



Vigilada Mineducación

Reducción de desperdicio de alimentos en la Universidad EAFIT: hacia una
producción y un consumo responsables

Reducing food waste at EAFIT University: towards responsible production and
consumption

DAVID ALBERTO GODOY COCOMA
SANTIAGO GIRALDO VELASQUEZ

Proyecto de grado

Asesor

Paula Marcela Hernandez Diaz

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA DE PROCESOS
MEDELLÍN
2022

Reducción de desperdicio de alimentos en la Universidad EAFIT: hacia una producción y un consumo responsables

Santiago Giraldo Velasquez^{1a} , David Alberto Godoy Cocomá^{2a}

Paula M.Hernandez-Diaz^b

^a Estudiante de Ingeniería de Procesos, Universidad EAFIT, Medellín Colombia

^a Estudiante de Ingeniería de Procesos, Universidad EAFIT, Medellín Colombia

^b Profesor, Asesor del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería de Procesos, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia

Resumen

Las pérdidas y desperdicios de alimentos en el sistema alimentario es un tópico de interés mundial, y desde los objetivos de desarrollo sostenible, dados los impactos que esto implica al medio ambiente, la economía y la sociedad. Los restaurantes, como elementos del final de la cadena de alimentos, pueden jugar un rol significativo para disminuir o eliminar estos impactos mediante modificaciones de sus patrones de producción y consumo. Con el propósito de tener un caso exitoso en Medellín, este proyecto tiene como objetivo plantear alternativas que favorezcan la disminución del desperdicio de alimentos en un restaurante de la Universidad EAFIT, soportado en mediciones que evidencien los beneficios económicos y ambientales promoviendo un sistema alimentario sostenible. Esta investigación parte de dos preguntas: ¿Cuanta es la producción de residuos alimenticios en el restaurante y cuál es su composición final?, ¿Qué alternativas viables de gestión se pueden implementar en el restaurante para aumentar la eficiencia del uso de los recursos? Y ¿Qué costo-beneficio trae la optimización del proceso al implementar las acciones propuestas? El proyecto de investigación se estructura en el estudio de caso aplicando la metodología "Target-Measure-Act" para reducción de desperdicios de alimentos. Como resultados se pudo establecer un objetivo de reducción del 7% de los desperdicios de alimentos en conjuntos con el equipo de trabajo del restaurante. Para alcanzarlo se implementaron diferentes acciones en las diferentes etapas de proceso. Se destacan la reutilización de desperdicios tales como la cascara de huevo, la cascara de naranja, cascara de limón y tallos de cilantro. El análisis costo beneficio mostró un ahorro en términos de costos no muy alto para este caso de estudio, pero se pudo concluir que se necesita implementar la metodología no como un piloto sino desarrollando todos los parámetros establecidos por esta y así se pueda determinar mejor el ahorro en términos de costos que puede lograr el restaurante.

Los puntos críticos de generación y se hizo una categorización de los desperdicios. Y en contraste con esto analizar cómo es la viabilidad de reducir el desperdicio de alimentos implementando acciones que busquen aumentar la eficiencia de los recursos utilizados, y se hará un análisis costo-beneficio respecto a lo que debe pagar el restaurante por la disposición de sus desperdicios de alimentos.

1. Introducción

Globalmente, se estima que un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o se desperdicia en toda la cadena de suministro desde la producción inicial hasta el consumidor final. Este desperdicio se calcula en 1.300 millones de toneladas al año [1]. En 2015 los estados pertenecientes a las Naciones Unidas aprobaron 17 objetivos como parte de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible en la cual se encuentra el objetivo número 12 que incentiva a la población a tener una modalidad de consumo y producción más sostenibles, ya que el aumento de la población, la disminución de los recursos naturales y la urbanización suponen la necesidad de alimentar más personas con menos recursos. El mundo genera aproximadamente 2.010 millones de toneladas de residuos sólidos municipales al año y al menos el 33 % de esos residuos, no se gestionan de una manera segura para el medio ambiente. Además, los residuos alimenticios componen el 44% total de los residuos sólidos producidos a nivel mundial [3] conllevando a que la pérdida y el desperdicio de alimento se conviertan en una gran preocupación pública. Esto lo evidencia la meta 12.3 de los objetivos de desarrollo sostenible muestra que se espera una reducción a la mitad de los desechos de alimentos per cápita a nivel de minoristas y consumidores para 2030.[4] En Colombia los residuos orgánicos generados por alimentos en sus diferentes etapas de producción, se pierden y desperdician en el país a una tasa de 9.76 millones de toneladas al año, lo cual equivale al 34 % de la oferta disponible de alimentos destinados a consumo humano.[5] En la Universidad Eafit sede Medellín en el semestre 2021-1 se cuantificó un total de 6.051 toneladas de residuos orgánicos generados por una población de aproximadamente 19000 estudiantes. [6] [1]

Debido a la alta tasa de desperdicio de alimentos, algunos países han fomentado la aplicación de herramientas para favorecer su disminución. Son varios los casos exitosos de hoteles, restaurantes y bares que han logrado, tanto reducciones de desperdicios de alimentos como ahorros significativos en sus instalaciones. A continuación, se menciona algunos casos relevantes y se asocia la metodología empleada en su proceso. [7][8]

Tabla 1. Casos de restaurantes con ahorro o disminución de desperdicios [9]

