



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**USO DE BALANCES DE MATERIA Y CÁLCULO DEL
CONSUMO ENERGÉTICO, PARA IDENTIFICAR
OPCIONES DE OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y GESTIÓN DE
RESIDUOS, EN EL RESTAURANTE ESCOLAR DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO DERKA SANTO
DOMINGO**

Autor:

Maria Claudia Solorzano De La Barrera

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Química
Medellín, Colombia
2020**



USO DE BALANCES DE MATERIA Y CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO
PARA IDENTIFICAR OPCIONES DE OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE LOS ALIMENTOS Y GESTIÓN DE RESIDUOS, EN EL
RESTAURANTE ESCOLAR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO DERKA
SANTO DOMINGO.

Maria Claudia Solorzano De La Barrera

Informe de práctica social como requisito para optar al título de:
Ingeniera Química

Asesora:

Diana Lucía Grajales Lopera
Msc. en Ingeniería Química

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Química
Medellín, Colombia
2020.

Tabla de contenido

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 OBJETIVO GENERAL:	4
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	4
4. MARCO TEÓRICO	5
4.1 PROCESO:	5
4.2 EFICIENCIA DE UN PROCESO:	5
4.3 BALANCES DE MATERIA Y CONSUMO DE ENERGÍA:	5
4.4 CAJA NEGRA:	6
4.5 SÍNTESIS DE UN PROCESO:	6
4.6 ANÁLISIS DE UN PROCESO:	6
4.7 OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO:	6
4.8 TRATAMIENTO DE RESIDUOS:	6
4.9 COMPOSTAJE:	7
4.10 PACA DIGESTORA:	7
4.11 RESIDUOS ORGÁNICOS:	8
5. METODOLOGÍA	8
5.1 GESTIÓN DE PERMISOS	8
5.2 TOMA DE DATOS EN EL RESTAURANTE	9
5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y DEFINICIÓN DE MEJORAS A IMPLEMENTAR	11
5.4 IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS (DISPOSICIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS)	12
5.5 CAPACITACIÓN A ESTUDIANTES	13
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	14
6.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	16
6.2 ADECUACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	16
6.3 COCCIÓN Y PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	18
6.4 ALIMENTOS PREPARADOS	19
6.5 SEPARACIÓN DE RESIDUOS	22
6.6 BALANCE DE MATERIA DEL PROCESO Y CONSUMO ENERGÉTICO	23
6.7 CONSTRUCCIÓN DE PACAS DIGESTORAS	28
6.8 EFICIENCIAS DEL PROCESO	34
7. CONCLUSIONES	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS	40

USO DE BALANCES DE MATERIA Y CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO PARA IDENTIFICAR OPCIONES DE OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y GESTIÓN DE RESIDUOS, EN EL RESTAURANTE ESCOLAR DE LA INSTITUCION EDUCATIVA ANTONIO DERKA SANTO DOMINGO.

1. RESUMEN

Hacer uso de balances de materia nos da un indicativo de cuantas pérdidas hay en el sistema sean estas identificables o no. Al analizar un proceso se puede llegar a descubrir el no aprovechamiento de muchas materias primas, como los residuos orgánicos de cocina en el restaurante escolar de la Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo, los cuales durante el análisis llegaron a ser de aproximadamente 348,4 kg, de las cuales 129,1 Kg fueron usados para llevar a cabo una técnica de obtención de compost llamada pacas digestoras. Con ayuda de esta técnica se logró incrementar la eficiencia del proceso de producción de alimentos del 86 al 88%, si se hubiesen logrado utilizar todos los residuos orgánicos de cocina dispuestos la eficiencia del proceso hubiese aumentado hasta un 92%, sin tener en cuenta que si además se utilizaran los residuos de alimentos generados por los estudiantes esta eficiencia aumentaría un 9% llegando así a un 95%. Además de lograr obtener altos beneficios para los estudiantes, los cuales aprendieron sobre dicha técnica y sus beneficios, también se logró impactar positivamente en el medio ambiente disminuyendo los gases de efecto invernadero que se generan al tirar los residuos orgánicos a los basureros.

El consumo energético es alto, representado por el consumo de gas por plato mediante cilindros de gas, actual tecnología utilizada para la preparación de alimentos. Analizando económicamente esta tecnología es muy costosa comparada si se tuviese instalación de gas natural, mostrando una disminución en los costos de 501.738 pesos, demostrando así que se está desaprovechando el uso de una mejor tecnología para el proceso de producción de los alimentos en el restaurante escolar.

Palabras clave:

Balances de materia, consumo energético, gestión de residuos, pacas digestoras, cierre de ciclo, eficiencia, residuos orgánicos.

2. INTRODUCCIÓN

Los restaurantes escolares en Colombia hacen parte de un proyecto del ministerio de educación que pretende ayudar a los niños, niñas y adolescentes registrados en las instituciones educativas oficiales a que tengan un estilo de vida saludables, ayudando así a mejorar su capacidad de aprendizaje. La Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo fue construida en el año 2008, surgió de la fusión entre la Institución Educativa Antonio Derka y Liceo Santo Domingo Savio, la mayoría de sus estudiantes son de barrios aledaños quienes carecen de recursos económicos, sus viviendas son de invasión, haciendo que la población más beneficiada del

programa de restaurante escolar sean personas de bajos recursos. En el restaurante escolar de la institución se evidencia que la cantidad de residuos orgánicos producidos son aproximadamente 600 kg al mes. Estos provienen de los restos de comida generados por parte de los estudiantes al no consumir por completo su alimento y también de la cocina durante la preparación de la comida. Aunque en la institución se ha desarrollado mediante la materia de recursos naturales la disposición de los residuos en pacas digestoras para luego utilizar el compost obtenido en las huertas que hay en la institución, se observa que dicha actividad no se realiza con frecuencia, lo que hace que no se le esté dando un aprovechamiento adecuado a todos los residuos orgánicos y que éstos sean desechados a la basura, la cual va directamente al relleno sanitario.

Actualmente la baja disponibilidad de suelos de buena calidad para el cultivo de alimentos y la sostenibilidad del mismo, son una problemática ambiental que se ha venido contrarrestando con el uso del compost, el cual permite no solo la reutilización de residuos orgánicos, sino también la reducción de la contaminación atmosférica, minimizando los gases de efecto invernadero y el uso de fertilizantes artificiales en suelos de producción agrícola. El compostaje o reciclaje de los residuos orgánicos no solo se convierte en insumos que le aporta al suelo nutrientes y microorganismos benéficos, sino que también mejora la capacidad de retención de agua y permite, desde un punto de vista medioambiental, el incremento de la materia orgánica en el suelo, la reducción del metano producido en los rellenos sanitarios o vertederos municipales, el aumento de la porosidad del suelo para reducir el riesgo de erosión y desertificación.

En esta práctica social se pretende evidenciar, por medio de balances de materia, la eficiencia del proceso de producción de los alimentos en el restaurante escolar, adicionalmente conocer el consumo energético que se tiene durante el proceso, y finalmente disminuir, por medio del compostaje, la cantidad de residuos orgánicos generados en este proceso, dándole una utilización adecuada a la materia prima, para así lograr una optimización del proceso (aumento de eficiencia).

Además, esta práctica tiene como intención documentar un procedimiento detallado, mediante el cual se pueda replicar esta experiencia en cualquier otro ambiente que lo requiera. A partir de los estudios, cálculos y pruebas realizadas se puede demostrar la veracidad de las mejoras a implementar, la alta contribución al proceso y al medio ambiente.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Identificar opciones de optimización del proceso de producción de alimentos y gestión de residuos, en el restaurante escolar de la institución educativa.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Describir el proceso de producción de alimentos y gestión de residuos (diagrama de flujo)

2. Analizar el proceso de producción de alimentos y gestión de residuos en el restaurante escolar, con base en los cálculos de balance de masa y la configuración planteada.
3. Identificar dónde se dan las mayores pérdidas másicas.
4. Identificar opciones para optimizar el proceso de producción de alimentos y gestión de residuos orgánicos y priorizarlas según el análisis sistemático realizado.
5. Conocer el consumo energético del proceso.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 PROCESO:

Un proceso es un conjunto de actividades interrelacionadas donde se dan transformaciones físicas, químicas, biológicas, o una combinación entre ellas, buscando que las materias primas que ingresan se transformen en un producto deseado, el cual es de mayor valor económico [1]. Usualmente se consideran tres etapas de un proceso, donde la primera es la adecuación de la materia prima, la segunda es el punto donde ocurren los cambios químicos, físico, físico químico o biológicos y por último la etapa donde se da la separación y concentración de los productos y residuos [1].

4.2 EFICIENCIA DE UN PROCESO:

Se tiene que la eficiencia de un proceso es la relación entre lo producido y lo invertido, en términos de flujo o materiales [2], siempre se busca una eficiencia alta en los procesos, donde se tenga el máximo aprovechamiento de las materias primas para generar que el producto deseado sea favorable.

4.3 BALANCES DE MATERIA Y CONSUMO DE ENERGÍA:

Un balance de materia es un procedimiento que se realiza para conocer con exactitud la materia que ingresa y sale de un proceso. Este está basado en la ley de conservación de la masa enunciada por Mijaíl Lomonósov en 1745 y luego descubierta por Antoine Lavoisier en 1785 la cual dice: “Nada puede crearse, y en cada proceso hay exactamente la misma cantidad de sustancias presentes antes y después de que el proceso haya sucedido. Solamente hay un cambio o modificación de la materia” [1]. La expresión general del balance de materia se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} & \text{entrada de masa} + \text{generación de masa} - \text{salida de masa} - \text{consumo de masa} \\ & = \text{acumulación de masa} \quad \text{Ec. 1} \end{aligned}$$

En cuanto al consumo de energía, se tiene que esta es la cantidad de energía que gastan ciertos equipos, el consumo de energía que se va a determinar en este trabajo es el consumo de gas por plato preparado, pues esta es la única energía que interviene directamente en el proceso de preparación de los alimentos, la ecuación a utilizar es:

Consumo energético gas por plato

$$= \text{Kg de gas utilizado por plato} * \text{Poder calorífico del gas} \quad \text{Ec.2}$$

4.4 CAJA NEGRA:

Se entiende por “caja negra” a un proceso que se desconoce su funcionamiento interno, y se analiza tan solo conociéndose los valores de las entradas y las salidas de materia o energía [4].

4.5 SÍNTESIS DE UN PROCESO:

Existen tres etapas fundamentales en ingeniería de procesos: síntesis, análisis y optimización.

La síntesis de un proceso es la primera instancia por la que pasa un proceso, en esta etapa se definen las entradas y salidas del sistema, en este caso las características de materias primas y productos deseados, y estipular la estructura del proceso que se requiere para llevar a cabo la transformación deseada de los reactivos a productos [3].

4.6 ANÁLISIS DE UN PROCESO:

El análisis de un proceso consiste en definir las entradas del proceso y realizar el diagrama de proceso para indagar las salidas que se pueden obtener. Al plantearse el análisis o simulación de este proceso se establecen las salidas que se obtienen y compararlas con las que se habían estipulado originalmente [3].

4.7 OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO:

Cuando se conoce todo el proceso y se analiza, se definen estrategias que traten de minimizar algún tipo de entrada o costos del proceso, o bien de maximizar algún tipo de salida o beneficio del proceso, para así lograr tener un proceso más apropiado [3].

El propósito de la optimización de procesos es reducir los tiempos y costos de operación, las materias primas, desechos, gastos innecesarios, obstáculos y errores, con el fin de impactar positivamente en el proceso haciéndolo más eficiente [9].

4.8 TRATAMIENTO DE RESIDUOS:

El tratamiento de los residuos se entiende como el proceso de transformación física, química y/o biológica para modificar sus características, para así eliminar o reducir las sustancias tóxicas que contienen, recuperar materia prima, ser utilizados como fuente de energía y/o estén en condiciones adecuadas para su utilización en otros procesos o disposición final en vertederos [5].

4.9 COMPOSTAJE:

El compostaje es un proceso biológico, mediante el cual, bajo ciertas condiciones controladas, se logra transformar los residuos orgánicos en un material llamado compost, siendo éste un abono de elevada calidad. Este proceso se hace en presencia de oxígeno [5].

El proceso de compostaje es muy importante puesto que se logra disminuir la cantidad de residuos orgánicos en los vertederos, se obtiene un abono de elevada calidad puesto que es rico en nutrientes y macronutrientes que les aportan a las plantas sin ningún tipo de producto químico; además tiene efectos positivos sobre la salud del suelo al ser productos totalmente naturales.

El proceso de compostaje consiste en la degradación de la materia orgánica mediante su oxidación y la acción de diversos microorganismos presentes en los residuos, teniendo en cuenta que los responsables de este proceso son seres vivos todos aquellos factores que limiten su vida y desarrollo, limitarán el proceso como tal, por lo tanto, los factores más importantes a controlar son la temperatura, la humedad y la aireación. En cuanto a la temperatura, dependiendo de cada fase se tiene un intervalo de temperatura, pero en general debe estar entre 15-70°C. Por otra parte, la humedad es indispensable para los microorganismos, puesto que el agua es el medio en el que viven, se desplazan y se alimentan lo ideal es mantener una humedad del 40 al 60%. Si se tiene una humedad elevada ésta desplazará al oxígeno, provocando así que el proceso pase a ser anaeróbico, haciendo que se dé una putrefacción. Si por el contrario la humedad es baja, se produce la disminución de actividad de los microorganismos, haciendo así que el proceso se retrase. Por último, en cuanto a la aireación ésta es muy importante para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica, si esto no se da pueden aparecer malos olores y obtenerse un producto de inferior calidad, se debe tener un mínimo del 10% de aireación. [5]

4.10 PACA DIGESTORA:

Las pacas digestoras son unos cubos, generalmente de 1m³ aproximadamente, conformados bajo una técnica de procesamiento de residuos orgánicos, los cuales se fermentarán en lugar de pudrirse. Este proceso se logra gracias a la ausencia de oxígeno, siendo éste el causante directo de la pudrición de los residuos orgánicos. Para lograr que se dé la ausencia de oxígeno en las pacas digestoras se realiza un prensado.

Se logra procesar cerca de media tonelada de residuos orgánicos en tan solo una paca, se tiene que éstas están compuestas por 50% de residuos orgánicos y 50% residuos de jardín (hojas, ramas, hierba) [7].

Los beneficios que se obtienen por medio de esta técnica son que se da un mayor aprovechamiento de los residuos orgánicos en vez de ser desechados, no genera malos olores, evita la propagación de plagas, propicia un micro ecosistema para la proliferación de microorganismos descomponedores y se obtiene abono orgánico y tierra fértil, estando todo ligado a la economía del proceso [8].

4.11 RESIDUOS ORGÁNICOS:

Son residuos naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. Entre estos se encuentran: restos de residuos vegetales, alimenticios, papeles no aptos para reciclaje que no tengan tintas, pasto, hojarasca, estiércoles de la cría de animales domésticos, residuos de cosechas, aserrines puros o con mezclas de excretas animales, líquidos biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica [10].

5. METODOLOGÍA

La ilustración 1 muestra la metodología seguida para el desarrollo de esta práctica social. A continuación, se muestra el diagrama:

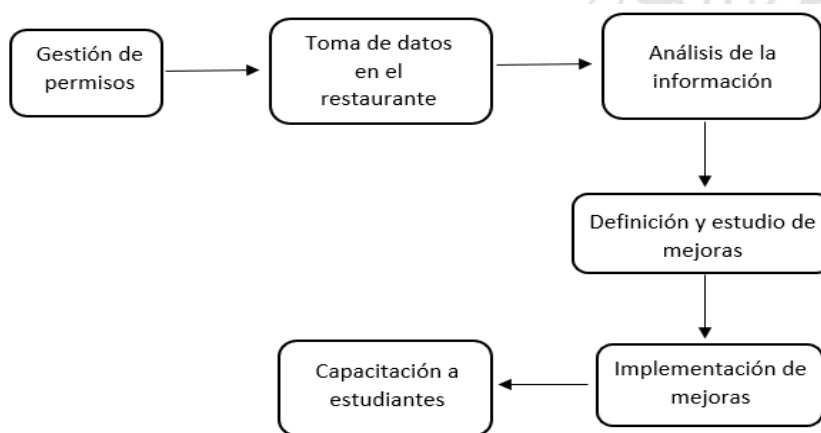


Ilustración 1. diagrama metodología.

