



Conference: Interdisciplinary Congress of Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics  
and Information Technology  
**BOOKLET**



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar  
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

**Title:** Diseño y monitoreo en tiempo real de un biodigestor, aplicado a las condiciones ambientales de Hermosillo.

**Authors:** MONTIJO-VALENZUELA, Eliel Eduardo, RAMÍREZ-TORRES, Flor, RIVERA-LANDAVERDE, Rodolfo Ulises y RAMÍREZ-CORONEL, Fernando Joaquín.

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2019-114

BCIERMMI Classification (2019): 241019-114

Pages: 13

RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**

143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

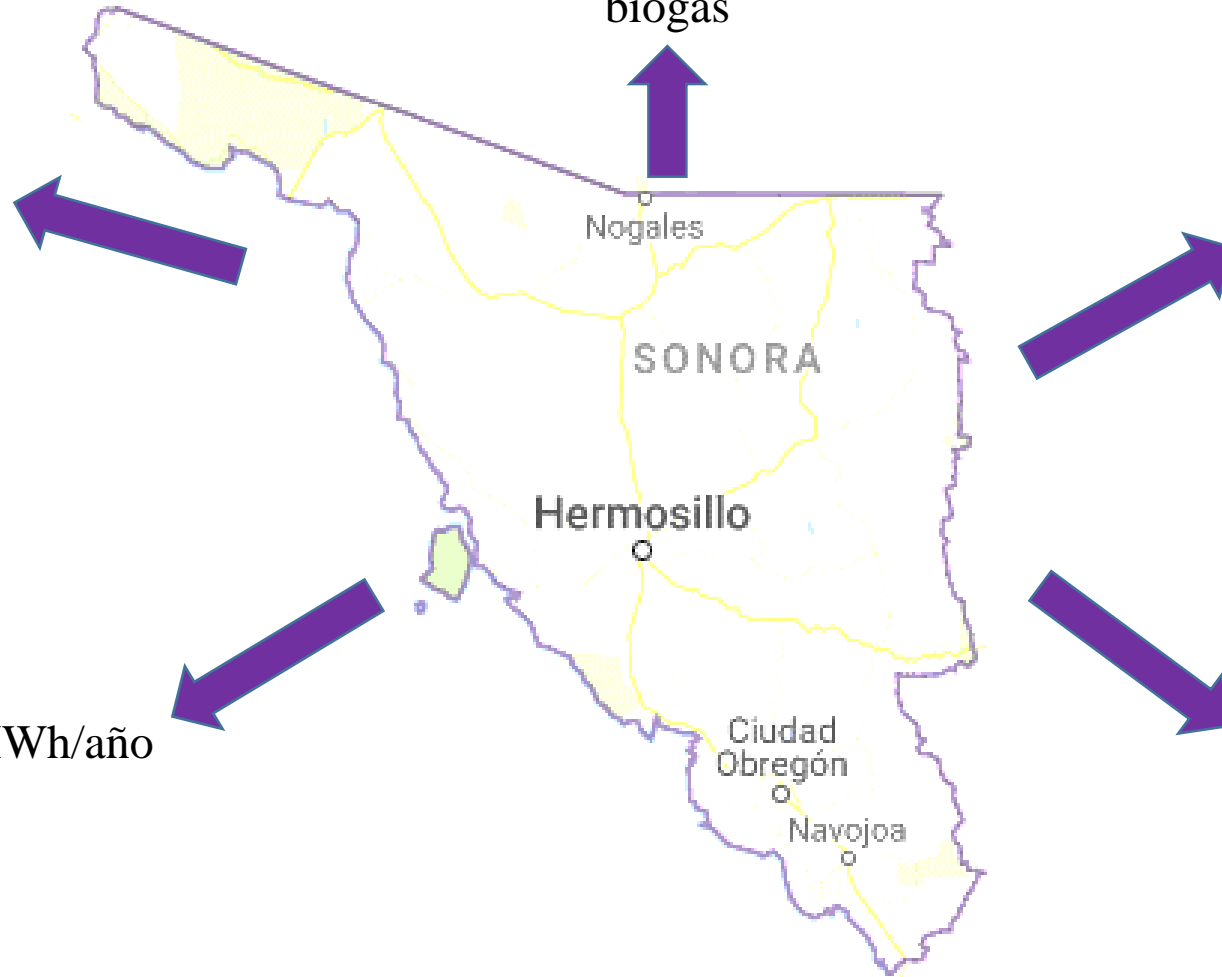
**Holdings**

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# Introducción

883,714.97 toneladas equivalentes de  
petróleo, residuos generados  
susceptibles de ser convertidos en  
biogás

Representa hasta el  
74% del total de  
las ventas en  
Sonora en un año.