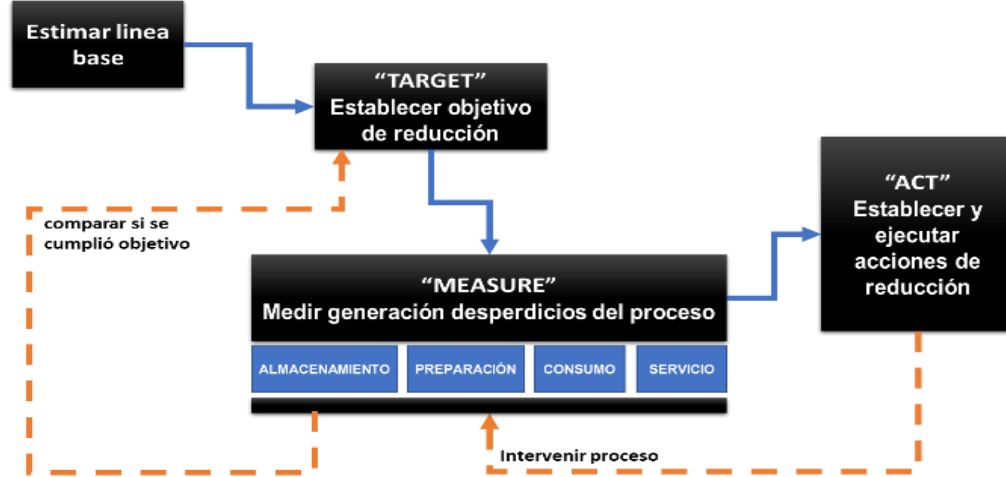
Restaurante	País	Metodología	Resultado
Ownies Bar and Bistro	Irlanda del Norte	Target, measure, act	Redujo el desperdicio promedio de alimentos en 30 g de comida por plato.
The Airport	Inglaterra	Target, measure, act	El desperdicio total se redujo en un 16 %, lo que ahorró un estimado de £2946 en costos de compra de alimentos.
The Ship Inn	Inglaterra	Target, measure, act	La cantidad total de residuos se redujo en un 72 % con un ahorro anual estimado de £2454.
The Harrington Arms	Inglaterra	Target, measure, act	El desperdicio total se redujo en un 33% con un ahorro anual estimado de £2,069.
The Queens, Warwick-on-Eden	Inglaterra	Target, measure, act	Redujo los desperdicios de preparación en un 81 %, además el desperdicio de desechos se redujo en un 3 %.
Crieff Hydro	Escocia	Target, measure, act	La cantidad de desperdicio de alimentos por cubierta se redujo en un 31%; de 169g a 117g.
Baxterstorey	Irlanda	Target, measure, act	Redujo el desperdicio de alimentos en un 42 %, lo que equivale a 6600 toneladas.
Ecozinha	Brasil	Modelo sistemático para la gestión sostenible de residuos sólidos en restaurantes (SGRS-R)	Redujo la cantidad de residuos sólidos enviados a rellenos sanitarios hasta en un 90% y se generaron cambios en los procesos de preparación de comidas para prevenir, reducir, reutilizar y reciclar los desechos.

La metodología “*Target-measure- act*” será el modelo para realizar esta investigación. Esta es explicada a detalle en la sección de metodología. El modelo aplicado en Brasil fue desarrollado por el instituto Ecozinha con el fin de ayudar a los restaurantes de los diferentes sectores (Bares, Hotelería, Hospitales), los cuales deben cumplir con una normativa instaurada por el gobierno brasileño que limita su producción de residuos sólidos (empaques, desperdicios de alimentos) a 120 litros por día; la metodología consiste en 7 pasos, dos de los cuales tienen como objetivo definir acciones correctivas y recomendaciones para la gestión y reducción de los residuos sólidos. Los otros cinco pasos se apoyan en formularios de evaluación para (1) el control gravimétrico de los residuos sólidos, (2) la descripción de la infraestructura física y equipamiento de residuos sólidos, (3) encuesta de empresas de recolección, reciclaje y disposición de residuos sólidos, (4) descripción del flujo de residuos sólidos, y (5) control de las etapas de preparación de las comidas. Al final se implementa una red logística la cual permite gestionar de manera los residuos sólidos generados los cuales son dispuestos a empresas que aprovechan estos residuos sólidos para sus procesos. [7]

En el año 2021, la Universidad EAFIT participó como aliada en el proyecto Collares, proyecto de investigación colaborativa, liderado por la Universidad Metropolitana de Manchester, que abordó el desperdicio de alimentos en las empresas de hostelería y restaurantes de Colombia y Perú. Dentro de los resultados encontrados en Medellín, se identificó la necesidad y el interés de los restaurantes participantes en implementar metodologías que ayuden a la reducción de los desperdicios de alimentos. Estos desperdicios actualmente se deben tramitar, con pago, a entidades que certifiquen su aprovechamiento, principalmente en producción de compostaje. La Universidad EAFIT, cumpliendo con estos lineamientos normativos, también contrata con la empresa GDA, el servicio de recolección y compostaje de sus residuos orgánicos. Por este motivo, esta propuesta surge como resultado del proyecto Collares, para tener un piloto de la implementación de la metodología “*target, measure, act*” con el propósito de tener un caso exitoso en la ciudad y que pueda ser replicado en otros restaurantes, tanto de la universidad como de la ciudad.[8] Esta metodología, implementada en diversos restaurantes a nivel mundial, ha demostrado beneficios ambientales, sociales y económicos, aportando al logro del ODS 12: producción y consumo responsables.

Por este motivo, y con aras de disminuir el impacto que tiene la generación de desperdicios de alimentos, y para producir un cálculo desagregado que permita la mitigación y gestión sostenible de los recursos, este proyecto midió la producción de residuos de alimentos en las cuatro etapas del proceso (almacenamiento, preparación, consumidor final, preparados) del restaurante Plural de la Universidad EAFIT para proponer alternativas que generen beneficios económicos y reduzcan la generación de residuos sólidos. Así, a continuación, se encontrará en este artículo la metodología de trabajo, posteriormente los resultados de la investigación y su análisis donde se relacionarán el cálculo de la línea base, la identificación de puntos críticos de generación y categorización de los desperdicios, propuesta y viabilidad de reducción y análisis costo-beneficio; finalmente se presentan las conclusiones, limitantes de la investigación y futuras investigaciones a partir de los resultados obtenidos.

Figura 1. Metodología para reducción de desperdicios de alimentos en restaurantes.