5.1 GESTIÓN DE PERMISOS

Puesto que el programa de restaurante escolar no pertenece a la institución se debieron gestionar permisos con los entes encargados de éste, para así poder obtener información sobre la cantidad de materia prima, consumo de energía, de agua, cantidad de producto terminado y residuos generados: además de contar con el aval de la rectoría de la institución se hizo necesario que la empresa Alirio Gómez G Servicios de alimentación S.A.S y la secretaria de educación de Medellín tuvieran conocimiento sobre mi actividad en el restaurante escolar.

Los permisos para poder ingresar a las instalaciones del restaurante no fueron recibidos, pero si se informó que se estaría asistiendo al lugar (sin entrar a la cocina), esto no representó mayores trastornos en el proceso final (solo un poco de retraso en el cronograma) ya que como se contaba con el aval del rector de la institución, el cual nos presentó (practicante y asesora) ante las operarias. Los residuos de la cocina eran entregados para realizar su toma de datos afuera del restaurante y los pesajes de los platos se realizaron desde el lado donde se hacía entrega de los almuerzos.

5.2 TOMA DE DATOS EN EL RESTAURANTE

Para la realización de los balances de materia y energía en el proceso de la producción de alimentos en el restaurante escolar, se hizo necesario medir la cantidad de materia prima recibida, el consumo de suministros energéticos, cantidad de agua utilizada, cantidad de producto generado y por último cantidad de residuos generados. Este proceso se realizó inicialmente, sin tener en cuenta la utilización de residuos orgánicos para tener una línea base de las condiciones del proceso y luego, teniendo en cuenta el tratamiento de dichos residuos para evaluar el efecto de la mejora implementada.

Las mediciones de materia prima, producto terminado y residuos generados se realizaron usando una balanza. Para la preparación de los alimentos en el restaurante escolar se utiliza gas, haciendo que para esto se utilicen cilindros de gas, llamados comúnmente de gas propano, pero éste es una mezcla de gas propano y butano en una proporción de 60%-40% respectivamente. Se tenían en uso dos cilindros de 100 Lb y uno con esa misma característica en bodega en caso de que se requiera, ya sea por emergencia o porque se agote alguno de los que se tenían en uso. Cada 8 días llegaban los nuevos cilindros de gas para reemplazar los que se tenían en uso, teniendo así que dos cilindros de gas se utilizaban para hacer 5 menús.

En cuanto al consumo de agua, este se conoce solo el utilizado en los alimentos, puesto que el utilizado para otras actividades no se pudo determinar al no tener autorización de ingreso a la cocina. Cabe aclarar que este dato no afecta los cálculos del balance de materia, debido a que no interviene directamente en el proceso de cocción de alimentos, es utilizado para hacer el aseo correspondiente a las áreas de la instalación al interior y exterior del restaurante, la limpieza de los utensilios utilizados, de los platos, vasos y cubiertos usados por los estudiantes y para lavar las verduras (sin quedar incorporada en los alimentos). En el restaurante se tienen debidamente documentado y verificado todos los ingresos por ciclo de comida, además se cuenta con documentación clara sobre las proporciones de cada alimento por menú que se deben servir por estudiante. ver anexo

Se tiene que cada ciclo de menú, contiene 5 diferentes almuerzos o menús, siendo en total 4 ciclos es decir 20 menús en total. Cabe aclarar que muchas veces, la forma en cómo se preparaba los menús no tenía un orden lógico por ejemplo si esta semana llegaron los menús del ciclo #1 que correspondían al menú 1-2-3-4-5, puede que se empiece por hacer primero el menú 4, y al siguiente día el menú 1, esto debido a la disposición y condiciones de los alimentos que ingresan, si llegan muy maduros los bananos, los tomates o los plátanos suelen hacer los menús que contengan esas materias primas en los primeros días, se muestra a continuación en la tabla 1 se encuentran descrito los 20 menús que se sirven en la institución.

No se tomaron datos de todos los Menús puesto que durante el tiempo de la práctica que se pudo hacer medición (teniendo en cuenta el retraso para empezar, debido a los permisos) no se coincidió con la preparación de algunos de los menús, y algunas veces no llegaban todos los

menús de un ciclo; esto debido a las actividades que se tenían en la institución, debido a las cuales los estudiantes a quienes se les ofrece el servicio no tenían clases o tenían alguna actividad por fuera y no retornaban a la institución. Sin embargo, la mayoría de menús cuentan con datos de mediciones y varios ellos tienen réplicas.

Tabla 1. Menús restaurante escolar Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo

Menú #1	Arroz con maduro	Ensalada fresca
	Huevo revuelto	Jugo de fruta
	Lenteja guisada	Yogurt griego
Menú #2	Arroz mixto	Ensalada de frutas
	Papas criollas fritas	Yogurt
Menú #3	Bistec de carne de res	Bebida chocolatada
	Arroz con cabello de ángel	Fruta entera
	Ensalada fresca	
Menú #4*	Frijoles con hogao	Arepa redonda
	Arroz blanco	Tomate en cubos
	Carne de res sofrita	Sorbete de fruta
Menú #5	Crema de papa	Torta de ahuyama
	Arroz con zanahoria	Jugo de fruta
	Atún sofrito	
Menú #6*	Sopa de blanquillo	Arepa redonda frita
	Arroz blanco	Ensalada dulce
	Huevo revuelto	Refresco de avena
Menú #7	Sudado de pollo	Fruta entera
	Arroz con cabello de ángel	Yogurt
	Ensalada fresca	
Menú #8*	Fríjoles	Tajada de plátano maduro
	Arroz con zanahoria	Jugo mix de piña y fresa
	Torta de carne	
Menú #9*	Sopa de papa	Plátano maduro calado
	Carne de res desmechada	Fruta entera
	Arroz con espinaca	Bebida chocolatada
Menú #10	Espaguetis de atún	Ensalada fresca
	Pan mantequilla	Jugo de fruta
Menú #11	Garbanzo guisado	Tortitas de papa
	Arroz rojo	Tomate verde en rodajas
	Huevo cocido	Jugo de fruta
Menú #12*	Albóndigas en salsa	Ensalada fresca
	Arroz con zanahoria	Batido de fruta
	Papa cocida	
Menú #13	Cazuela de frijoles	Arroz blanco

	Carne picada	Jugo de guayaba
	Plátano picado con queso	
Menú #14	Hamburguesa de res	Jugo de fruta
	Papas a la francesa	Yogurt griego
	Ensalada de hamburguesa	
Menú #15	Sopa de verduras	Papa salteada
	Arroz blanco	Jugo de fruta
	Tortas de atún	
Menú #16*	Goulash de res	Ensalada dulce
	Arroz con pimentón	Sorbete de fruta
	Papa chorreada	
Menú #17*	Sopa de guineo	Ensalada fresca
	Arroz con zanahoria	Fruta entera
	Picado de carne y maduro	Yogurt griego
Menú #18*	Lentejas guisadas	Croqueta de zanahoria
	Arroz blanco	Jugo de fruta
	Carne de cerdo desmechada	
Menú #19	Frijoles	Tajada de plátano maduro con queso
	Arroz blanco	Ensalada fresca
	Huevos revueltos con aliños	Jugo de fruta
Menú #20	Sanduche de pollo	Jugo de fruta
	Papas a la francesa	

**son los menús de los cuales no se obtuvieron datos.*

5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y DEFINICIÓN DE MEJORAS A IMPLEMENTAR

La información recolectada se organizó para describir y evaluar el proceso del restaurante escolar (balances de masa y consumo energético), paralelamente se analizó la información obtenida para definir dónde se encuentran las mayores pérdidas y plantear mejoras a implementarlas.

Inicialmente se tomaron 6 mediciones sin realizar mejoras, para luego al realizar la optimización del proceso se logre observar los resultados que éste genera.

Al tener los datos de entrada y salida de los alimentos, se realiza con ellos el balance de masa en cada uno de los diferentes menús, como también en todos juntos (balance general). La fórmula aplicada para hacer un balance de masa fue descrita anteriormente en la ecuación 1.

Los diferentes residuos que generó el restaurante fueron: Residuos de cocina, plásticos, latas, cartón, aceite y sobras de comida (residuos alimentos). En cuanto al aceite el programa de alimentación de la alcaldía de Medellín hace uso de dicho residuo, por lo tanto, las manipuladoras de alimentos lo agregan en un recipiente y aproximadamente cada mes es

recogido para ser utilizado en la fabricación de jabones, el resto de residuos son desechados a la basura para luego ser recogidos por la empresa encargada y ser llevado al respectivo relleno sanitario. Los residuos orgánicos (residuos de cocina y sobras de comida) son los que se generan en mayor cantidad, seguidos del plástico, las latas y por último el cartón. Por esta razón, se decidió implementar mejoras con los residuos orgánicos, teniendo un mayor impacto en la eficiencia del proceso y en el medio ambiente.

5.4 IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS (DISPOSICIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS)

Se analizó la información recopilada, además de reconocer el funcionamiento del restaurante, las instalaciones de éste y las de la institución. Con base en estas etapas de síntesis y análisis del proceso, se definió que el mejoramiento de éste se puede hacer implementando el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados, dándoles otro uso en vez de ser desechados a la basura, haciendo así que por medio de este se tenga un beneficio tanto para la institución como para el restaurante escolar.

El beneficio que tuvo el restaurante gracias a esta mejora está relacionado con el transporte de los residuos hasta el lugar de acopio para que los recogiera la empresa encargada. Este lugar de acopio es alejado, generando inconvenientes con el traslado de estos para la persona encargada, ya que no se cuenta con una herramienta adecuada para su transporte y los residuos eran arrastrados en unas canastas que podían causar que las bolsas se rompieran, por lo tanto, al aprovechar los residuos orgánicos en un lugar cercano a la cocina, esta actividad de transporte de residuos fue más sencilla, ya que no eran cargas pesadas las que se debían llevar al punto de acopio.

La institución cuenta con diferentes huertas ubicadas dentro de sus instalaciones, existiendo tres huertas muy próximas al restaurante escolar, además de eso, se tienen amplias zonas verdes que pueden ser utilizadas para la construcción de pacas digestoras y/o realizar compostaje tradicional, se determinó cuál de las dos alternativas era más viable para aplicar.

Para la selección de la mejor alternativa se tuvo en cuenta las ventajas y desventajas de cada una y el entorno en el cual está el restaurante. El compostaje tradicional es una técnica que genera olores si no se tiene el cuidado adecuado atrayendo animales, en la institución hay perros y estos permanecen la mayor parte del tiempo cerca al comedor escolar; además, el compostaje tradicional necesita de mucha precaución y de constante movimiento llamado volteo para garantizar sus condiciones y de un amplio espacio que, aunque la institución cuenta con amplias zonas verdes, los terrenos planos se encontraban cerca a las aulas o al restaurante escolar y las más alejadas son terreno inclinado, haciendo que no se tuviese un terreno adecuado para realizar esta técnica [11].

Por otra parte, las pacas digestoras no generan malos olores, la cantidad a compostar con relación al área a utilizar es óptima, pues no se requiere de un amplio espacio para poder

compostar una gran cantidad de residuos orgánicos; además que en la paca se pueden agregar todos los residuos orgánicos que se deseen, actividad que es más limitada en el compostaje tradicional donde los residuos orgánicos con previa cocción no se pueden utilizar, por lo tanto se eligió y se aplicó la técnica de pacas digestoras, para aprovechamiento de los residuos orgánicos del restaurante escolar [12]

Al acoplar este proceso de tratamiento de residuos al proceso del restaurante escolar, se pudo lograr que los residuos generados fueran menores, dándole una mejor utilización a estos y así cerrar el ciclo del proceso, logrando que se tuviese un proceso más eficiente y beneficioso para el medio ambiente y el entorno de la institución.

5.5 CAPACITACIÓN A ESTUDIANTES

Para la implementación de la mejora, se contó con el apoyo de dos estudiantes y la docente a cargo de la media técnica de recursos naturales pertenecientes a la institución. A medida que el proyecto avanzó, se realizaron socializaciones con la docente y los estudiantes para que se apropiaran del proyecto y puedan seguir desarrollándolo luego de culminada esta práctica social, generando un impacto positivo en el medio ambiente y la comunidad.

Se capacitó a los estudiantes con lo que se lleva a cabo en el manejo de los residuos orgánicos, para que sean conscientes de lo que sucede al interior de las pacas digestoras y todos los beneficios que trae consigo realizar este aprovechamiento de residuos. De igual forma, se dictó una charla a todos los estudiantes del grado decimo y a la docente, pertenecientes a la media técnica ya mencionada, que aunque no estuvieron directamente implicados en este proyecto, es importante que conocieran sobre él, cómo se da el proceso al interior de la paca, las condiciones, los beneficios, los cuidados y las recomendaciones, esto se realizó con la intención de incentivar a los estudiantes a continuar con este proyecto y que además pueden difundir la información al interior de la institución. Esta charla estuvo a cargo de la practicante y el señor Carlos Esteven Pulgarin Muñoz, quien es coordinador del proyecto GIRO sostenible UdeA, proyecto que pertenece a la Universidad de Antioquia y se encarga de hacer pacas digestoras con algunos residuos de restaurante y la borra de café generados en la universidad.

En la imagen 1 se tiene evidencia de la charla dictada por las personas ya mencionadas anteriormente.



Imagen 1. charla dictada a los estudiantes de la media técnica de recursos naturales de la institución.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El restaurante escolar de la Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo cuenta con 5 manipuladoras de alimentos, las cuales trabajan en el horario de 6:30 am – 4:30 pm. El servicio es prestado a estudiantes entre 14 y 17 años pertenecientes a los grados noveno, decimo y once.

Se atienden en total 430 estudiantes, y se sirven en total 435 almuerzos; la entrega de almuerzos es realizada en dos horarios, siendo el primero a las 11:30 am y el segundo a las 2:00 pm teniendo en cuenta que la institución cuenta con tres jornadas, pero los estudiantes beneficiados pertenecen a la jornada de la mañana y de la tarde



Imagen 2. instalaciones exterior restaurante escolar Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo.

A continuación, se muestran los diagramas del proceso, el primero es el proceso actual y el segundo es el proceso resultante al implementar las mejoras, mostrando así los beneficios finales de este último.

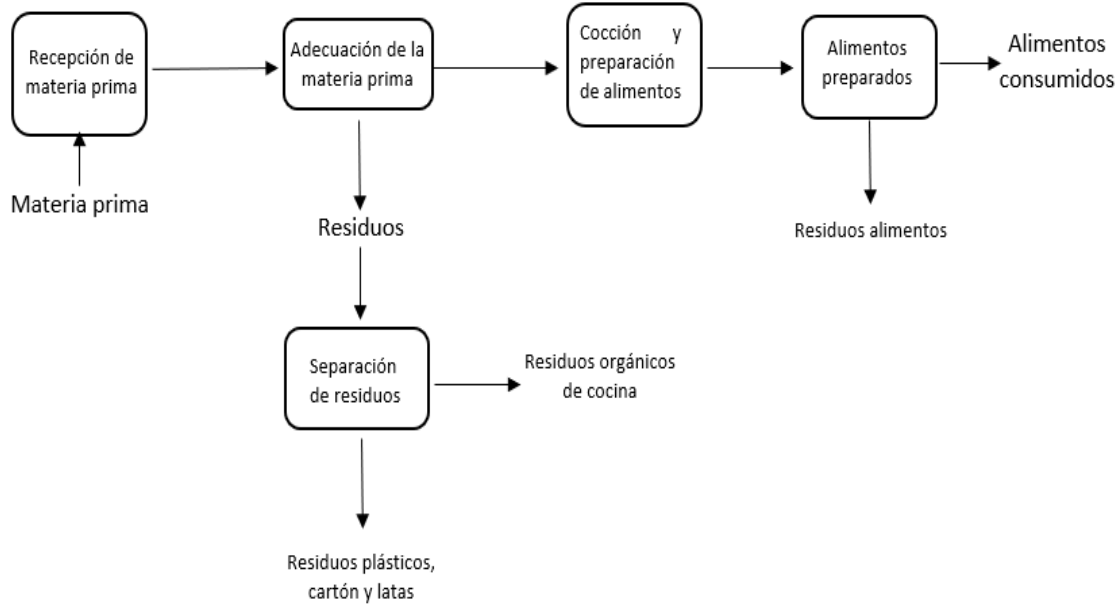


Ilustración 2. Diagrama proceso actual del restaurante escolar.