738,371.71 TEP las que  
pueden ser aprovechadas

8,221,291.93 MWh/año

93% del potencial  
energético accesible  
al año

Monitoreo y recepción de datos

Tecnología de biodigestión automatizada

Biogás

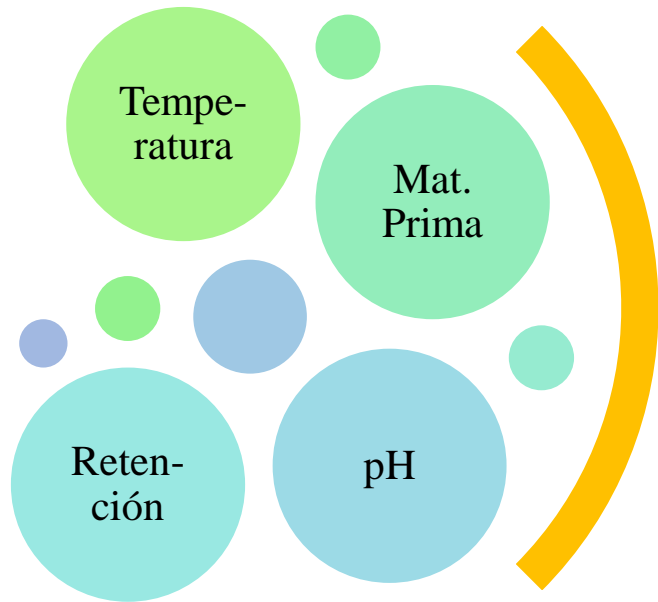
Aprovechamiento de la biomasa

“una mezcla conformada principalmente por  $\text{CH}_4$  (50%-70%) y  $\text{CO}_2$  (25%-40%), que se genera por el proceso biológico de biodigestión”

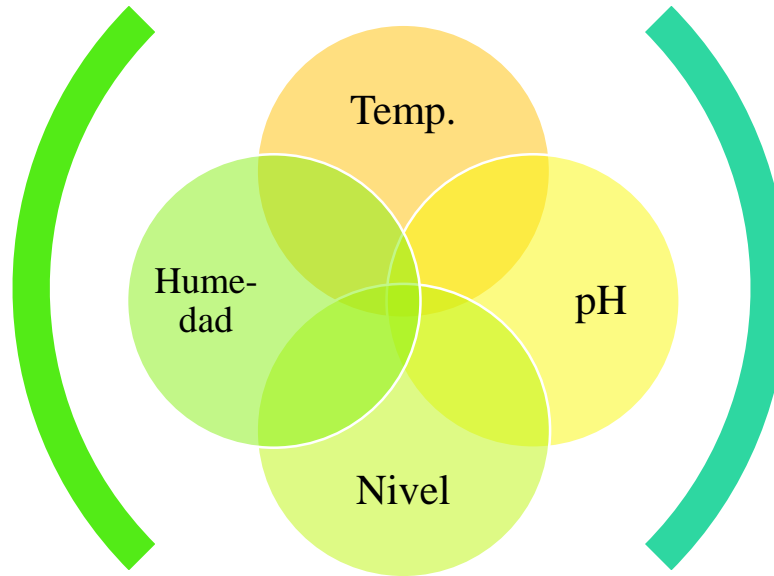
Como resultado de esta investigación se pretende obtener un diseño de un biodigestor automatizado que sense y cree un historial del proceso de biodigestión, todo esto de forma remota, en cuyo caso, puede estar siendo analizado y/u operado desde un centro de mandos.

El principal aporte de esta investigación es el monitoreo en tiempo real de las variables del proceso de biodigestión, implementando sensores y actuadores de bajo costo, y los principales beneficiados son los agricultores y ganaderos de la región del Estado de Sonora.