Descripción de los componentes del proceso de medición “MEASURE”. Los residuos de alimentos se miden en cuatro etapas. 1. Almacenamiento: se pesa los alimentos que ya no son consumibles debido a un estado de descomposición dentro de la cocina, en su mayoría se encuentran en lo que se denomina alacena. 2. En la preparación de las comidas: se tiene en cuenta los alimentos desperdiciados a la hora de preparar los platos; tales como cáscaras de frutas o vegetales, y excesos del alimento que no se incluyan en la preparación. 3. Consumo: son los residuos que quedan en los platos de los clientes, conocidos como sobras. 4. Servicio: son aquellos alimentos que están preparados y en mostrador y que al final no son consumidos; tales como los platos que se sirven por error y no son consumidos o la comida del buffet que queda en la barra, no es consumida y debe ser eliminada.

2. Materiales y métodos

La presente investigación aplica la recolección de datos y mediciones mediante la propuesta para reducción de desperdicios de alimentos denominada “Target measure act - TMA” mediante un caso aplicado a la universidad EAFIT. Por lo tanto, este trabajo tiene un enfoque mixto usando el estudio de caso. La metodología TMA fue desarrollada por WRAP, en conjunto con la Universidad Metropolitana de Manchester y las empresas alimentarias del Reino Unido. La metodología parte de tener una línea base de producción de desperdicios para un restaurante o cadena de alimentación, posteriormente se establece una meta de reducción con base en la línea base y se cuantifica en peso la cantidad de desperdicios alimenticios generados por el restaurante en una semana de operación normal. Durante esta medición se hace una caracterización de los desperdicios. Se continua con la generación de acciones de reducción que se llevan a ejecución de acuerdo con el análisis costo-beneficio y se vuelve a hacer una medición por una semana para verificar la efectividad de las acciones y el cumplimiento de la meta. Para esta investigación se emplearon los instructivos de *Guardians of Grub* [9].

2.1. Target

Esta es la primera etapa una vez se tiene la línea base de generación de desperdicios. Consiste en plantearse un objetivo de reducción de desperdicios, en términos de porcentaje, que sea realista. Esta meta se hace en conjunto con los directivos o administrador del restaurante. El análisis del proceso se llevó a cabo dentro y fuera de la cocina para conocer y entender a profundidad todas las partes del proceso, desde la recepción de materia prima, preparación de alimentos hasta la venta y disposición de estos como se muestra en el *anexo 1*.

En esta fase también se desarrolla un punto clave del cual depende la calidad de los datos obtenidos, este consistió en sensibilizar al personal del restaurante con el fin de compartirles el proyecto e involucrarlos de lleno ya que estos son los que más conocimientos poseen acerca de los procesos del restaurante, teniendo en cuenta que su participación en la siguiente fase de la metodología es crucial para lograr el objetivo establecido. [9]

2.2. Measure

La segunda fase de la metodología llamada “Measure” consiste en medir los residuos de alimento generados para identificar los puntos críticos en los cuales el restaurante genera mayor cantidad de desperdicios de alimentos. La medición se llevó a cabo durante un periodo de dos semanas (agosto 29 – septiembre 10) de lunes a sábado, en el horario de 7:00 am a 7:00 pm. Se realizó una reunión de sensibilización con el personal operativo del restaurante. En esta sensibilización se les dio a conocer el objetivo del proyecto, el importante rol que ellos desempeñan en la investigación y su compromiso en la separación de los residuos. De este modo, se separaron los residuos orgánicos en las cuatro etapas del proceso (ver figura 1) empleando el formato de Guardians of Grub. Así mismo se dispusieron los recipientes necesarios, tal como se observa en la figura 2.

Figura 2. Adecuación de recolección



Los materiales requeridos para la medición fueron cuatro recipientes correspondientes a la separación en cada categoría y que permitieran realizar la correcta caracterización de los desperdicios. Adicionalmente se requirió de una báscula para cuantificar la cantidad de residuos alimenticios generados por día como se muestra en el *anexo 2*. Los pesos de cada tipo de residuo se registraron diariamente en la plantilla proporcionada por el programa Guardians of Grub (ver apéndice 1). En el reporte se notificó la cantidad de residuos alimenticios en unidades de peso (Kg). Con este reporte se logró identificar los puntos críticos donde se estaba generando más residuos. [9]

2.3. Act

En esta fase se proponen las acciones de reducción, se priorizan y ejecutan con el fin de lograr el objetivo de planteado en la primera fase. Para proponer las acciones se realizó una categorización de los residuos por peso empleando un Pareto. Una vez priorizados los residuos a los que se les debe reducir la generación, se procedió a realizar una lluvia de ideas con el personal operativo y administrativo del restaurante empleando técnicas de comunicación gráfica y design thinking. En el *anexo 3* y *anexo 4* se observan las ayudas de comunicación y el tablero de ideas. Posteriormente se complementó el listado de ideas con otras existentes en bibliografía de gastronomía la cual ofrece alternativas para darle más usos a los desperdicios de alimentos. [16] Con el listado completo se hizo el análisis de viabilidad de implementación de alternativas de reducción de desperdicios. Luego se procedió a implementar las alternativas de mayor impacto y viabilidad de ejecución en el restaurante. Una

vez implementadas se realizaron nuevamente mediciones durante otro periodo de 7 días con el fin de analizar si las alternativas implementadas generaron la reducción en el desperdicio de alimentos deseada.

Al finalizar las mediciones y luego de comprobar si hubo o no una reducción en la generación de desperdicios de alimenticios con las acciones implementadas, se procedió a realizar un análisis beneficio-costos con el cual se buscó demostrar que porcentaje en términos de costos se está logrando reducir utilizando la prueba piloto de la metodología “Target measure act”. Y así lograr contribuir a la optimización en términos de costos, de los procesos de disposición final de los desperdicios de alimentos. [9]

2.4 Caso de estudio: Restaurante Plural

El restaurante Plural está ubicado en el primer piso del bloque 38 de la Universidad EAFIT. Ofrece desayunos, almuerzos y productos que se caracterizan por tener comida del medio oriente como shawarma, entre otros. Algunos platos son a la carta y otros se ofrecen como estilo buffet en donde cada cliente decide cuanto comer. Los clientes frecuentan más el restaurante para almorzar y de igual manera para desayunar por sus excelentes preparaciones a base de huevo.