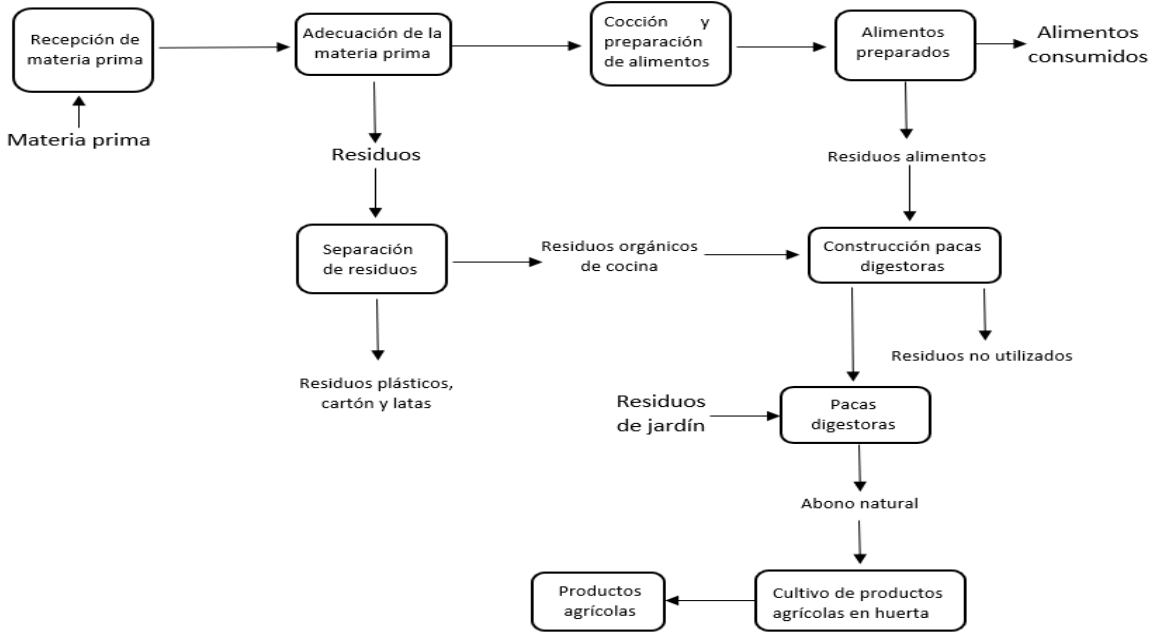


Ilustración 3. Diagrama proceso con mejoras del restaurante escolar.

6.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

La materia prima de cada ciclo llega los días martes de cada semana, con la cantidad entregada debidamente documentada. Para su recepción la dividen en dos grupos; los no refrigerados y los refrigerados.

Entre los no refrigerados se encuentran: ajo, cebolla junca, cilantro, limón, tomate, zanahoria, banano, cebolla de huevo blanca, espinaca, mandarina, murrapo, naranja, granadilla, manzana, mango, panela, papa criolla, pimentón, piña, plátano maduro, plátano verde, repollo, guayaba, pan hamburguesa, cebollín, habichuela, pepino, huevos, arroz, aceite, azúcar, garbanzo, harina, papa, polvo de bizcocho, sal, ahuyama, atún, avena en hojuelas, color, esencia de vainilla, espagueti, frijol, blanquillo, leche en polvo, mostaza, pan, pasta cabello de ángel, polvo de chocolate, salsa de tomate, mostaneza, maíz tierno, leche condensada, lenteja, miel de abeja.

En cuanto a los refrigerados están: queso, arepa redonda, carne de res desmechada, crema de leche, mantequilla, pechuga, queso mozzarella, torta de carne, yogurt de frutos rojos, carne de res solomo extranjero o huevo de Aldana, carne de cerdo, carne de res tabla o posta, yogurt de melocotón, pulpa de fruta (mango, guayaba, guanábana, maracuyá, tomate de árbol, mora, lulo, piña, mandarina, fresa y uva), yogurt griego.

La materia prima no refrigerada se almacena en una bodega dentro de las instalaciones del restaurante con las condiciones óptimas para su conservación durante la estadía de estas, en cuanto a la refrigerada se almacena en neveras para preservar las condiciones adecuadas que éstas requieren.

6.2 ADECUACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Antes de la cocción y preparación de alimentos la materia prima sufre un proceso de adecuación para estar en las condiciones deseadas y así ser transformadas en el producto requerido. Entre las adecuaciones que la materia prima sufre están el retiro de empaques, lavado, desinfección, pelado, corte, picado y condimentación, dependiendo de las materias primas a utilizar para preparar el menú requerido se hará uso de una o varias de las adecuaciones mencionadas anteriormente.

De este proceso no se tiene evidencia, puesto que son preparados al interior del restaurante lugar donde no se tiene acceso debido a lo comentado en el apartado 5.1 Gestión de permisos.

En esta fase se generan residuos que son desechados sin darle un aprovechamiento adicional, entre los residuos que se generan son: latas de atún, bolsas de plástico de empaques, botellas de plásticos, cartón (donde llegan empacado ciertos productos), residuos orgánicos (cascaras de huevo, cascaras de frutas y verduras, porciones de alimentos que no se utilizan) y desechos que se dan por la mala separación de los residuos, a los cuales se les denominó ‘otros’, en esta

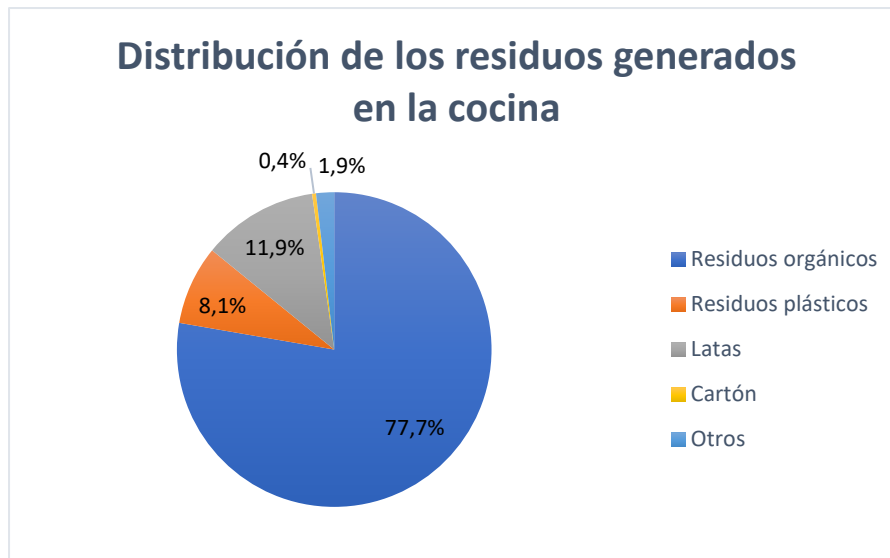
categoría se tienen por lo general porciones de residuos orgánicos, residuos plásticos, papel y residuos de limpieza de las instalaciones del restaurante.

A continuación, en la tabla 2 se muestra la cantidad de residuos de cada grupo generados en cada uno de los menús evaluados, así mismo el total de cada clasificación de residuos.

Tabla 2. Residuos generados en la cocina

Menú	Residuos orgánicos (Kg)	Residuos plásticos (Kg)	Latas (Kg)	Cartón (Kg)	Otros (Kg)
1	29,5	1,6	0	0,5	0
2	22,2	0,3	0	0	0
2	26,4	0,7	0	0	0
3	7,7	1,2	0	0	0
5	12	2,9	8,4	0	0
5	16	3,3	9,2	0	0
5	14,6	2,7	9,5	0	0
7	5,7	4,8	0	0	4,9
10	11,8	1,8	9,7	0	0
11	12,1	1,7	0	0	0
13	25,4	0,7	0	0	2,9
13	28,4	1,5	0	0	0
14	8,9	1,5	0	0	0
15	21,1	2,8	8,2	0	0
15	22,7	3,3	8,3	0	0
19	28,9	0,6	0	1,3	0
19	29,6	1,2	0	0	0,5
20	11,5	1,8	0	0	0
20	13,9	2,1	0	0	0
Total (Kg)	348,4	36,5	53,3	1,8	8,3

En esta etapa se tiene que la cantidad total de los residuos generados durante todo el análisis de 19 menús fue de 448,3 Kg, teniendo así que en un mes donde no se tenga anomalías de calendario o académicas se generen aproximadamente media tonelada de residuos. Teniendo en cuenta la cantidad total de residuos generados en los menús evaluados se puede conocer el porcentaje que cada uno de estos representan, los cuales se muestran en la gráfica 1.



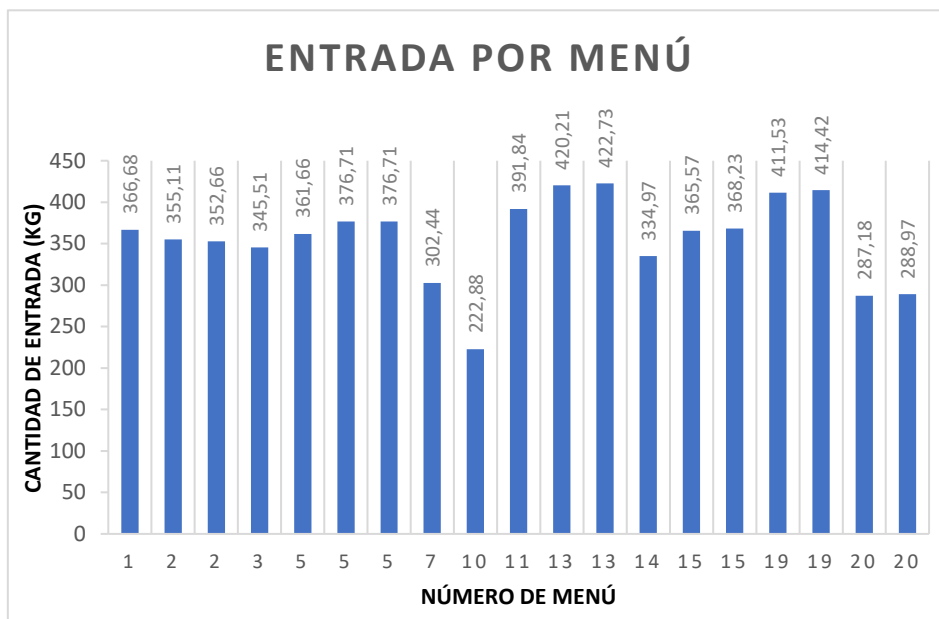
Gráfica 1. Distribución de los residuos generados en la cocina.

Se tiene que la mayor cantidad de residuos son orgánicos constituyendo el 77,7 % debido a la adecuación que se le da a la materia prima de este tipo para que luego pueda ser utilizada en la siguiente fase. Con un 11,9% se encuentran las latas que en total son las latas de atún utilizadas en 3 de los 20 menús a preparar, considerando que las cantidades de esta materia prima son por cada menú 258 latas de atún. El tercer lugar lo ocuparon los residuos plásticos con un 8,1%, donde se tienen los diferentes empaques como el de la leche en polvo, crema de leche, polvo instantáneo achocolatado, bolsas de arroz, bolsas de lentejas, bolsas de frijoles, botellas de aceite, bolsas de mostaza, leche condensada, bolsas de cabello de ángel, entre otros. El 1,9% lo componen los denominados ‘otros’ y de último tenemos el cartón con un 0,4% puesto que de estos hacen parte los empaques donde vienen los huevos de gallina y éstos solo se desechan los días martes cuando llega la provisión para los siguientes menús.

6.3 COCCIÓN Y PREPARACIÓN DE ALIMENTOS

En esta fase se tiene que las materias primas a utilizar ya se encuentran en condiciones apropiadas para sufrir una nueva transformación. La cantidad a utilizar de cada ingrediente se encuentra documentada y verificada para tener claridad de las proporciones a utilizar de la materia prima para preparar los alimentos que componen los diversos menús, estas cantidades se encuentran descritas en el anexo 1.

Es muy importante tener claras las cantidades que ingresan al proceso con relación a las cantidades que se van a preparar, para así evitar obtener producto en exceso y por lo tanto un malgasto de la materia prima, la cual llega para un total de 5 menús diferentes. Se muestra en la gráfica 2 la cantidad total de materia prima utilizada para cada menú y en el anexo 1 se precisan los detalles.



Gráfica 2. Cantidad de entrada por menú

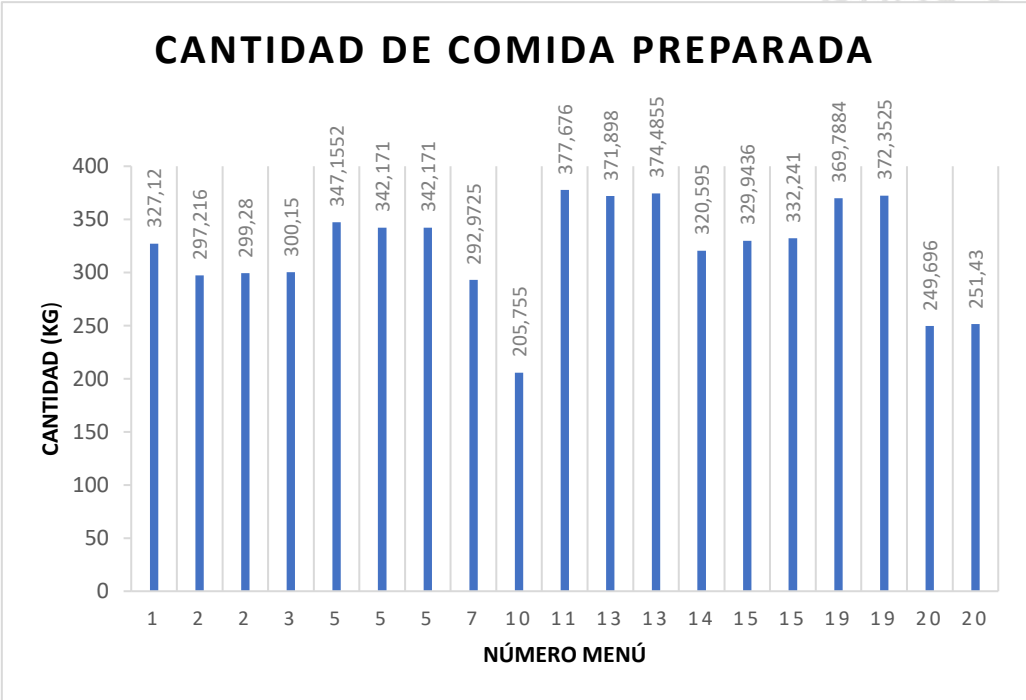
Durante la toma de datos se observó que la cantidad de materia prima total utilizada para preparar los menús analizados (19) fue de 6766,023 Kg. Los menús que utilizan menor cantidad de materia prima son el 10 y 20 los cuales utilizan menos de 300 Kg, teniendo este último una réplica. En cuanto a los menús que más utilizan materia prima son el 13 y 19, utilizando más de 400 Kg, estos menús presentan réplica. Los menús restantes siendo en total 12, utilizan entre 300 y 400 Kg de materia prima.

La materia prima de entrada analizada corresponde a 12 menús diferentes y 5 de ellos con una réplica y uno con dos réplicas, para un total de 19 menús. En un mes escolar sin anomalías académicas o de calendario en total se deben hacer los 20 menús, por lo tanto, según la información recogida en campo se puede determinar que por mes se utilizan aproximadamente 7 toneladas de materia prima para preparar los alimentos a los estudiantes que se encuentran beneficiados con el servicio.

