_Y$  que aplica el tanque hacia abajo de acuerdo a las ecuaciones 1 y 2 y es analizado como un plano como cuerpo libre. La ecuación 3 indica la fuerza  $F_{rs}$  soportada por un solo resorte de compresión. Empleando la Ley de Hooke y la constante para el resorte de 0.95 N/cm, se obtiene la fuerza realizada por un resorte obtenemos la ecuación 4 y la longitud de compresión  $S$  cuando se aplica la fuerza máxima (tanque lleno). Aplicando las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 obtenemos de misma forma cuando el tanque está vacío (6.6 Kg) con  $S$  de 1.73 cm; por lo que el diseño del sensor electrónico debe de ser capaz de medir un span de 5.27 cm, de acuerdo con la ecuación 5.

$$S_{lleno} = \frac{f_{rs}}{k} = 7 \text{ cm} \quad (4)$$

$$SPAN = S_{lleno} - S_{vacio} = 5.27 \text{ cm} \quad (5)$$

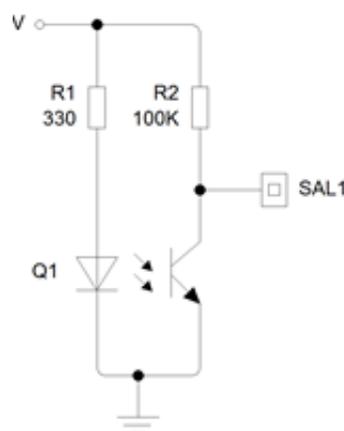


**Figura 2** Base mecánica del indicador de nivel de gas electrónico, vista frontal y lateral

### Diseño de los sensores ópticos

Se diseñó e implementó 4 sensores ópticos electrónicos basados en la reflexión de la luz los cuales determinan la distancia el tanque a la base con lo cual es posible relacionar esta medida a un peso estimado, el circuito sensor óptico se muestra en la figura 3. La hoja de datos del LED Infrarrojo indica que la corriente nominal del diodo es de 10 mA, por lo que sustituyendo en la ecuación 6, se obtiene que  $R_D$  es igual a 350 ohms, por lo que se optó por emplear el valor comercial de 330 ohms ocasionando que  $I_D$  tenga un valor de 13.6 mA.

$$-3.3v + I_D R_D + 1.5 = 0 \quad (6)$$



**Figura 3** Circuito del sensor óptico

El optotransistor recibe la señal del LED Infrarrojo, en donde se obtienen los valores del voltaje de salida del sensor mostrados en la Tabla 1.

S (cm)	Voltaje de salida
7	4.43 V
6	4.12 V
5	3.82 V
3	3.50 V
2	3.31 V

**Tabla 1** Relación de voltaje de salida y distancia de la base inferior a la base del tanque.

### Sensor de gas

El sensor de gas empleado es el MQ-6 especializado en detección de gas LP, la sensibilidad del dispositivo 200-10000 ppm por lo que es posible colocarlo en la parte superior del tanque de gas para la detección de gas.

### Diseño del sistema embebido

El circuito embebido diseñado se muestra en la Fig. 4, el cual realiza la operación de detección de nivel de tanque es un microcontrolador PIC16F876A que cuenta con interface LCD y entrada para sensores analógicos ópticos; debido a que se emplean 3 sensores ópticos se realiza un promedio sobre la señal proveniente de los sensores, de tal forma que si el tanque de gas no se encuentra bien colocado o la superficie es irregular esta parte del programa minimiza estos errores, (Girones, 2011), (Monk, 2012), (Milette, 2010), (Riley, 2012).

El proceso de cálculo de la resolución se obtiene a partir de la ecuación 7, en donde se determinó que a 10 bit el voltaje de paso  $V_{p10bit}$  es de 4.8 mV. El span de voltaje o  $V_{span}$  se determinó mediante la ecuación 8, por lo que el número de pasos con el cual es posible trabajar se determinó por la ecuación 9 que es la relación del span de voltaje proporcionado por el sensor óptico y el voltaje de paso a 10 bit.

$$V_{p10bit} = \frac{5}{2^{10}} = 4.8mV \quad (7)$$

$$V_{span} = V_{smax} - V_{smin} = 4.43V - 3.3V = 1.13V \quad (8)$$

$$N_{pasos} = \frac{1.13V}{4.8mV} = 235.41 \text{ pasos} \quad (9)$$

Los 235 pasos permiten un escalamiento proporcional de 0 a 100% sin pérdida significativa de información ó réplica de la misma, a diferencia de una resolución de 8 bit que al calcular mediante las ecuaciones 7, 8 y 9 se obtendrían 59 pasos distintos por lo que un escalamiento de 0 a 100% no involucraría una pérdida significativa, pero perdería la propiedad proporcional deseada del sensor óptico.

La pantalla LCD tiene una conexión a 8 bits, sirve como indicador empotrado que permite el mostrar el proceso de autocalibración cuando el usuario repone el tanque de gas en la base metálica.

El diagrama de flujo que controla el sistema se muestra en la Fig. 4. Al iniciar el programa se configura el microcontrolador y el LCD, posteriormente adquiere las señales provenientes de los sensores ópticos y de gas.