Cuenta con dos turnos de operación. 3 empleados y vende en promedio 20 desayunos y 30 almuerzos.

3. Resultados y análisis

3.1 Línea base

La línea base se construyó a partir de datos históricos desde mayo a septiembre de 2022. Estos datos fueron proporcionados por el restaurante PLURAL y la empresa TERRA quien presta los servicios para el tratamiento de los desperdicios de alimentos que genera la sucursal. El tiempo de recolección de la línea base se hace en este periodo porque es la fecha en la que más estabilidad de operación ha tenido el restaurante después de la pandemia Covid-19. La línea base nos indica que el restaurante plural en un total de 6 meses produce 1020 Kg de residuo con lo que podemos asumir un promedio de 6 Kg/día. Los datos de construcción de la línea base se pueden observar en el apéndice 3.

Se debe tener en cuenta que la empresa de recolección de servicios hace las recolecciones los días lunes, miércoles y viernes de cada semana. Esta situación no fue impedimento para considerar que los datos dan un contexto acerca de la generación de desperdicios que tiene el restaurante, a pesar de que los intervalos de tiempo de medición sean variables y no tengan un patrón de tiempo fijo de referencia. También se debe tener en cuenta que la variable de cantidad de desperdicios producida no depende de la variable tiempo por lo cual los datos no pueden ser modelados respecto a esta última para obtener proyecciones y simular un comportamiento futuro en la cantidad de desperdicios generada en el restaurante.

3.2 Target

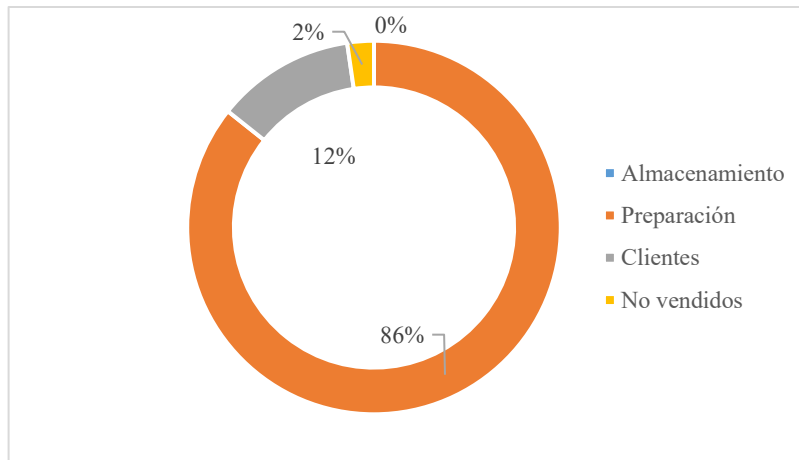
De acuerdo con la línea base, se plantea reducir en un 7% los residuos alimenticios generados en el restaurante PLURAL de la Universidad EAFIT. Con estos datos realizamos una regresión en la cual se pudo predecir el comportamiento de los residuos generados y así tener un panorama más amplio y realista de cuanto podríamos llegar a reducir en el tiempo dado. [10]

3.2. Measure

En la sensibilización del personal se logró su compromiso con la separación de los residuos en las diferentes categorías para proceder a realizar la medición de la cantidad de desperdicios. Los datos recolectados durante los doce días de medición se tomaron en el laboratorio de suelos de la universidad EAFIT donde estaba ubicada la báscula, se pueden observar en el apéndice 2.

Dentro del análisis realizado se corroboró que los datos obtenidos (5,07 Kg/día) corresponden al mismo rango de producción promedio obtenido en la línea base; es decir en promedio 6 Kg/día (ver Apéndice 3). [11]

Figura 3. Distribución de residuos de alimentos generados en restaurante PLURAL



Como puede observarse en la figura 3, la etapa con mayor desperdicio fue la preparación de alimentos en donde los principales residuos son cascara, tallos y semillas de frutas y verduras (mango y aguacate), es la etapa que mayor volumen de desperdicio mostro debido a que presta 2 tipos de servicio tipo buffet en donde los clientes pueden escoger que adicionar a su plato o menú a la carta el cual consta de preparaciones inmediatas. El servicio tipo buffet implica preparar comida con antelación para tener siempre disponible, por lo que estos desperdicios son los más sobresalientes en las mediciones realizadas. Luego se identificó que la segunda etapa donde más se produce desperdicio es en el consumo final de los platos, los principales factores identificados es que los clientes no son conscientes de que una de las salsas que ofrece el restaurante a base de rocoto (tipo de ají) es picante y al agregarla a sus comidas hacen que estas queden fuertes para el paladar de los clientes por lo que terminan dejando al final de comer la porción a la cual le agrego la salsa. Por otro lado, algunos platos de la carta llevan un pequeño croassiant como acompañante, y se debe tener en cuenta que hay público que no tolera el gluten o simplemente en su dieta no consumen harinas lo que generaba que este alimento fuera desperdiciado ya que no podía ser devuelto a la cocina. En las otras dos etapas podemos destacar que el personal de cocina tiene muy buena gestión con la compra de alimentos base para la preparación de las comidas por lo que muy escasamente un alimento se desperdicie por caducidad y al final de las jornadas de trabajo la barra tipo buffet ha sido consumida del todo, las pocas veces que sobran alimentos, son del tipo que puedes almacenar y reutilizar al otro día (ej: arroz).

Para garantizar una buena disposición de los residuos alimenticios y un porcentaje de error pequeño en las mediciones se trabajó rigurosamente en concientizar al personal el cual siempre estuvo dispuesto a apoyar de la mejor manera el proyecto realizando un buen seguimiento de los residuos.

3.3. Act

Una vez recogida toda la data experimental, en la tercera fase de la metodología se procedió a realizar un análisis de esta, categorizando cada residuo para así ordenar y conocer que residuos son de interés para aplicar acciones que ayuden a disminuir la generación del residuo o ya bien sea reutilizar estos residuos porque pueden aportar al desarrollo de otros procesos.