6.4 ALIMENTOS PREPARADOS

En esta etapa del proceso se obtiene el producto final que son los alimentos para el consumo de los estudiantes de la institución. Es importante aclarar en esta etapa que, aunque la comida servida para los estudiantes está destinada para que sea consumida en su totalidad esto no sucede así, generándose residuos orgánicos de alimentos que ya pasaron por un proceso de transformación, a estos residuos se les denominó 'residuos de alimentos'. Según el programa de alimentación escolar (PAE) de la alcaldía de Medellín uno de los índices para determinar si los estudiantes están consumiendo la mayor cantidad de los alimentos o no, son los residuos de alimentos, y si estos son altos podría ocasionar el cierre del restaurante escolar, dato que se manejan internamente en el PAE.

En total se preparan 435 almuerzos, donde 430 son para estudiantes y 5 para las manipuladoras de alimentos, la cantidad de alimento que se sirve por cada estudiante se encuentra documentada y verificada, esta información se encuentra en el anexo 2, donde se muestra la cantidad adecuada que debe ir de cada alimento que componen los diferentes menús, por lo tanto al conocer esto y la cantidad de almuerzos que se sirven se pudo determinar el total de “alimentos preparados” en cada menú los cuales serán servidos, considerando que no hay residuos de alimentos, datos que se muestran en la gráfica 3.

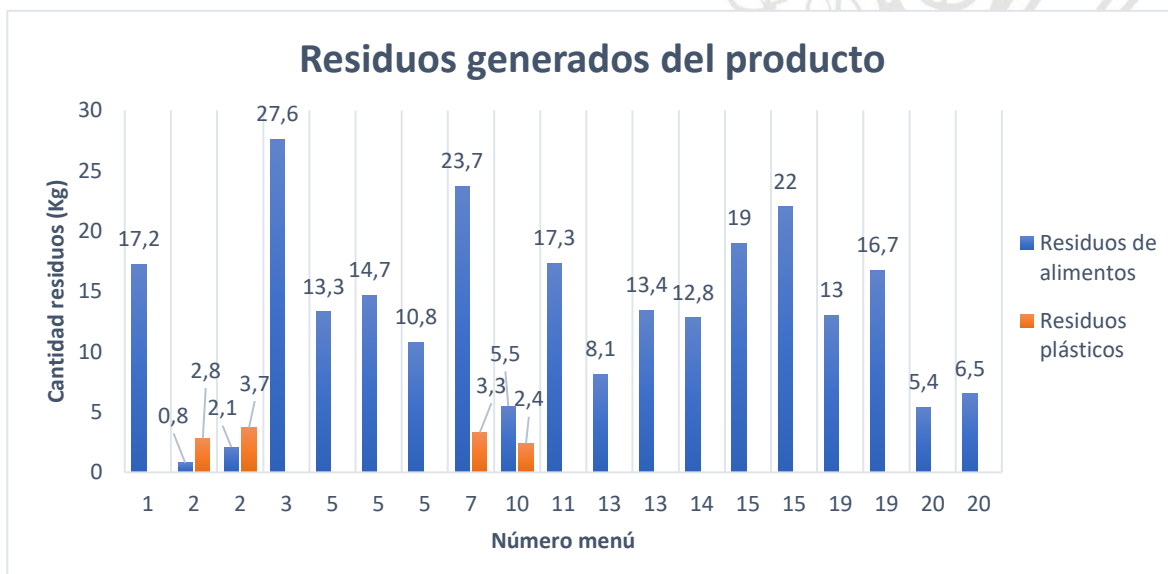


Gráfica 3. Cantidad de comida preparada por menú

La materia prima que ingresa suele sufrir ciertos cambios durante su preparación que pueden llevar a su pérdida de peso como la deshidratación de algunos vegetales durante la cocción, de igual forma hay pérdidas que no se pueden determinar y que suele ser muy normal que sucedan, haciendo que se produzca una disminución en la cantidad del producto, otro factor a tener en cuenta es que la contabilidad que se lleva de la cantidad de almuerzos a servir, muchas veces fue diferente a la realidad pues muchos estudiantes solían repetir, otros que no pertenecían al programa lograban almorzar, esto se debe a que al momento de hacer la entrega de los almuerzos las manipuladoras de alimentos sirven pensando en porciones mas no pesando los platos, para ellas esto hace más ágil el momento de la distribución, haciendo así que se logran por lo general entregar más almuerzos que los que se encuentran destinados. Esto no quiere decir que la cantidad de comida que se preparó es mayor, pero al tener tantos valores aleatorios de cantidad de almuerzos y de pesajes de platos se tomó en cuenta para estos cálculos la cantidad de estudiantes beneficiados. Adicionalmente se pesaron algunos platos (con varias réplicas) y se contaron la cantidad de almuerzos entregados, teniendo una variación entre el 2-3% por encima o por debajo y del 8-10% generalmente por arriba, respectivamente.

En cuanto a la información encontrada en la gráfica 3 se tiene que, de los 19 menús, 4 (2, 7, 10,20) muestran valores por debajo de 300 Kg, teniendo replicas en el menú 2 y 20, estando el resto (13 menús) por encima de dicho valor. Confirmando además que los menús que muestran un ingreso de materia prima más bajo tienen una salida de producto también bajo que son los menús 10 y 20, de igual forma los menús 13 y 19, a los cuales les ingresa mayor cantidad de materia prima confirman tener una mayor cantidad de producto, pudiendo así considerar que la ley de conservación de materia se cumple, manteniendo las proporciones de entrada y salida equivalentes.

Los residuos de alimentos que también son parte de esta etapa del proceso, son los alimentos que los estudiantes no consumen y que son desechados a la basura, por lo general son solo residuos orgánicos, pero en algunos menús se tienen residuos plásticos como bolsas de yogurt o bolsas donde vienen empacados panes de mantequilla. Al finalizar la jornada se realizó el pesaje de estos desechos, obteniendo así los valores mostrados en la figura 4.



Gráfica 4. Cantidad de residuos generados del producto servido por cada menú.

De los menús analizados se tiene que tres son los que producen residuos plásticos siendo el menú 2, 7 y 10 y mostrando claramente por medio de la figura 4 que el menú 2 genera más residuos plásticos que orgánicos. Además, este menú es el que tiene la tasa más baja de residuos orgánicos siendo entonces el menú que más les gusta a los estudiantes y del cual desechan muy poca comida. Por el contrario, el menú que más genera residuos orgánicos es el menú 3, siendo el que menos les gusta seguido del menú 7. En cuanto a los plásticos, el menú 10 genera menor cantidad las cuales son bolsas de panes de mantequilla los cuales son servidos con su debido empaque individual, al ser comparadas estas con las bolsas de yogurt, son más delgadas y menos pesadas, teniendo en cuenta que las bolsas de yogurt por lo general quedan aún con restos de yogurt en su interior lo que las hace más pesadas juntas.

Los residuos plásticos no son tenidos en cuenta en la cantidad de alimentos servidos, pues los pesos suministrados solo corresponden al contenido que tienen en el interior el yogurt y el pan

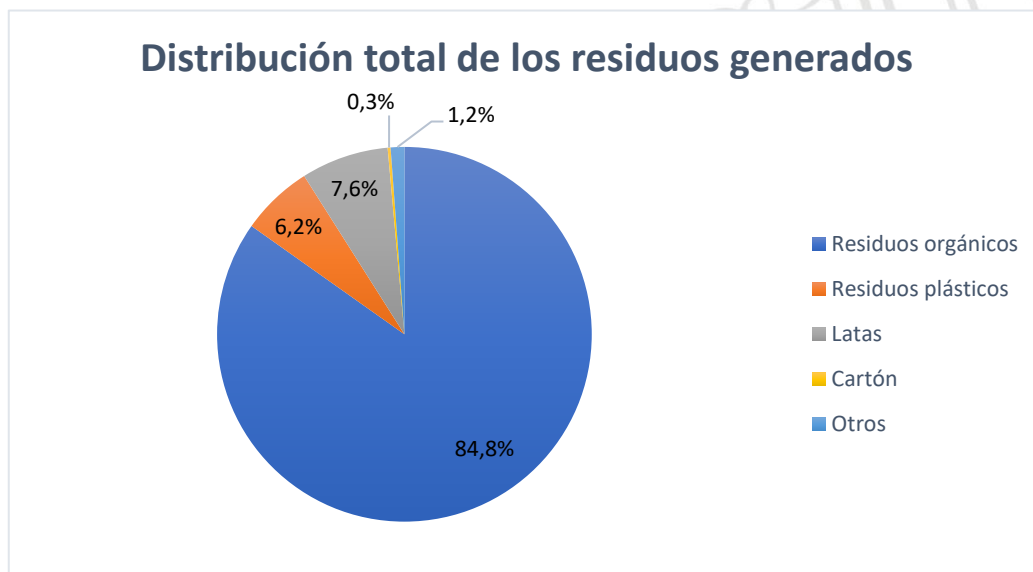
de mantequilla, la cantidad total de comida preparada es igual a 6096,75 Kg y la cantidad total de residuos de alimentos es de 249,9 Kg, teniendo así que el total de los residuos de alimentos corresponden al 4% de la comida preparada, porcentaje que puede disminuir al hacer un estudio sobre la aceptación y gustos de los estudiantes sobre los diferentes alimentos proporcionados en el restaurante escolar.

6.5 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

A pesar de que las manipuladoras de alimentos cuentan con los recipientes adecuados para una correcta separación de los residuos y tenían el conocimiento sobre cómo debe hacerse ésta, muchas veces no fue correcta su separación. En algunas ocasiones se debió hacer una separación por parte de la practicante o los estudiantes, para poder tener los residuos separados correctamente y hacer así su pesaje. Esto se evidenció principalmente con los residuos orgánicos y los plásticos.

Cuando se tenían los menús 2,7 y 10, en los cuales se tienen residuos de comida y además residuos plásticos que son bolsas de yogurt o bolsas de panes correspondientes al menú, se colocaban dos canecas para que los estudiantes depositaran cada uno de estos residuos y se señalaba dónde iban los residuos plásticos, pero esto no se cumplía adecuadamente, pues muchos estudiantes no hacían caso al letrero y simplemente depositaban los residuos donde querían, haciendo que la separación no fuese adecuada.

A continuación, en la gráfica 5 se muestra el porcentaje de cada una de las clases de residuos que se generan en el restaurante escolar, teniendo claridad que los residuos orgánicos son los residuos de alimentos y los residuos orgánicos de la cocina, así mismo los residuos plásticos son los generados en la cocina y en los servidos a los estudiantes.



Gráfica 5. Residuos totales generados en el restaurante.

Se tiene que el total de los residuos generados en el restaurante por los menús analizados fue de 705,5 Kg, sabiendo que tan solo corresponde a 19 menús, se tiene que en un año escolar en total son 39 semanas de clase [10], correspondientes a 195 días, contando que se tienen clases de lunes a viernes, a estos 195 se le restan 8 festivos del calendario que se encuentran dentro de las semanas escolares, teniendo así que en total son 187 días donde se puede decir que si transcurren con normalidad se deben servir en un año esa misma cantidad de menús, por lo tanto se puede decir que por los 187 menús los residuos generados al año serían aproximadamente 6943 Kg, teniendo así que los residuos que se generan por parte del restaurante de la institución son de aproximadamente 7 toneladas por año, siendo cerca de 6 toneladas anuales de residuos orgánicos, los cuales pueden ser aprovechados por medio del compostaje.

6.6 BALANCE DE MATERIA DEL PROCESO Y CONSUMO ENERGÉTICO

- **Balances de materia del proceso**

Para conocer la eficiencia del proceso de producción de alimentos en el restaurante escolar de la institución se hace necesario realizar los balances de materia. Al realizar los cálculos mediante la ecuación 1 se obtienen los resultados mostrados a continuación, donde se realizan balances por cada menú conociendo así la diferencia másica que hay entre la entrada y la salida de cada menú, así mismo del balance general, teniendo así el porcentaje de pérdidas no identificadas que hay en el proceso.

En la tabla 3 se describen la cantidad de almuerzos que se sirvieron en cada menú. La “entrada” se refiere a la cantidad total de materia prima utilizada, la “salida” es la cantidad de comida preparada en total para cada menú (lo que se comen los estudiantes y los residuos de alimentos que dejan), más los residuos orgánicos generados en la cocina; sin tener en cuenta los demás residuos (plástico, cartón, latas) puesto que tanto la entrada como la salida está en función de la cantidad másica de los alimentos. La “pérdida peso” hace referencia a la diferencia entre la entrada y la salida que se obtiene al realizar el balance de masa, diferencia que corresponde a pérdidas no identificadas. Por último, en cuanto al porcentaje de pérdida peso este es el porcentaje de peso perdido al realizar el balance a cada uno de los menús, este valor nos ayuda a identificar que menús presentan mayores pérdidas másicas no identificadas durante el proceso.

Tabla 3. datos obtenidos de entrada y salida de cada menú.

Núm. de almuerzos	Núm. menú	Entrada (Kg)	Salida (Kg)	Peso perdido (Kg)	Porcentaje pérdida de peso
435	1	366,68337	356,62	10,06337	3%
435	2	355,1068	321,48	33,6268	9%
432	2	352,66496	323,616	29,04896	8%
435	3	345,50787	307,85	37,65787	10,9%
432	5	361,66049	351,8112	9,84929	3%
435	5	376,71094	358,171	18,53994	5%

435	5	376,71094	356,771	19,93994	5%
435	7	302,44479	298,6725	3,77229	1%
435	10	222,87779	217,555	5,32279	2%
435	11	391,83582	389,776	2,05982	1%
432	13	420,20825	397,298	22,91025	5%
435	13	422,72989	402,8855	19,84439	5%
435	14	334,97259	329,495	5,47759	2%
432	15	365,56965	351,0436	14,52605	4%
435	15	368,2316	354,941	13,2906	4%
432	19	411,53496	398,6884	12,84656	3%
435	19	414,4188	401,9525	12,4663	3%
432	20	287,18299	261,196	25,98699	9%
435	20	288,97044	265,33	23,64044	8%

Se tiene que teóricamente en los balances de masa, todo lo que ingrese a un sistema debe salir, pero en la práctica rara vez esto se observa, ya que a menudo no es posible identificar todas las salidas, por lo que se puede dar una diferencia de masa “no identificada”. Muchas veces esto se atribuye a pérdidas de insumos, deshidratación de alimentos, evaporación de agua, derrame de productos, fugas u otras causas similares, cuyo origen no puede ser detectado y, por ende, sus masas no pueden ser cuantificadas [13]. Según los resultados obtenidos y registrados en la tabla 3, se tiene que los menús que presentaron una mayor cantidad de masa “no identificada” son el 2, 3 y 20 con valores mayores a 23Kg hasta 34 Kg. Los menús 7 y 11 presentaron menos masa “no identificada” en el proceso con valores menores a 4 Kg. Teniendo así que el resto de los menús presentan valores de pérdidas intermedias, por lo tanto, se tiene que la mayoría de menús presentan un bajo porcentaje de pérdida de masa a lo largo del proceso; sin embargo se debe tener en cuenta que son masa no identificables, las cuales al no poder medirse o tener claridad sobre ellas no se pueden intervenir directamente, de igual forma esto no afecta lo que el mismo balance de masa refleja, tampoco en las decisiones a tomar para la optimización del proceso, pues la variable a ajustar en este caso será otra, de la cual se comentará más adelante. Esta información es importante porque permite identificar los menús con mayores pérdidas no identificadas y las personas con acceso al restaurante (manipuladoras de alimentos o supervisoras) podrían hacer un seguimiento detallado a la preparación de dichos menús para identificar internamente dónde se están dando dichas pérdidas (derrames, evaporaciones exageradas, separación de residuos inadecuada, etc.) y pueden ser disminuidas.

En cuanto al balance másico general del proceso, donde los datos de entrada y salida son el total de cada uno de los obtenidos por cada menú, la ilustración 4 muestra el volumen de control que se aplicó para realizarlo, logrando identificar que la entrada es la materia prima, y como salidas están los residuos orgánicos generados en la cocina y los alimentos consumidos.

