

Residuos sólidos en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco: una estimación y potencial de aprovechamiento

Ávila Lázaro Israel*, Laines Canepa José Ramón, Magaña Magaña Luis Alexis, Sosa Olivier José Aurelio, Hernández Jerónimo Guadalupe, Núñez Rodríguez Edgar

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas. Carretera Villahermosa-Cárdenas Km 0.5. S/N, Entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Centro, Tabasco. C.P. 86150. México.

*Autor para correspondencia: ing.avilaisrael@yahoo.com.mx

Recibido:

14/septiembre/2020

Aceptado:

11/diciembre/2020

Palabras clave:

Residuos,
universidad,
aprovechamiento

Keywords:

Waste,
university,
use

RESUMEN

La División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) realiza el manejo integral de sus residuos, estos se cuantifican diariamente. Con los datos del 2017 y 2018 se permitió estimar la generación de residuos con respecto a la población total de la UJAT. La universidad cuenta con 12 divisiones académicas y oficinas administrativas, y con base en el 2do y 3er informe de actividades del rector de la Universidad, se obtuvo la población, apoyándose con visitas de campo a las divisiones. Con base en los datos, se estimó la generación de residuos y sus beneficios, de los cuales los residuos valorizables estimados en toneladas serían Materia Orgánica Vegetal con 41.3, PET 34.5, Papel y Cartón 43.6, Tapas de botellas 1.82, Aluminio/Hojalata 7.14, Vidrio 10.7, Fierro 3.25, madera 1.73, Multilaminado 3.19 siendo un total de 169 toneladas en dos años.

ABSTRACT

The Academic Division of Biological Sciences (DACBiol) of the Autonomous Juárez University of Tabasco (UJAT) performs the comprehensive management of its waste, these are quantified daily. With the data from 2017 and 2018, verify the estimation of waste generation with respect to the total population of the UJAT. The university has 12 academic divisions and administrative offices and based on the 2nd and 3rd activities report of the rector of the University, it obtains the population, supporting field visits to the divisions. Based on the data, the generation of waste and its benefits were estimated, of which the estimated recoverable waste in tons per year would be Vegetable Organic Matter with 41.3, PET 34.5, Paper and Cardboard 43.6, PET Lids 1.82, Aluminum / Tinplate 7.14, Glass 10.7, Iron 3.25, wood 1.73, Multilaminate 3.19 for a total of 169 tons in two years.

Introducción

La gestión integral de residuos en instituciones educativas ha ido aumentando en los últimos años. Las universidades y colegios son requeridos por los organismos estatales e internacionales para adoptar estrategias de desarrollo en sus operaciones, para tener un impacto positivo en los aspectos socioeconómicos y ambientales. La revista Times Higher Education ha clasificado a las universidades de todo el mundo en la forma en que se están comprometiendo con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y el cual ODS N°12 analiza el consumo y la producción responsables (Rooney, 2018). En este contexto, algunas universidades alrededor del mundo están comenzando a realizar estudios de generación y reciclaje de sus residuos sólidos (Armijo et al., 2008; Fournier 2008; Espinosa et al., 2008). En Estados Unidos, el 75% de las principales universidades reciclan sus residuos de jardinería a través del composteo (Fournier, 2008). En Brasil en la universidad de Campinas, implementaron campañas de minimización de residuos el cual mejoraron el 16.5% el programa de recolección selectiva de residuos sólidos (Fagnani y Guimarães, 2017) y al igual que la Universidad Federal de Itajubá implementando un programa de recolección selectiva, manifestaron que el 90 % de sus residuos valorizables se enviaron a reciclaje (Barros et al., 2013). Por otra parte, en México, los estudios más relevantes son los llevados a cabo por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (Alcántara et al., 2005), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, en Mérida (CINVESTAV-Mérida) (Maldonado, 2006), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) (Espinosa et al., 2008) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (Armijo et al., 2008). Estos estudios coinciden en que los residuos generados por instituciones educativas contienen un alto porcentaje de materiales reciclables (superior al 60%). En consecuencia, en el estado de Tabasco, la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL), una de las 12 Divisiones Académicas (tabla 2) que conforman la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), ha manejado integralmente sus residuos desde el año 2006, con base en los datos de generación de residuos de los años 2017 y 2018 de DACBIOL el presente trabajo pretende estimar la generación de residuos sólidos que generaría la UJAT con sus Divisiones Académicas y el potencial de aprovechamiento que lograrían obtener si gestionaran integralmente sus residuos. Esto permitirá fomentar conciencia ambiental a la sociedad dentro y fuera de la Institución y prevenir contaminación al medio ambiente.

