



Title: Codigestión anaerobia como alternativa para el tratamiento de aguas residuales lácteas y la generación de biogás y biosólidos

Authors: BERNAL-MARTINEZ, Arodí, GONZÁLEZ-LÓPEZ, Gloria Inés y CUEVAS-RODRIGUEZ, Germán

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2020-04
BCIERMMI Classification (2020): 211020-0004

Pages: 15
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

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

Introduction

Methodology

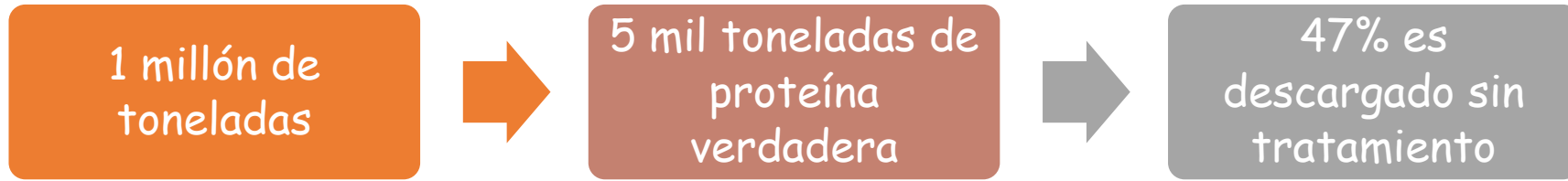
Results

Annexes

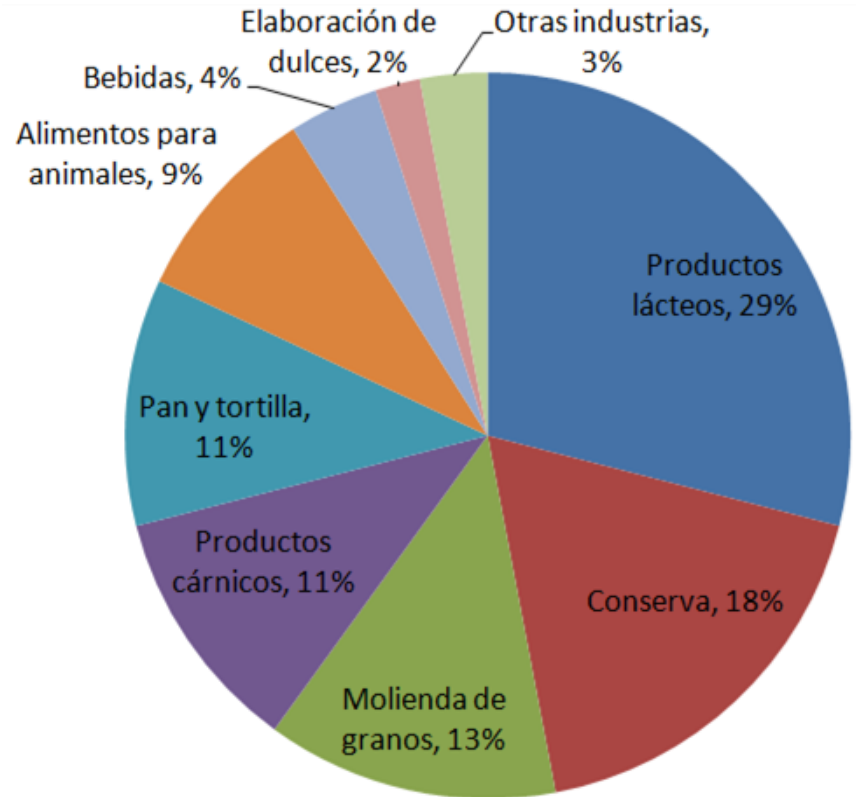
Conclusions

References

Suero producido en México:



Producción agroindustrial en Guanajuato:



