

# Uso de la metodología Kaizen en la reestructuración de logística de recolección de residuos sólidos para producción de bioenergía en La Central de Abastos de Irapuato

Dulce Karenina Lugo Ramírez (1), Santiago Gutiérrez Vargas (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Mecánica Agrícola, Universidad de Guanajuato, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca] | Dirección de correo electrónico: [dulce.mecanica@gmail.com]

2 [División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [max\_max\_max\_619@hotmail.com]

## Resumen

En México existen alrededor de 89 centrales de abasto las cuales son una fuente importante de materia orgánica que puede ser utilizada para la producción de bioenergía, sin embargo, la deficiencia de la gestión de estos residuos y la escasa información acerca de la importancia de esta actividad dificulta el aprovechamiento de estos. En el presente trabajo se utiliza la metodología Kaizen cuyas bases son el mejoramiento continuo a través de pequeños cambios aplicados a la logística de recolección de residuos sólidos de la Central de Abastos de Irapuato por medio de la cual se logró identificar aquellas bodegas que son fuentes principales de materia orgánica requerida para la primera etapa de producción de bioenergía lo que permitió proponer una ruta estratégica de recolección así como una orientación ambiental para empleados y comerciantes sobre la importancia de la separación de residuos.

### Palabras Clave

Kaizen, bioenergía, residuos orgánicos.

## Abstract

In Mexico there are approximately 89 wholesale food markets which are an important source of potential organic matter for bioenergy production. However, poor management of this type of waste and limited information on the energetic possibilities derived from these sources hinder the use thereof. In the present analysis, the Kaizen continuous improvement methodology principles are used to promote continuous improvement through small changes applied to the supply logistics of solid waste collection at the local wholesale food market "Central de Abastos Irapuato" for bioenergy production. An environmental training approach is suggested for employees and vendors as well as the creation of a route for the selective collection of organic matter.

### Palabras Clave

Kaizen, Bioenergy, organic matter

## INTRODUCCIÓN

Ante los problemas de escasez de recursos no renovables, como los hidrocarburos fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero, así como el metano ( $CH_4$ ) y el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), una de las preocupaciones de los gobiernos es el manejo adecuado de los residuos orgánicos y la necesidad de su valorización. Esto ha llevado a los países del orbe a buscar estrategias para disminuir los efectos del calentamiento global y encontrar fuentes de energías alternas. Durante 2006, México contribuyó con 1.5% de las emisiones de gases de efecto invernadero mundiales [1].

Existen iniciativas que buscan aprovechar los residuos orgánicos provenientes de las centrales de abasto del país para la producción de bioenergías, sin embargo, la inadecuada gestión de los residuos es un factor de suma importancia en el éxito de cada uno de los proyectos

En su investigación “Planes de manejo de residuos de generadores de alto volumen” [2] Rosales Pérez R. propone un plan de manejo de residuos para la Central de Abastos del D.F. que abarca desde la educación ambiental hasta la propuesta de una recolección selectiva e inventario de los residuos orgánicos generados.

De los productos que ingresaron a una Central de Abastos en el 2008 se pudo identificar un promedio mensual de generación de 2.100 toneladas de residuos, lo que equivale a 25.200 toneladas por año. Las verduras corresponden al 50% de los residuos orgánicos, seguidas de las frutas, con un 14% [3]

En la mayoría de las bodegas de La Central de Abastos de Irapuato se generan residuos de frutas y hortalizas, los cuales presentan gran potencial como materia prima para la obtención de bioenergía por su elevado contenido de materiales directa e indirectamente fermentables, tales como: azúcares, almidón y materiales celulósicos [4]. El análisis de los productos que se comercializan en las bodegas permitió identificar aquellas con mayor cantidad de desechos orgánicos que por sus características son de mayor interés para el proyecto: jitomate, mango y naranja.

En este trabajo se propone la mejora del proceso de recolección de residuos orgánicos en la

Central de Abastos de Irapuato para la optimización de la recolección de residuos utilizados para generar bioenergía a través del método Kaizen de mejora continua cuya filosofía es tener una mejor calidad y reducción de costos de producción con simples modificaciones diarias y se compone de varios pasos que nos permiten analizar variables críticas del proceso de producción y buscar su mejora en forma diaria [5].