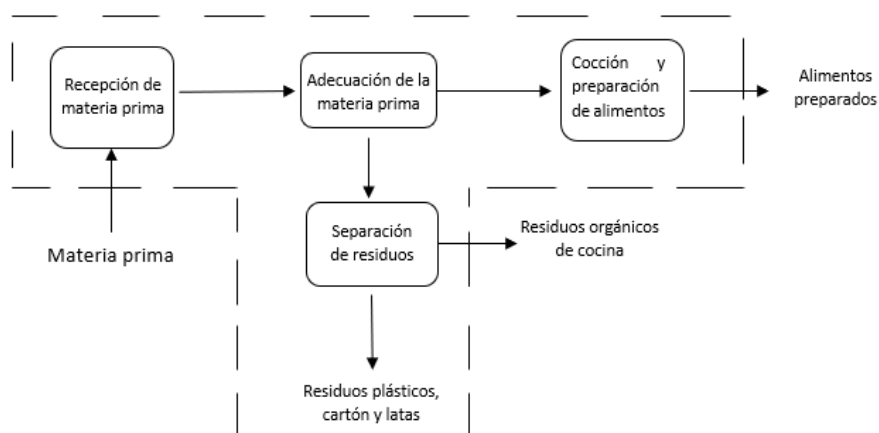


Ilustración 4. Volumen de control diagrama de flujo balance general de masa proceso de producción de alimentos del restaurante escolar.

En la ilustración 4 se tiene que los residuos plásticos, cartón y latas están dentro del volumen de control, debido a que el balance de masa del proceso está en función de los residuos orgánicos, dejando a estos por fuera de este análisis.

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos del balance general masico del proceso, donde como en la tabla 3 también además de la entrada y salida, se tiene la cantidad de peso perdida durante el proceso la cual se conoce como masa no identificable y además el porcentaje de dicha pérdida de peso.

Tabla 4. balance general másico del proceso de producción de alimentos en el restaurante escolar.

Total entrada (Kg)	Total Salida (Kg)	Peso perdido (Kg)	Porcentaje peso perdido
6766,02294	6445,1527	320,87024	4,74%

Del balance general se tiene que las pérdidas no identificadas en todo el proceso dan aproximadamente 321 kg, las cuales pueden estar en las variables que no se pueden medir, en los errores de medición y muchas veces en la no adecuada disposición de los residuos, haciendo que no sean pesados en su totalidad, puesto que pudo ocurrir que los dispusieran en otras canecas o luego de terminada la jornada de pesaje sacaran más residuos, que no fue posible observar al no tener ingreso a las instalaciones dentro del restaurante. El pesaje solo se podía hacer con los residuos que se entregaban directamente de la cocina a la practicante (fuera del restaurante). Pudo ocurrir que algunas veces si la sacaran toda, pero otras veces no, entonces al no haber un adecuado control de la disposición de residuos, se presenta este tipo de errores y por eso la diferencia en pesos de pérdidas no identificadas en el proceso para los diferentes menús.

En el análisis del proceso y de los resultados obtenidos por medio de los balances de masa (general y por menú) se logró identificar que una de las variables más adecuadas a manipular para obtener una optimización del proceso son los residuos orgánicos que se generan en la cocina los cuales presentan altos valores anteriormente descritos en la tabla 2, donde el total

para los 19 menús analizados es de 348,4 Kg, los residuos de alimentos también podrían ser una variable a manipular de la misma forma en que se hicieron los de cocina, pero por tema de horario con los estudiantes y el horario del restaurante fue conveniente optar por implementar inicialmente la mejora con los residuos orgánicos generados en la cocina, en esta práctica no se llevó a cabo el aprovechamiento de todos los residuos de cocina de los diferentes menús, sino con un total de 129,1 Kg dispuestos en dos pacas, cada una con diferente cantidad de estos residuos, el detalle de la construcción, cantidades utilizadas de residuos por menú y descripción de los residuos utilizados se encuentran en el apartado 6.7 Construcción de pacas digestoras.

- **Consumo energético**

En cuanto al consumo energético según lo mencionado en el numeral 5.2 Toma de datos en el restaurante, el único consumo energético que se utiliza directamente para el proceso de preparación de los alimentos en el restaurante escolar, es el gas. Siempre se tienen en uso 2 cilindros de gas de 100 Lb cada uno y una tercera con las mismas características en bodega, para ser utilizada en caso de emergencia. Los cilindros eran cambiados cada 8 días, por lo tanto, se puede determinar que dos cilindros de gas eran utilizados para la preparación de 5 menús.

Para conocer el consumo energético de gas en cada plato se hace uso de la ecuación 2 ya descrita anteriormente. Para conocer la cantidad de gas utilizado por plato se tiene que si cada cilindro de gas es utilizado para 5 menús y cada menú son 435 almuerzos (platos) teniendo que en total por los 5 menús se hagan 2175 platos de almuerzo. Si se utilizan 2 cilindros de gas de 100 Lb se tiene que se utilizan 200 Lb, la conversión de libras a kilogramos dice que 1lb equivale a 0,46 Kg, teniendo así que 200 Lb equivalen a 92 kg, la cantidad de gas utilizado por plato se calcula mediante la ecuación 3 mostrada a continuación:

$$\text{Cantidad de gas por plato (Kg)} = \frac{\text{Total de gas utilizado (Kg)}}{\text{Total platos de almuerzos}} \quad \text{Ec. 3}$$

Luego de aplicar la ecuación anterior se tiene que la cantidad de gas por plato es de 0,0423 Kg, para poder aplicar la ecuación 2 hace falta conocer el poder calorífico del gas contenido en los cilindros, se tiene que este gas una mezcla que en mayor proporción contiene 60:40 en porcentaje de propano y butano, el poder calorífico de estos dos gases es muy similar, por lo tanto, para dichos cálculos se asume el valor del poder calorífico del gas propano, por estar este en mayor proporción, siendo este valor igual a 46.350 KJ/Kg [14], al tener ya todos los datos necesarios para ingresar a la ecuación 2, se llega a que:

$$\begin{aligned} \text{Consumo de energía (KJ/plato)} &= 0,0423 \text{ Kg/plato} * 46350 \text{ KJ/Kg} \\ &= 1960,6 \text{ KJ/plato} \end{aligned}$$

Para tener más claro el consumo de energía por plato se es necesario convertir el resultado obtenido a los Kwh equivalentes, esto se hace teniendo que 1 Kwh=3600 KJ, teniendo así que:

$$1960,6 \text{ KJ/plato} * 1\text{Kwh}/3600 \text{ KJ} = 0,545 \text{ Kwh/plato}$$

En un mes se preparan 20 menús, teniendo así que en un mes los 20 almuerzos de una persona consumirían 10,9Kwh mes, que al ser comparado con lo consultado según Empresas Públicas de Medellín (EPM), el cual considera que el consumo total de energía de una persona por mes es igual a 38 Kwh mes [20], muestra que la energía gastada por plato es muy alta.

El restaurante escolar no cuenta con instalación de gas natural por lo cual utilizan los cilindros de gas, al realizar un estudio económico del costo de estas dos opciones de gas, con base en un mes de producción de alimentos, en el cual se realizan 20 menús en total, se tiene que:

Gas natural

Partiendo del consumo de energético por plato que se calculó anteriormente el cual es fue de 1960,6 KJ/plato, y con el valor del poder calorífico del gas natural, podemos conocer la cantidad de gas natural a utilizar por plato, de la siguiente forma:

Datos a utilizar:

Poder calorífico del gas natural [14]: 39900 KJ/Kg

Densidad del gas natural [15]: 0,69 Kg/m³

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de gas (Kg/plato)} &= \frac{\text{consumo de gas (KJ/plato)}}{\text{poder calorífico del gas natural (KJ/Kg)}} = \frac{1960,6 \text{ KJ/plato}}{39900 \text{ KJ/Kg}} \\ &= 0,049 \text{ Kg/plato} \end{aligned}$$

Haciendo uso de la densidad del gas natural multiplicado por la cantidad de gas a utilizar, se puede conocer el volumen de gas a utilizar por plato, que al multiplicarse por 8700 que son la cantidad de almuerzos que se preparan en un mes, se conocería el volumen de gas natural utilizado en un mes.

$$\begin{aligned} \text{volumen gas natural (m}^3\text{/mes)} &= \frac{\text{Cantidad de gas natural (Kg/plato)}}{\text{Densidad gas natural (Kg/m}^3\text{)}} * \text{cantidad de menús en un mes} \left(\frac{\text{plato}}{\text{mes}}\right) \\ &= \frac{0,049 \frac{\text{Kg}}{\text{plato}}}{0,69 \text{ Kg/m}^3} * 8700 \text{ (plato/mes)} = 617,787 \text{ m}^3\text{/mes} \end{aligned}$$

Se tiene que el precio del gas natural es de 1456,59 \$/m³ [16], así al tener los metros cúbicos utilizados en un mes y el precio por metro cúbico se puede conocer que el costo total de gas natural en un mes de operación del restaurante escolar donde se preparan 20 menús será de aproximadamente 899.862 pesos.

Cilindro gas

Si se utilizan 2 cilindros de gas cada 5 menús, quiere decir que en un mes que corresponde a 20 menús se necesitan 8 cilindros de gas, se tiene que el costo unitario de este es de 177.000 pesos [17], al multiplicarlo por los 8 cilindros que se necesitan se tiene que en total en un mes se gastarían aproximadamente 1'416.000 pesos.

Según los resultados obtenidos si se realizara la instalación de red de gas en el restaurante escolar el ahorro sería de 501.738 pesos. Teniendo así que, al instalar una red de gas natural se tendría un gran ahorro económico, siendo esto muy beneficioso para el programa de alimentación del restaurante escolar.

6.7 CONSTRUCCIÓN DE PACAS DIGESTORAS

Inicialmente se pretendía realizar pacas digestoras y compostaje tradicional, luego de analizar las instalaciones de la institución, su infraestructura, población e investigar sobre dichas técnicas, se seleccionó solo una.

Se tiene que el compostaje tradicional se hace mediante pilas donde se agrupan los diferentes materiales a compostar, se busca compostar todo el material orgánico generado en el restaurante, mediante esta técnica los residuos de alimentos cocinados no pueden incluirse siendo este una limitante. Esta técnica debe cumplir con ciertas condiciones de temperatura, humedad, pH y aireación, para mantener estas condiciones en el compostaje tradicional se debe realizar un constante monitoreo y partiendo de los resultados que se obtengan en cada medición se toman acciones sobre éste, requiriendo gran mano de obra. Si el compostaje se encuentra con un porcentaje de humedad inferior al 40% se requiere adicionarle agua, por lo tanto, se debe contar con un sistema de riego adecuado. En cuanto a la temperatura dependiendo de la fase en la que se encuentre el compostaje presenta diferentes valores, pero nunca será superior a 70°C y en la última fase (maduración) estará próxima a la temperatura ambiente, por lo tanto, si se tienen temperaturas elevadas se requiere de adición de agua para disminuirla. En cuanto a la aireación se debe garantizar la presencia de oxígeno la cual es fundamental para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica. Por ello, el aporte de aire en todo momento debe ser idóneo para mantener la actividad microbiana, sin que aparezcan condiciones anaerobias, que, además de entorpecer el proceso, dan lugar a la aparición de malos olores, atrayendo vectores como las moscas y además se obtiene un producto de inferior calidad [6]. El terreno que se debe disponer para dicha actividad debe ser amplio, un poco alejado pues su generación de olores puede ser incómodo para las personas, debe estar bajo sombra y evitar que le caiga agua lluvia, en la institución aunque se tiene amplias zonas verdes, esta técnica resulta ser un poco compleja al no tener todos los requisitos indispensables ya mencionados anteriormente, además requiere de un constante monitoreo y de acciones sobre él, que para ser un proyecto el cual se pretende que los estudiantes continúen realizándolo, resulta no ser viable. Por dichas razones, se decidió no optar por esta técnica para la disposición de los residuos orgánicos del restaurante escolar.

La técnica de pacas digestoras es una técnica de hace más de cuarenta años, siendo esta menos antigua que el compostaje tradicional, esta técnica partió de la mencionada anteriormente, donde Guillermo Silva Pérez entendió que la mejor forma de procesar residuos orgánicos es prensarlos en pacas y caminar sobre ellos, esto al observar las falencias que tenía la técnica tradicional, logrando así que se eliminaran los olores y la mano de obra pesada que se requería.

En esta técnica se tiene que los residuos orgánicos pasan por un proceso de pudrición, pues al interior de las pacas son fermentados, esta técnica se da en ausencia de oxígeno y esto se logra por medio del prensado, favoreciendo el cultivo de microorganismos anaerobios e insectos recicladores que obtienen energía a partir de los residuos, facilitando la descomposición sin contaminación. Las pacas digestoras requieren un terreno que puede estar expuesto a los rayos del sol o bajo sombra, estas se encuentran a la intemperie teniendo así que pueden caerle aguas lluvias, estas no generan malos olores haciendo que se pueda tener y realizar en cualquier lugar hasta en los hogares donde contemos con una zona verde, al ser prensada no requiere volteo y su inspección para condiciones es más para conocer en qué etapa se encuentra y no para tomar acciones. Inicialmente la actividad microbiana es muy intensa haciendo que la temperatura al interior aumente, pero nunca va a superar los 70°C, luego ésta va a disminuir hasta llegar a la temperatura ambiente donde ya se tendrá el compost listo para usar. Algo muy importante es que al interior se pueden añadir residuos orgánicos vegetales de cocina y también residuos de alimentos ya procesados [12]. Analizando las condiciones de la institución y su entorno se tiene que ésta es la técnica más apropiada para desarrollar en la institución. A continuación, se muestran las actividades desarrolladas y los datos obtenidos para el desarrollo de pacas digestoras.

Para la realización de las pacas digestoras fue necesario la fabricación de un bloque de madera sin tapa y sin fondo, el cual fue el molde para la paca, este molde fue de 50 cm de cada lado, los residuos que se utilizaron fueron solo los generados en la cocina entre estos están: cascara de huevo, tomate, cebolla, mango, ahuyama, zanahoria, limones, yuca, arveja, plátano verde y maduro, repollo, cebolla, junca, cilantro, espinaca. Además de los residuos de cocina ya mencionados se utilizan residuos de jardín (hojarasca, hierba, ramas) los cuales se adicionan en proporción aproximada de 50:50 en peso. Para iniciar la construcción de la paca digestora se hace necesario colocar una primera capa de residuos de jardín en el fondo y en los alrededores del molde de tal forma que en el centro se tenga un vacío donde se adicionen los residuos orgánicos, ilustración 3. Se debe tener cuidado siempre en no dejar que los residuos orgánicos queden expuestos en los bordes de la paca, sino que éstos queden totalmente cubiertos por residuos de jardín.



Imagen 3. inicio de paca digestora.

Luego de tener listo lo mostrado en la imagen 3 y lo explicado en el párrafo anterior, se procede a taparlo, añadiendo más residuos de jardín y luego subirse sobre éste e irlo prensando con los pies. Debido a que los residuos orgánicos generados diariamente en la cocina no son suficientes para llenar una paca completa, esta se hace por etapas durante varios días hasta llenar completamente la paca, repitiendo lo mostrado anteriormente, teniendo en cuenta que para las capas que vienen no se hace necesario colocar una base, sino tan solo colocar residuos de jardín a los alrededores, rellenar con residuos orgánicos y luego tapar. Es muy importante siempre prensar muy bien, de ahí el éxito de la paca, puesto que el proceso que se da al interior es anaerobio, como ya se mencionó anteriormente. El tiempo que se debe esperar para obtener el abono de las pacas digestoras es de 6 meses, tiempo que puede ser un poco menor si se observa que su apariencia es de color café, su tamaño ha disminuido aproximadamente a la mitad. Al abrirla se tiene en su interior el abono orgánico de excelente calidad con altos nutrientes naturales, listo para ser utilizado para la cosecha de diferentes productos agrícolas [6].

En total se armaron dos pacas, los residuos de jardín fueron recolectados en el interior de la institución y además dos estudiantes participaron de la construcción de las pacas digestoras, en la imagen 4 y 5 se muestran las pacas construidas.