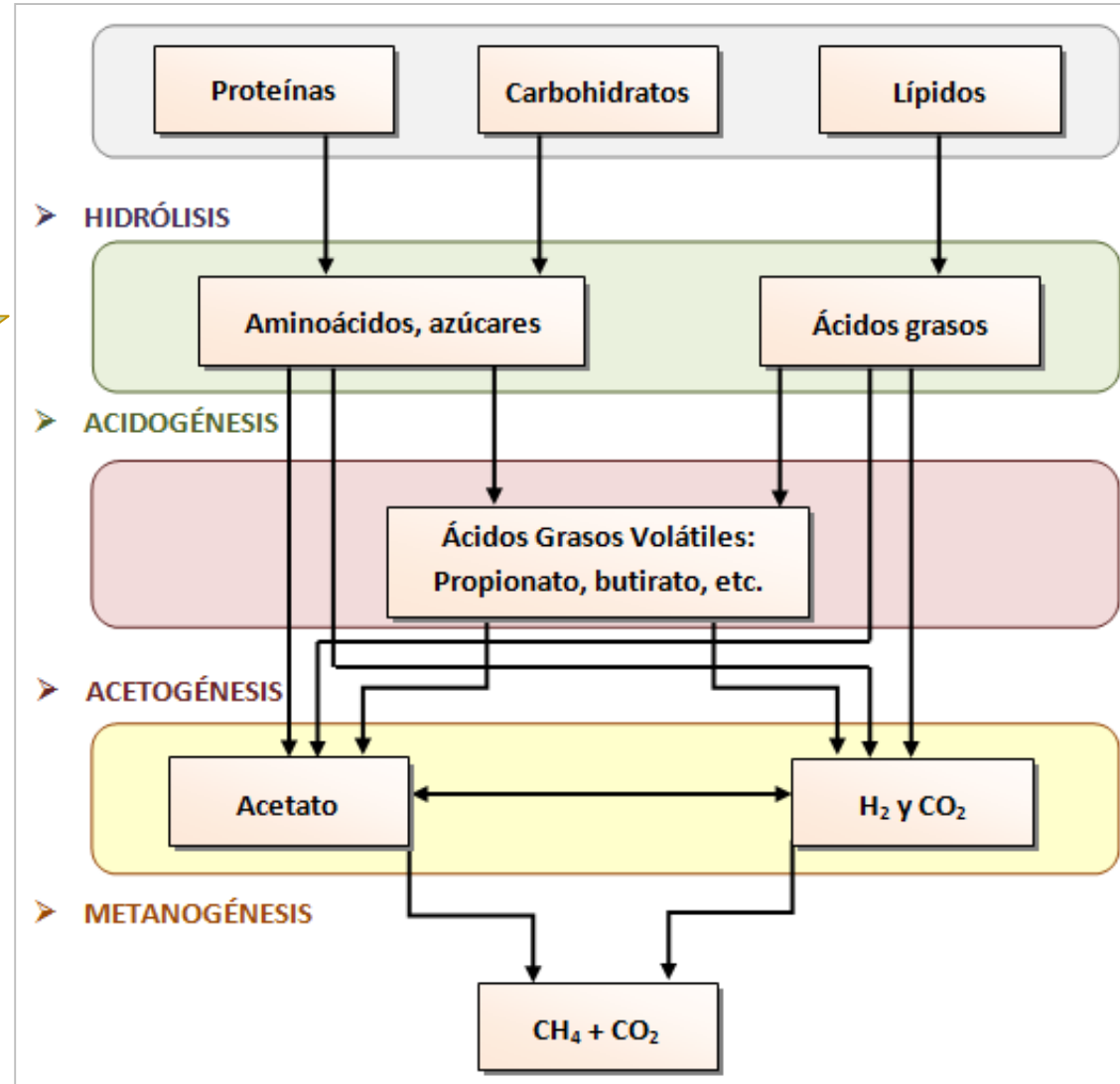
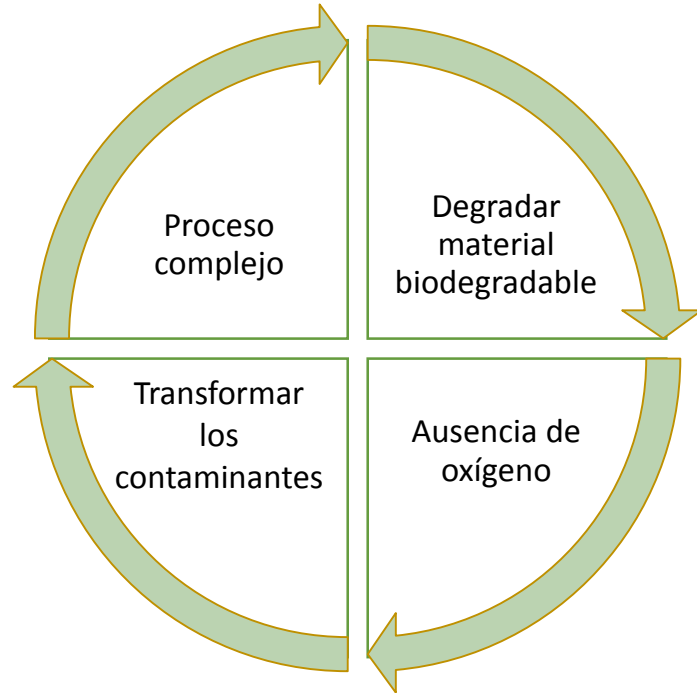
- ▶ Guanajuato ocupa el 3° lugar en la producción de derivados lácteos
- ▶ Se calcula que la generación de suero en el Estado, asciende a 1'000,000 L/d

Tabla 1. Características de las ARL³.

