

# VALORACIÓN ECONÓMICA DEL ACEITE DE COCINA DE DESECHO EN EL MUNICIPIO TEXCOCO, MÉXICO

ECONOMIC VALUATION OF WASTE COOKING OIL IN THE MUNICIPALITY OF  
TEXCOCO, MEXICO

**Laura Elena Cantu Nieves<sup>1</sup>**

 ORCID <https://orcid.org/0009-0003-7281-3537>

**Oscar Antonio Arana Coronado<sup>2</sup>**

 ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5720-7561>

**Graciela Margarita Bueno Aguilar<sup>3</sup>**

 ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3100-6128>

<sup>1</sup>Estudiante postgraduados Centro Universitario del Valle de Teotihuacán.  
[laura\\_cantu2016@hotmail.com](mailto:laura_cantu2016@hotmail.com)

<sup>2</sup>Estudiante Potsgraduados Centro Universitario del Valle de Teotihuacán  
[aranaosc@colpos.mx](mailto:aranaosc@colpos.mx)

<sup>3</sup>Dr. En ciencias matemáticas. Profesora investigadora titular del Colegio de Postgraduados campus Montecillo.  
[gbueno@colpos.mx](mailto:gbueno@colpos.mx)

**José de Jesús Brambila Paz<sup>4</sup>**

 ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5525-8402>

**Erik Oswaldo Camacho Villán<sup>5</sup>**

 ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9393-2410>

**José Jaime Arana Coronado<sup>6</sup>**

 ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5525-8402>

<sup>4</sup>Dr. En economía. Profesor titular del colegio de Postgraduados Campus Montecillo.  
[jarana@colpos.mx](mailto:jarana@colpos.mx)

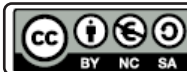
<sup>5</sup>doctorante en energías renovables en la Universidad Nacional Autónoma de México, auxiliar de profesor de la universidad nacional autónoma de México en la facultad de ingeniería.  
[kio1989@hotmail.com](mailto:kio1989@hotmail.com)

<sup>6</sup>Profesor investigador titular del colegio de Postgraduados Campus montecillo. Dr. En economía.  
[jbrambilaa@colpos.mx](mailto:jbrambilaa@colpos.mx)

## Para citar este artículo | To cite this article

Cantu Nieves, L. E.; Arana Coronado, O. A.; Bueno Aguilar, G. M.; Brambila Paz, J.; Camacho Villán, E. O. & Arana Coronado, J. J. (2023). Valoración económica del aceite de cocina de desecho en el Municipio Texcoco, México. Revista FACCEA, Vol. 13(2), 64-80pp. <https://doi.org/10.47847/faccea.v13n2a4>

Recibido/Received: 28/03/2023 | Aprobado/Approved: 15/04/2023 | Publicado/Published: 15/08/2023



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Revista FACCEA - Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas |  
ISSN-e: 2539-4703 | Periodicidad: Semestral | Vol. 13, Núm. 2, julio - diciembre 2023  
| Universidad de la Amazonia, Colombia  
<https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/faccea>

## **RESUMEN**

Por medio de un muestreo estratificado se calculó el total de aceite de cocina de desecho (ACD) generado en la zona centro del municipio de Texcoco por la actividad restaurantera, en el periodo abril 2021 a marzo 2022, que fue de 394,564.41 L anuales, con una varianza de 87.65 unidades y una desviación estándar de 9.36 L y un porcentaje de recuperación de 28.05%, para posteriormente aplicar el método de valoración ambiental “transferencia de beneficios” y estimar un valor económico del ACD considerando el precio de mercado más bajo y máximo del biodiesel (bien de transferencia) que fue \$14.22 MNX y \$18.22 MNX dando un valor de \$5,610,705.91 MNX y \$7,188,963.55 MNX anuales respectivamente. Finalmente se calculó el valor económico del ACD considerando el precio que este producto presentó en las encuestas aplicadas en el muestreo, el cual fue de \$8.00 MNX/L, representando un valor de \$3,156,515.28 MNX anuales.

## **ABSTRACT**

By means of a stratified sampling, the total waste cooking oil (ACD) generated in the central zone of the municipality of Texcoco by the restaurant activity was calculated for the period April 2021 to March 2022, which was 394,564.41 L per year, with a variance of 87.65 units and a standard deviation of 9.36 L and a recovery percentage of 28.05%, to subsequently apply the environmental valuation method “transfer of benefits” and estimate an economic value of the ACD considering the lowest and maximum market price of biodiesel (transfer good) which was \$14.22 MNX and \$18.22 MNX giving a value of \$5,610,705.91 MNX and \$7,188,963.55 MNX annually respectively. Finally, the economic value of the ACD was calculated considering the price that this product presented in the surveys applied in the sampling, which was \$8.00 MNX/L, representing a value of \$3,156,515.28 MNX annually.

## **PALABRAS CLAVE**

Transferencia de beneficios, valor económico, biodiesel.

## **KEY WORDS**

Benefit transfer, economic value, biodiesel.