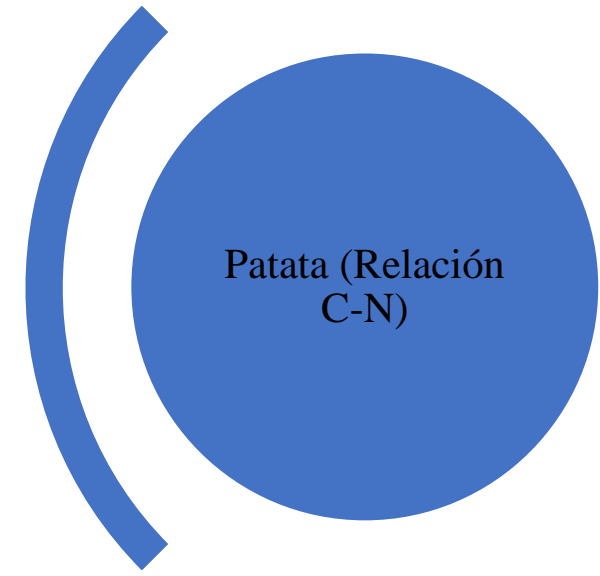
# Metodología



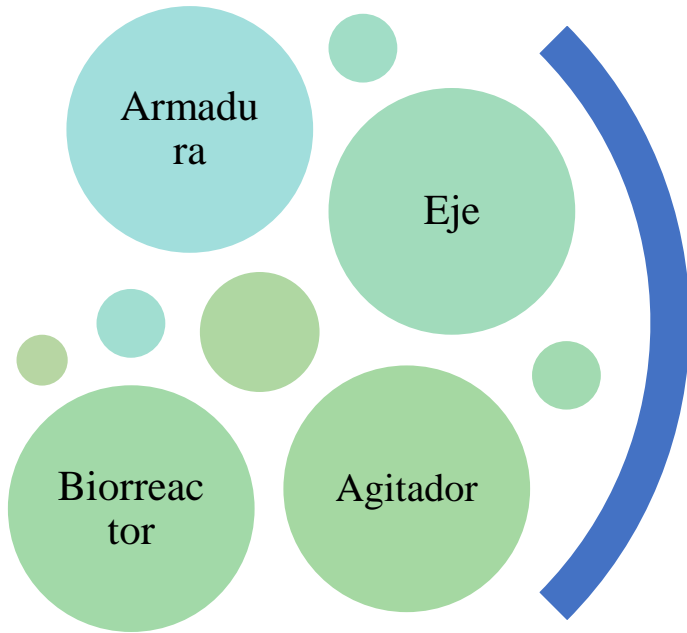
**F1. Selección de variables**



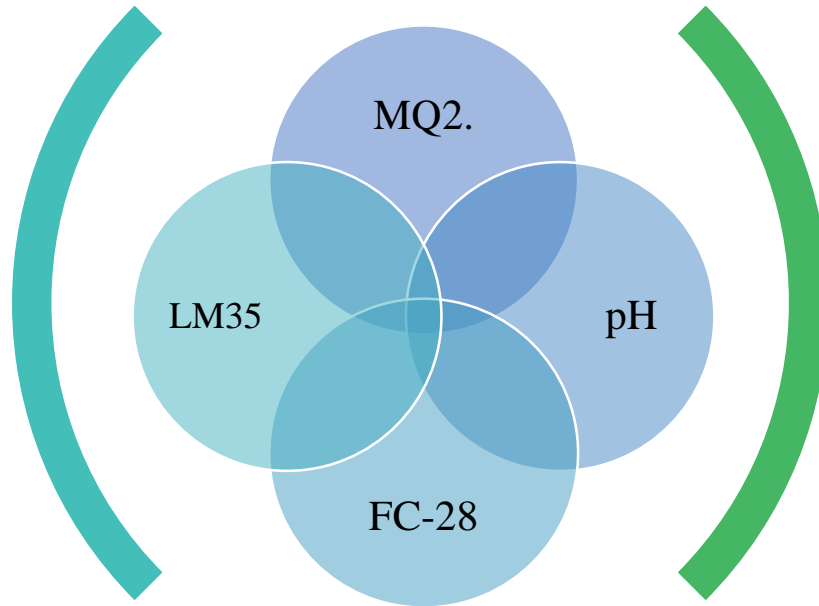
**F2. Selección de sensores**



**F3. Selección