Tabla 2. Residuos categorizados

Etapas	Residuos
Preparación	Cascaras de mango
	Cascaras de huevo
	Cascaras de limón
	Tallos de cilantro
Clientes	Arroz
	Pan

Al categorizar se encontró que los residuos de mayor abundancia son los tallos y cascaras como lo pueden ver en la tabla 2, ya que la preparación de la mayoría de los platos es con mango, huevo, limón y cilantro. A diferencia de los pocos residuos generados por los clientes que son Arroz y pan. Un resultado del proceso de observación de los consumidores es que algunos clientes muestran un comportamiento o acuerdo en dejar un bocado en el plato en vez de limpiar el plato como regla social.

El análisis de alternativas para la reducción de desperdicios de alimentos se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3. Alternativas encontradas

Etapas	Residuos	Acción
Preparación	Cascaras de mango	Polvo para postres
	Cascaras de huevo	Abono para huertas
	Cascaras de limón	Limonada casera
	Tallos de cilantro	Caldo para sazonar
Clientes	Arroz	Concientizar
	Pan	

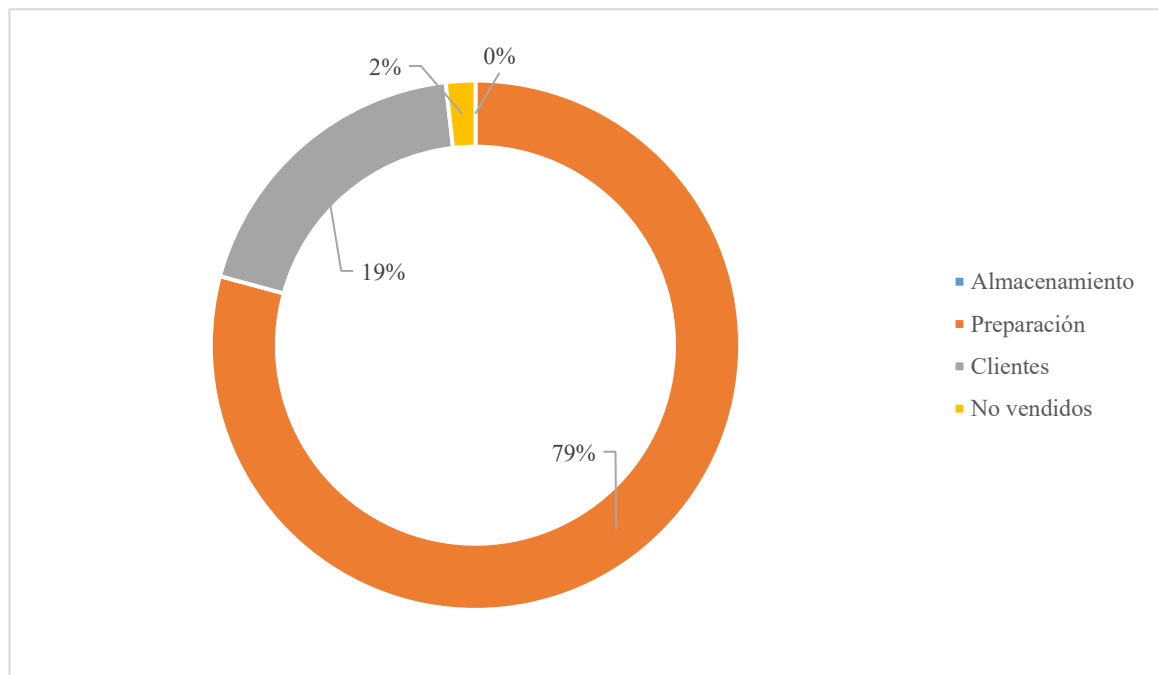
La alternativa que se encontró para la etapa de clientes es la de concientizar, ya que esta etapa produce muy pocos desperdicios, por ende, no se puede implementar una acción de transformación o reutilización, mientras que si se genera una cultura de no desperdicio habrá un mayor impacto en la reducción y se decidió crear infográficos (Se encuentran en el *anexo 7*) e instalarlos visiblemente cerca de la caja del restaurante y así los clientes pueden tener información que les permita saber si que la salsa rocoto es picante y puede dañar sus comidas, que si no desean agregar pan a su plato le informen al que toma su pedido antes de este ser entregado y además hacerle saber que puede contribuir al no desperdicio de alimentos dejando el plato vacío. Por otro lado, en la etapa de preparación encontramos varios residuos con algunas alternativas a implementar, ya que en esta etapa se generan bastantes residuos de cada categoría. Primero el tallo de cilantro el cual se utilizará para sazonar un plato del mismo restaurante llamado Pollo Marroquí, segundo las cascaras de limón con la cual se hará una limonada casera, tercero las cascaras de huevo con las que se harán abonos para plantas y finalmente las cascaras de mango con las que se harán aromatizantes y polvo para postres. [12][13][14]

Luego se procede a implementar las alternativas en el restaurante. Para las cascaras de mango se realizó un triturado para postres dejando secar las cascaras y luego triturarlas hasta dejarlas muy finas para sazonar postres el cual será entregado a una repostera de envigado para así aportar a nuevos negocios locales mientras se reducen desperdicios. Con las cáscaras de huevo se realizó un triturado para abono dejando secar las cascaras y luego triturándolas, este abono se entregó a un grupo de personas cercanas a los investigadores que decidieron aportar al proyecto llevando el abono a sus huertas mientras se busca una solución a mayor escala para seguir entregando

la cascara de huevo. En las cáscaras de limón encontramos una implementación en el mismo restaurante ya que se empezó a preparar limonada a partir de las cascara de limón, las cuales se licuan y son utilizadas para consumo interno, y por último los tallos de cilantro que aun sirven como sazónador se incorporaron en la preparación de uno de los platos del restaurante llamado pollo marroquí logrando así una reutilización del residuo completa.