Imagen 4. pacas digestoras que construimos con los estudiantes de la institución.



Imagen 5. pacas digestoras construidas.

Al observar la imagen 5 se puede ver que la paca de la derecha lleva un mes de diferencia con la de la izquierda en cuanto a su inicio, por lo tanto, se puede evidenciar como la primera paca ha perdido el color verde de los residuos de jardín y la segunda paca tiene los colores de los residuos de jardín más vivos.

La primera paca está compuesta por los residuos orgánicos de cocina de los menús 7, 10, 11, 15 y 19, en los últimos dos menús mencionados cabe aclarar que los residuos orgánicos de cocina generados, no fueron utilizados en su totalidad en el armado de la paca #1. En cuanto a la segunda paca los residuos orgánicos de cocina pertenecen a los menús 1, 2, 3 y 5, donde tan solo en el menú 1 no fueron utilizados en su totalidad los residuos orgánicos generados en la cocina.

La paca #1 está construida con 61,3 kg de residuos orgánicos de cocina y la paca #2 con 67,8 Kg. La distribución por menú de los residuos orgánicos de cocina se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Residuos orgánicos generados en cocina y utilizados para construir pacas digestoras.

PACA #1		
Número menú	Residuos orgánicos de cocina (Kg)	Residuos usados en paca (Kg)
7	5,7	5,7
10	11,8	11,8
11	12,1	12,1
15	22,7	13,9
19	29,6	17,8
PACA #2		
Número menú	Residuos orgánicos de cocina (Kg)	Residuos usados en paca (Kg)
1	29,5	23,3
2	22,2	22,2
3	7,7	7,7
5	14,6	14,6

Los residuos orgánicos de cocina utilizados en las pacas hacen parte de la materia prima que al pasar por la etapa de adecuación salen del proceso. En la tabla 6 se muestra el porcentaje de materia prima que fue utilizado para la construcción de las pacas, la cual hace parte de los residuos orgánicos de cocina que eran desechados antes de este proyecto.

Tabla 6. Porcentajes de residuos usados en paca respecto a la materia prima.

PACA #1			
Número menú	Entrada (Kg)	Residuos en paca (Kg)	porcentaje residuos
7	302,44479	5,7	2%
10	222,87779	11,8	5%
11	391,83582	12,1	3%
15	368,2316	13,9	4%
19	414,4188	17,8	4%
Total	1699,8088	61,3	4%
PACA #2			
Número menú	Entrada (Kg)	Residuos en paca (Kg)	porcentaje residuos
1	366,68337	23,3	6%
2	355,1068	22,2	6%
3	345,50787	7,7	2%
5	376,71094	14,6	4%
Total	1444,00898	67,8	5%

Los residuos superiores a 20 Kg corresponden a un 6% siendo estos los más altos utilizados en pacas y los más bajos son un 2% estando por debajo de los 8 Kg. La materia prima utilizada para los 9 menús los cuales hicieron parte de la construcción de las pacas fue de 3143,82 Kg. El 5% de esa materia prima corresponde a residuos orgánicos de cocina, de los cuales 129,1 Kg fueron utilizados en la construcción de pacas digestoras correspondientes a un 4% de la materia prima, evitando que estos fueran desechados a los basureros, teniendo así que tan solo un 1% (26,8 Kg) no fue utilizado en las pacas digestoras construidas.

Los residuos orgánicos de cocina totales en los 19 menús analizados fueron 348,4 Kg, teniendo así que el 37% (129,1 Kg) fueron utilizados en las pacas digestoras para obtener abono orgánico.

Pasados 3 meses desde el inicio de la construcción de la primera paca y 2 meses de la construcción de la segunda, se evidencia una disminución de la altura, disminución de su temperatura y su apariencia ha cambiado teniendo que los residuos de jardín están más secos, lo que indica que se tiene un proceso microbiológico interno adecuado. En la imagen 6 se muestra cómo se encuentran las pacas a la fecha (17/01/20).



Imagen 6. avance pacas digestoras construidas.

Debido a la gran cantidad de diversos residuos que se están generando en el mundo, al igual que los gases de efecto invernadero (GEI), se ha tenido un cambio climático significativo que con el pasar de los años es más evidente, generando cada vez una gran preocupación. Los gases de efecto invernadero son un grupo de compuestos que causan daños irreversibles en el sistema climático natural del planeta, produciendo un fenómeno llamado cambio climático, entre los GEI más conocidos se encuentran: el metano, óxido nitroso, perflurocarbonados, dióxido de carbono, entre otros. Teniendo al Dióxido de carbono (CO₂) como el más popular de estos indeseados gases [18]. Mediante la ecuación 4 se puede conocer la emisión de CO₂ equivalentes generados por los Kg de residuos recolectados para ser llevados a un relleno sanitario [19].

$$Emisiones_{CO_2eq} = \sum_{j,i} [Kg_{j,i} * FE_{relleno}] * 10^{-6} \quad Ec. 4$$

Donde:

Kg_{j,i}: Kg de residuos generados por usuarios. (Kg)

FE_{relleno}: Factor de emisión de CO_{2eq} en el relleno sanitario. (g CO₂/Kg)

Se tiene que el valor del factor de emisión de los residuos orgánicos de cocina es igual a 21,8 g CO₂/Kg [19], teniendo así que al conocer los Kg utilizados en las pacas digestoras podemos tener el valor de la emisión de CO₂ equivalente que se estaría produciendo de estos residuos orgánicos desechados a un relleno sanitario si no se le da un aprovechamiento, como en este caso con las pacas digestoras.

La emisión de CO₂ equivalente de los residuos que se utilizaron para armar las pacas es 0,00281 g CO₂, teniendo en cuenta que este tan solo equivale a 9 menús de 187 que se deben hacer en un año escolar regular y que además tan solo se hace uso de los residuos orgánicos de cocina, faltaría tener en cuenta los residuos de alimentos. Al hacer un análisis de la emisión de CO₂ de

todos los residuos orgánicos recolectados durante la duración de la práctica los cuales son en total 598,3 Kg que si no se le dan un aprovechamiento se tendría en total una emisión de CO₂ equivalente de 0,01304 g CO₂, siendo indispensable buscar soluciones que mejoren el medio ambiente y ayuden a no dañar más el sistema climático natural, el cual es indispensable para nuestra existencia.

6.8 EFICIENCIAS DEL PROCESO

En todo proceso se busca tener una alta eficiencia donde se dé un aprovechamiento máximo de las materias primas para generar el o los productos deseados, inicialmente se tiene la eficiencia del proceso de producción de alimentos del restaurante escolar teniendo en cuenta que todos los residuos son desechados a la basura sin darles otro aprovechamiento, para estos cálculos solo se tienen en cuenta los residuos orgánicos tanto los producidos en la cocina como los residuos de alimentos y las masas no identificadas, puesto que tanto la entrada como la salida del balance de masa están en función de la cantidad másica de los alimentos (sin incluir materiales como cartón, latas y plásticos).

La ecuación general a aplicar para el proceso de producción de alimentos es la número 5, mostrada a continuación:

$$Eficiencia = \frac{\text{producto útil}}{\text{materia prima}} * 100 \quad Ec. 5$$

Teniendo que el producto útil, hace referencia a la cantidad de materia prima que se convierte en producto consumido o conforme.

Eficiencia del proceso sin mejoras:

Esta eficiencia se calcula mediante la ecuación 6, mostrada a continuación.

$$Eficiencia \text{ sin mejoras} = \frac{\text{materia prima} - \text{masa no identificada} - \text{residuos orgánicos de cocina} - \text{residuos de alimentos}}{\text{materia prima}} * 100 \quad Ec. 6$$

Los datos a utilizar en estos cálculos, son de todos los 19 menús analizados en esta práctica:

Materia prima= 6766 Kg

Masa no identificada= 320,87 Kg

Residuos orgánicos de cocina= 348,4 Kg

Residuos de alimentos= 249,9 Kg

$$Eficiencia \text{ sin mejoras} = \frac{6766 \text{ Kg} + 320,87 \text{ Kg} - 348,4 \text{ Kg} - 249,9 \text{ Kg}}{6766 \text{ Kg}} * 100 = 86\%$$

Eficiencia del proceso con mejoras:

Esta eficiencia se calcula mediante la ecuación 7, mostrada a continuación, teniendo en cuenta la cantidad de residuos orgánicos de cocina que fueron utilizados para realizar pacas digestoras.

$$\text{Eficiencia con mejoras} = \frac{\text{materia prima} - \text{masa no identificada} - (\text{residuos orgánicos de cocina} - \text{residuos en paca}) - \text{residuos de alimentos}}{\text{materia prima}} * 100 \quad \text{Ec. 7}$$

Haciendo uso de los datos anteriores y además sabiendo que los residuos en paca son 129,1 Kg, reemplazando los valores en la ecuación 7 se tiene que:

$$\text{Eficiencia con mejoras} = \frac{6766 \text{ Kg} + 320,87 \text{ Kg} - (348,4 \text{ Kg} - 129,1 \text{ Kg}) - 249,9 \text{ Kg}}{6766 \text{ Kg}} * 100 = 88\%$$

Según los resultados obtenidos la eficiencia del proceso incrementó un 2% con la aplicación de pacas digestoras y sin utilizar totalmente todos los residuos orgánicos generados en la cocina, los cuales si de estos 19 menús se hubiesen aprovechado estos residuos en su totalidad se tendría que la eficiencia incrementaría más, el cual se puede calcular por medio de la ecuación 8.

$$\text{Eficiencia futura 1} = \frac{\text{materia prima} - \text{masa no identificada} - \text{residuos de alimentos}}{\text{materia prima}} * 100 \quad \text{Ec. 8}$$

Reemplazando los valores, se tiene que la eficiencia futura 1 sería:

$$\text{Eficiencia futura 1} = \frac{6766 \text{ Kg} - 320,87 \text{ Kg} - 249,9 \text{ Kg}}{6766 \text{ Kg}} * 100 = 92\%$$

Se calculó una eficiencia futura 1, porque se puede tener una eficiencia futura 2, la cual sería si se aprovecharan no solo todos los residuos orgánicos de cocina, sino también los residuos de alimentos, teniendo así que por medio de la ecuación 9 se podría conocer esta eficiencia futura.

$$\text{Eficiencia futura 2} = \frac{\text{materia prima} - \text{masa no identificada}}{\text{materia prima}} * 100 \quad \text{Ec. 9}$$

Reemplazando los valores, se tiene que la eficiencia futura 2 sería:

$$\text{Eficiencia futura 2} = \frac{6766 \text{ Kg} - 320,87 \text{ Kg}}{6766 \text{ Kg}} * 100 = 95\%$$

Al realizar una gestión de los residuos orgánicos de la cocina por medio de pacas digestora se logró aumentar la eficiencia del proceso de producción de alimentos del restaurante escolar un 2%, tan solo utilizando el 37% de estos residuos. Si se utilizaran la totalidad de los residuos orgánicos de cocina se tendría que el proceso aumentaría su eficiencia un 6% y si además se lograran utilizar también los residuos de alimentos, se tendría que la eficiencia incrementaría en un 9%, pasando de un 86% a un 95% , valores que son muy significativos, teniendo en cuenta que la gestión de dichos residuos no solo hará que el proceso sea más eficiente, sino que también

hará cerrar el ciclo pues la disposición que se hace a dichos residuos orgánicos vuelven a la naturaleza en forma de abono fértil, maduro, libre de tóxicos. Además, aportando positivamente en el medio ambiente teniendo en cuenta que la emisión de CO₂ disminuiría, pueden ser aprovechados en proyectos agroecológicos como las huertas con las que cuenta la institución, reduce los residuos que serán llevados a basureros, genera oportunidades lúdicas de educación ambiental participativa con los jóvenes y adultos. Las pacas digestoras son una técnica que no necesita tanta atención de continuo monitoreo, siendo esto para los estudiantes muy importante al no requerir tanta atención luego de construida la paca.

7. CONCLUSIONES

Del análisis del proceso de producción de alimentos del restaurante escolar y de la gestión de sus residuos se puede concluir que:

El proceso de producción de alimentos cuenta con un cronograma muy detallado de la materia prima a utilizar en cada menú y de las porciones a servir por plato para cada estudiante, con la intención de utilizar al máximo las materia primas dispuestas y tener un producto en la cantidad adecuada para su consumo; sin embargo al realizar los balances de masa por cada menú y el general se encuentran pérdidas ‘no identificadas’ en el proceso, lo que hace que no se cumpla lo que la teoría explica como conservación de masa. Del balance general se tiene que esas pérdidas másicas ‘no identificadas’ son aproximadamente 321 Kg de tan solo 19 menús analizados de los 187 posibles que se pueden realizar en un año escolar. Las personas con acceso al restaurante (manipuladoras de alimentos o supervisores) podrían hacer un seguimiento detallado a la preparación de los menús con mayores pérdidas no medibles para identificar internamente donde se están dando (derrames, evaporaciones exageradas, separación de residuos inadecuada, etc.) y podrían así disminuir estas.

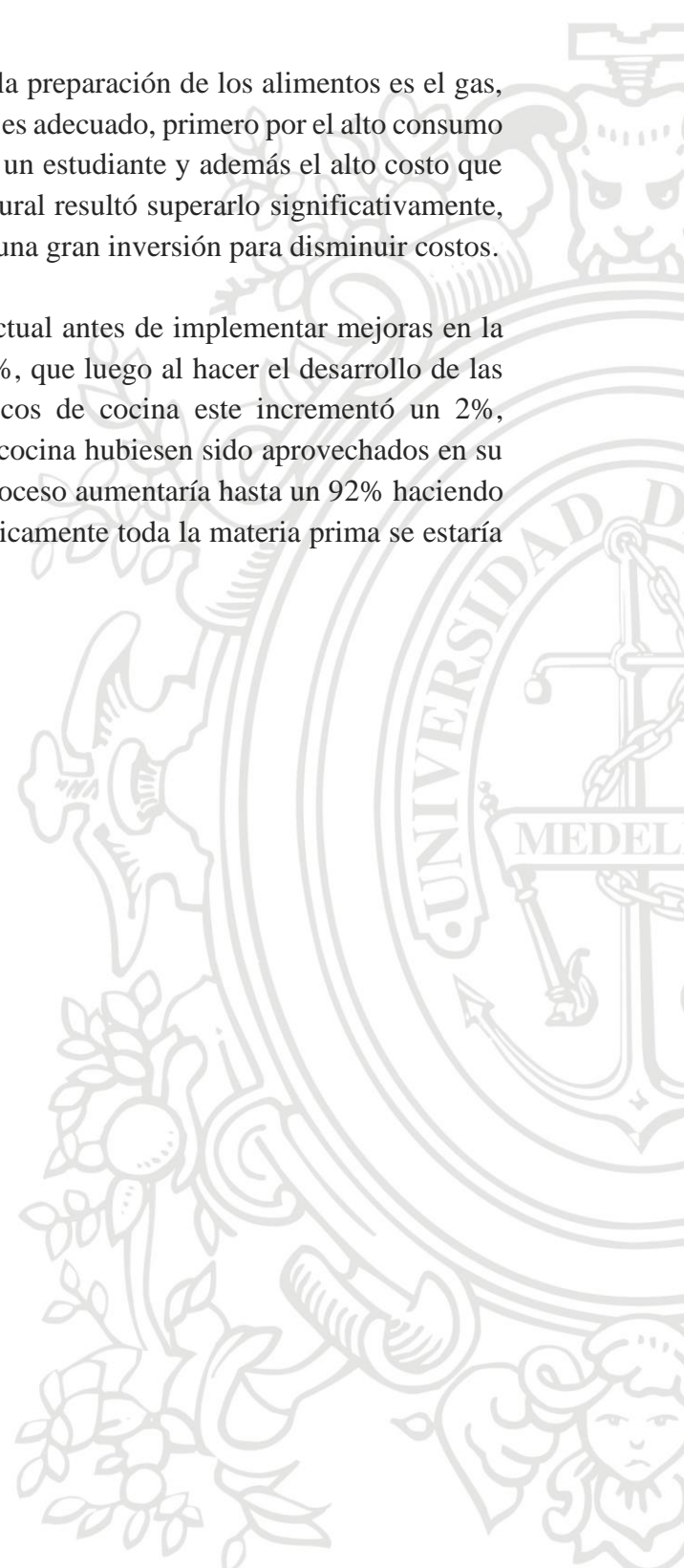
En cuanto a los residuos generados por los menús analizados se tiene que, la mayor cantidad de los residuos orgánicos provienen de la cocina cuando la materia prima pasa por la etapa de adecuación y también por parte de los estudiantes al no consumir por completo los alimentos dispuestos. Sería adecuado hacer el máximo uso de la materia prima por parte de las manipuladoras de alimentos para que así las porciones de los diferentes ingredientes que van a la basura sean menores, puesto que muchas verduras en su proceso de adecuación no suelen ser utilizadas al máximo. La cantidad total de residuos generados en este estudio fue de más de media tonelada, y al considerar la cantidad de almuerzos que se pueden hacer en un año esta cifra de residuos en total pueden ascender hasta 7 toneladas.