La primera comparación por prioridad es el sensor de gas, debido a que tiende a acumularse a nivel del piso debido a que el gas tiene un peso mayor al aire que respiramos y aunque se adhiere azufre para que percibamos el olor existe un sector en la población que no lo puede percibir ya sea por problemas congénitos, un bajo sentido del olfato o debido a radioterapias que afecta nuestros sentidos, (Garc, 2012), (Curtidor, 2012) y (Rivera, 2013).

El proceso de adquirir la señal de los sensores ópticos para obtener la distancia se realiza mediante 4 ADC multiplexados del microcontrolador cuyas variables son promediadas para determinar la distancia correcta a la base del tanque cilíndrico. Debido a que los resortes pierden su resistencia cada vez que se detecte que la base del tanque ha sido removida se inicia un proceso de autocalibración basado en la nueva distancia medida.

### Interfaz con el celular

La interfaz al celular se realiza mediante comunicación Bluetooth a una App para el sistema operativo Android el cual realiza las funciones de configuración del teléfono que debe de llamar en una emergencia o si el tanque se encuentra por vaciarse. La función de indicador que muestra en pantalla el consumo mediante gráfica del tanque, con lo cual el usuario puede analizar sus patrones de consumo.

El control de la interfaz es realizado mediante reconocimiento de voz, de esta forma se crea una interacción natural o NI por sus siglas en inglés, el cual dicta que la interacción entre un dispositivo computarizado debe ser natural y fácil de emplear para el ser humano.

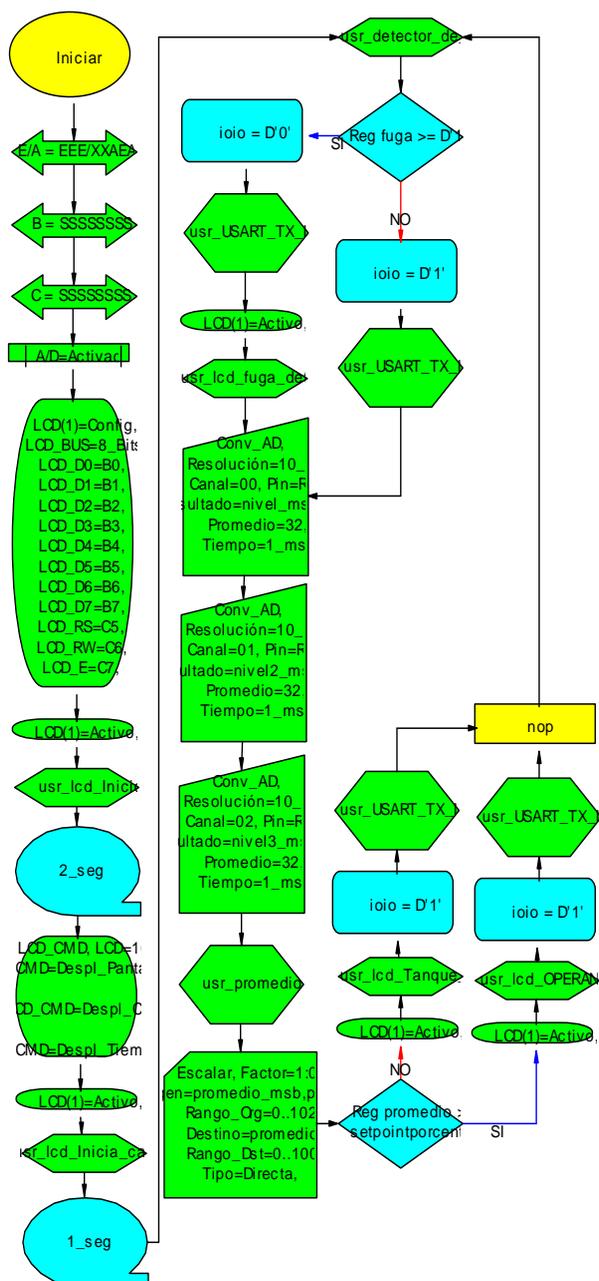


Figura 4 Diagrama de flujo del sistema embebido

El celular receptor de la llamada puede ser cualquier de cualquier marca, modelo o compañía de teléfono por lo que no se encuentra atado un solo tipo de servicio.

La alerta que envía el celular es empleando un servicio de texto a voz, el cual facilita la comprensión del mensaje.

**Pruebas**

El mecanismo basado en la compresión de resortes permite que la reposición de los mismos sea económica ya sea por parte del usuario o mediante un servicio adicional, sin embargo, se observó que los resortes perdían su elasticidad, por dicha razón se incluyó en el firmware un sistema para autocalibrado de sensores ópticos.



Figura 5 Interfaz embebida de la aplicación

El sistema se comparó con un medidor indica el nivel de gas de forma aproximada, utilizando una escala del 0 al 100%. El equipo es capaz de detectar un nivel mínimo del contenido, el cual puede ser ajustado a partir de un potenciómetro y a partir de este nivel manda la señal de alerta al LCD y al celular, permitiendo al usuario prever la falta del gas.

El sensor detector de gas permitió analizar la concentración del gas en un área cerrada como se muestra en la Figura 5, sin embargo, cuando se realizó la prueba de detección tardaba en detectar y realizar la llamada al usuario, por lo que se incluyó en el proyecto un extractor de aire de computadora (por su bajo consumo de corriente) que introduce el aire en el interior del detector lo cual mejoró el tiempo de detección.