## INTRODUCCIÓN

El exponencial crecimiento de la población mundial durante el último siglo propicia entre muchas cosas a un aumento en la producción de alimentos, dando como resultado la generación de una gran cantidad de residuos de cocina (Banerji et al., 2022). Los aceites vegetales son predominantes en triglicéridos (88-98%) y son un componente importante de una dieta saludable que se constituye alrededor del 15-20% en la ingesta calórica total en la mayoría de los países industrializados (Orsavova et al., 2015).

Por ejemplo, en México, para el año 2020, el Instituto Nacional de Estadística y geografía (INEGI) determinó que en el país viven 126,014,024 personas y al compararse con otros países, México ocupa el lugar 11 dentro de las naciones más pobladas del mundo. De acuerdo con la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), el consumo per cápita de Aceite vegetal en el año 2019 fue aproximadamente de 10 L, y con base a datos del Consejo Nacional de Evaluación de la política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2021), en la canasta básica alimentaria urbana del mexicano se estima que el consumo mínimo anual de aceite vegetal por persona fue de 3.9 L en 2021. Este complemento alimenticio es parte fundamental de la dieta del mexicano, y se utilizan diferentes tipos de aceites vegetales o animales comestibles. Después del proceso de fritura y cocción, se produce aceite de cocina de desecho (ACD) (Banerji et al., 2022).

Durante el proceso de fritura, que se produce a altas temperaturas (160 C–200 C), los aceites vegetales compuestos por triacilglicerolés sufren muchas modificaciones físicas y químicas terminando en compuestos tóxicos que se forman a través de reacciones de oxidación, hidrólisis y polimerización de triglicéridos (Tsoutsos et al., 2016).

Los compuestos generados a partir de la degradación de los aceites de cocina tienen efectos nocivos para la salud humana y son reconocidos por tener efectos mutagénicos, cancerígenos, neurotóxicos y hepatotóxicos, entre otros (Tsoutsos et al., 2016).

La eliminación inapropiada de los ACD puede dar lugar a problemas de contaminación y de salud, (Lopes et al., 2020). Uno de los factores más graves es la contaminación del agua, ya que el ACD es capaz de crear una capa sobre la superficie del agua que dificulta el paso del oxígeno pudiendo matar a los seres vivos de los ríos, canales o mares. (Canakci, 2007), u obstaculizando el tratamiento de aguas residuales, lo que altera el equilibrio ecosistémico (Lopes et al., 2020).

En muchas ciudades los ACD se eliminan directamente en alcantarillas, desagües, espacios abiertos, ríos y bosques, donde generan olores desagradables, obstruyen el drenaje, dañan hormigones y contaminan hábitats terrestres y acuáticos (Awogbemi et al., 2021).

Dadas las implicaciones anteriores, se hace necesario cuantificar el valor económico del uso potencial del ACD como materia prima en la producción de alguna actividad productiva como podría ser el biodiésel y así poder incentivar su uso y evitar algún tipo de impacto ambiental físico y/o social al no dar manejo adecuado de la disposición final del ACD. De allí la importancia de aplicar y gestionar modelos de gestión de la cadena de suministros a fin para mejorar los procesos logísticos en las empresas con relación a las materias primas requeridas, como lo establece Gómez, et.al (2019).

La valoración económica ambiental permite estimar los beneficios de naturaleza económica para bienes que no cuentan con mercado o sistema de precios convencionales (Osorio, 2004).

El biodiésel es un combustible alternativo al diésel de petróleo, es un producto biodegradable, no tóxico y menos perjudicial para el ambiente en comparación con el primero, que puede elaborarse usando ACD, un alcohol (etanol o metanol) y un catalizador (hidróxido de potasio) como materia prima (Tacias, 2016). El uso de ACD en la producción de biodiésel resulta ser de bajo costo y ha ganado importancia en la producción de biodiésel debido a sus posibles ventajas económicas y ambientales (Caldeira et al., 2014).

Para realizar la valoración económica de bienes ambientales se debe de utilizar un método de acuerdo con las características de los recursos y los objetivos que se estén considerando (Osorio 2004).

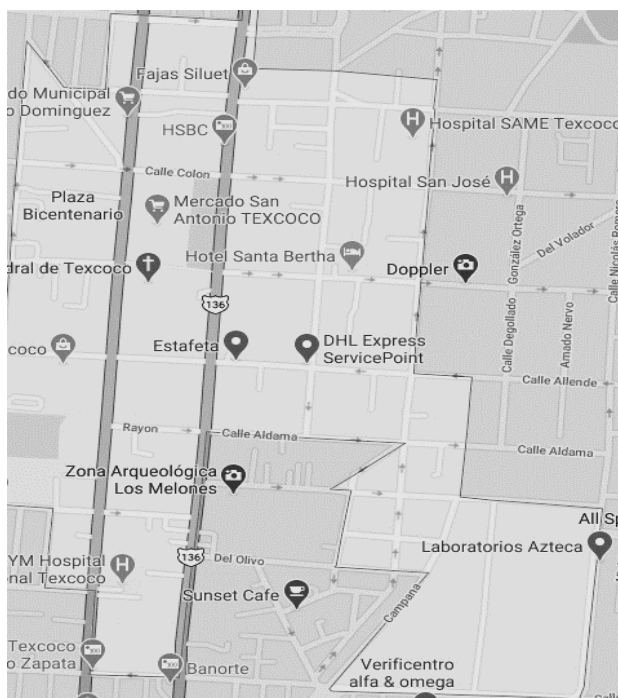
De acuerdo con Osorio (2004), las valoraciones económicas sirven de apoyo a las instituciones reguladoras para evaluar la gestión de protección, conservación y explotación de este recurso. El tener un indicador monetario que posibilite determinar el valor de una alteración desfavorable en el medio natural, o de un recurso productivo beneficiara a la sociedad para dar un mejor manejo y utilización de dicho recurso logrando la conservación del medio ambiente para garantizar un desarrollo sostenible. El objetivo de la investigación fue calcular el uso potencial económico del ACD en la zona centro de Texcoco. Se espera que con los resultados de la aplicación del método de valoración económica del ACD en otros en municipios que compartan características similares a la zona de estudio de esta investigación se obtengan valores económicos similares que incentiven los proyectos que incluyan prácticas de reúso como fuente de ingreso extra para quienes lo generan.