de la muestra**



**F4. Diseño y modelado mecánico**

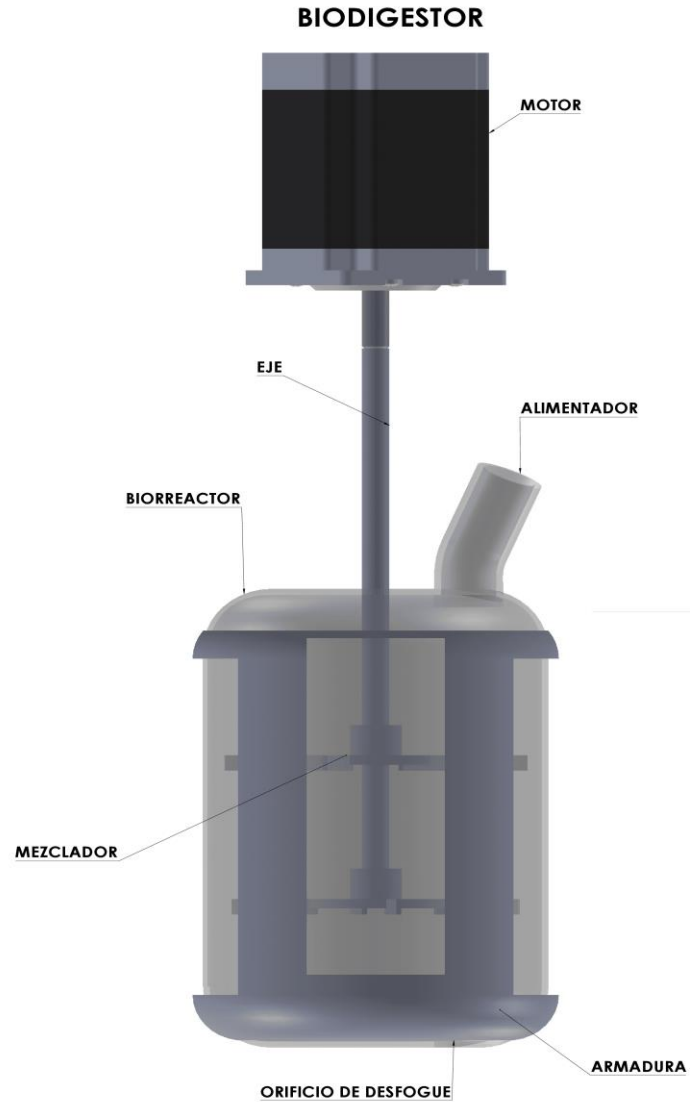


**F5. Diseño y simulación electrónica**

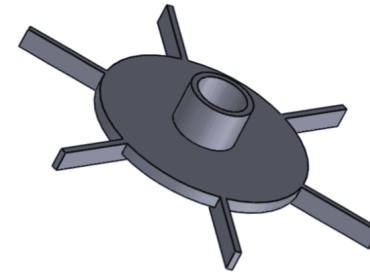