Los residuos orgánicos que se generan en la cocina diariamente son una cantidad considerable, las cuales al tener en cuenta que la institución cuenta con varias huertas que hacen parte de un proyecto de una media técnica, sería muy importante aplicar a lo largo del año escolar la técnica de pacas digestoras para obtener compost con excelentes nutrientes y libres de químicos, el cual puede ser utilizado para sembrar diversos productos agrícolas. Si esta técnica de compostaje se

aplica en la institución traería consigo impactos positivos, como concientizar e instruir a los estudiantes y demás miembros de la institución, además los grandes beneficios ambientales que proporcionan las pacas digestoras.

El consumo energético que se da en el proceso para la preparación de los alimentos es el gas, el cual al utilizar cilindros de gas se tienen que este no es adecuado, primero por el alto consumo que se tiene para preparar un plato de almuerzo para un estudiante y además el alto costo que se tiene de éste, que al ser comparado con el gas natural resultó superarlo significativamente, considerando así que la red de gas natural podría ser una gran inversión para disminuir costos.

Por último, al determinar la eficiencia del proceso actual antes de implementar mejoras en la gestión de los residuos se determinó un valor de 86%, que luego al hacer el desarrollo de las pacas digestoras aprovechando los residuos orgánicos de cocina este incrementó un 2%, llegando así al 88%. Si los residuos generados en la cocina hubiesen sido aprovechados en su totalidad y no tirados en la basura la eficiencia del proceso aumentaría hasta un 92% haciendo así que el proceso fuese aún más eficiente pues prácticamente toda la materia prima se estaría aprovechando al máximo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Rojas A. Fundamentos de procesos químicos. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Manizales. Colombia. 2012
- [2] Reif S. y Jaramillo J. Elementos de procesos. Universidad del Valle. Cali. Colombia. 1990.
- [3] Jiménez A. Diseño de procesos en ingeniería química. Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya. Mexico. 2003
- [4] Vicedo L. Balances de materia sin reacción química. Tecnologías Ambientales y Sostenibilidad
https://www.academia.edu/28016636/Tema_1.1_Balances_de_materia_sin_reacci%C3%B3n_qu%C3%ADmica_Tecnolog%C3%ADas_Ambientales_y_Sostenibilidad
- [5] tratamiento de residuos. 2014. <https://www.recytrans.com/blog/tratamiento-de-residuos/>
- [6] Manual de compostaje. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. España. http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_de_compostaje.pdf
- [7] La paca digestora: una opción limpia para aprovechar residuos orgánicos. 2017. <http://esferaviva.com/paca-digestora-opcion-limpia-de-aprovechamiento-de-residuos-organicos/>
- [8] Pacas Bio-digestoras, una opción ecológica. 2013. <http://www.joventaoista.org/pacas-bio-digestoras-una-opcion-ecologica/>
- [9] Pacheco J. ¿Qué es la optimización de un proceso? 2017. <https://www.heflo.com/es/blog/automatizacion-procesos/que-es-optimizacion-procesos/>
- [10] Alcaldía Mayor de Bogotá; Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias. Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- [11] Röben E. Manual de compostaje para Municipios. Ecuador. 2002. Pág 17. <http://www.resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeparaMunicipios.pdf>
- [12] Silva G. Manejo limpio y sano de residuos biodegradables en pacas digestoras Silva. Medellín, Colombia. 2012. https://www.academia.edu/34067428/Paca_Digestora_Silva
- [13] Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles CPTS. Guía técnica de producción más limpia para curtimbres. Bolivia. 2003
- [14] Mulero A. Termodinámica y termotecnia. Tema 3: Combustibles. http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/tablas_tema_3.pdf
- [15] Capitán de Corbeta Peroza J. Fuentes de energía para la generación de potencia en buques militares. Cartagena, Colombia. 2013. <https://cidin.co/index.php/cidin/2013/paper/viewFile/42/27>
- [16] Empresas Públicas de Medellín EPM. Aplicación tarifas gas natural, Valle de Aburrá. 2019. <https://www.epm.com.co/site/Portals/2/GAS/Tarifas/2019/Tarifas/Tarifas%20Diciembre.pdf?ver=2019-11-13-174720-740>
- [17] Ortiz J. ¿Cuánto subirá el precio de la pipeta de gas en Antioquia?. Medellín, Colombia. 2018. <https://www.elcolombiano.com/antioquia/precio-de-la-pipeta-de-gas-en-antioquia-AD9858354>

[18] Ecopetrol. Cambio Climático, Calcule su huella de CO₂.
<https://www.ecopetrol.com.co/especiales/calculadoraAmbiental/co2.html>

[19] Lemus L. Evaluación de la huella de carbono para el aprovechamiento de residuos orgánicos. 2018.

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/29236/41092032_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y , fecha de acceso: 27/12/19

[20] EPM. Tips para el uso inteligente. Medellín, Colombia.

https://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/clientes-y-usuarios/empresas/energ%C3%ADa/grandes-empresas/tips-para-el-uso-inteligente



Menú N°4	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 8 años 11 meses) g/cc		CUARTO A OCTAVO (9 a 13 años 11 meses) g/cc		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/cc		Menú N° 5	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 8 años 11 meses) g/cc		CUARTO A OCTAVO (9 a 13 años 11 meses) g/cc		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/cc	
	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida		P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida
Frijoles con hogao							Crema de papa						
Frijol lima	15	30	25	50	35	70	Papa capira	20	16	45	36	55	44
Plátano hartón verde	35	23	55	36	60	40	Zanahoria	20	18	25	22,5	30	27
Zanahoria	15	13,5	20	18	25	22,5	Papa criolla	40	40	50	50	60	60
Auyama	15	10,5	20	14	25	17,5	Sal yodada	0,8		0,9		1	
Sal yodada	0,8		0,9		1		Tomate chonto	5	4,5	5	4,5	5	4,5
Hogao		7		7		14	Cebolla Junca	3	2,7	3	2,7	3	2,7
Aceite	3		4		5		Cilantro	1	0,9	1	0,9	1	0,9
Tomate chonto	5	4,5	5	4,5	10	9	Ajo	0,5		0,5		0,5	
Cebolla Junca	3	2,7	3	2,7	6	5,4							
Sal yodada	0,2		0,2		0,2								
Arepa redonda		40		50		60							
Arepa redonda	40		50		60								
Arroz Blanco		81		108		135	Arroz con zanahoria		81		108		135
Arroz fortificado	30	81	40	108	50	135	Arroz fortificado	30	81	40	108	50	135
Sal yodada	0,6		0,8		1		Zanahoria	3		6		8	
Aceite	2		3		4		Sal yodada	0,6		0,8		1	
Cebolla junca	0,2		0,2		0,2		Aceite	2		3		4	
							Cebolla Junca	0,2		0,2		0,2	
Carne de res sofrita		41		68		75	Atún sofrito		32		50		60
Carne de res	55	41	90	68	100	75	Atún tomado en agua (para desmenuar)		32		50		60
Aceite	1,5		2		2		Tomate chonto	8		8		8	
Sal yodada	0,5		0,6		0,7		Cebolla Junca	4		4		4	
							Sal yodada	0,3		0,4		0,5	
							Aceite	1		1		1	
70 Tomate en cubos		17		26		30	Torta de Auyama		74		90		112
Tomate chonto pintón	20		30		35		Auyama	25	17,5	30	21	35	24,5
Cilantro	2		2		2		Harina de trigo fortificada	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Sal yodada	0,2		0,2		0,2		Avena en hojuelas	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Jugo de limón	5		5		5		Huevo de gallina	10	10	10	10	10	10
							Azúcar refinada	10	10	10	10	10	10
							Aceite	8		10		12	
							Esencia de vainilla	0,2		0,2		0,2	
							Queso blanco o campesino	20	20	30	30	40	40
200 Sorbete de fruta		200		200		200	Jugo de fruta		200		200		200
Pulpa fruta dulce grupo N°1	60		60		60		Pulpa fruta ácida grupo N°2	60		60		60	
Azúcar refinada	10		10		10		Azúcar refinada	20		20		20	
Leche líquida entera UHT	100		150		180								

Menú N°9	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 8 años 11 meses) g/cc		CUARTO A OCTAVO (9 a 13 años 11 meses) g/cc		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/cc		Menú N° 10	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 8 años 11 meses) g/cc		CUARTO A OCTAVO (9 a 13 años 11 meses) g/cc		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/cc	
	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida		P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida
Sopa de papa							Espaguetis con Atún		99		144		181
Papa capira	20	16	30	24	35	28	Espaguetis	25	67	35	94	45	121
Papa criolla	20	20	30	30	35	35	Atún lomito en agua (peso drenado)		32		50		60
Avena en hojuelas	5	5	5	5	5	5	Crema de leche margarina suave de mesa	10		13		15	
Zanahoria	15	13	18	16	20	18	Queso mozzarella (en bloque para	3		4		6	
Tomate chonto	5		5		5		Salsa de tomate	20		30		40	
Cebolla Junca	3		3		3		Tomate chonto	5		8		10	
Cilantro	1		1		1		Cebolla Junca	15		20		25	
Ajo	0.5		0.5		0.5		Cilantro	3		3		3	
Sal yodada	0.8		0.9		1		Ajo	1		1		1	
							Sal yodada	1		1		1	
							Aceite	0,3		0,4		0,5	
								3		4		6	
Carne de res desmechada		41		68		75	Pan mantequilla redondo		30		40		50
Carne de res	55	41	90	68	100	75	Pan mantequilla	30		40		50	
Tomate chonto	30		40		40								
Cebolla Junca	10		10		10								
Zanahoria	10		15		20								
Sal yodada	0.5		0.6		0.7								
Aceite	1		1,5		2		Ensalada fresca		31		38		42
Salsa de tomate	10		10		10		Repollo blanco	20	14	30	21	35	25
							Zanahoria	10	9	10	9	10	9
							Tomate chonto pintón	10	8	10	8	10	8
							Sal yodada	0,2		0,2		0,2	
							Jugo de limón	5		5		5	
Arroz con espinaca		81		108		135							
Arroz fortificado	30	81	40	108	50	135							
Sal yodada	0.6		0.8		1								
Aceite	2		3		4								
Cebolla Junca	0,2		0,2		0,2								
Espinaca	5		6		7								
Plátano maduro calado		39		52		72							
Plátano hartón maduro	60	39	80	52	110	72							
Panela	2,5		2,5		2,5								
Fruta Entera													
Fruta entera grupo N°2	*V	70-80	*V	70-80	*V	70-80	Jugo de fruta		200		200		200
							Pulpa fruta dulce grupo N°1	60		60		60	
Bebida chocolatada fría o caliente		200		200		200	Azúcar refinada	10		10		10	
Polvos instantáneos fortificado con sabor a chocolate	12		12		12								
Leche en polvo entera	13		20		24								
Azúcar refinada	5		5		5								

Menú N°11	TRANSICIÓN N.º A TERCERO (4 a 8 años (11 meses))						Menú N°12						TRANSICIÓN N.º A TERCERO (4 a 8 años (11 meses))						Menú N°13						
	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida			
Garbanzos guisados							Albóndigas en salsa	55		90		100	Cazuela de Frijoles												
Garbanzos	15	30	25	50	35	70	Albóndigas de carne rda ras	55		90		100	Frijol lima	15	30	25	50	35	70						
Papa capira	20	16	30	24	30	24	Salsa de tomate	5		5		5	Platano hartón verde	20	13	47	31	50	33						
Zanahoria	14	13	16	14	16	14	Tomate chonto	20		30		30	Zanahoria	30	27	40	26	45	40,5						
Tomate chonto	5		5		5		Cebolla Junca	3		3		3	Sal yodada	0,8		0,9		1,0							
Cebolla Junca	3		3		3		Cilantro	1		1		1	Hogao												
Cilantro	1		1		1		Ajo	0,5		0,5		0,5	Tomate chonto	10	9	15	13	20	18						
Ajo	0,5		0,5		0,5		Azúcar refinada	0,4		0,4		0,4	Cebolla Junca	3		3		6							
Sal yodada	0,8		0,9		1		Aceite	1,5		1,5		1,5	Aceite	2		3		4							
							Sal yodada	0,3		0,4		0,5	Sal yodada	0,4		0,4		0,4							
Arroz Rojo		81		108		135	Arroz con Zanahoria	81		108		135	Carne picada		41		68		75						
Arroz fortificado	30	81	40	108	50	135	Arroz fortificado	30	81	40	108	50	135	Carne de res	55	41	90	68	100	75					
Pimentón	5		5		5		Sal yodada	0,6		0,8		1	Tomate chonto	8		8		8							
Sal yodada	0,6		0,8		1		Aceite	2		3		4	Cebolla Junca	3		3		3							
Aceite	2		3		4		Zanahoria	5		6		8	Cilantro	1		1		1							
Cebolla Junca	0,2		0,2		0,2		Cebolla Junca	0,2		0,2		0,2	Ajo	0,5		0,5		0,5							
													Sal yodada	0,5		0,6		0,7							
Huevo cocido		50		50		50	Papa cocida		75		125		150	Aceite	1,5		1,5		1,5						
Huevo de gallina	55	50	55	50	55	50	Papa capira con cáscara	75		125		150													
Sal yodada	0,3		0,3		0,3		Sal	0,3		0,3		0,3													
							Mostaneza	10		12		15													
Tortitas de Papa		80		126		164	Ensalada Fresca		24		24		32	Plátano maduro picado con queso		72		108		138					
Papa capira	50	40	95	76	110	104	Repollo morado	15	11	15	10,5	20	14	Plátano hartón maduro	80	52	120	78	150	98					
Sal yodada	0,6		0,7		0,8		Tomate chonto	15	14	15	13,5	20	18	Queso mozzarella (en bloque para rallar)	20		30		40						
Harina de trigo fortificada	5	5	5	5	5	5	Cilantro	1		1		1	Aceite	4		6		8							
Huevo de gallina	10	10	10	10	10	10	Vinagre de frutas	0,3		0,3		0,3													
Polvo de bizcocho	5	5	5	5	5	5	Sal yodada	0,3		0,3		0,3													
Quesu blanco o mozzarella	20	20	30	30	40	40	Jugo de limón	5		5		5													
Aceite	10		12		14		Azúcar	0,5		0,5		0,5													
Tomate verde en rodajas		27		36		45							Arroz Blanco		81		108		135						
Tomate chonto verde	30		40		50								Arroz fortificado	30	81	40	108	50	135						
Sal yodada	0,2		0,2		0,2								Sal yodada	0,6		0,8		1							
Jugo de limón	5		5		5								Aceite	2		3		4							
													Cebolla Junca	0,2		0,2		0,2							
							Batido de fruta		200		200		200												
							Pulpa de fresa	40		40		40													
							Banano	-	20	-	20	-	20												
							Azúcar refinada	10		10		10													
Jugo de fruta		200		200		200	Leche en polvo entera	13		20		24	Jugo de guayaba		200		200		200						
Pulpa fruta ácida grupo N°2	60		60		60								Guayaba pintona (fruta)	60		60		60							
Azúcar refinada	20		20		20								Azúcar refinada	10		10		10							

*V: Peso bruto variable, dependiendo de la fruta entregada.