## **METODOLOGIA**

Esta investigación tuvo un carácter cualitativo y cuantitativo. El estudio fue realizado en la cabecera del municipio de Texcoco, Estado de México en las coordenadas 19°30'00"N 98°53'00"O; dicho municipio pertenece a la denominada zona metropolitana de la ciudad de México (INEGI 2020).

Dicha región está representada por la información que Google maps 2021 utiliza para delimitar el centro de Texcoco (Figura 1), donde con líneas delimita el polígono del centro municipal, y que contiene la concentración de restaurantes, bares, tiendas de comida que se utilizaron en el muestreo para calcular las cantidades generadas de ACD.

**Figura 1.** Zona centro de Texcoco.



**Fuente:** Google maps 2022.

Se utilizó la metodología de Desvougues et al. (1992), para valorar económicamente el uso de los ACD, llamada “transferencia de valores ambientales” o como se le denomina habitualmente, transferencia de beneficios, que no es una técnica en sí misma, sino que consiste en la utilización de los valores monetarios de bienes ambientales estimados en un contexto determinado para estimar los beneficios de un bien similar bajo contexto diferente, del cual se desconoce su valor (Desvougues et al., 1992).-

Existen tres formas de realizar la transferencia de valores: 1. transferencia de puntos estimados, 2. transferencia de medidas de tendencia central y, 3. transferencia de estimaciones administrativamente aprobadas (juicio de especialistas) (Osorio, 2006).

En este trabajo se utilizó la transferencia de medidas de tendencia central, de la cual Osorio (2006)

indicó para su aplicación los pasos siguientes: a) Calcular el valor promedio u otra medida de tendencia central para los puntos a estimar o transferir. b) Transferir el valor estimado promedio; para lograr esto se debe multiplicar este valor por el número total de unidades del sitio de estudio, logrando así estimar el valor total para el bien o servicio ambiental. (Osorio, 2006)

Se consideró al biodiesel como el bien de transferencia del ACD puesto que en México existen dos vías para producir biodiésel: los aceites vegetales crudos; y los aceites usados y grasas (Red mexicana de bioenergía, 2016), siendo el último una forma de reutilizar residuos, reducir la contaminación y ahorrar energía (Banereji et al., 2022), tomando en cuenta una relación de producción de 1:1, es decir que por cada litro de ACD se produce 1 L de biodiesel y 300 ml de glicerina (Tacias, 2016), para de esa forma transferir su valor en esa misma proporción, utilizando el precio de mercado mínimo de \$14.22 MNX y máximo de \$18.22 MNX que presentó el biodiesel (REN BIO, 2017)

Se realizó una segunda valoración basada en el precio de mercado de los ACD provenientes de las encuestas aplicadas, con base en la literatura de Tomek y Robison (1993).

Dentro de la zona de estudio primero se procedió a realizar un censo para la obtención de una lista nominal de restaurantes del centro en el periodo 8 de febrero a 19 de febrero 2021 con el objetivo de cuantificar la producción de ACD. Los nombres de los comercios de comida se registraron por tipo de actividad económica y en orden en cuanto a su ubicación en las calles conforme se fueron localizando.

Posteriormente para el cálculo de la muestra, se utilizó “muestreo aleatorio estratificado” con asignación de Neyman con la fórmula siguiente:

$$n_i = \frac{N_i S_{n_i}}{\sum N_i S_{n_i}} n \quad i=1,2,\dots,k$$

Donde:

$N_i$  = tamaño del estrato

$S_{n_i}$ : Desviación estándar

$n$ : tamaño de la muestra total (estratificada)

$n_i$ : tamaño de la muestra para el estrato  $i$

Para la estratificación se tomaron en cuenta las características del proceso de preparación de platillos, de los tipos de alimentos empleados, y de su similitud en el uso y tipo de aceites, tomando en cuenta su tamaño diferente, y variabilidad desigual con respecto a la cantidad de ACD que generan a través de un muestreo preliminar (encuesta piloto).