Parámetro (g/L)	Suero dulce	Suero ácido
pH	6.45	< 5.0
ST	63.0-70.0	63.0-70.0
STV	58	21
DBO ₅	30.0-50.0	
DQO	60.0-80.0	
Proteína	6.0-10.0	6.0-8.0



DIGESTIÓN ANAEROBIA (DA)



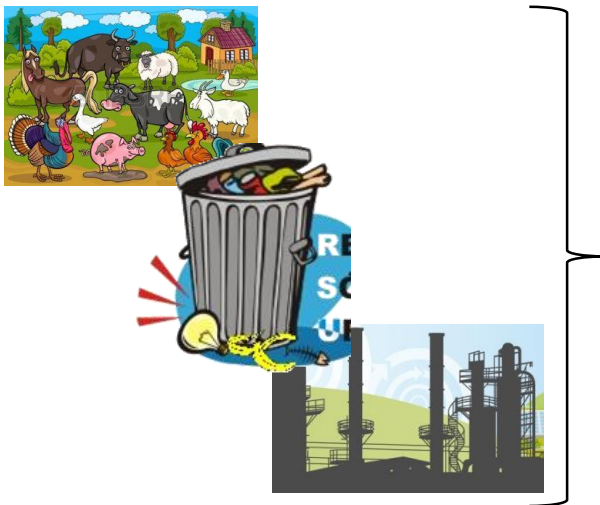
CODIGESTIÓN ANAEROBIA (Co-DA)

Se denomina Co-DA al tratamiento conjunto de dos o más sustratos.

► Objetivos de la Co-DA:

- Ayudar a que un sustrato se complemente con otro.
- Tratar dos o más residuos simultáneamente sin implementar dos o más plantas de tratamiento.
- Reducir costos de inversión para tratar los residuos problema.

Los residuos empleados en la Co-DA pueden ser de origen:



Con la
premisa

- Líquidos
- Contener material orgánico soluble
- Composición y concentración estable

BIOGÁS Y BIOSÓLIDOS

- ▶ Puede ser susceptible de aprovechamiento.
- ▶ El biogás es el producto gaseoso de la DA.

- Tiene un poder calorífico de 22.40 KJ/m³.
- Composición del 50-70% de CH₄.

- ▶ Los biosólidos son lodos que han sido sometidos a procesos de estabilización.
- ▶ Pueden ser susceptibles de aprovechamiento por su contenido de MO, nutrientes y características adquiridas después de la estabilización.

- La cantidad de sólidos del efluente es « el influente.
- Apariencia aterronada y color oscuro.
- No presentan mal olor.



NOM-004-SEMARNAT-2002

Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final

Primera etapa: Muestreo y caracterización FQ de los sustratos

El ARL fue muestreada en
Cremería



Descarga al sistema de
alcantarillado municipal



Los LP fueron muestreados
en la PTAR de "JAPAMI"