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se implementó la metodología Kaizen de mejora continua cuyo objetivo fundamental es involucrar a toda la plantilla de trabajo [5] pero especialmente a los encargados de la recolección de los residuos y a los dueños de las bodegas.

La metodología consiste general y básicamente en: La reducción de costos a través de la eliminación de desperdicios en los niveles del proceso, mejoramiento continuo, gradual y ordenado, generar ideas y conceptos y la realización de cambios con resultados significativos y de bajo costo.

Primeramente se analizó la logística de recolección de residuos llevada a cabo en la Central de Abastos de Irapuato en donde se encontró que para realizar dicha actividad la central es dividida en bloques: Bloque 1 (Izquierda) y Bloque 2 (derecha); se cuentan con dos camiones recolectores de basura que recorren cada uno de los andenes correspondientes a cada bloque, La recolección de residuos se lleva a cabo de lunes a sábado siendo los Lunes los días con más carga y cada camión recorre aproximadamente 2 km dentro de la central además de la distancia recorrida una vez al día hasta el relleno sanitario que se encuentra a 30 minutos de distancia.



IMAGEN 1: Ruta de los camiones recolectores de residuos en el bloque 1 y 2 de la Central de Abastos de Irapuato.

Se realizó un diagnóstico de cada uno de los Andenes de la Central de Abastos para identificar las bodegas con mayor cantidad de materia orgánica de interés para el proyecto para así proponer una ruta estratégica para la recolección selectiva de residuos resaltando las locales con mayor cantidad de desechos a lo largo del año ya que el volumen de estos varía dependiendo de la temporada y origen del producto.

Para el conteo de los residuos se realizó el recorrido de recolección con los encargados de esta actividad y se hicieron encuestas a los comerciantes de todas las bodegas en cada uno de los andenes donde se les solicitó información acerca del producto que venden y la cantidad aproximada de residuos orgánicos producidos por semana en sus locales. Se encontró que las bodegas con producto de interés para el proyecto desechan en promedio de 3 a 4 tambos por semana (Imagen 2) y en temporada de calor esto llega a aumentar.

Para la medición en metros de las rutas realizadas dentro de la central por las tolvas recolectoras se utilizó el programa Google Earth dando como resultado 1847.5 m para el camión 2 (bloque 2) y 1677m para el camión 1 (Bloque 1), lo que implica un alto costo de combustible para la recolección de los residuos.



IMAGEN 2: Residuos orgánicos

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base al análisis del proceso de recolección de residuos que se lleva a cabo en la Central de Abastos de Irapuato se propuso la separación de residuos en orgánico e inorgánico mediante la utilización de los tambos con los que ya cuenta cada uno de los comerciantes ya que aunque los desechos son en su mayoría orgánicos la separación desde que son desechados facilita los procesos para su aprovechamiento (Imagen 3)



IMAGEN 3: Mezcla de los residuos orgánicos e inorgánicos dentro del camión recolector

Con los resultados del diagnóstico de los andenes se identificaron aquellos que producen en mayor cantidad los desechos requeridos para la alimentación de un biodigestor instalado dentro de la Central de Abastos de Irapuato que tiene como objetivo la producción de bioenergía [6].

Pese a que se producen residuos orgánicos en toda la central, fue necesario dar prioridad a aquellos residuos que incrementan la producción de biogás [7] dentro del biodigestor que son el mango, la naranja y el jitomate.

Para la alimentación del biodigestor se necesita una cantidad de 5 toneladas por día de la mezcla de materia orgánica la cual necesita un pre tratamiento de molienda que será llevado a cabo por un molino de martillos de 10hp con una capacidad de molienda de 1000 kg/hr.

Para la realización de este proceso de una manera eficiente se diseñó una ruta para la recolección estratégica en los andenes con mayor producción de residuos de mango, naranja y jitomate ya que los procesos de molienda de residuos y alimentación del biodigestor deben de ser continuos, es decir, se debe alimentar al biodigestor conforme la materia orgánica es molida para evitar estancamiento de esta. Específicamente para llevar a cabo la recolección estratégica se propuso la utilización de una camioneta con capacidad de 1 tonelada.