La determinación del tamaño de la muestra total consideró un 22% de la población, por lo tanto, se estudiaron 51 unidades.

Para el registro de los datos de las cantidades de ACD los 5 estratos utilizados fueron los siguientes: “Restaurantes formales” (n=16), “Taquerías y antojitos mexicanos” (n=9), “Comida rápida y bares” (n=13), “Cocinas económicas” (n=2), “Donas y churros” (n=5).

Una vez calculado el número de muestras por estrato, éste se aumentó en los estratos de “taquerías y antojitos mexicanos” de 9 a 12 unidades y en el estrato de “cocinas económicas” de 2 a 5 unidades debido a que en el muestreo piloto se analizaron más elementos. García (2013) indicó que la muestra de un estudio deber ser representativa para la población de interés dando un muestro total de 51 unidades, que representa un 22% de la población total

Para el cálculo del porcentaje de recuperación primero se recopiló información en la muestra acerca de la cantidad de Aceite de Cocina adquirido por mes y de la cantidad de ACD generada, para estimar un porcentaje de manera mensual. Posteriormente se realizó un promedio por estrato con los 12 datos de porcentajes de recuperación.

Para determinar si la cantidad media mensual del estrato que produce mayor magnitud de ACD “Papas y Churros” es mayor o menor a la reportada en las encuestas realizadas se efectuó una prueba de hipótesis t de student con un 95% de confianza y 3 grados de libertad con datos de una muestra = 4 tomada en mayo 2023, usando la formula siguiente :

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

Donde:

= media de la población

= media muestral

n= tamaño de la muestra

S= desviación estándar

## RESULTADOS.

La cantidad anual de litros de aceite de cocina consumidos en el periodo de estudio por la muestra fue de 41,794 L mostrando una tendencia creciente del mes de abril 2021 que fue de 2,765 L a marzo 2022 que fue de 4,030 L, con un máximo registrado en el mes de diciembre 2021 de 4,578 L (Tabla 1). De acuerdo con los comerciantes, el aumento de comensales y por consiguiente de consumo de aceite de cocina, se dio en relación con el semáforo epidemiológico que la secretaria de Salud conjunto con el Estado de México imponía a los establecimientos a raíz de las medidas sanitarias para contrarrestar la pandemia de COVID 19 (semáforo COVID-19, 2023).

Tabla 1. Consumo de aceite de cocina de la muestra.

ESTRATO/ MES	RESTAURANTES	TACOS Y ANTOJITOS	COCINAS ECONÓMICAS	COMIDA RÁPIDA Y BARES	DONAS Y PAPAS	TOTAL MENSUAL
ABRIL	598	278	88	301	1,500	2,765
MAYO	621	294	101	301	1,540	2,857
JUNIO	635	294	103	365	1,240	2,637
JULIO	710	251	104	301	1,600	2,966
AGOSTO	724	298	99	394	1,600	3,115
SEPTIEMBRE	851	363	115	493	1,760	3,582
OCTUBRE	888	363	117	507	1,800	3,675
NOVIEMBRE	895	368	115	511	1,880	3,769
DICIEMBRE	1,038	465	122	833	2,120	4,578
ENERO	889	369	80	599	1,880	3,817
FEBRERO	928	405	80	710	1,880	4,003
MARZO	943	435	82	710	1,860	4,030
TOTAL ANUAL	9,720	4,183	1,206	6,025	20,660	41,794

\*L: Litros.

La producción total de ACD de la muestra en el periodo estudiado fue de 11,662.7 L/año. El estrato que



presenta una menor varianza en cuanto a su producción media de ACD de manera mensual fue el estrato de “cocinas económicas” con una varianza de 10.1 unidades y el estrato con mayor varianza fue el de “donas y papas” con 10,906.0 unidades (Tabla 2). El estrato que presenta mayor producción de ACD fue el de “donas y churros” con un 59.7% del total de la muestra, seguido del estrato “restaurantes” con un total de 19.9%, después el de “comida rápida y bares” con un 12.6%, seguido de “antojitos mexicanos y taquerías” con 5.2%, y finalmente, el estrato de cocinas económicas que aporta a la producción total un 2.6%.

**Tabla 2.** Producción anual de la muestra de aceite de cocina de desecho.

ESTRATO/ MES	RESTAURANTES	TACOS Y ANTOJITOS	COCINAS ECONÓMICAS	COMIDA RÁPIDA Y BARES	DONAS Y PAPANAS	TOTAL, MENSUAL
ABRIL	132.4	41.8	25.7	84.5	501.0	785.4
MAYO	147.5	45.8	26.9	89.0	500.0	809.2
JUNIO	150.9	38.6	26.9	89.0	415.0	720.4
JULIO	155.8	40.4	26.5	73.6	425.0	721.3
AGOSTO	160.5	34.5	25.5	82.9	530.0	833.4
SEPTIEMBRE	195.1	57.6	27.4	127.8	577.0	984.9
OCTUBRE	218.5	55.9	28.0	121.0	636.0	1,059.4
NOVIEMBRE	206.6	54.0	25.7	148.0	672.0	1,106.3
DICIEMBRE	249.5	62.3	28.1	186.1	728.0	1,254.0
ENERO	224.7	45.1	19.8	138.4	668.0	1,096.0
FEBRERO	235.4	53.7	28.1	172.4	658.0	1,147.6
MARZO	246.1	56.0	18.4	165.3	659.0	1,144.8
TOTAL ANUAL	2,323.0	585.7	307.0	1,478.0	6,969.0	11,662.7
MEDIA ARITMÉTICA	193.6	48.8	25.6	123.2	580.8	971.9
VARIANZA	1,782.5	78.5	10.1	1,540.3	10,906.0	35,286.1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	42.2	8.9	3.2	39.3	104.4	187.8