Tanque espesador



Segunda etapa: Desarrollo de la Co-DA

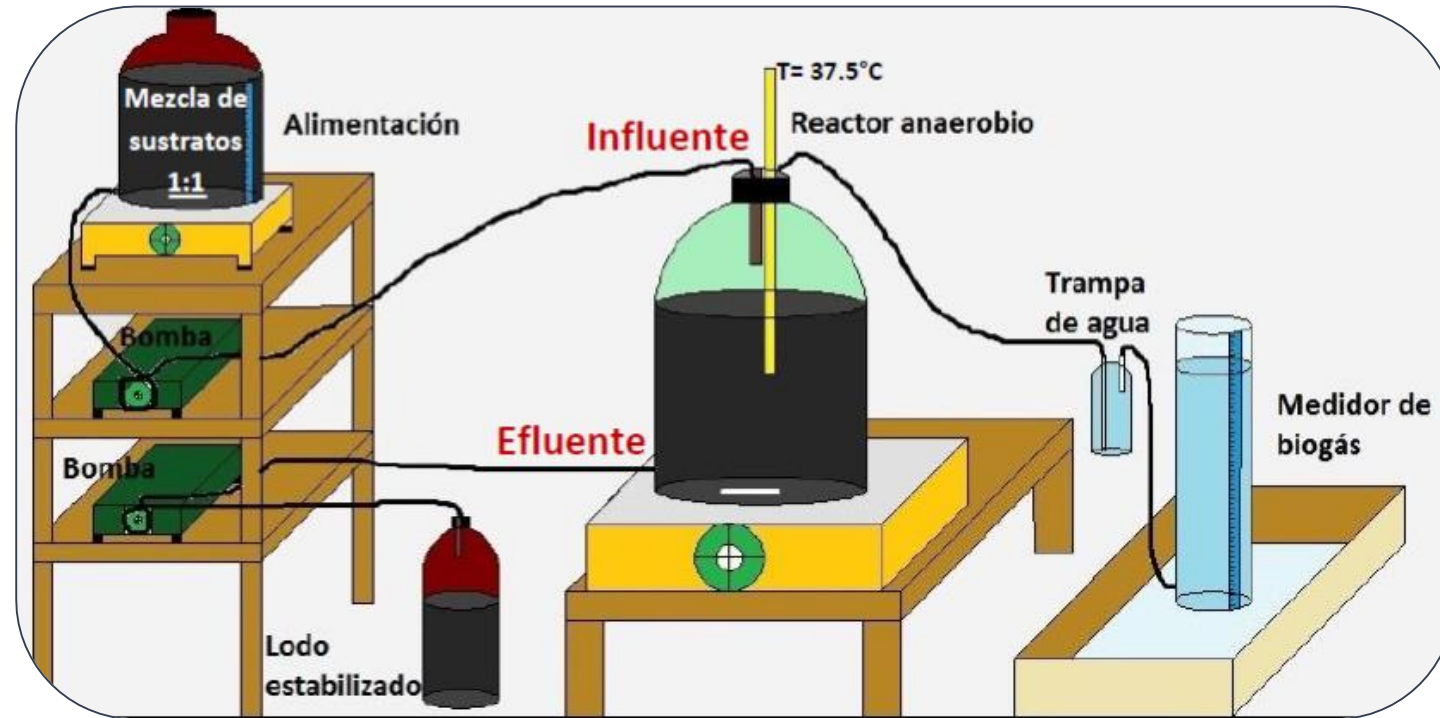
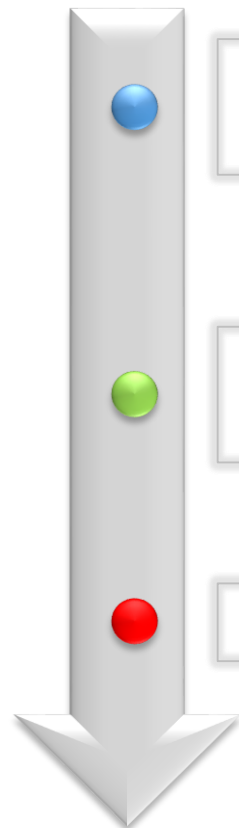


Figura 1. Codigestor anaerobio.

Tabla 4. Condiciones de operación en el digestor anaerobio.

CO (gDQOt/L•d)	DQOt (g/L)	Caudal (L/d)	TRH (d)	VUR (L)
1.3 ± 0.2	50.60 ± 6.7	0.08	37.5	3
2.0 ± 0.2	50.66 ± 4.5	0.12	25	3

Tercera etapa: Bioensayo de toxicidad del efluente proveniente del sistema de Co-DA



Comparación de variables

Elección de la más eficiente

Bioensayo



Semillas de lechuga



Suelo



Biosólido

Tabla 2. Proporción de BS:S en prueba de bioensayo.

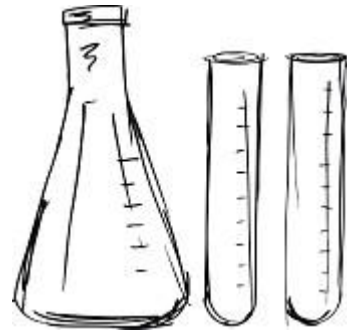
%BS: %S
100 BS
75 : 25
50 : 50
25: 75
100 S

$$IG = \frac{G \times L}{G_c \times L_c} \times 100$$

Donde: IG es el índice de germinación, G el promedio de semillas germinadas, G_c es el promedio de semillas germinadas en el control positivo, L el promedio de longitud de la radícula en la muestra y L_c es el promedio de longitud de la radícula en el control positivo.