Figura 6 Interfaz de inicio de la aplicación

La App fue desarrollada para sistemas superiores a Android 3.3 que es el SO más común y permite una interacción natural con las personas; en pruebas realizadas al aire libre el sistema pudo detectar la voz de forma correcta el 80%, esto debido a que el ruido ambiental no es posible eliminarlo y afecta el proceso de reconocimiento.

Al iniciar la aplicación es necesario que el usuario inicie sesión debido a que algunos dispositivos móviles son multiusuarios, así se asegura que solo la persona responsable pueda ser notificada, la interfaz se muestra en la Figura 6. Una vez validado el inicio de sesión el usuario tiene la opción de reconfigurar el dispositivo y de navegar hasta el panel de detección del nivel de gas, como se muestra en la Figura 7.



Figura 7 Interfaz de adquisición de datos

## Conclusiones

El equipo Indicador de nivel de gas electrónico muestra el nivel del contenido del cilindro de gas, permitiendo así anticiparse a la falta del mismo y solicitar de forma automática por medio del mensaje al celular un nuevo cilindro o reporta una fuga del mismo sin necesidad de que el usuario esté al pendiente en todo momento, de tal forma que las compañías puedan planear las rutas de reparto reduciendo así la contaminación por ruido y aumentando sus ganancias.

Debido a que los tanques de gas son puestos en la intemperie, el sistema se encuentra recubierto de pintura que evita que se oxide y malla protectora para evitar que plagas entren a su interior.

## Referencias

Curtidor Cruz Andrés, “Diseño y construcción de módulos entrenadores para microcontroladores” (2012), EAE, ISBN 3847356259, 9783847356257

INEGI, (2010), “Principales resultados del Censo de Población y Vivienda 2010”, México 2010.

Milette Greg, “Professional Android Sensor Programming” (2010), Editorial wrox.

Monk S., “Making Android Accessories with IOIO, Going mobile with sensors, lights, motors, and robots” (2012), editorial O’reilly, primera edición febrero ISBN: 978-1-449-32328-8.

Norma Nacional Mexicana (2011), “NOM\_009\_SESH\_2011, Recipientes para contener gas LP no transportable”, Secretaría de energía.

Riley Mike, “Programming your Home” (2012), The pragmatic programmers LLC.

Rivera Ceniceros Omar Fabián, “Sistema de telecontrol con aplicaciones en zonas rurales y la agronomía” (2013), Editorial Académica española, ISBN 3845494107, 9783845494104

Sergio Leonardo Garc, “Electrónica digital” (2012), Editorial EAE, ISBN 3659038997, 9783659038990.

Tomas Girones, J., “El gran libro de Android” (2011), editorial AlfaOmega, grupo editor México, ISBN: 978-607-707-226-3..

## Unidad de control automatizado y conectividad móvil

### Automated control unit and mobile connectivity

LARA, Luisa†, KAO, Luis, LOEZA, Fernando y ZAPATA, Martha

*Universidad Tecnológica Metropolitana*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Luisa, Lara*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Luis, Kao*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Fernando, Loeza*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Martha, Zapata*

DOI: 10.35429/JOES.2020.23.7.17.24

Recibido: Julio 15, 2020; Aceptado: Diciembre 30, 2020

#### Resumen

El presente artículo es resultado de la participación del cuerpo académico de Redes y Telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTM) en el programa de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos con el proyecto titulado Unidad de Control Automatizado utilizando RFID y Conectividad Móvil. El objetivo consistió en comparar como una unidad de control automatizada mejora la seguridad con respecto a los mecanismos actualmente utilizados en laboratorios. El nivel de investigación fue descriptivo utilizando estrategias de investigación de campo y experimental. El tipo de muestreo fue intencional u opinático. El prototipo fue implementado en un laboratorio de la UTM y su relevancia radica en que la conectividad móvil puede hacer uso de aplicaciones que optimicen tiempos de acceso y control a instalaciones físicas a través de soluciones de bajo coste y conexión remota a servidores de autenticación.

**Unidad de Control Automatizada, Raspberyy Pi, Conectividad, Domótica**

#### Abstract

This article is the result of the participation of Telecommunications Networks Academic group from the Metropolitan Technological University (UTM) under reinforcing Academic Groups program with the project entitled Automated Control Unit using RFID and Mobile Connectivity. The objective was to compare how an automated control unit can improve the security besides other mechanisms currently used in laboratories. The level of research was descriptive using strategies and experiments on site. The sampling was intentional or by opinion. The prototype was a laboratory implementation created in the University the project relevance is based in how mobile connectivity applications can be used to optimize access times and control physical facilities through low-cost solutions and remote authentication server connection.

**Automated Control Unit, Raspberyy Pi Connectivity, Automation**

**Citación:** LARA, Luisa, KAO, Luis, LOEZA, Fernando y ZAPATA, Martha. Unidad de control automatizado y conectividad móvil. Revista de Sistemas Experimentales. 2020. 7-23:17-24.

† Investigador contribuido como primer autor.