Se realizaron nuevamente en el laboratorio de suelos de la Universidad EAFIT mediciones durante otro periodo de 10-15 días en el horario de 7:00 am a 7:00 pm. Una vez obtenidos todos los datos, se llenó el reporte diario en la plantilla proporcionada por el programa Guardians of Grub como se muestra en el apéndice 4. [11]

Figura 4. Porcentaje de resultados obtenidos



Al analizar los datos antes y después de la implementación de las acciones de reducción se encontró que, si hubo una reducción en la generación de residuos diaria. La reducción supero las expectativas de los dueños del restaurante pasando de generar 5,07 Kg/día a 4,33 Kg/día, con una reducción no del 7% sino del 14,57%. Con estos resultados se demuestra que la metodología funciona y que en investigaciones futuras se podrá realizar más pruebas en diferentes restaurantes con el fin de incentivar la implementación en muchas más empresas del sector gastronómico.

Al comprobar que, si hubo una reducción en la generación de desperdicios de alimenticios con las acciones implementadas, se procedió a realizar un análisis costo-beneficio. Para este tuvieron presente la lista de precios de recolección de desperdicios suministrada por el proveedor TERRA [15]. Este valor es de \$ 254 COP por kilo generado de residuos orgánicos. Este valor incluye recolección, transporte y tratamiento de compostaje certificado.

Tabla 4. Análisis costo-beneficio

Análisis Económico	
Promedio de platos vendidos (Platos/Día)	20 - 30
Promedio de desperdicio producido (Kg/día)	5,07
Promedio de desperdicio producido implementando acciones (Kg/día)	4,33
Reducción de desperdicios (%)	14,57
Ahorro en disposición de residuos luego de reducir el desperdicio (\$/año)	68.500

En esta investigación se encuentran ciertas limitantes como la baja producción de residuos que hace un poco más retador encontrar alternativas de alto impacto. En un restaurante de mayor producción o flujo, se podrán tener resultados más impactantes con acciones simples como las que pudieron ser planteadas en este proyecto.

Se observó que el restaurante PLURAL ya contaba con algunas herramientas de buena gestión que aportan al objetivo de este trabajo. Dentro de estas prácticas se encuentran la buena separación de los residuos sólidos en la cocina, contribuyendo a la disposición final de estos residuos. El personal de cocina se llevan las semillas de aguacate para realizar bebidas caseras debido a sus beneficios para el cuerpo humano aportando a la reducción del desperdicio de alimentos dándole un segundo uso a un desecho en el ámbito de la gastronomía.

4. Conclusiones

-El presente trabajo tuvo como objetivo plantear alternativas que favorezcan la disminución del desperdicio de alimentos en el restaurante Plural de la Universidad EAFIT, soportado en mediciones que evidencien los beneficios económicos y ambientales promoviendo un sistema alimentario sostenible. Una vez implementada la metodología “*Target-Measure-Act*” (meta-medir-actuar), se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación.

-El análisis de los procesos de cocina utilizando la metodología “*Target-Measure-Act*”, permite determinar cuáles son las etapas más críticas en la generación de desperdicio. Esta priorización favorece la proposición de ideas para la reducción de los desperdicios. Las acciones a ejecutar dependerán de su viabilidad de implementación y beneficios económicos e incluso ambientales que conlleven. Con las acciones implementadas se logró la reducción de un 7% en la generación de desperdicios de alimentos. La metodología si genera beneficios económicos, aunque para este caso de estudio hayan sido muy bajo. Respecto a que nos encontramos con un limitante en el cual el restaurante ya contaba con algunos procesos de gestión sostenible ya implementados y aunque se logró un ahorro económico de COP 3.030 mensual, puede ser más significativo llevando una investigación mucho más profunda y aplicando la metodología completa.

-La metodología “*Target-Measure-Act*” (meta-medir-actuar) se podrá complementar con una caracterización más detallada de los residuos generados. En este caso, con un restaurante de pocos platos producidos fue fácil la caracterización de manera visual; sin embargo, en un restaurante de alto flujo no será eficiente este método y se debería implementar una caracterización cuantitativa. Finalmente teniendo en cuenta estas observaciones realizadas se plantearon diferentes alternativas buscando un menor impacto ambiental en conjunto con el personal de cocina se realizó un análisis a estos puntos críticos de los procesos de cocina y se pudieron identificar las acciones más convenientes a implementar en el restaurante PLURAL.

-Una de las limitantes que se tuvo en el proyecto, fue el poco tiempo de implementación de las acciones de reducción lo cual influyó en el cálculo de cuanto se puede ahorrar el restaurante. Una futura investigación puede ser realizar la medición de residuos implementando todas las acciones propuestas con enfoque hacia el largo plazo e implementar más de lleno la metodología para obtener datos los cuales demuestren en mayor escala. Con esto se motiva a dejar la investigación abierta a futuros estudios que permitan probar aún más la veracidad de implementar esta metodología y buscar una aplicación a mucha mayor escala que demuestren más beneficios a la hora de implementar la gestión sostenible en el ámbito alimenticio. También se podrá demostrar que esta metodología funciona aplicándola en diferentes restaurantes con el fin de incentivar la implementación en muchas más empresas del sector gastronómico.

-Se cumple con un caso de estudio exitoso en la implementación de la reducción de residuos de alimentos contribuyendo con el logro de la meta 12.3 del ODS 12 producción y consumo responsables. Al cumplir esto se contribuye de manera positiva al medio ambiente, y en términos económicos significa un ahorro pequeño para el restaurante pero que puede aumentar de manera más significativa si se aumenta el alcance aún más en futuras investigaciones que sean pertinentes al caso de estudio.

5. Tabla de Anexos

Tabla 5. Documentos adicionales incluidos con el proyecto de grado.