\*L: Litros

El estrato que presentó una mayor producción de ACD fue el de “papas y donas” con una media aritmética de 508.8 L de manera mensual (Tabla 2). Para verificar la disponibilidad de ACD generada por este estrato los resultados de la aplicación de prueba de hipótesis fueron una media muestral de 602.5 L con una desviación estándar de 101.86 con un nivel de significancia de 5% arrojando una t de student de .422 con 3 grados de libertad donde se rechaza la hipótesis alterna  $H_i < a$  581 L en favor de la hipótesis

nula  $H_0 \geq 581$  L.

Para el cálculo de la estimación de la producción anual del total de los negocios de comida analizados, se necesitó el cálculo del estimador de la media poblacional de la cantidad de ACD observada de manera mensual obteniendo un resultado de 144.42 L de ACD/mes, que al ser multiplicado por el total de la población (227 unidades), se obtuvo la producción mensual para el total de la población que fue: 32,880.34 L de ACD/mes. Al multiplicarse por 12 meses nos dio una producción de ACD anual de 394,564.34 L de ACD/año. Después de obtener la media se procedió a calcular su respectiva varianza que fue de 87.65 unidades y la desviación estándar de 9.36 L. También se obtuvo un Intervalo de Confianza del 95% con límite superior de 163.19 L y límite inferior de 126.49 L.

Otra manera en que se estimó la producción mensual de la población fue utilizando la media aritmética por estrato y multiplicarla por su población total de cada estrato, dando una producción mensual de la población de 32 880.34 L (Tabla 3).

**Tabla 3.** Estimación de la producción total ACD de la población mensual.

ESTRATO	Ni	ni	Media por estrato	L
RESTAURANTES	79	16	193.59	15,293.61
TACOS Y ANTOJITOS	61	12	48.81	2,977.41
COCINAS ECONÓMICAS	22	5	25.58	562.76
COMIDA RÁPIDA Y BARES	52	13	124.94	6,496.88
DONAS Y PAPAS	13	5	580.75	7,549.75
TOTAL, DE LA POBLACIÓN (N)	227	51		32,880.34

+L: Litros.

Posteriormente para el cálculo del valor económico del ACD se tomó en cuenta la estimación de las cantidades de ACD producidas en la población (227 establecimientos de comida) de manera mensual y anual, que fueron de 32,880.34 L de ACD/mes y 394,564.41 L/Año para multiplicarlas por el precio mínimo de \$14.22 MNX y máximo de \$18.22 MNX reportado del biodiesel (su bien de transferencia).

Al realizar los cálculos pertinentes de multiplicar el precio del bien de transferencia por la cantidad de ACD tanto mensual como anual estimada, se observa que el valor económico del ACD generado por los restaurantes considerando el precio mínimo del biodiesel de \$14.22 pesos asciende a \$467,558.83 pesos de manera mensual y a \$5,610,705.91 pesos de manera anual y tomando en cuenta el precio máximo de \$18.22 pesos, el valor económico del ACD de manera mensual fue de \$599,080.30 pesos

mensuales y \$7,188,963.55 pesos anuales (Tabla 4).

**Tabla 4.** Propuesta de valor económico del ACD de acuerdo con el precio del biodiesel.

ESTRATO	PROMEDIO DE ACD (L+/mes)	POBLACIÓN	PROYECCIÓN GENERADA (L/mes)	VALOR ECONÓMICO 1+ (PB=\$14.22)	VALOR ECONÓMICO 2+ (PB=\$18.22)
RESTAURANTES FORMALES	193.59	79	15,293.35	217,471.39	\$278,644.78
TAQUERIAS Y ANTOJITOS ME-XICANOS	48.81	61	2,977.56	\$42,340.94	\$54,251.19
COCINAS ECONÓMICAS	25.58	22	562.74	\$8,002.19	\$10,253.15
COMIDA RÁPIDA Y BARES	124.94	52	6,496.97	\$92,386.87	\$118,374.73
PAPAS Y CHURROS	580.75	13	7,549.75	\$107,357.45	\$137,556.45
TOTAL		227	32,880.37	\$467,558.83	\$599,080.30
VALOR ANUAL			394,564.41	\$5,610,705.91	\$7,188,963.55

\*L: Litros; <sup>†</sup>MXN= Moneda nacional mexicana.