## Introducción

Normalmente en todas las organizaciones el mantener el control del acceso a sus instalaciones es un tema importante. Generalmente la implementación de mecanismos de seguridad resulta costosa, razón por la cual muchas organizaciones no invierten en este rubro. En las universidades, sobre todo, donde se tiene mucha afluencia de gente y recursos económicos limitados resulta importante contar con controles de acceso fiables y a bajo costo.

La domótica es una técnica que permite integrar diversas tareas (el control de la iluminación, de la climatización, la seguridad y muchas otras) en el seno de una red de control. El desarrollo de la domótica es inseparable de las tecnologías de la información y comunicación experimentada en los últimos tiempos.

La instalación domótica debe contar con una serie de interfaces que permitan a los usuarios programar y definir parámetros de la instalación, además de recibir la información de los dispositivos en un formato fácil de comprender e interpretar. Así, desde las interfaces se podrá dar órdenes de encendido, apagado o bien de apertura o cierre. Estas interfaces de control pueden estar situados dentro de un edificio o comunicarse al exterior a través de internet o de mensajes de un móvil. Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cinco aspectos o ámbitos principales: Ahorro de Energía, Confort, Seguridad, Comunicaciones y Accesibilidad.

## Problemática

La propuesta de este proyecto surge para establecer un mecanismo integral que contribuya a la seguridad, el control de acceso y optimización de iluminación de instalaciones físicas, a través de una solución de bajo costo basada en una unidad de control automatizada utilizando RFID y conexión remota a servidores de autenticación.

La necesidad que se pretende resolver es aumentar la seguridad y mejorar el control de acceso y uso de la iluminación en instalaciones físicas de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTM), durante los periodos escolares.

En la Universidad Tecnológica Metropolitana se cuenta con nueve laboratorios de cómputo y uno de electrónica en la División de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Una problemática que se ha presentado es el control de las llaves de acceso y la seguridad de los equipos, instrumentos y herramientas con las que cuentan.

En el control de las llaves, el procedimiento que actualmente se maneja es a través del departamento de soporte técnico, el cual se encarga de proporcionar al profesor la llave correspondiente al laboratorio que va a utilizar, registrando en una bitácora el número de laboratorio, nombre del profesor y horario de uso. En caso de que la llave todavía no se encuentre debido a que el profesor anterior no la ha devuelto, este tiene que esperar que se devuelva para poder solicitarla.

También se han dado casos en que el profesor olvida devolver la llave, causando que los otros profesores no puedan acceder al laboratorio, adicionalmente se tiene una pérdida de tiempo y recorridos desde el laboratorio al departamento de soporte técnico para solicitar o devolver la llave. Cabe mencionar que estos laboratorios contienen mobiliario, equipo de cómputo especializado y/o herramientas que se usan día a día y que tienen un alto valor relativo para las actividades académicas propias de la Institución y por ende de la sociedad. Por otro lado, disponer de información en tiempo real del uso de los laboratorios, del personal que accede y hace uso de estos para llevar a cabo actividades académico-administrativas de vital importancia del proceso educativo de la UTM.

## Propuesta del proyecto

El proyecto se dividió básicamente en tres componentes principales:

- Desarrollo de un prototipo de hardware que sirva de unidad de control.
- Desarrollo del software para la gestión y administración de los servicios ejecutándose en la unidad de control.
- Desarrollo de una aplicación móvil para el control de acceso e iluminación de los laboratorios.

En la solución se utilizaron componentes electrónicos de bajo costo y de código abierto. Estos componentes son: Raspberry Pi (RPi), Python, MySQL, Android.

### Raspberry Pi

Es un ordenador de placa reducida (SBC) de bajo costo desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

El RPi fue la base de la unidad de control, éste componente tendrá los servicios necesarios para el control de la iluminación y del acceso. Se hizo uso de los puertos que trae integrados como el Universal Serial Bus (USB) y el General Purpose Input Output (GPIO).

### Python

Es un lenguaje de scripting independiente de plataforma y orientado a objetos, preparado para realizar cualquier tipo de programa, desde aplicaciones Windows a servidores de red o incluso, páginas web.

El lenguaje Python fue con lo que se desarrolló los diversos módulos para controlar al RPi. Estos módulos, se ejecutan a manera de servicios para atender las peticiones que hacen los profesores. Para ello se pretende desarrollar, adicionalmente a los servicios que controlen la parte física de los laboratorios, servicios web (web services) que serán los que respondan a las peticiones de los dispositivos móviles.

### MySQL

Es un sistema de administración de bases de datos (Database Management System, DBMS) para bases de datos relacionales. Así, MySQL no es más que una aplicación que permite gestionar archivos llamados de bases de datos.

Para este proyecto se contempló la necesidad de contar con una base de datos en donde se tengan los datos y horarios de clase de los profesores. También en esta base de datos se tendrán a los laboratorios con los dispositivos que pueden ser controlados, como luces y puertas.