Nombre	Desarrollo (propio/terceros)	Tipo de Archivo	Enlace google drive (https://goo.gl/)
Anexo 1	Propio	Word	https://drive.google.com/drive/folders/1sNKQg9o0BGz_VWuVkB30RRekkVQ8_p4?usp=sharing
Anexo 2	Propio	Imágenes	https://drive.google.com/drive/folders/1sNKQg9o0BGz_VWuVkB30RRekkVQ8_p4?usp=sharing
Anexo 3	Propio	PDF	https://my.visme.co/view/8r4kwpjq-pmjlj0dk6p4q2z39
Anexo 4	Propio	Imágenes	https://drive.google.com/drive/folders/1sNKQg9o0BGz_VWuVkB30RRekkVQ8_p4?usp=sharing
Anexo 5	Propio	PDF	https://drive.google.com/drive/folders/1sNKQg9o0BGz_VWuVkB30RRekkVQ8_p4?usp=sharing
Anexo 6	Propio	PDF	https://drive.google.com/drive/folders/1sNKQg9o0BGz_VWuVkB30RRekkVQ8_p4?usp=sharing
Anexo 7	Propio	PDF	https://drive.google.com/drive/folders/1sNKQg9o0BGz_VWuVkB30RRekkVQ8_p4?usp=sharing
Anexo 8	Propio	Word	https://drive.google.com/drive/folders/1sNKQg9o0BGz_VWuVkB30RRekkVQ8_p4?usp=sharing

Referencias

- [1] Jenny. Gustavsson, Christel. Cederberg, Ulf. Sonesson, Robert. van Otterdijk, and Meybeck Alexandre., Global food losses and food waste. 2011.
- [2] FAO, “ODS 12. Producción y consumo responsables | Objetivos de Desarrollo Sostenible | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.” <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-12/es/>.
- [3] The World Bank, “Trends in Solid Waste Management.” https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html.
- [4] FAO, “Food Loss and Waste Database | FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations.” <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/> (accessed Feb. 20, 2022).
- [5] J. Manuel Santos Calderón et al., “CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES,” Bogota D.C, Nov. 2016.
- [6] Universidad Eafit, “Cifras ambientales - Sostenibilidad ambiental / Indicadores - Universidad EAFIT.” <https://www.eafit.edu.co/institucional/sostenibilidad-ambiental/indicadores/Paginas/cifras-de-los-programas-.aspx>.
- [7] T. Kfoury et al., “Sustainable solid waste management in restaurants: The case of the Ecozinha Institute, Brazil,” International Journal of Gastronomy and Food Science, vol. 27, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100464.
- [8] Manchester Metropolitan University, Universidad EAFIT, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Universidad Privada del Norte, and SINBA, “Our work – Collares.” <https://collaresproject.org/work>
- [9] WRAP and Green Gain Ltd, “Food Surplus and Waste Measurement and Reporting Guidelines: Hospitality and Food Service (HaFS) Sector,” 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.gov.uk/government/collections/guidance-for-the-animal-by-product-industry>
- [10] PLURAL and Terra, “Datos Históricos de Residuos Orgánicos PLURAL”, Universidad Eafit., Medellin, Colombia, May-Oct 2022.
- [11] Guardians of Grub, “7 Day tracking sheet – guardians of grub,” 2020. [En línea]. Disponible: <https://guardiansofgrub.com/wp-content/uploads/2020/12/Guardians-7-Day-Tracker.pdf>
- [12] En Estado Crudo, “Las cascaras de huevo tienen mas usos de los que puedes imaginar,” *En Estado Crudo*, 12-Abr-2022. [En línea]. Disponible: <https://www.enestadocrudo.com/cascaras-huevo-usos/>.

- [13] Gourmetlikeme, “7 Recetas Con Cáscara de Mango (piel de manga),” *Cocina Zero Waste: Recetas y consejos para una vida sostenible*, 06-Nov-2021. [En línea]. Available: <https://cocinazerowaste.com/2021/11/06/recetas-aprovechar-cascara-mango/>.
- [14] Walter and Claudina Navarro. “9 Maneras De Aprovechar Las Cáscaras De Limón.” *Cuerpamente*, 12 Oct. 2020, https://www.cuerpamente.com/ecologia/cascaras-limon_7176.
- [15] Terra, “Consolidado Orgánico PLURAL”,.Universidad Eafit, Medellín, Colombia. Jun-Oct 2022.
- [16] gastrolabweb, “5 formas diferentes de aprovechar la cáscara de mango y no tirarla a la basura” 8 de mayo de 2021, <https://www.gastrolabweb.com/tips/2021/5/18/formas-diferentes-de-aprovechar-la-cascara-de-mango-no-tirlarla-la-basura-10317.html>

6. Apéndices

Apéndice 1. Plantilla “Guardians of Grub”



7 días de seguimiento



Asegúrese de que el personal no hace ningún cambio en lo que normalmente se tira mientras usted lleva a cabo la revisión. Esto le dará un buen punto de partida o "línea de base", que puede utilizar para seguir el progreso.

Cuando un contenedor esté listo para ser vaciado, péselo y registre el peso en la columna correcta. Al final del día, sume los pesos para saber la cantidad total de comida que se tira al día. Incluso puede añadirlo en nuestra práctica herramienta de cálculo.

Mientras lo hace, utilice las secciones de "Notas" que aparecen a continuación para aportar cualquier idea que tenga sobre cómo evitar que se tire la comida. Intente anotar qué alimentos podrían haberse redistribuido, por ejemplo.