**F6. Integración del sistema y pruebas**

# Resultados



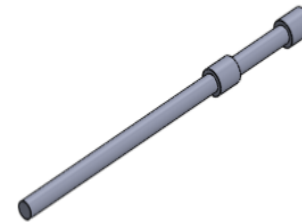
Biorreactor



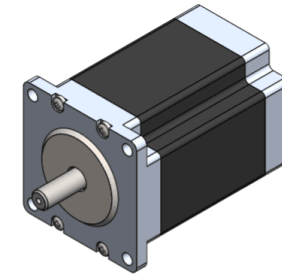
Agitador



Armadura



Eje



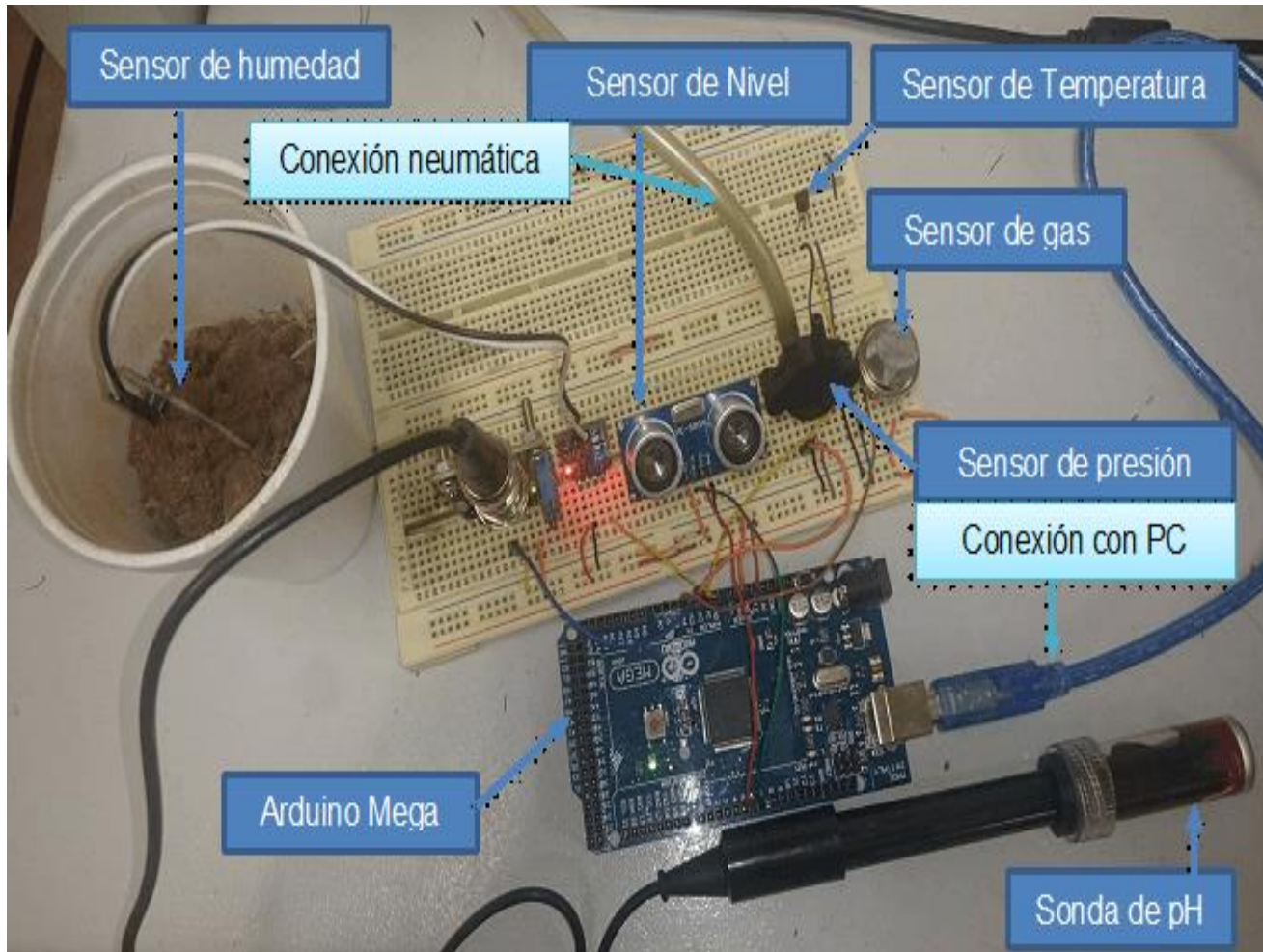
Motor