### Android

Es un sistema operativo que puede ser adoptado por cualquier fabricante de celulares – aunque existe un consorcio de los fabricantes más importantes – y permite realizar tareas que se asemejan a una PC, como navegar la web, leer emails, descargar aplicaciones, etc. Para el proyecto, se desarrolló una aplicación para ser ejecutada en cualquier teléfono celular que ejecute este sistema operativo. Esta aplicación será utilizada para validar al profesor en su horario de clases y presentarle las diferentes opciones de interacción con las luminarias del laboratorio, así como para su acceso al mismo. La aplicación Android interactúa por medio de servicios web tanto con el Raspberry Pi como con un servidor que contiene la base de datos con los horarios de los profesores. Para aquellos profesores que no contaban con un dispositivo Android se desarrolló una alternativa para el acceso a los laboratorios utilizando tecnología RFID. La importancia de este proyecto radica en que se tiene un acceso controlado, disminuye el tiempo de registro para solicitar una llave y la pérdida de tiempo mientras devuelve la misma para que sea entregada a otro profesor, mejora la seguridad ya que solamente tienen acceso personas autorizadas y controla administrativamente a los usuarios ya que al ingresar el profesor con su contraseña única, automáticamente se valida y se registra en una base de datos la hora de entrada y salida del laboratorio.

De tal forma que la hipótesis que se plantea es la necesidad de emplear una aplicación móvil desde un teléfono celular Android para acceder a los laboratorios y controlar la iluminación y que optimizará el control de llaves, y la administración de los usuarios del mismo.

### Metodología

Se realizó una revisión, detección, consulta, extracción y recopilación de información para la construcción de un marco teórico que integre aspectos de tecnologías de control de acceso automatizado, dispositivo Raspberry Pi (Conectividad y administración del servidor Raspbian), lenguaje de programación Python, protocolos inalámbricos e interfaces inalámbricas, desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles (Android).

Posteriormente se hizo el diseño e integración, de las tecnologías investigadas, en la solución propuesta. Finalmente se llevo a cabo la implementación, pruebas y puesta en marcha de la solución en un laboratorio de electrónica de la División TIC de la UTM.

La selección de la muestra para la investigación descriptiva fue con base a los criterios de selección establecidos por el cuerpo académico de Redes y Telecomunicaciones. Se utilizó como población a los docentes de la UTM. Tanto para para la investigación de campo y experimental se conto con la participación de profesores pertenecientes a la División TIC y que utilizaran el laboratorio durante el periodo escolar Enero-Abril 2014 y el periodo escolar Enero - Abril 2015 respectivamente.

Se emplearon como técnicas de recolección de datos la observación directa y la encuesta utilizando entrevistas y cuestionarios.

### Desarrollo

Para el desarrollo del prototipo de la Unidad de Control Automatizada y Conectividad Móvil se siguieron tres pautas: La ingeniería de concepción, la de desarrollo del Hardware y la de desarrollo del Software.

### Ingeniería de concepción

La ingeniería de concepción del prototipo para la implementación de Unidad de Control para la gestión de sistemas de iluminación y el acceso a laboratorios se consideraron los siguientes aspectos:

- Administrar el Sistema Operativo Raspbian.
- Administrar las comunicaciones alámbricas e inalámbricas en el Raspberry Pi.
- Administrar los servicios web a ejecutarse en el Raspberry Pi.
- Conectorizar dispositivos electrónicos que serían manipulados por las aplicaciones de software.
- Conectorizar los componentes electrónicos para el desarrollo de los dispositivos de automatización.

- Desarrollar un sitio de gestión de dispositivos en el Raspberry Pi.

Para la integración de Servicios Web para el Control de Sistemas de Iluminación y de Acceso a Laboratorios a la Unidad de Control se consideraron los siguientes aspectos:

- Utilizar un framework web para Python.
- Interactuar con una unidad de control Raspberry Pi.
- Generar métodos en Python para encendido de luces.
- Generar métodos en Python para apertura de puertas.
- Gestionar la base de datos de profesores, horarios y laboratorios.

Para la aplicación Móvil para el Control de Sistemas de Iluminación y de Acceso a Laboratorios se consideraron los siguientes aspectos:

- Utilizar un framework web para Python.
- Interactuar con una unidad de control Raspberry Pi.
- Generar métodos en Android para encendido de luces.
- Generar métodos en Android para apertura de puertas.
- Diseñar un front-end de fácil uso para el usuario del sistema.

### Ingeniería de desarrollo - Hardware

Para la ingeniería En este aspecto se realizaron los diagramas de conexión que fueron la base para la creación de la Unidad de Control con base a los principales componentes electrónicos utilizados en el proyecto, tales como tarjetas de relevadores, fuente de poder, cerraduras magnética y el GPIO del Raspberry. Al trabajar con el RPi se realizó una actualización tanto de los repositorios de los paquetes como del sistema operativo del Raspbian, el sistema operativo del Raspberry Pi, que es una distribución de Linux especial para el dispositivo.

Las actualizaciones se hicieron mediante la consola de terminal del sistema operativo. Posteriormente se configuró como un servidor SSH y VNC para poder administrarlo de manera remota.

Después de configurar el acceso remoto se procedió a habilitar el GPIO. El GPIO contiene un conjunto de pines genéricos, los cuales pueden servir de entrada o salida de información dependiendo de la programación que se le aplique. La ubicación del GPIO en el Raspberry Pi, así como la distribución de sus pines se muestran en la Figura 1.