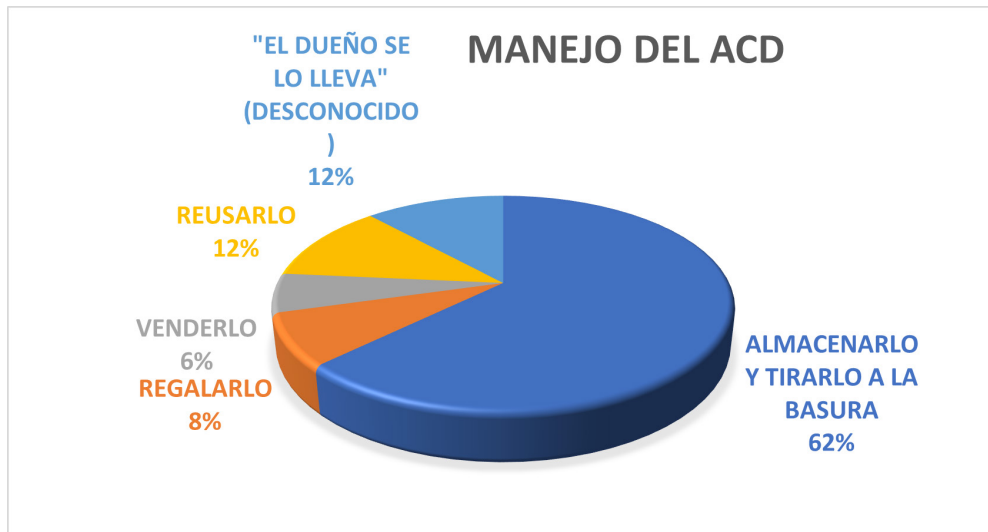
La segunda forma para estimar el valor económico del ACD fue considerando el precio que este producto presentó en las encuestas aplicadas a la muestra, el cual fué de \$8.00 pesos/L; cabe resaltar que este precio coincide con la cifra de las investigaciones de RENBIO (2017) y CEDRESSA (2020). Godas (2006) definió el precio de mercado como la estimación cuantitativa que se tiene de un producto y que, en términos monetarios, expresa la aceptación del consumidor hacia los atributos y la capacidad para satisfacer necesidades de ese producto. En otros términos, es el valor que se da a un producto a cambio de la utilidad que se recibe de él.

Se consideró una producción de ACD de la población de manera mensual de 32,880.37 L de ACD/mes y 394,564.41 L/Año que al multiplicarse por el precio de venta reportado del ACD, se obtuvo un valor económico de \$263,042.94 MXN mensuales y \$3,156,515.28 MXN anuales.

Las prácticas correspondientes al manejo de la disposición final de ACD fueron diferentes en todos los estratos. Se clasificaron en las actividades de manejo siguientes: almacenarlo en botellas o bidones dependiendo la cantidad para posteriormente entregarlo al colector de basura municipal, regalarlo, venderlo, reutilizarlo o de manejo “desconocido”. Esta última actividad se caracterizó por la respuesta de los empleados de algunos comercios, indicando que “el dueño pasa a recogerlo y ya no se enteran más del

destino final del ACD" (Figura 2).

**Figura 2.** Disposición final del Aceite de Cocina de Desecho de la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

Los porcentajes de recuperación del Aceite de cocina se refiere al Aceite comestible que se recupera después del proceso de cocción, información que permite no solo estimar cuál es el estrato más generador de este recurso sin importar su tamaño, sino que también permite realizar proyecciones generales de la productividad de ACD de los estratos de la muestra y de la población. El estrato con el porcentaje de recuperación más alto fue el estrato de "donas y churros" con un 33.7% de recuperación, por lo cual vemos que es el estrato que genera de manera porcentual una mayor cantidad de ACD en sus actividades, seguido del estrato de "cocinas económicas" con un 25.72%, y después fue el estrato de "comida rápida y bares con un 24.87%, seguido del estrato de "restaurantes formales" con 23.84%, y finalmente, el estrato menos productivo fue el de "antojitos mexicanos y tacos" con 14.09% de recuperación (Tabla 5).

**Tabla 5.** Porcentaje de recuperación de aceites de cocina de desecho (%).

ESTRATO/ MES	RESTAURANTES	TACOS Y ANTOJITOS	COCINAS ECONÓMICAS	COMIDA RÁPIDA Y BARES	DO-NAS Y PAPAS	TASA DE RECUPERACION DE LA MUESTRA
ABRIL	23.82	15.04	29.21	28.07	33.4	28.77
MAYO	23.75	15.58	26.63	29.57	32.47	28.32
JUNIO	23.75	13.13	26.12	24.38	27.71	25.83
JULIO	21.79	16.11	25.48	24.45	33.56	28.1
AGOSTO	22.17	11.58	25.71	21.04	33.13	26.75
SEPTIEMBRE	23.01	15.87	23.83	25.92	32.78	27.5
OCTUBRE	23.02	15.4	23.93	23.05	35.33	28.83
NOVIEMBRE	23.23	14.67	22.35	28.96	35.74	29.35
DICIEMBRE	24.22	13.4	23.03	22.34	34.34	27.39
ENERO	25.59	12.22	24.75	23.11	35.53	28.72
FEBRERO	25.57	13.26	35.13	24.28	35	28.67
MARZO	26.1	12.87	22.44	23.28	35.43	28.41
PROMEDIO POR ESTRATO	23.84	14.09	25.72	24.87	33.7	28.05

(%) Porcentaje de recuperación de ACD.