Menú N° 14	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 8 años (11 meses))		CUARTO A OCTAVO (8 a 13 años (11 meses))		NOVENO A ONCE (14 a 17 años (11 meses))		Menú N° 15	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 8 años (11 meses))		CUARTO A OCTAVO (9 a 13 años (11 meses))		NOVENO A ONCE (14 a 17 años (11 meses))	
	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida		P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida
	g/cc		g/cc		g/cc			g/cc		g/cc		g/cc	
Hamburguesa de Carne de Res		115		180		210	Sopa de Verduras						
Torta de carne de res precocida	55	55	90	90	100	100	Papa capira	20	16	30	24	35	28
Pan hamburguesa	40	40	60	60	70	70	Papa criolla	20	20	30	30	35	35
Queso mozzarella en lo	20	20	30	30	40	40	Habichuela	10	9	12	10,8	12	10,8
Aceite	1,0		1,5		1,5		Zanahoria	15	13,5	18	16,2	20	18
							Auyama	20	10,5	25	12,6	25	14
							Sal yodada	0,8		0,9		1	
							Tomate chonto	5		5		5	
							Cebolla Junca	3		3		3	
							Cilantro	1		1		1	
							Ajo	0,5		0,5		0,5	
							color	0,1		0,1		0,1	
Papas a la francesa							Arroz Blanco		81		108		135
Papa capira con aceite	75		125		150		Arroz fortificado	30	81	40	108	50	135
Aceite	10		11		13		Sal yodada	0,6		0,8		1	
Sal yodada	0,6		0,8		1		Aceite	2		3		4	
							Cebolla Junca	0,2		0,2		0,2	
							Tortas de Atún		74		106		125
							Atún lomito en agua (peso drenado)		32		50		60
							Harina de trigo fortificada	15	15	15	15	15	15
							Huevo de gallina	10	5	10	5	10	5
							Sal yodada	0,3		0,4		0,5	
Ensalada para la hamburguesa		46		53		77	Queso blanco o campesino	15	15	30	30	40	40
Repollo blanco	25	17	35	24	40	28	Zanahoria	10	9	14	12,6	15	13,5
Zanahoria	10	9	10	9	10	9	Tomate chonto	5	4,5	5	4,5	5	4,5
Mayonesa	5		6		7		Cebolla Junca	3		3		3	
Azúcar	1		1		1		Cilantro	1		1		1	
Tomate chonto pimiento verde	20		20		40		Ajo	0,5		0,5		0,5	
							Aceite	10		11		13	
							Papa salteada		24		40		52
							Papa capira	30	24	50	40	65	52
							Margarina suave de mesa	5		5		5	
							Sal yodada	0,3		0,3		0,3	
							Cilantro	1		1		1	
Jugo de Fruta		200		200		200							
Pulpa de fruta ácida del grupo N° 2 - FRUCCOMOD	60		60		60								
Azúcar refinada	20		20		20								
							Jugo de fruta		200		200		200
							Pulpa fruta dulce grupo N°1	60		60		60	
							Azúcar refinada	10		10		10	
Yogurt griego		100		100		100							
Yogurt griego o tipo griego con probióticos	100		100		100								

Menú N°19	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 6 años 11 meses) g/cc		CUARTO A OCTAVO (9 a 13 años 11 meses) g/cc		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/cc		Menú N° 20	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 6 años 11 meses) g/cc		CUARTO A OCTAVO (9 a 13 años 11 meses) g/cc		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/cc	
	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida		P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida
Frijoles							Sánduche de pollo		140		187		215
Frijol lima	15	30	25	50	35	70	Pan blanco tajado	40	40	40	40	40	40
Plátano hartón verde	35	24,5	45	29	50	32,5	Pechuga de pollo sir	55	44	90	72	100	80
Zanahoria	15	13,5	20	18	25	22,5	Sal yodada	0,8		0,9		1	
Auyama	15	10,5	20	14	25	17,5	Tomate chonto	5		5		5	
Sal yodada	0,8		0,9		1		Cebolla Junca	3		3		3	
Tomate chonto	5	4,5	5	4,5	5	4,5	Ajo	0,5		0,5		0,5	
Cebolla Junca	3	2,7	3	2,7	3	2,7	Queso mozzarella en lonjas	20	20	30	30	40	40
Cilantro	0,5		0,5		0,5		Maíz tierno	9		10		12	
Ajo	0,5		0,5		0,5		Zanahoria	20	18	25	22,5	30	27
							Repollo blanco	20	14	25	17,5	30	21
Arroz blanco		81		108		135	Mostaneza	10		12		15	
Arroz fortificado	30	81	40	108	50	135							
Sal yodada	0,6		0,8		1		Papas a la francesa						
Aceite	2		3		4		Papa capira con cáscara	65		130		170	
Cebolla Junca	0,2		0,2		0,2		Aceite	10		12		16	
							Sal yodada	0,6		0,8		1	
Huevo revuelto con aliños		50		50		50							
Huevo de gallina	55	50	55	50	55	50							
Cebollín	3		3		3								
Tomate chonto maduro	3		3		3								
Aceite	2		2		2								
Sal yodada	0,3		0,3		0,3								
Tajada de plátano maduro con queso		66		108		138							
Plátano hartón maduro	70	46	120	78	150	98							
Aceite	8		10		14								
Queso mozzarella en l	20	20	30	30	40	40							
Ensalada Fresca		19		27		35							
Repollo blanco	15	10	20	14	25	17							
Tomate chonto	10	9	15	13	20	18							
Cilantro	2		2		2								
Jugo de limón	5		5		5								
Sal yodada	0,3		0,3		0,3								
							Jugo de fruta		200		200		200
							Pulpa fruta ácida grupo N°2	60		60		60	
							Azúcar refinada	20		20		20	
Jugo de Fruta		200		200		200							
Pulpa fruta dulce grupo N°1	60		60		60								
Azúcar refinada	10		10		10								



Menú N°16	TRANSICIÓN A TERCERO (4 a 8 años 11 meses) g/c		CUARTO A OCTAVO (8 a 13 años 11 meses) g/c		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/c		Menú N°19		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/c		CUARTO A OCTAVO (8 a 13 años 11 meses) g/c		Menú N°20		CUARTO A OCTAVO (8 a 13 años 11 meses) g/c		NOVENO A ONCE (14 a 17 años 11 meses) g/c	
	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida	P. bruto	P. servida
Goulash de res	67	94																
Carné de res	55	41	80	68	100	75	105											
Zanahoria	20	18	20	18	25	23	30	25	50	35	70	50	35	70	50	35	70	50
Sal yodada	0.5	0.6	0.6	0.7	0.5	0.48	0.6	0.48	110	88	140	112	90	72	100	80	100	80
Tomate chonto	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cebolla junca	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cilantro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ajo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Acetate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arroz con Pimentón	81	108																
Arroz con pimentón	30	81	40	108	50	135	108											
Sal yodada	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acetate	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pimentón	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cebolla junca	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Papa chirimada	60	100																
Papa capria	75	60	125	100	150	120	120											
Tomate chonto	10	16	20	20	20	20	20											
Cebolla junca	10	16	20	20	20	20	20											
Acetate	3	4	5	5	5	5	5											
Sal yodada	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6											
Ensalada dulce	30	34																
Repollo blanco	15	11	20	14	30	21	25											
Mango	25	20	25	20	35	28	28											
Azúcar refinada	3	3	3	3	3	3	3											
Crema de leche	7	8	12	12	12	12	12											
Fruta Entera	70	70	70	70	70	70	70											
Fruta grupo N°1	200	200	200	200	200	200	200											
Yogurt	200	200	200	200	200	200	200											
Pulpa de fruta grupo N°1	60	60	60	60	60	60	60											
GUANABANA	10	10	10	10	10	10	10											
Azúcar refinada	100	150	180	180	180	180	180											
Leche																		
Jugo de fruta	200	200	200	200	200	200	200											
Pulpa de fruta grupo N°2	60	60	60	60	60	60	60											
Azúcar refinada	20	20	20	20	20	20	20											
Jugo de fruta	200	200	200	200	200	200	200											
Pulpa de fruta grupo N°1	60	60	60	60	60	60	60											
Azúcar refinada	20	20	20	20	20	20	20											

*V. Pese bruto variable, dependiendo de la fruta entregada.

Anexo 2. CANTIDADES DE PORCIONES SERVIDAD POR PLATO EN CADA MENÚ

Estos valores son independientes de la cantidad de almuerzos a servir, pues se trata de la cantidad de cada ración que va en un plato.

ANEXO A. Ciclo de Menú	Modalidad: Ración preparada en sitio		Tipo: Complemento tipo almuerzo		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5							
	TRANSICIÓN A (4 a 8 años)	OCTAVO (9 a 13 años)	NOVENO A ONCE (14 a 17 años)	UNIDAD DE MEDIDA	TRANSICIÓN A (4 a 8 años)	OCTAVO (9 a 13 años)	NOVENO A ONCE (14 a 17 años)	UNIDAD DE MEDIDA	TRANSICIÓN A (4 a 8 años)	OCTAVO (9 a 13 años)	NOVENO A ONCE (14 a 17 años)	UNIDAD DE MEDIDA	TRANSICIÓN A (4 a 8 años)	OCTAVO (9 a 13 años)	NOVENO A ONCE (14 a 17 años)	UNIDAD DE MEDIDA				
Arroz con madero	0	0	435	libra	Arroz mixto	0	0	435	Bistec de carne de res	0	0	435	Frijoles con hogao	0	0	435	Crema de papa	0	0	435
Arroz fortificado	0	0	43,50	libra	Arroz fortificado	0	0	43,50	Carne de res	0	0	43,50	Frijol lima	0	0	43,50	Papa capira	0	0	43,50
Aceite	0	0	1,74	litros	Sal yodada	0	0	0,87	Sal yodada	0	0	0,87	Palmito hartón verde	0	0	26,1	Zanahoria	0	0	13,05
Sal yodada	0	0	0,87	litros	Aceite	0	0	3,48	Aceite	0	0	1,09	Patata	0	0	10,975	Kilos	0	0	13,05
Cebolla junca	0	0	0,09	kilos	PIERNA O BRAZO DE CERDO	0	0	43,50	Papa capira	0	0	65,25	Ayuuna	0	0	10,875	Kilos	0	0	2,18
Aceite	0	0	2,81	litros	Muchachuela	0	0	0,00	Tomate chonto	0	0	2,18	Sal yodada	0	0	0,87	litros	0	0	1,31
Plátano hartón madero	0	0	56,55	kilos	Zanahoria	0	0	8,70	Cebolla junca	0	0	1,31	Hogao	0	0	2,175	litros	0	0	0,44
Huevo revuelto	0	0	435,00	und	Cebolla junca	0	0	1,31	Color	0	0	0,44	Aceite	0	0	4,35	kilos	0	0	0,22
Huevo de gallina x 5gr	0	0	0,26	libras	Tomate chonto	0	0	2,18	Ap	0	0	0,22	Tomate chonto	0	0	2,18	kilos	0	0	26,1
Sal yodada	0	0	1,74	litros	Alp	0	0	0,00	Color	0	0	0,87	Cebolla junca	0	0	2,61	kilos	0	0	73,95
Aceite	0	0	0,87	litros	Alp	0	0	0,00	Salsa de tomate	0	0	10,875	Sal yodada	0	0	62,771	litros	0	0	73,95
Lentijas Guisadas	0	0	30,45	libra	Sal (carne)	0	0	0,61	libras	0	0	0,61	Arroz Blanco	0	0	43,50	libra	0	0	43,50
Lentija	0	0	30,45	libra	Papas crífolas fritas	0	0	65,25	libras	0	0	43,50	Arroz fortificado	0	0	0,87	libra	0	0	3,48
papa capira	0	0	34,80	kilos	Papa crífolas con cascara	0	0	0,00	libras	0	0	43,50	Sal yodada	0	0	1,74	litros	0	0	0,87
Zanahoria	0	0	8,70	kilos	Aceite	0	0	0,00	libras	0	0	0,87	Cebolla junca	0	0	0,097	kilos	0	0	1,74
Sal yodada	0	0	0,87	litros	Sal yodada	0	0	0,87	libras	0	0	0,87	Aceite	0	0	0,00	litros	0	0	0,09
Tomate chonto	0	0	2,18	kilos	Ensalada de Frutas	0	0	21,75	kilos	0	0	0,09	Carne de res sofrita	0	0	43,50	kilos	0	0	257,05
Cebolla junca	0	0	1,31	kilos	Banano	0	0	11,40	kilos	0	0	24,80	Carne de res	0	0	0,87	litros	0	0	3,48
Clarineto	0	0	0,44	kilos	Papayuela o papaya	0	0	0,22	kilos	0	0	0,22	Aceite	0	0	0,00	litros	0	0	1,74
Ap	0	0	0,22	kilos	Marugo Tommy	0	0	7,25	paq	0	0	2,18	Sal yodada	0	0	0,00	litros	0	0	0,44
Aceite	0	0	1,74	litros	Leche condensada	0	0	0,00	paq	0	0	2,18	Cebolla junca	0	0	0,00	litros	0	0	0,44
Ensalada fresca	0	0	10,88	kilos	Crema de leche	0	0	0,00	paq	0	0	10,88	Aceite	0	0	0,00	litros	0	0	0,44
Repollo	0	0	15,23	kilos	Yogurt	0	0	435	und	0	0	2,18	Tomate en cubos	0	0	15,225	kilos	0	0	6,53
Zanahoria	0	0	0,87	kilos	Yogurt de melocotón, con protácticos	0	0	435	und	0	0	2,18	Carne de res	0	0	0,87	litros	0	0	13,05
Espinaca	0	0	0,87	kilos	Yogurt de melocotón, con protácticos	0	0	435	und	0	0	2,18	Arveja refrita x 40, 50 y 60	0	0	435	und	0	0	15,23
Mostaza	0	0	4,35	paq	Yogurt de melocotón, con protácticos	0	0	435	und	0	0	2,18	Arveja refrita x 40, 50 y 60	0	0	435	und	0	0	15,23
Miel de abeja	0	0	2,29	lca	Yogurt de melocotón, con protácticos	0	0	435	und	0	0	2,18	Arveja refrita x 40, 50 y 60	0	0	435	und	0	0	15,23
Jugo de fruta	0	0	26,10	kilos	Bebida Chocolateada	0	0	26,10	paq	0	0	26,10	Tomate chonto	0	0	15,225	kilos	0	0	6,53
Pulpa fruta ácida grupo N°2	0	0	26,10	kilos	Pavo instantáneo chocolate	0	0	4,35	libras	0	0	27,47	Clarineto	0	0	0,87	litros	0	0	78,30
Azúcar refinada	0	0	17,40	libras	Azúcar refinada	0	0	0,00	paq	0	0	27,47	Sal yodada	0	0	0,174	litros	0	0	8,70
agua	0	0	52,20	litros	Leche en polvo entera	0	0	0,00	paq	0	0	73,95	Jugo de limón	0	0	2,175	litros	0	0	5,22
Yogur griego	0	0	435,00	und	Fruta entera	0	0	41,33	kilos	0	0	41,33	Sorbete de fruta	0	0	26,1	litros	0	0	34,80
Yogur griego tipo x 100gr	0	0	435,00	und	Fruta entera	0	0	41,33	kilos	0	0	41,33	Pulpa fruta ácida grupo N°1	0	0	26,1	litros	0	0	26,10
ACEITE	0,00	0,00	7,83	LT	ACEITE	0,00	0,00	2,83	LT	0,00	0,00	2,83	ACEITE	0,00	0,00	2,70	LB	0,00	0,00	2,18
SAL	0,00	0,00	2,00	LB	SAL	0,00	0,00	1,91	LB	0,00	0,00	1,91	SAL	0,00	0,00	8,70	LB	0,00	0,00	26,10
AZUCAR	0,00	0,00	17,40	LB	AZUCAR	0,00	0,00	4,35	LB	0,00	0,00	4,35	AZUCAR	0,00	0,00	26,10	LB	0,00	0,00	26,10

*V: Paso bruto variable, dependiendo de la fruta entregada.