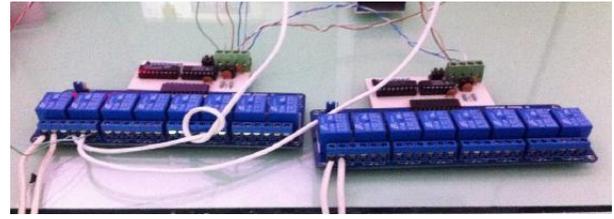


**Figura 1** Puertos GPIO del módulo Raspberry Pi

Para manipular el GPIO fue necesario instalar diferentes librerías desarrolladas para el lenguaje Python. El Raspberry Pi soporta de manera nativa la programación en este lenguaje. Python reconoce el desarrollo de código para uso general y de alto nivel. Algunas de las librerías utilizadas fueron PySerial GPIO Tools, SMBUS, QUICKTOWIRE.

Después de la instalación de las librerías se realizaron pruebas para verificar que existiera la conexión entre el GPIO, la librería y el intérprete Python.

Se desarrolló un código en Python cuya funcionalidad era el encendido y apagado de un led. Una vez validado el funcionamiento del GPIO en un protoboard se hizo pruebas con la conexión de las placas electrónicas de relevadores, las cuales se conectaron al GPIO mediante los pines definidos como I2C. En la Figura 2 se muestran las placas de relevadores.



**Figura 2** Placas de Relevadores conectados al Raspberry Pi

Teniendo las placas en funcionamiento y las librerías necesarias se procedió a la configuración del Raspberry Pi.

El I2C permitió interconectar hasta ocho placas de relevadores. Cada placa de relevadores consiste en ocho relevadores, por lo que se permite controlar hasta 64 diferentes dispositivos. Después, de validar la comunicación con las placas se interconectaron los diferentes componentes (Raspberry Pi, cerradura, luces) con el fin de comprobar su correcto funcionamiento y comunicación entre ellos. Fue necesario usar una fuente de energía externa la cual convirtió el voltaje de la instalación eléctrica convencional de 110 V a 5 V ya 12 V.

Además del Raspberry Pi, fue necesario llevar a cabo la instalación y configuración de un sistema operativo Ubuntu Server 12.04 en un equipo de cómputo. En este equipo(servidor) se instalaron todos los servicios que se utilizarían para gestionar si un profesor tiene o no acceso a un determinado laboratorio, según la hora y el día de la semana. En el servidor se instalaron las librerías Django y Flask que son frameworks web para el desarrollo en Python. Con estas librerías se implementó los servicios que atienden alguna petición de validación de horarios de los profesores. También en el mismo equipo se instaló un servidor de base de datos MySQL. Con este servidor los web services realizarían consultas a la base de datos de horarios y de laboratorios.

Considerando a aquellos profesores que no contarían con dispositivos Android y que por lo tanto no podrían utilizar la aplicación móvil, se desarrolló otro componente del proyecto. Se integró en la unidad de control un lector de tarjetas RFID, este lector se muestra en la figura 3.



Figura 3 Lector de tarjetas RFID

La figura 4 muestra un diagrama de conexión del GPIO del Raspberry Pi entre las placas de Relevadores y la fuente de poder.

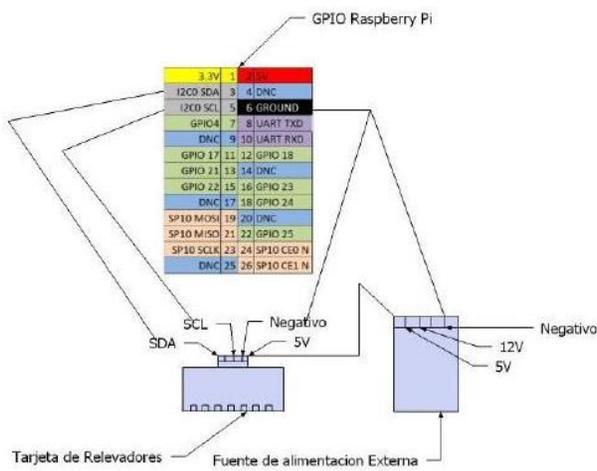


Figura 4 Diagrama de conexión

**Ingeniería de desarrollo - Software.**

Para el desarrollo de la aplicación se diseñaron diagramas Entidad-Relación y un diagrama de caso de uso. El diagrama Entidad-Relación permitió representar las entidades relevantes del sistema de información así como sus interrelaciones y propiedades.

Lo primero que se realizó en el Raspberry Pi fue la instalación de MySQL tanto en RPi como en el Servidor Ubuntu. Para poder conectar MySQL con Python se utilizó el conector de instalación *pipinstallmysql-python*.

Con las herramientas de MySQL instaladas se procedió a crear la Base de Datos (BD) del Raspberry Pi y el Servidor. Posteriormente se procedió a realizar la instalación del Microframework web Flask. Este Microframework sirvió para la creación de los Web Services necesarios para controlar el encendido y apagado de las luces, así como el acceso a los edificios.

Para el caso del servidor Ubuntu se instaló un Framework web, en este caso se utilizó Django debido a que en el servidor se gestionan a los usuarios y Django tiene por defecto un módulo de usuarios y esto facilitó el desarrollo del sistema. Con las herramientas ya instaladas se procedió a crear la base de datos para el Servidor Ubuntu, la figura 5 muestra el diagrama de clases aplicable al Servidor Ubuntu.