Las encuestas realizadas durante el primer periodo indicaron también que el porcentaje de recuperación promedio de todos los estratos es de 28.05% con una varianza de 1.02 unidades.

## DISCUSION

El estudio determinó que actualmente en el municipio de Texcoco el manejo de disposición final de los aceites de cocina de desecho sigue sin regularse y manejarse de manera eficiente, lo que implica la necesidad de que las estancias pertinentes regulen la disposición final del ACD o que incluso la iniciativa privada emprenda negocios de reúso, además de que los datos observados indican que solo el 5.8% de los negocios se dedica a vender el ACD, actividad que esta relegada y descuidada, que no se realiza de

manera constante, puesto que los negocios respondieron que “a veces pasaban y a veces no” (a comprarlo), por lo tanto este mercado está sin aprovecharse a pesar de los resultados obtenidos en cuanto a su valor económico obtenido de acuerdo con su precio de mercado, el cual fue de \$3,156,515.28 MXN anuales.

Además, el 7.8% de los negocios que regalan el ACD al preguntarles si sabían para qué se donaba, respondían que no, pero que lo hacían porque les facilitaba sus prácticas de desecho, lo que deja ver una ventana de oportunidad para la colecta de ACD como materia prima para biodiésel dentro de un modelo de economía circular.

Caldeira et al (2019) mencionó que el uso de materias primas de bajo costo, como los ACD, han ganado importancia en la producción de biodiésel debido a sus posibles ventajas económicas y ambientales, lo que podría resultar factible ya que las cantidades de ACD que se generaron en el periodo de estudio representan un abastecimiento seguro y constante a lo largo de la actividad anual de los restaurantes estudiados e incluso presentan tendencia creciente, lo que permitiría la disponibilidad de este recurso como materia prima de bajo costo para producir biodiésel.

Por otro lado las encuestas realizadas indicaron que el 12% de las unidades estudiadas tienden a generar ACD en bajas cantidades o incluso nada, pues lo reutilizan en sus procesos de cocción, lo que representa una problemática para la salud del consumidor, ya que Landines y Zambrano (2009) indicaron en su estudio que el consumo de aceites que han sufrido tratamiento térmico pasan por un proceso de oxidación primario y secundario que transforma los ácidos grasos en tóxicos para el cuerpo humano alterando el metabolismo a nivel celular, lo que indica la necesidad de parar esta práctica, por lo tanto al darle un valor económico al ACD, las empresas pueden visualizar su uso potencial o una oportunidad de ingreso proveniente de una actividad diferente a la que originalmente se dedican.

Si consideramos los porcentajes de recuperación se pudo estimar que existen estratos más productivos que otros sin tomar en cuenta su tamaño, como el caso de los negocios que producen “papas y donas” con el más alto porcentaje de recuperación que fue de 33.07% en comparación con el estrato de “antojitos mexicanos y tacos” el cual tuvo el menor porcentaje en su tasa de recuperación que fue de 14.09%, esto se explica por las prácticas culinarias necesarias de ACD dentro de cada estrato.

Tacias (2016) encontró que para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas con una población de 793 unidades de diferentes negocios de comida y una estratificación de 9 estratos, la mayor producción de ACD junto con “grasas” fue el estrato correspondiente a “restaurantes formales” representando el 41% de la

generación total y en Texcoco el mismo estrato ocupó el penúltimo lugar en producción, esto a pesar de que en este estudio dicho estrato fue el que menor variabilidad tuvo en cuanto a su porcentaje de recuperación, lo que permite darnos cuenta que la generación de ACD va a variar dependiendo la región geográfica y su estratificación, siendo significativo su valor económico para ambos casos. En tal sentido

## CONCLUSION

La generación de Aceites de Cocina de Desecho por parte de los restaurantes del centro de Texcoco de manera anual representa un valor económico importante en cuanto a su uso potencial para la producción de biodiesel, donde los residuos de una actividad productiva pasan a ser materia prima de otra permitiendo tener ingresos extra a la actividad restaurantera, dicha generación de ACD actualmente está sin aprovecharse ya que sólo una pequeña parte de la población estudiada se dedica a comercializarlo, dejando ver además que actualmente en el municipio de Texcoco no existen prácticas adecuadas para la disposición final del ACD. Además, considerando la generación mensual y anual del ACD se pudo acceder a determinar la disponibilidad de materia prima para la producción de biodiesel observando su relación de producción de 1:1.

Por último es importante mencionar que el estrato que presentó mayor porcentaje de recuperación de aceite de cocina fue el estrato de “papas y churros” demostrando que en ese giro se tiene un mayor potencial para disponer de materia prima en la producción de biodiesel.