Recuerde	Desperdicio	Preparación	Plato	Otro
Cuanto más mida, más podrá ver dónde se puede ahorrar.	Alimentos dañados o caducados, como verduras deterioradas.	Alimentos que se tiran durante la preparación, como los recortes, y los que se sirven pero no se guardan.	Comida que se deja en los platos de los clientes, como papas fritas y guarniciones.	Puede utilizar esta columna para hacer un seguimiento de otros tipos de alimentos que se tiran, como los alimentos que están listos para servir, por ejemplo, en un buffet, pero no se ha consumido.
Día 1				
(29 de Agosto)				
Total de comidas servidas: 13	kg	kg	kg	kg
	kg	kg	kg	kg
	kg	kg	kg	kg
Totales:	0	2.582	0.985	0

Notas:	3.567			
Dia 2 (30 de Agosto)				
Total comidas servidas: 30	de	kg	kg	kg
		kg	kg	kg
		kg	kg	kg
Totales:	0	5.562	0.885	0.081
Notas:	6.528			
Dia 3 (31 de Agosto)				
Total comidas servidas: 24	de	kg	kg	kg
		kg	kg	kg
		kg	kg	kg
Totales:	0	4.018	0.676	0.570
Notas:	5.264			
Dia 4 (1 de Sept.)				
Total comidas servidas: 37	de	kg	kg	kg
		kg	kg	kg
		kg	kg	kg
Totales:	0	6.228	0.894	0
Notas:	7.122			
Dia 5 (2 de Sept.)				
Total comidas servidas: 17	de	kg	kg	kg
		kg	kg	kg
		kg	kg	kg
Totales:	0	3.180	0.441	0.334

Notas:	3.955				
Dia 6 (3 de Sept.)					
Total comidas servidas: 10	de	kg	kg	kg	kg
		kg	kg	kg	kg
		kg	kg	kg	kg
Totales:		0	2.031	0.325	0
Notas:	2.356				
Dia 7 (5 de Sept.)					
Total comidas servidas: 20	de	kg	kg	kg	kg
		kg	kg	kg	kg
		kg	kg	kg	kg
Totales:		0	4.170	0.268	0
Notas:	4.438				

Apéndice 2. Plantilla de cuantificación y resultados de medición

Almacenamiento		Preparación	Plato	Otro
Dia 1 (Agosto 29)				
Peso (kg)	0	2.582	0.985	0
Total (kg)	3.567			
Dia 2 (Agosto 30)				
Totales:	0	5.562	0.885	0.081
Notas:	6.528			
Dia 3 (Agosto 31)				
Totales:	0	4.018	0.676	0.570
Notas:	5.264			
Dia 4 (Sept. 1)				
Totales:	0	6.228	0.894	0

Notas:	7.122			
Dia 5 (Sept. 2)				
Totales:	0	3.180	0.441	0.334
Notas:	3.955			
Dia 6 (Sept. 3)				
Totales:	0	2.031	0.325	0
Notas:	2.356			
Dia 7 (Sept. 5)				
Totales:	0	4.170	0.268	0
Notas:	4.438			
Dia 8 (Sept. 6)				
Totales:	0	3	0.985	0
Notas:	3.985			
Dia 9 (Sept. 7)				
Totales:	0	5.712	0.988	0.081
Notas:	6.781			
Dia 10 (Sept. 8)				
Totales:	0	3.880	0.676	0.570
Notas:	5.126			
Dia 11 (Sept. 9)				
Totales:	0	6.650	0.963	0
Notas:	7.613			
Dia 12 (Sept. 10)				
Totales:	0	3.360	0.441	0.334
Notas:	4.135			
TOTAL	60.870			

Apéndice 3. Línea base de generación de residuos

Fechas	Medida	Peso (kg)
30/05/2022	1	15,2
2		
10/06/2022	2	5,6
2		
13/06/2022	3	5,4
2		
22/06/2022	4	6,9
2		
24/06/2022	5	7,9
2		
6/07/2022	6	7
11/07/2022	7	5,2
2		
13/07/2022	8	5,7
2		
15/07/2022	9	4,7
2		
18/07/2022	10	3,2
2		
22/07/2022	11	10,2
2		
27/07/2022	12	13
2		
29/07/2022	13	12,3
2		
1/08/2022	14	7,2
3/08/2022	15	13

5/08/2022	16	10,5
8/08/2022	17	7,8
10/08/2022	18	16,1
2		
12/08/2022	19	8,7
2		
17/08/2022	20	15
2		
19/08/2022	21	14,9
2		
22/08/2022	22	3,9
2		
24/08/2022	23	15,2
2		
29/08/2022	24	10
2		
2/09/2022	25	10,1
5/09/2022	26	6,7
7/09/2022	27	14,9
9/09/2022	28	13,6
14/09/2022	29	13,2
2		
16/09/2022	30	7,2
2		
19/09/2022	31	4,2
2		
21/09/2022	32	14,9
2		
23/09/2022	33	9,3
2		

26/09/202	34	7,4
2		
28/09/202	35	13,6
2		
30/09/202	36	12
2		
3/10/2022	37	8,9

Apéndice 4. Plantilla de cuantificación

	Almacenamiento	Preparación	Clientes	No ventas
Día 1				
(Octubre 18)				
Peso (kg)	0	2.482	0.885	0
Total (kg)	3.367			
Día 2				
(Octubre 19)				
Peso (kg)	0	4.724	1.211	0.121
Total (kg)	6.057			
Día 3				
(Octubre 20)				
Peso (kg)	0	4.014	0.6853	0.196
Total (kg)	4.895			
Día 4				
(Octubre 21)				
Peso (kg)	0	6.028	0.594	0
Total (kg)	6.622			
Día 5				
(Octubre 22)				
Peso (kg)	0	3.080	0.241	0.234
Total (kg)	3.555			
Día 6				
(Octubre 24)				
Peso (kg)	0	1.931	0.225	0
Total (kg)	2.156			
Día 7				

(Octubre 25)				
Peso (kg)	0	3.970	0.168	0
Total (kg)	4.138			
Día 8				
(Octubre 26)				
Peso (kg)	0	2	0.600	0
Total (kg)	2.600			
Día 9				
(Octubre 27)				
Peso (kg)	0	4.512	0.688	0.052
Total (kg)	5.257			
Día 10				
(Octubre 28)				
Peso (kg)	0	2.680	0.476	0.540
Total (kg)	3.698			
Día 11				
(Octubre 29)				
Peso (kg)	0	5.050	0.863	0
Total (kg)	5.913			
Día 12				
(Octubre 31)				
Peso (kg)	0	3.160	0.341	0.256
Total (kg)	3.757			
TOTAL	52.015			