## Diseño y modelado mecánico

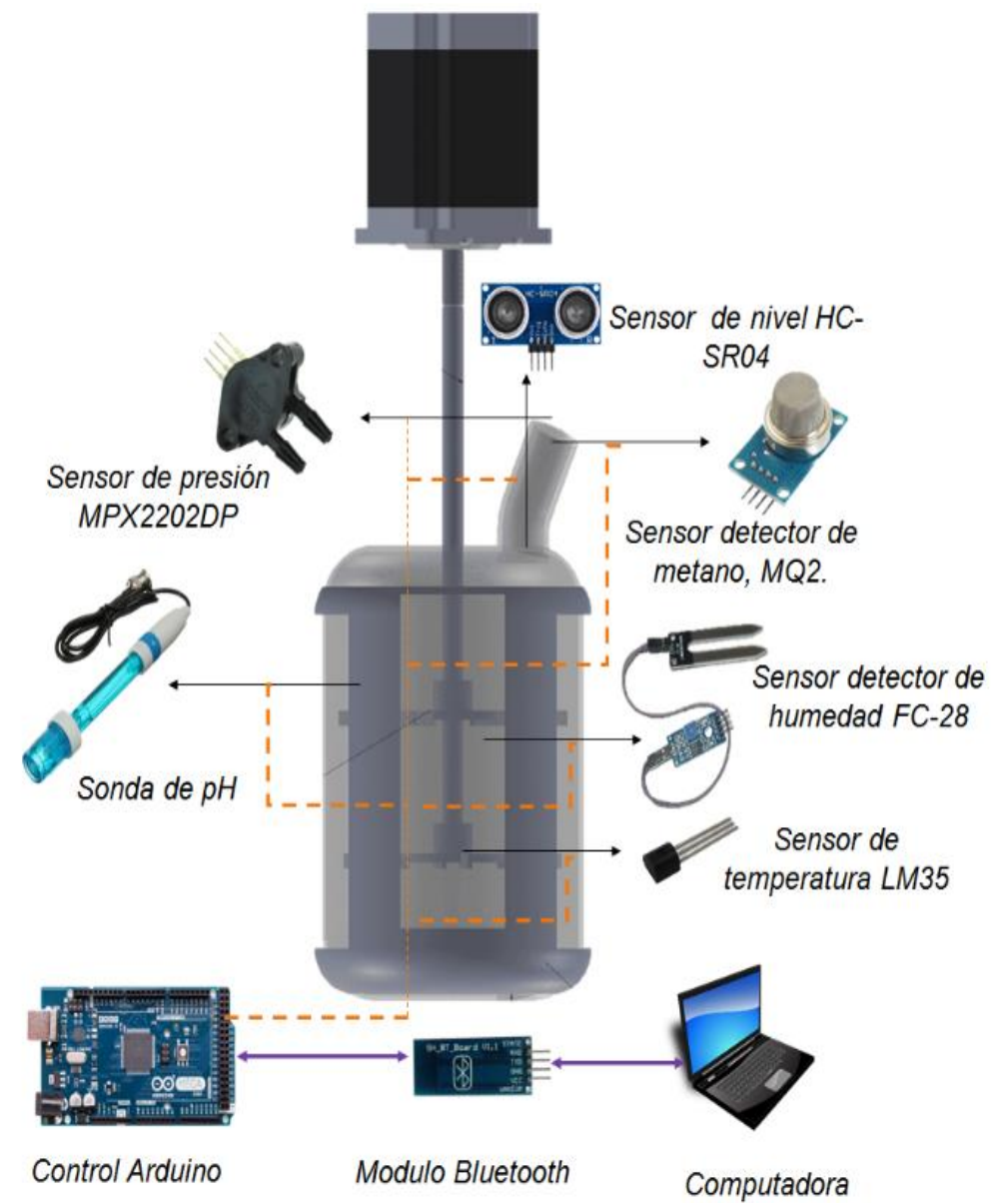




# Integración del sistema

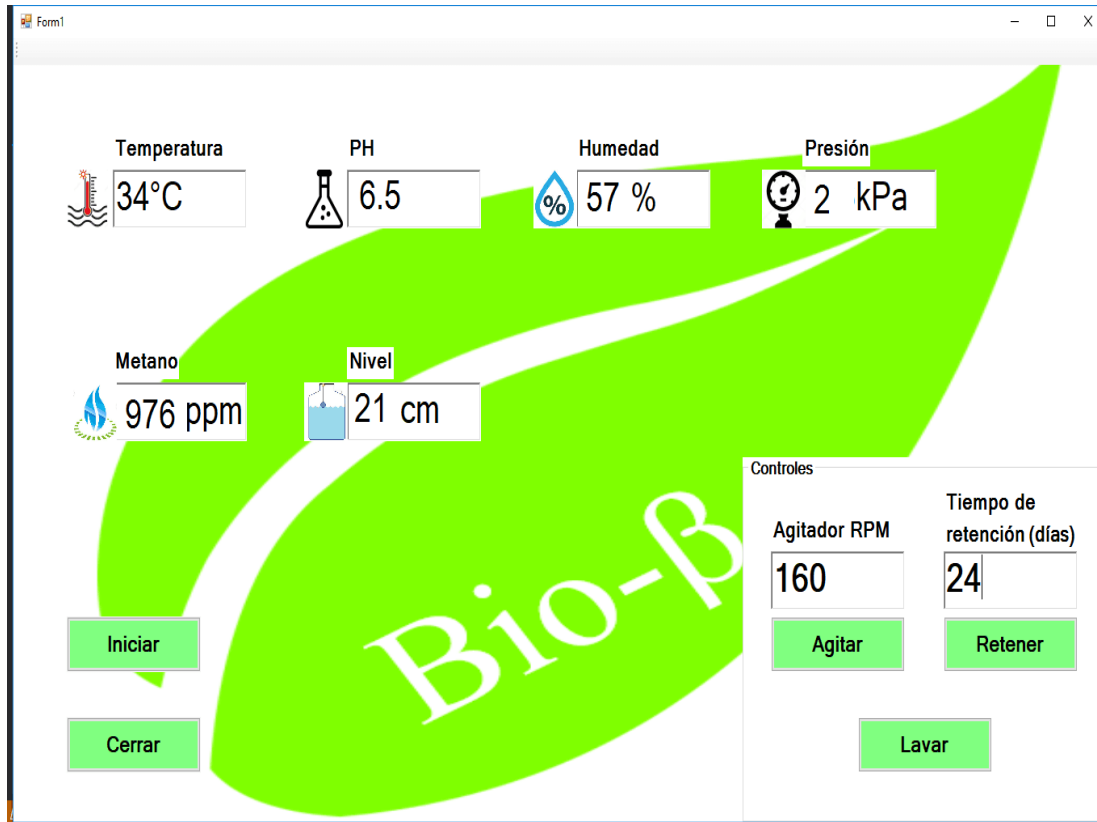


Conexión física integral de los sensores correctamente montados a la placa Arduino®.