Metodología

Manejo integral de residuos

En la DACBIOL, dentro de sus actividades, se generan residuos con características domiciliarias que por su cantidad se consideran de manejo especial: Las fuentes de generación son las aulas, laboratorios, plantas piloto, biblioteca, gimnasio, áreas deportivas, auditorios, áreas administrativas, salas de maestros, oficinas, baños y cafeterías. Los residuos son recolectados y transportados al Centro de Acopio y Tratamiento de Residuos (CATRE) de la misma División Académica. En este lugar, se separan los valorizables, que se envían a los centros de acopio para su posterior reciclamiento. El papel y cartón se reutilizan y los orgánicos son tratados a través de procesos biológicos como el compostaje, vermicompostaje y digestión anaerobia. Los residuos no valorizables, son recolectados por el Sistema de Aseo Urbano del Municipio de Centro, para su disposición final en el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial como lo especifica la NOM 083- SEMARNAT-2003.

Los datos generados de residuos diariamente a través del pesado se establecen en una bitácora del CATRE. Este proceso de pesado se realizó durante el ciclo febrero-diciembre 2017 y 2018, con estos datos nos permitirá estimar las generaciones de residuos con respecto a las poblaciones de las divisiones.



Figura 1. Centro de Acopio y Tratamiento de Residuos-DACBIOL.

Estimación de la generación residuos de la UJAT

De acuerdo con la generación de residuos de la DACBIOL, a partir de los residuos valorizables del 2017 y 2018 se obtuvo la estimación de los residuos generados de las demás Divisiones Académicas, tomando en cuenta la población de cada división y este se multiplica por la generación per cápita de generación total y subproductos.

Determinación de la población de las divisiones académicas

Se investigó la población del 2017 y 2018 de todas las divisiones académicas en base al 2do y 3er Informe de Actividades del rector de la UJAT (Piña, 2018) y con visitas a campo de las divisiones, la población de cada división se adjuntó en una base de cálculo de Excel.

Tabla 1. Nombres y siglas de Divisiones Académicas-UJAT.

DAIS	División Académica de Ingeniería y Sistemas
DAMJM	División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez
DAMRIOS	División Académica Multidisciplinaria de los Ríos
DACA	División Académica de Ciencias Agropecuarias
DACB	División Académica de Ciencias Básicas
DAMC	División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco
DACBiol	División Académica de Ciencias Biológicas
DACSyH	División Académica de Ciencias Sociales y Humanidades
DAIA	División Académica de Ingeniería y Arquitectura
DAEA	División Académica de Educación y Arte
DACEA	División Académica de Ciencias Económico Administrativo
DACS	División Académica de Ciencias de la Salud
DIR.ADM.	Direcciones y oficinas administrativas

Estimación del potencial de aprovechamiento

Se investigaron fuentes de información del beneficio ambiental que conlleva el reciclaje de cada residuo que se valoriza en el CATRE-DACBiol. En este contexto siempre se destacan el ahorro de energía, evitar explotación de los recursos naturales, reducción de la contaminación, reducción de espacios en vertederos, compensación económica etc. (ECOCE, 2017). Con los datos obtenidos, se compararon los resultados de beneficios por subproductos (tabla 3) y se tomó una media. El ejemplo más encontrado se reportan los datos de los metales por su facilidad de recuperación, en este caso el aluminio y fierro como se describe en la tabla 2.

Tabla 2. Beneficio del reciclaje del metal Aluminio y Fierro (Hojalata).

Material	Aluminio/ Hojalata
Cantidad a reciclaje	1 t Aluminio/Hojalata
Beneficio del reciclaje	4 t bauxita ahorrada
Autor/ Fuente	Coppel(n.d.), Raam (n.d.), ECOACERO (n.d.)