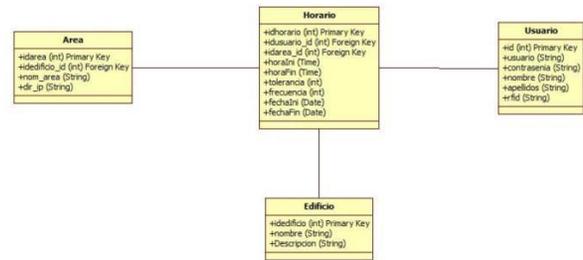


Figura 5 Diagrama de clases - Servidor Ubuntu

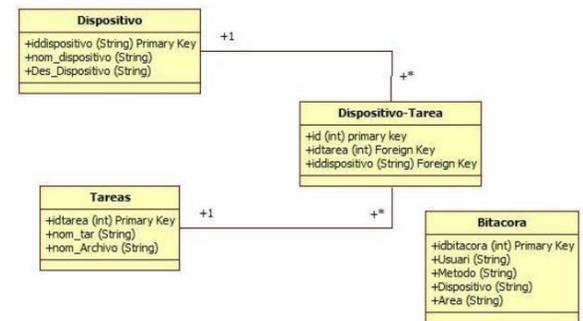


Figura 6 Diagrama de clases –Raspberry Pi

Se plantearon los Servicios Web necesarios a consumirse en el dispositivo Android, en este caso se desarrollaron dos Servicios Web, la del Servidor donde se almacena la información de los Usuarios, Edificios, Áreas y Horarios, de igual manera el Servicio Web del Raspberry Pi donde se mantiene la información de los Dispositivos, Tareas, Bitácora y Dispositivo- Tarea.

Un servicio web (en inglés, Web Service o Web Services) es una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones. Distintas aplicaciones de software desarrolladas en lenguajes de programación diferentes, y ejecutadas sobre cualquier plataforma, pueden utilizar los servicios web para intercambiar datos en redes de computadoras como Internet. La interoperabilidad se consigue mediante la adopción de estándares abiertos.

El Servicio Web del Servidor tiene la función de Autenticar a los usuarios (Login), para que únicamente ellos tengan acceso a la información de los servicios, lo que se realizó fue obtener la petición del usuario Android procesando la información a la base de datos y devolverle el resultado en un formato simple conocido como JSON, al dispositivo que haya efectuado la petición, estas peticiones pueden ser de acceso a las áreas o el control de iluminación de las mismas.

El Servicio Web del Raspberry Pi tiene la función de recibir peticiones del usuario Android para el control de luces y acceso a las instalaciones y ejecutarlas, para dichas tareas se tuvieron que utilizar librerías como son GPIO, sub proceso, serial, urllib2,SMBUS.

Los Servicios Web de Raspberry Pi consisten en que el usuario envíe señal de encendido o apagado de luces así como la apertura de puerta, este reciba la petición y envíe al Raspberry Pi los datos necesarios para la ejecución de la tarea.

Para el desarrollo de aplicación Android se tuvieron que realizar varias actividades. Se construyó un nuevo proyecto utilizando el IDE Eclipse Juno en conjunto con el Android SDK en el que se fueron añadiendo todo los componentes necesarios, así como las Clases y las configuraciones. Se utilizaron archivos XML para el desarrollo de las ventanas, este es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). Estos archivos se definieron con un formato común, esto implica que cada uno de ellos define la interfaz gráfica de usuario de la misma manera y con el mismo estilo.

La aplicación Android tuvo cambios y por lo tanto diferentes versiones. Para abarcar el mayor número de compatibilidad de dispositivos se decidió desarrollar la aplicación Android en la versión 2.3.3. La figura 7 muestra el esquema de navegación de la aplicación móvil utilizada para el prototipo.



Figura 7 Esquema de navegación de la aplicación

## Resultados

Se obtuvo un prototipo funcional que cumplió con los requerimientos propuestos para el proyecto Acceso Automático a Laboratorios en donde el profesor se registra automáticamente para acceder al laboratorio a través de una aplicación móvil en su teléfono celular a través de la aplicación móvil que se muestra en la figura 8.



Figura 8 Unidad de Control de Acceso Automático

## Agradecimiento

El proyecto “Unidad de Control Automatizado y Conectividad Móvil” se desarrolló gracias al apoyo recibido por la convocatoria 2013 de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos por parte del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) y que actualmente es conocido como PRODEP (Programa para el Desarrollo Profesional Docente). Asimismo se contó con el apoyo de profesores y alumnos de la Universidad Tecnológica Metropolitana de la división de Tecnologías de la Información y la Comunicación.

## Conclusiones

La diferencia obtenida entre los tiempos que se utilizan para solicitar y registrar el acceso a un laboratorio de manera manual y el acceso a través de una aplicación móvil es amplia ya que en promedio un profesor utiliza un tiempo de quince minutos para solicitar la llave de un laboratorio y registrar manualmente en una bitácora, comparado con el tiempo que utiliza para acceder a la aplicación desde su móvil, que en promedio es de dos minutos.