Tabla 3. Caracterización FQ del co-sustrato.

Parámetro	Co-sustrato
DQO _T (g/L)	51.31 ± 0.29
DQO _S (g/L)	8.09 ± 0.02
SSV (g/L)	23.96 ± 2.89
Conductividad (mS/cm)	9.19 ± 0.71
pH	6.86 ± 0.01
Potencial Redox (mV)	-258.43 ± 8.54
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ / L)	2835.17 ± 230.46
AGV (mg/L)	1823.28 ± 487.65



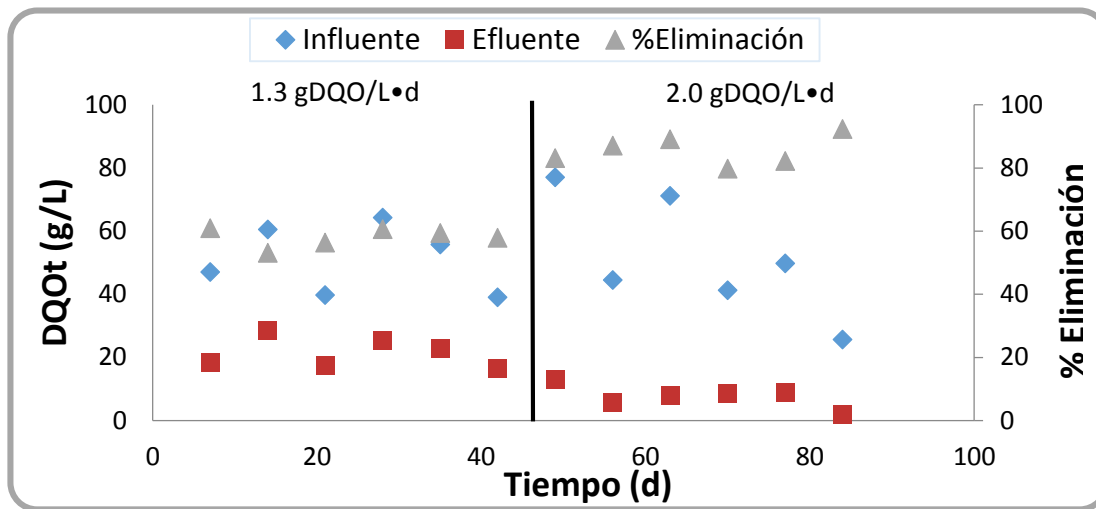


Figura 2. Comportamiento de DQO_T en codigestor anaerobio.

Tabla 4. Valores de influente y efluente.

CO (gDQO/L•d)	1.3	2.0
Influente (g/L)	51.08 ± 9.8	51.55 ± 7.6
Efluente (g/L)	21.43 ± 4.4	7.64 ± 3.3
% E	58.04	85.19

El %E de DQO_T reportado por Kavacik y Topaloglu (2010) es de 50-70%.

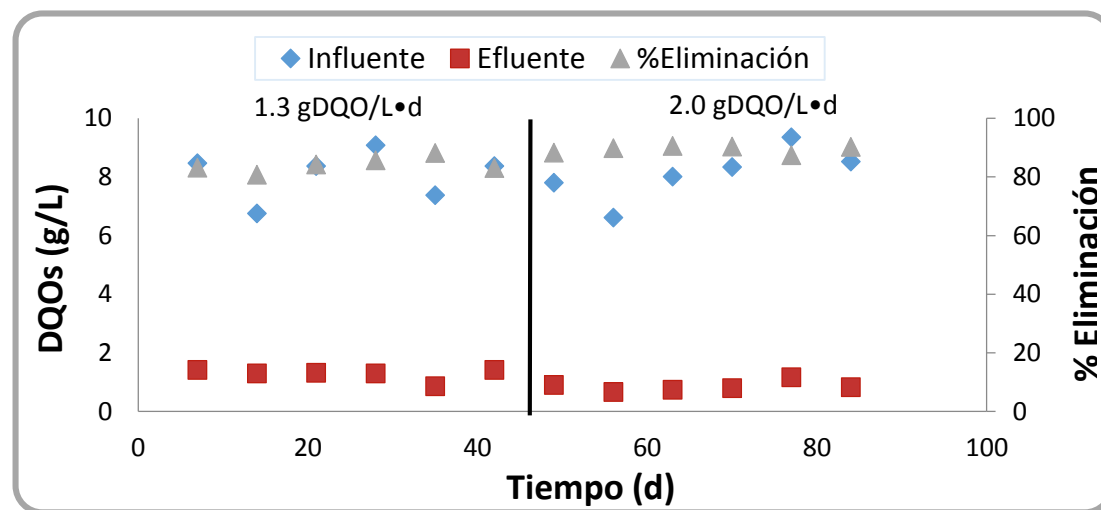


Figura 3. Comportamiento de DQO_S en codigestor anaerobio.