Tabla 3. Residuos valorizables.

a	Botellas de plástico PET (tn)
b	Materia Orgánica (tn)
c	Papel/ cartón (tn)
d	Aluminio / hojalata (tn)
e	Multilaminado (tn)
f	Fierro
g	Tapas de botellas de PET
h	Botellas de vidrio
i	Madera
j	Textil
k	Lixiviado
l	PVC

Resultados y discusión

En el 2017 la generación de residuos en la DACBiol con una población de 2570 personas fue de 30.4 toneladas totales de residuos, de los cuales 9.71 t fue recuperado y el 20.69 se enviaron a disposición final. Para el 2018, con una población de 2407 personas se generó un total de 24.6 t, el 5.02 t fue recuperado y el 19.58 t se enviaron a disposición final.

Con base a los datos anteriores de DACBiol la generación de residuos valorizables del año 2017 en todas las Divisiones se obtuvo una estimación de un total de 98.12 t. Con respecto a la del año 2018 se obtuvo un total de 70.66 t, de los cuales sumados serian un total de 169 t en dos años.

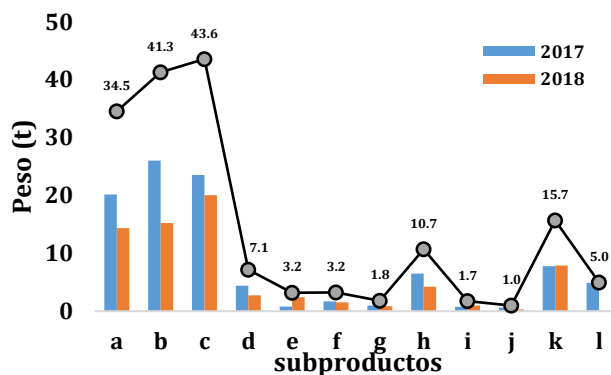


Figura 2. Estimación de la Generación de residuos valorizables de la UJAT en dos años.

Como se puede observar en la figura 2, el residuo con mayor generación es el papel y cartón con 43.6 toneladas, seguida de Materia Orgánica con 41.3 y Botellas de PET con 34.5. En el caso de los residuos valorizables, se encontraron los siguientes beneficios ambientales: CO₂ ahorrado (t), Etileno ahorrado (t), Agua ahorrada (lts), Barriles de petróleo ahorrado, Ahorro (árboles), Kw ahorrado. Diesel ahorrado (kg), Madera ahorrada, los cuales están indicados en la tabla 6.

Tabla 4. Estimación de la Generación (t) de residuos valorizables de las Divisiones Académicas del 2017.

División	Población	Subproductos*											
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
DAIS	865	0.52	0.67	0.61	0.11	0.02	0.04	0.02	0.17	0.02	0.02	0.20	0.13
DAMJM	1011	0.61	0.78	0.71	0.13	0.02	0.05	0.03	0.19	0.02	0.02	0.23	0.15
DAMRIOS	1132	0.68	0.88	0.79	0.15	0.03	0.06	0.03	0.22	0.02	0.02	0.26	0.16
DACA	1277	0.77	0.99	0.89	0.17	0.03	0.06	0.04	0.25	0.03	0.03	0.29	0.19
DACB	1817	1.09	1.41	1.27	0.24	0.04	0.09	0.05	0.35	0.04	0.04	0.42	0.26
DAMC	2280	1.37	1.77	1.6	0.3	0.05	0.12	0.07	0.44	0.05	0.04	0.53	0.33
DACBiol	2570	1.54	1.99	1.8	0.34	0.06	0.13	0.07	0.5	0.06	0.05	0.59	0.37
DACSyH	2970	1.78	2.30	2.08	0.39	0.07	0.15	0.09	0.57	0.06	0.06	0.69	0.43
DAIA	3758	2.25	2.91	2.63	0.49	0.09	0.19	0.11	0.72	0.08	0.07	0.87	0.55
DAEA	4074	2.44	3.15	2.85	0.54	0.1	0.21	0.12	0.79	0.09	0.08	0.94	0.59
DACEA	4967	2.98	3.85	3.48	0.65	0.12	0.25	0.14	0.96	0.11	0.10	1.15	0.72
DACS	6555	3.93	5.08	4.59	0.86	0.15	0.33	0.19	1.26	0.14	0.13	1.51	0.95
DIR.ADM.	331	0.20	0.26	0.23	0.04	0.01	0.02	0.01	0.06	0.01	0.01	0.08	0.05
Total	33607	20.16	26.04	23.53	4.41	0.79	1.70	0.97	6.48	0.73	0.67	7.76	4.88

*El significado de letras "a - l" son subproductos indicados en la tabla 3.