El proyecto basado en la implementación de la domótica como herramienta para la administración de un edificio, tuvo como resultado un prototipo satisfactorio del que se derivan varios resultados favorables. El prototipo de unidad de control desarrollado en este proyecto logró cumplir con las expectativas que se tenía en cuanto a la integración de componentes de hardware de bajo costo y software de código abierto.

La aplicación móvil tiene oportunidad de mejoras con respecto a incluir más opciones, un mejor modo de visualización de listas y preferencias de configuración.

Este proyecto refleja que los cuerpos Académicos pueden utilizar las tecnologías de la Información y Comunicación para resolver problemáticas de operación, control y registro de los usuarios que acceden a los laboratorios de cómputo de una manera eficiente y segura.

Actualmente el prototipo ha incorporado un plan de pruebas de aceptación y verificación para asegurar su funcionamiento y con ello aplicar la solución de la Unidad de Control Automatizada como un mecanismo de mejora para la seguridad y control de acceso en cinco laboratorios de la Universidad Tecnológica Metropolitana.

## Referencias

Raspberry pi educational manual (2012), consultado el 14 de diciembre de 2014 en [http://212.187.212.73/bt/69fc7f0b8f84a26f289564e56f6c82d9a0d1a5db/data/Raspberry\\_Pi\\_Education\\_Manual.pdf](http://212.187.212.73/bt/69fc7f0b8f84a26f289564e56f6c82d9a0d1a5db/data/Raspberry_Pi_Education_Manual.pdf)

Mcmanus,Sean. Cook Mike. (2013) Raspberry Pi for Dummies (1a ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Allen, Downey; Jeffrey, Elkner; Chris, Meyers. (2002) Aprenda a pensar como un programador con Python (1ª ed.).Massachusetts: Green Tea Press

Bahit, Eugenia Curso: Python para principiantes, consultado el 15 de enero de 2015 en <http://cursosdeprogramacionadistancia.com/static/pdf/material-sin-personalizar-python.pdf>

González, Raúl. Python para todos, consultado el 20 de enero de 2015 en <https://launchpadlibrarian.net/18980633/Python%20para%20todos.pdf>

Miguel M. V. (2011). Instalaciones Domóticas.

# 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 Sistemas Experimentales. 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

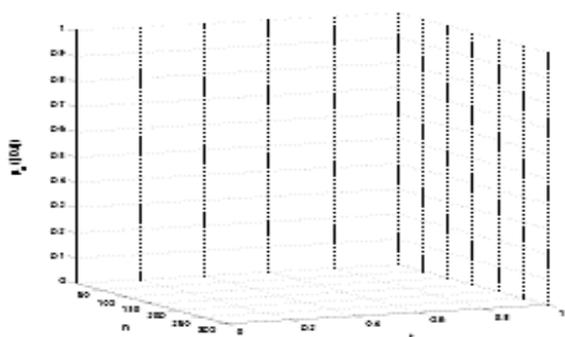
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

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

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

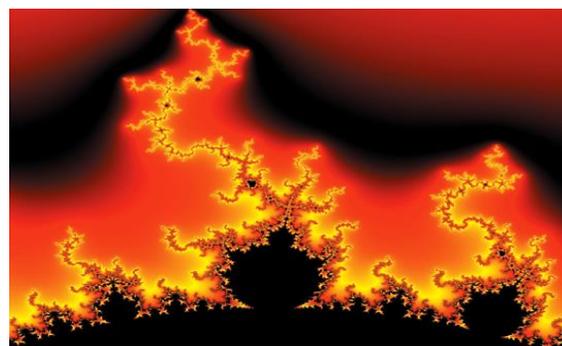
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[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 Titulo 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 Sistemas Experimentales 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 Sistemas Experimentales 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 Bolivia 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-Mexico, S.C en su Holding Bolivia para su Revista de Sistemas Experimentales, 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)

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

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

DULCINEA (Revistas científicas españolas)

UNIVERSIA (Biblioteca Universitaria-Madrid)

SHERPA (Universidad de Nottingham- Inglaterra)

#### **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**

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia. 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**

BARRERO-ROSALES, José 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® Bolivia), [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**

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia.

# Revista de Sistemas Experimentales

“Estimación del parámetro poblacional de la producción de lactosuero agroindustrial con el método bayesiano y simulación Monte Carlo”

**MATEO, Nicolás, PURROY, Rubén, CRUZ, Lidilia y SÁNCHEZ, Fabiola**

“Diseño, construcción y prueba de un prototipo para la propagación controlada de levadura *Saccaromyces cerevisiae*, en la producción de Colonche del jugo de tuna Cardona”

**GASCA-VÁZQUEZ, Pedro, BERNARDINO-NICANOR, Aurea, GONZÁLES-CRUZ, Leopoldo y JUÁREZ-GOIZ, Mayolo**

“Implementación de un indicador electrónico de nivel de gas en contenedores cerrados”

**SÁNCHEZ-MEDEL, Luis & GONZÁLES-SOBAL, Juan**

*Instituto Tecnológico Superior de Huatusco*

“Unidad de control automatizado y conectividad móvil”

**LARA, Luisa, KAO, Luis, LOEZA, Fernando y ZAPATA, Martha**

*Universidad Tecnológica Metropolitana*