Tabla 5. Efecto de la CO en el influente y efluente.

CO (gDQO/L•d)	1.3	2.0
Influente (g/L)	8.07 ± 0.8	8.11 ± 0.8
Efluente (g/L)	1.27 ± 0.2	0.86 ± 0.2
% E	84.25	89.46

El %E de DQO_S reportado por García (2009) es de 61% (Estiércol : Lodo residual ,1:1).

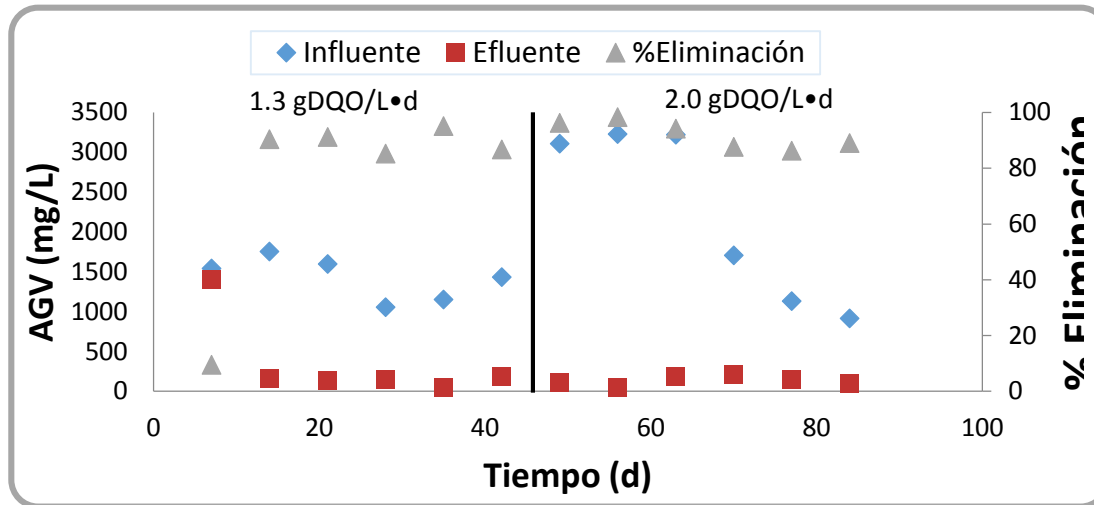


Figura 3. Comportamiento de AGV en codigestor anaerobio.

Tabla 6. AGV en el codigestor anaerobio bajo la influencia de dos CO.

CO (gDQO/L•d)	1.3	2.0
Influente (g/L)	1425 ± 205.6	2221.45 ± 596.5
Efluente (g/L)	350.83 ± 70.2	135.83 ± 35.8
% E	75.38	93.89

García (2009), reportó valores de 210.5 mg/L de AGV, con un %E del 75 para una mezcla de estiércol y Lodo residual, 1:1.