Tabla 5. Estimación de la Generación (t) de residuos valorizables de las Divisiones Académicas del 2018.

División	Población	Subproductos*											
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
DAIS	882	0.37	0.40	0.52	0.07	0.06	0.04	0.02	0.11	0.03	0.01	0.21	0.00
DAMJM	1097	0.46	0.49	0.65	0.09	0.08	0.05	0.03	0.14	0.03	0.01	0.26	0.00
DAMRIOS	1173	0.50	0.53	0.69	0.10	0.08	0.05	0.03	0.15	0.03	0.01	0.27	0.00
DACA	1382	0.59	0.62	0.82	0.01	0.10	0.06	0.03	0.17	0.04	0.01	0.32	0.00
DACB	1841	0.78	0.83	1.09	0.15	0.13	0.08	0.05	0.23	0.05	0.02	0.43	0.00
DAMC	2158	0.91	0.97	1.27	0.18	0.15	0.10	0.05	0.27	0.06	0.02	0.50	0.00
DACBiol	2407	1.01	1.08	1.42	0.20	0.17	0.11	0.06	0.30	0.07	0.02	0.56	0.01
DACSyH	3055	1.29	1.37	1.80	0.25	0.22	0.14	0.08	0.38	0.09	0.03	0.71	0.01
DAIA	3678	1.56	1.65	2.17	0.31	0.26	0.17	0.09	0.46	0.11	0.03	0.86	0.01
DAEA	4212	1.78	1.89	2.48	0.35	0.30	0.19	0.10	0.52	0.12	0.03	0.98	0.01
DACEA	5168	2.19	2.32	3.05	0.43	0.37	0.24	0.13	0.64	0.15	0.04	1.20	0.01
DACS	6566	2.78	2.95	3.87	0.55	0.46	0.30	0.16	0.82	0.19	0.05	1.53	0.01
DIR.ADM.	326	0.14	0.15	0.19	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.00	0.08	0.00
Total	33945	14.36	15.24	20.03	2.73	2.40	1.55	0.85	4.23	1.00	0.29	7.91	0.07

*El significado de letras "a - l" son subproductos indicados en la tabla 3.

Tabla 6. Datos de Beneficios ambientales del reciclaje.

Subproductos (t)	Beneficios reciclaje* (ahorrado)	unidad	UJAT
PET	CO ₂ (t)	2.5	86
	Etileno (t)	1.0	36
	Agua (L)	39,290	1356397
	Barriles de petróleo (158.9L)	16.3	563
Cartón/papel	Árboles	12	523
	Agua (L)	270,000	11762197
	Energía (KW)	7,000	304946
Multilaminados	Energía (KW)	3,000	9546
	Agua (L)	100,000	318204
	Diesel (Kg)	221	678
	Madera (t)	1.5	5
Aluminio y hojalata	Bauxita (t)	4	29
	Energía (KW)	14,000	101403
Tapas de Botellas PET	Energía (KW)	5000	7379
	Barriles de petróleo (158.9L)	16.3	29
	Agua (L)	40000	150143
Vidrio	Material virgen (t)	1.2	13
	CO ₂ no emitido (Kg)	200	2142
Fierro	SO ₂ no emitido (Kg)	8.3	27
	CO ₂ no emitido (t)	9.8	32
	Composta (Kg)	300	12376

* Fuente: Coppel(n.d.), Raam (n.d.), ECOACERO (n.d.), ECOCE (n.d.)

Conclusiones

Con la información recabada, se puede interpretar el potencial que tienen los residuos si se manejan integralmente, aparte de obtener un beneficio económico, detrás de ello se percata datos ambientales al integrarlos de nuevo a los procesos productivos, en este caso los beneficios se estimaron principalmente con base en una calculadora ecológica en línea (ECOCE n.d.).