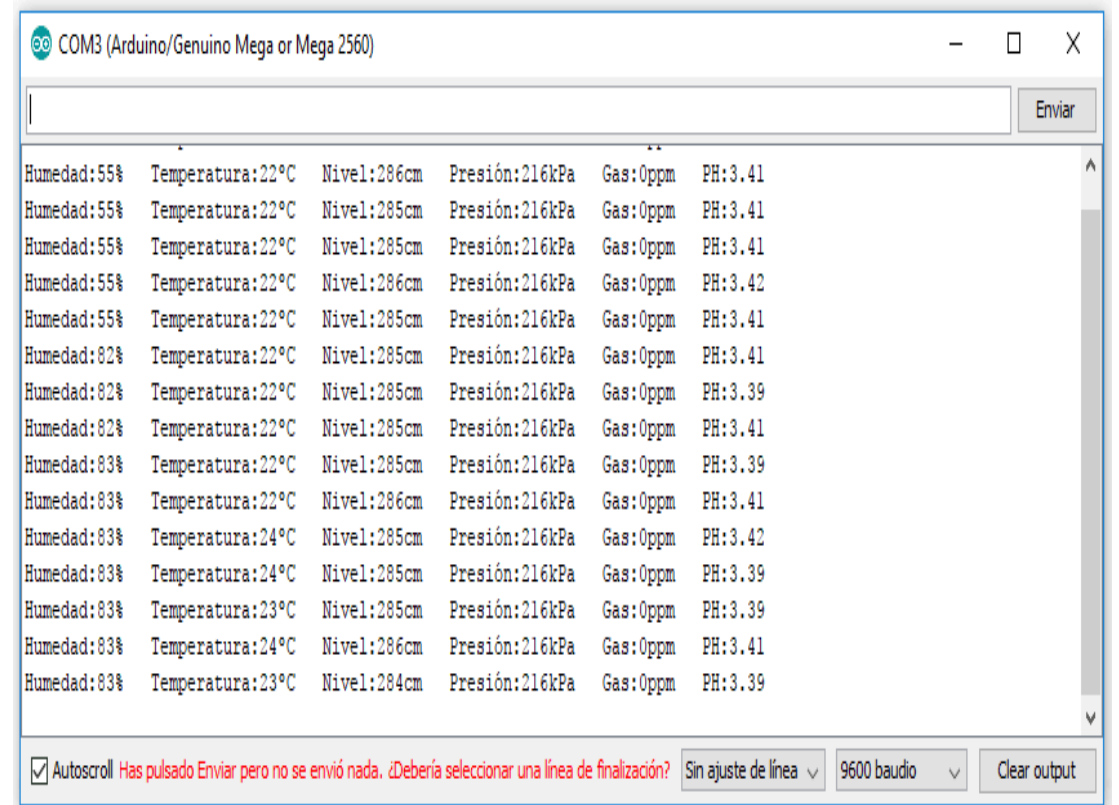


Distribución de los componentes en el diseño final.

# Monitoreo en tiempo real y registro de resultados



Resultados del proceso de biodigestión en campo a los 12 días.



Registro de lecturas de sensores en tiempo real.

# Análisis de resultados

## Disminución de pH en la muestra.

Inicial = 6.3

Día 12 = 4.1

Correspondiente a la etapa 2 del proceso de biodigestión; acidogénesis.

Los **incrementos de temperatura** tienen relación positiva en la producción de biogás.

En cuanto a la humedad, los valores iniciales fueron de entre 80-90%, registrando un total de 85%. Sin embargo, para el día 12 de producción, los índices de humedad bajaron hasta un 57%.

El proceso de biodigestión en Hermosillo puede ser de dos tipos:

**Mesophilica:** Mayo-Octubre ( $>25^{\circ}\text{C}$ )

**Psycrophilica:** Noviembre-Abril ( $<25^{\circ}\text{C}$ )

Se observó que la fase de hidrolisis, perteneciente a la etapa 1 del proceso se efectuó en un medio con un pH dentro de los márgenes en la escala, siendo de 6.0 a 6.2 para las bacterias acidogénicas y de 6.5 a 7.5 en las bacterias metanogénicas.

# Conclusiones

Existe un potencial importante en el Estado de Sonora para producir biogás a partir de biomasa. Este es un factor importante para empezar a implementar tecnología para su generación.

Las altas temperaturas registradas durante todo el año, independientemente de la estación en la que estemos en Hermosillo, facilitan la producción de biogás, que puede ser rentable.

Una ventaja competitiva es que se puede obtener tecnología nacional y del extranjero (principalmente de Estados Unidos) de forma rápida y económica

Un inconveniente que presenta la biomasa en el estado, es que compite con la energía solar

Al utilizar tecnologías de monitoreo y sensado de los procesos de generación de energías renovables como el biogás, podemos correlacionar los picos de producción con las condiciones óptimas de biodigestión, así, bajo estos criterios, se pueden establecer los parámetros ideales de temperatura, pH, humedad y nivel, para una producción eficiente de biogás en las condiciones de Hermosillo Sonora.