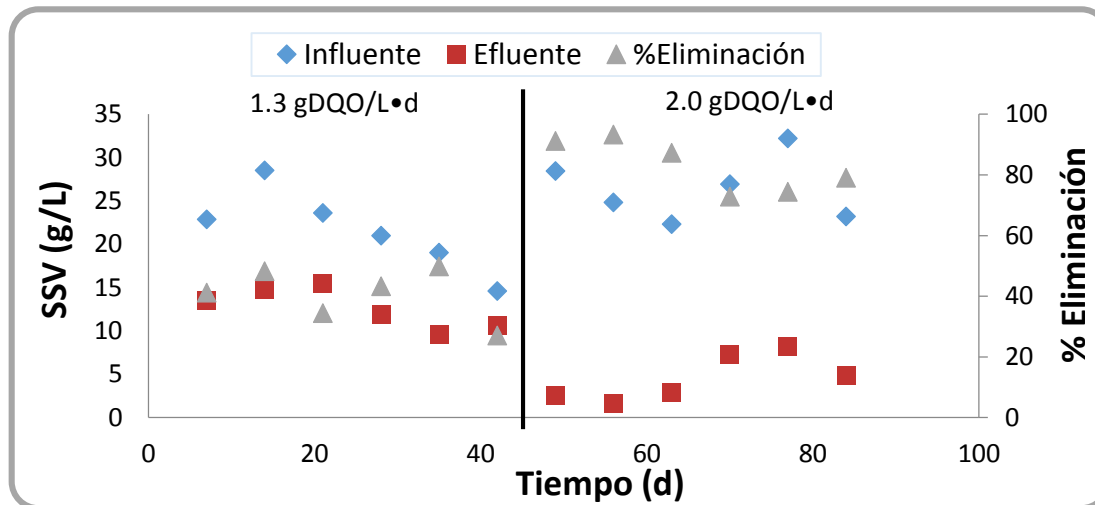


Figura 4. Comportamiento de SSV en codigestor anaerobio.

Tabla 14. SSV en el codigestor anaerobio con dos CO.

CO (gDQO/L•d)	1.3	2.0
Influente (g/L)	21.60 ± 4.3	26.32 ± 5.7
Efluente (g/L)	12.63 ± 2.1	4.57 ± 3.9
% E	32.07	82.55

Metcalf y Eddy (2003), reporta porcentajes de eliminación del 40-60% para SSV.

Producción de biogás

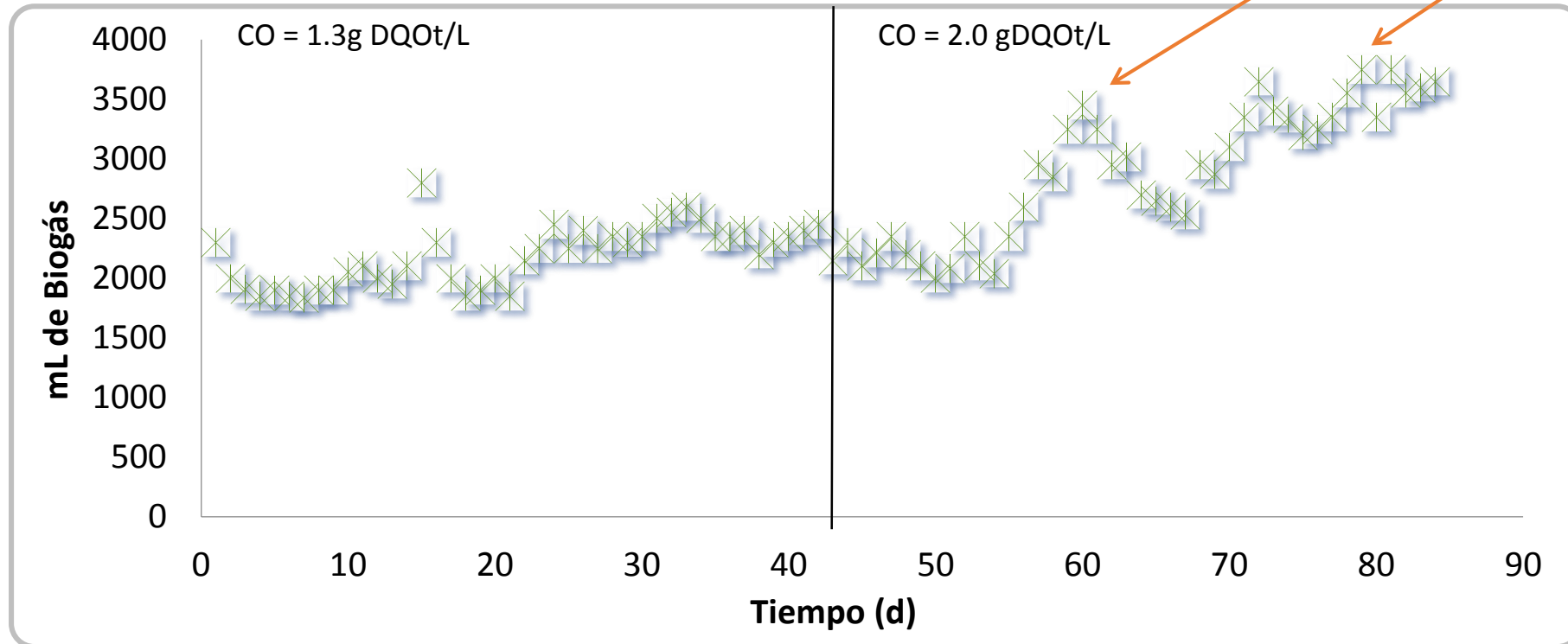
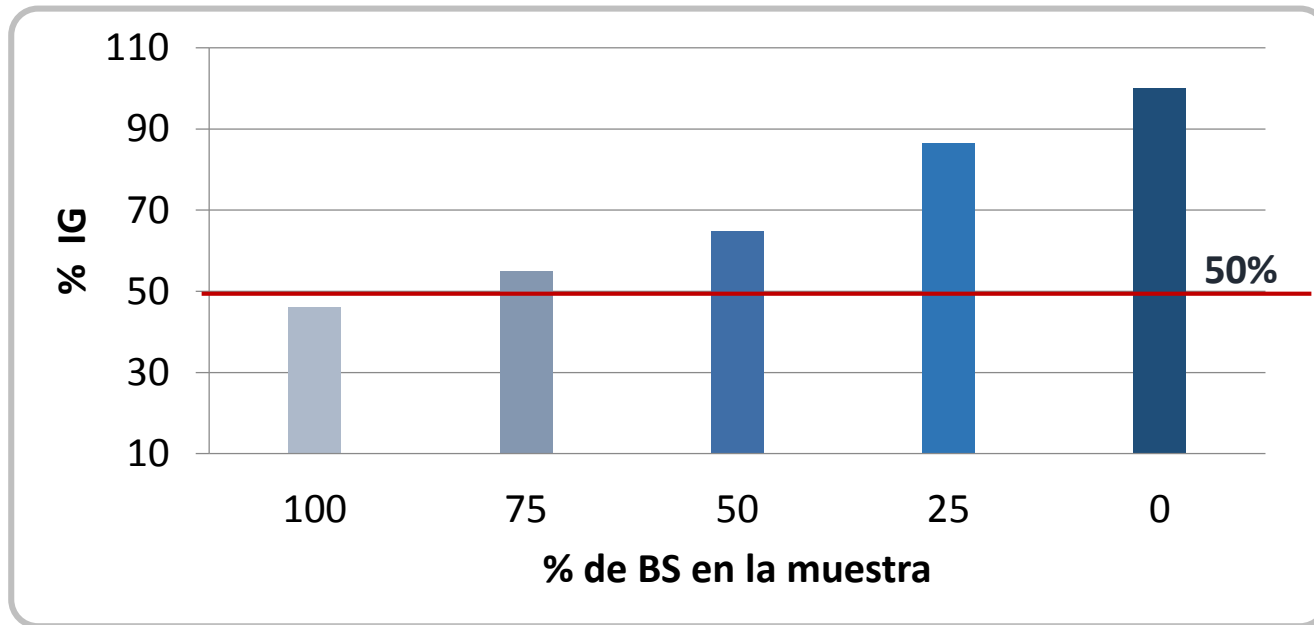