Con base en DACBiol, se puede comprender que hay un potencial de aprovechamiento económico, social y ambiental que la UJAT no está realizando de sus residuos.

Con los datos de los residuos valorizables, se puede estimar un ahorro de 2260 t de CO₂, 36 t de Etileno,

13586941 L de Agua, 592 Barriles de Petróleo, 523 árboles, 423274 Kw (energía), 678 kg Diésel, 528 t de Madera, 29 t de Bauxita, en materiales vírgenes para hacer vidrio fue de 13 t, 27 kg en emisiones de SO₂ no emitidas y en compost de materia orgánica con 12376 kg.

Aunque son estimaciones, se puede contribuir con base en la literatura datos que pudieran estudiarse a más profundidad y poder hacer estimaciones más precisas.

Agradecimientos

Agradecimiento a todos los estudiantes de servicios social y prácticas profesionales que han colaborado hasta el día de hoy en el CATRE y ayudaron en la investigación.

Referencias

Alcántara V., Cruz I. Santos E. (2005). Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos en ciudad universitaria. Memorias. Congreso Interamericano de Residuos. Mérida, Yucatán. 4 al 7 de mayo, 2005. 1-88.

Armijo de Vega C., Ojeda Benítez S., Ramírez Barreto M. E. (2008). Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste Management, 28(SUPPL. 1)*. Doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.022

Barros R.M., Filho G.L.T., Moura J.S., Pieroni M.F., Vieira F.C., Lage L.R., ... Bastos, A.S. (2013). Design and implementation study of a Permanent Selective Collection Program (PSCP) on a University campus in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling, 80(1)*, 97-106. Doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.09.005

Centro de Acopio y Tratamiento de Residuos (CATRE), Bitácora de acopio, Datos 2017 y 2018

ECOACERO. (n.d.). ECOACERO - Asociación Ecológica para el Reciclado de la Hojalata. Retrieved September 10, 2019, from <http://www.ecoacero.com/>

ECOCE.A.C. 2017. Informe anual. ECOCE 15 AÑOS.

ECOCE, Asociación Ambiental Sin Fines de Lucro. (n.d.). Retrieved December 17, 2020, from <https://www.ecoce.mx/calculadora-ecologica>.

Espinosa R.M., Turpin S., Polanco G., De la Torre A., Delfín I., Raygoza I. (2008). Integral urban solid waste management program in a Mexican university. *Waste Management, 28(SUPPL. 1)*, 27-32. Doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.023

Fagnani E., Guimarães J.R. (2017). Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. *Journal of Cleaner Production, 147*, 108-118. Doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.080



Fournier R. Recycle this! A look at campus recycling programs. In: Simpson W, editor. The green campus: meeting the challenge of environmental sustainability. Alexandria, VA: APPA; 2008. p. 191–200.

Maldonado L. (2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso Reduction and recycling of urban solid wastes in high education centers: A case study. *Revista Ingeniería*, 10, 59–68. Retrieved from <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen10/reduccion.pdf>

Patricia Coppel de Kronemeyer E.M.L. (n.d.). Separado No Es Basura Quienes Somos. Retrieved August 17, 2019, from <http://www.separadonoebasura.org/quienessomos.html>

Peninsula Sanitary Service Inc. Stanford Recycling Center Hours We Do Not Accept. n.d.

Piña Gutierrez, J.M. (2017). 2do Informe de Actividades. Villahermosa: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

PROTECMED S.L. Protecmed n.d.

<http://www.protecmed.com/aviso-legal/> (accessed August 17, 2019).

Raam D. (n.d.). Stop Basura – La verdad sobre reciclar. Retrieved 17/08/2019, from <https://stopbasura.com/>

Rooney K., Writer S., Content F. (2018). These are the world's best universities for recycling and sustainability. *World Economic Forum*, pp. 1–7. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2019/10/best-universities-for-recycling-sustainability/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2003). NOM 083- SEMARNAT-2003: Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Simpson W. (2008). The green campus: meeting the challenge of environmental sustainability. APPA.