La ruta de recolección estratégica fue diseñada con base al tipo de materia orgánica y a la cantidad medida en tambos de residuos que se producen por bodega.

Como se muestra en la Tabla 1, las bodegas con una producción mayor a 5 tambos de residuos orgánicos por semana se encuentran distribuidos por toda la central

Para la realización de la ruta se observó que las bodegas de mayor importancia están ubicadas en su mayoría en el bloque 1 y las ultimas bodegas del andén 12 ubicado en el bloque 2. Por lo tanto, se propuso iniciar la primera ruta en el andén 2 del bloque 1 terminando en el andén 13 y la segunda ruta en la bodega 1 del andén 6 terminando en el andén 11 recolectando únicamente los residuos de las bodegas identificadas como se muestra en la imagen 4.

Tabla 1. Resultados obtenidos de la cuantificación de materia orgánica

Materia Orgánica de Interés	No de andén	No de bodega	Tambos/ semana
	2	1	3
	2	2	3
	2	12	4
	3	2	4
Mango	6	1	4
	7	11	2
	7	14	8
	10	10	4
	13	34	2
	13	35	2
	12	4	3
	3	1	7
	3	2	5
	3	6	4
	3	11	3
	3	14	5
	3	16	4
	3	17	4
	4	7	1
Jitomate	4	15	1
	4	16	1
	4	17	1
	6	4	4
	7	9	2
	7	18	5
	8	8	5
	9	18	5
	12	39	9
	12	4	2
	3	13	5
	4	9	2
	6	7	4
	8	5	4
	8	5	4
Naranja	8	6	3
	8	7	3
	8	9	6
	11	11	3
	11	12	3
	11	17	3
	11	18	3

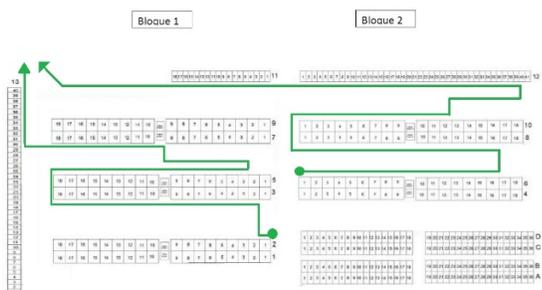


IMAGEN 4: Ruta de recolección estratégica propuesta

## CONCLUSIONES

Para una mejora en la logística de la recolección de los residuos fue necesaria una orientación dirigida a las personas encargadas de llevar a cabo las actividades propuestas, los recolectores y los dueños de las bodegas, acerca de los beneficios que trae consigo el aprovechamiento de la materia orgánica no solo para la producción de bioenergía también para reducir las visitas al relleno sanitario lo que conlleva al ahorro de combustible de los camiones recolectores además de brindar a los clientes de la Central de Abastos de Irapuato una imagen de una empresa limpia y sustentable.

## REFERENCIAS

- [1] Cardona, C. et ál. (2004): "Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado". Revista Colombiana de Biotecnología 6. 2 78-84.
- [2] Rosales Pérez R. 2011, Planes de manejo de residuos de generadores de alto volumen: El caso de la Central de Abasto del Distrito Federal, México
- [3] Consorcio Nam-Velzea. (2000) Gestión de residuos orgánicos en las plazas de mercado de Santafé de Bogotá. Contrato PNUD (COL/96/23).
- [4] Mahajan, D. y Ro, K. (2007): "Clean Fuels from Biomass and Wastes". Ind. Eng. Chem.
- [5] José De Domingo Acinas. (2001). Calidad y mejora continua. España: Editorial Donostiarra

[6] Mejía Echeverri A.E. Ramírez Vergara J.J., Modelo económico para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de mango y banano generados en la central mayorista de Antioquia. Tesis de Maestría, 2013, Universidad de Manizales maestría en medioambiente y desarrollo sostenible Medellín

[7] Carlos Ariel Cardona Alzate, Óscar Julián Sánchez Toro, Julián Andrés Ramírez Arango, Luis Eduardo Alzate Ramírez. (2004). biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado. Revista colombiana de biotecnología, vol. vi, 12