Se pueden implementar medidas de control en situaciones muy extremas.

Para futuras investigaciones, los autores proponen diseñar una aplicación en donde se puedan observar los valores registrados por el sistema, e incluir sistemas de control.

# Referencias

- Acosta, L. & Obaya, M. (2005). La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I. ICIDCA. Sobre Los Derivados De La Caña De Azúcar, 39 (1), pp. 35-48.
- Acosta, L. & Obaya, M. (2005). La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I. ICIDCA. Sobre Los Derivados De La Caña De Azúcar, 39 (1), pp. 35-48.
- Balcells, J., & Romeral, J. (1997). Autómatas programables, (pp. 113, 114). Barcelona: Marcombo.
- Bidlingmaier, W. (2006). Conference Probes Anaerobic Digestion. BioCycle Journal of Composting and Organics Recycling. Fifth ORBIT, 47(9) , pp. 42-49.
- Campos, B. (2011). Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino. Rev. Ciencias Técnicas Agropecuarias, 20(2).
- Campos, E., Elías, X. & Floats, X. (2012). Procesos biológicos, Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Carrillo, L. (2003). Microbiología agrícola, (1st ed.). Salta: unas.
- Esguerra, M. (1989). Experiencias prácticas con biodigestores de bajo costo para la generación de energía y el tratamiento de aguas residuales en países en desarrollo. Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. (1st ed., pp. 171-178). Seminario FAO-CNRE: Tecnologías de producción de biogás, España.
- Gutiérrez García, G., Moncada Fernández, I., Meza Montenegro, M., Félix Fuentes, A., Balderas Cortes, J., & Moroyoqui, G. (2012). Biogás: una alternativa ecológica para producción de energí. Ide@S CONCYTEG, 7(85), 881-894.
- Hopp, V. (1994). Fundamentos de tecnología química para formación profesional. (1st ed., p. 67). Barcelona: Reverté.
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Sonora 2016, 1st ed. Hermosillo. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/OtrTemEcon/PIBEntFed2017.pdf>, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/>. [Consulta: 02- Sep- 2018].
- Lagrange, B. (1979). Biomethane. Principes, techniques, utilisation (2nd ed., p. 249). Aix-en-Provence: Edisud.
- Lema, J., & Méndez, R. (1997). Tratamientos biológicos anaerobios, capítulo en: Contaminación e ingeniería ambiental, volumen III, Contaminación de las aguas (1st. ed.). Oviedo: F.I.C.Y.T.
- López Gálvez, U. (2015). Inventario de recursos energéticos de biomasa biodegradable en Sonora (1st ed.). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Magaña, L., Torres, E., Martínez, M., Sandoval C., & Hernández, R. (2011). "Tratamiento anaerobio de desechos lácticos y estiércol de cabra.", Bdigital, vol. 11, no. 1, pp. 93-98.
- Melendi, D. (2015). "Metano". [En línea]. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Metano.htm>. [Consulta: 20- Dic- 2017].
- Orosio, J., Ciro, H., & González, H. (2007). Evaluación de un sistema de biodigestión en serie para clima frío. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 60 (2).
- Red Mexicana de Bioenergía, A.C., "Biogás | Red Mexicana de Bioenergía", Rembio.org.mx, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://rembio.org.mx/areas-tematicas/biogas/>. [Consulta: 10- Dic- 2018].
- Rivas Solano, O., Faith Vargas, M., & Guillén Watson, R. (2010). Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad. Tecnología En Marcha, 23(1), 39-46.

Sebastian Nogués, F., Abián Vicén, M., Reseau, A., & García-Galindo, D. (2010). *Energía de la biomasa* (1st ed., pp. 216-217). Zaragoza: Pressas Universitarias de Zaragoza.

Servicio Meteorológico Nacional, "Normales climatológicas", SMN, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL26139.TXT>. [Consulta: 11- Jun- 20187].

Varnero Moreno, M. (2011). *Manual de biogás* (1st ed., pp. 84-93). Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Varnero, M., & Arellano, J. (1990). *Aprovechamiento racional de desechos orgánicos* (1st ed.). Santiago de Chile: Ministerio de Agricultura (FIA) y Universidad de Chile.

Wageningen University and Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (2017). "¿Cuál es el pH de los alimentos?", Food-info.net. [En línea]. Disponible en: <http://www.food-info.net/es/qa/qa-fp65.htm>. [Consulta: 22- Dic- 2017].



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)