## REFERENCIAS

- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) 2021. Contenido y valor de la canasta básica. <https://www.coneval.org.mx/Paginas/busqueda.aspx?k=CANASTA%20BASICA> (Consulta: Agosto 2022)
- Arroyo F. 2018. La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. Revista mensual de la UIDE extensión Guayquil. Volumen 3. No. 12. Páginas 78-98. doi
- Awogbemi O, Vandi D, Idoko E, Domingo V. 2021. Una descripción general de la clasificación, producción y utilización de biocombustibles para aplicaciones de motores de combustión interna. Energías. Volumen 14. Páginas 5687. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.401>

- Benerji A, Chakraborty D, Mudi A, Chauhan P. 2022. Characterization of waste cooking oil and waste engine oil on physical properties of aged bitumen. *Materials Today: Proceedings*. Volumen 59. Páginas 1694-1699. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.401>
- Caldeira C, Gülsen E, Olivetti EA, Kirchain R, Dias L. 2014. A multiobjective model for biodiesel blends minimizing cost and greenhouse gas emissions. In: Murgante B. et al., editors. *Computational science and its applications – ICCSA 2014*. Lect notes comput sci. Volumen 8581. Páginas 653–66. [http://DOI:10.1007/978-3-319-09150-1\\_48](http://DOI:10.1007/978-3-319-09150-1_48)
- Canakci M. 2007. The potential of restaurants waste lipids as biodiesel feedstocks. *Bioresource Technol.* Volumen 98. No.1. páginas 183-190. DOI: 10.1016/j.biortech.2005.11.02.
- CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria) 2020. La producción y el comercio de los biocombustibles en México y el mundo. Cámara de diputados LXVI legislatura. <http://www.cedrssa.gob.mx/post/la-n-produccion-n-y-el-n-comercio-n-de-los-n-biocombustibles-n-en-mexico-y-el-mundo.htm> (Consultado; octubre 2022)
- Gobierno de México. 2023. Semaforo COVID-19. <https://coronavirus.gob.mx/semaforo/#:~:text=El%20Sem%C3%A1foro%20de%20riesgo%20epidemiol%C3%B3gico,de%20contagio%20de%20COVID%2D19>. (Consulta: Enero 2023).
- Godas L. (2006). El precio. *Offarm*. Volumen 25. Número 4. Páginas 92-98. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-el-precio-13086781>
- Gómez-Montoya, R. A., Zuluaga-Mazo, A., Ceballos-Atehortua, N. P., & Palacio-Jiménez, D. (2019). *Gestión de la cadena de suministros y productividad en la literatura científica*. I+ D *Revista de Investigaciones*, 14(2), 40-51.
- Desvougues W, Naughton, G, Parsons R. (1992). Benefit transfer: Conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies. *Water Resources Research*, 28(3). p. 675-683. DOI: <https://doi.org/10.1029/91WR02592>
- García J, Reding A, López J. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en educación médica*. Volumen 2. Número 8. Páginas 217-228. DOI: [10.1016/S2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 2022. *Demografía y sociedad*. Población. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/> (Consultado; agosto 2022)
- Orsavova J, Misurcova J, Ambrozova R, Vicha J, Mlcek J. 2015. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids, *Int. J. Mol. Sci.* Volumen 16. Páginas 12871–12890. <https://doi.org/10.3390/ijms160612871>



- Osorio M, Correa F. (2004). Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación. Semestre económico. Volumen 7, número 13. Páginas 159-193. DOI: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013657006>
- Osorio M. (2006). El método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: Estado del arte y aplicaciones. Semestre económico. Volumen 9, número 18. Páginas 107-124.
- PROFECO (Procuraduría Federal del consumidor) 2019. Revista del consumidor septiembre 2019. [https://issuu.com/profeco/docs/revista\\_del\\_consumidor\\_septiembre\\_2019](https://issuu.com/profeco/docs/revista_del_consumidor_septiembre_2019) (Consultado: agosto 2022)
- LUI ET AL 2007
- Landines, P. M. A. & Zambrano, N. J. A. (2009). La oxidación lipídica en la cadena de producción acuícola. Revista de Investigación Agraria, Volumen 1. Páginas 13-22.
- Lopes M, Miranda I, Belo I. 2020. Microbial valorization of waste cooking oils for valuable compounds production—a review, Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. Volumen 50. Páginas 2583–2616. <https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1704602>
- Tacias V, Rosales A, Torrestiana B. 2016. Evaluación y caracterización de grasas y aceites residuales de cocina para la producción de biodiesel: un caso de estudio. Revista int. Contam. Abie. Volumen 32. Páginas 303-313. DOI: 10.20937/RICA.2016.32.03.05
- Tomek, L. y Robinson, J. (1993), Agricultural, Product, Prices, Cornell University, Ithaca.
- Tsoutsos TD, Tournaki S, Paraiba O, Kaminaris S. 2016. La cadena del aceite de cocina usado a biodiesel en Europa evaluación de mejores prácticas y desempeño ambiental. Revisiones de energía renovable y sostenible. Volumen 54. páginas 74-83. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.039>
- REDBIO (Red mexicana de Bioenergía). 2016. Diagnóstico de la situación actual del biodiésel en México y escenarios para su aprovechamiento. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/275444/Final\\_Report.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/275444/Final_Report.pdf) (Consulta: Noviembre 2021).