Tabla 20. Producción experimental de biogás dentro del sistema.

$CO \text{ (gDQO/L}\cdot\text{d)}$	Producción de biogás experimental (mL biogás/g DQO eliminada)
1.3	322.30
2.0	396.66

Tabla 8. Resultados del bioensayo.

Proporción BS:S	% IG
Control BS	46.06
75:25	55.03
50:50	64.81
25:75	86.54
Control S	100



No hay niveles de toxicidad en el suelo que puedan inhibir el crecimiento de la plántula⁵.

Figura 6. Índice de germinación de los biosólidos.

CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas de los sustratos, demostraron que ambos se complementaron, donde cada uno aportó una propiedad adecuada, como lo fue el pH, alcalinidad y materia orgánica (MO). Por lo que, la codigestión anaerobia (Co-DA) se desarrolló de una manera adecuada.
- La CO de 2.0 gDQO/L·d con un TRH de 25 d, fue la más eficiente, ya que se obtuvieron porcentajes de eliminación por arriba del 80% de la MO, expresada como DQO_T, DQOs y SSV, al igual que en la producción de biogás (396.7 mL biogás/g DQO eliminada).
- En cuanto a la remoción de patógenos, se lograron porcentajes de hasta el 70% para Coliformes Totales, el 97 para Coliformes Fecales y el 90% para Salmonella.
- El biosólido generado no se considera tóxico puesto que, los Índices de Germinación de semillas de lechuga se encuentran por encima del 50%.



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/ booklets)