

## Aplicación de un PDCA en el área de envasado para la reutilización de subproductos en una destiladora del estado de Morelos

### Implementation of a PDCA in the packaging area for the reuse of by-products in a distillery in the state of Morelos

Emmanuel Palacios-Talavera <sup>a</sup>, Tomás E. Higareda-Pliego<sup>b</sup>, Julia Y. Arana- Llanes <sup>c</sup> Eduardo Palacios-Talavera <sup>d</sup>

#### Abstract:

This article proposes the new PDCA (Plan, Do, Check, Act) methodology to improve the byproduct recycling process for an agave distiller located in the state of Morelos, Mexico. Agave distillation creates challenges in the management of byproducts (styrofoam, cardboard, glass bottles, glass stoppers, plastic for the bottling process, plastic ties, filters, cardboard separators, plastic bottles, cork stoppers, tape strapping, glue, cardboard corners, plastic bags, personnel material, insurance sheets, paper pulp sheets), and the PDCA methodology has been used systematically within the company's packaging area applying a specific approach in the integration of a mobile application to facilitate the efficient management of these byproducts. The combination of the PDCA methodology and mobile technology seeks to optimize resources and reduce environmental impact, promoting sustainable practices in the distilling industry. During the Planning phase, problems are identified in the production area in the activities carried out, detecting that a good classification of waste is not carried out, which is why this research allowed us to establish goals that support a good classification of these by-products; For the Action phase, improvements in the collection of by-products and the training of personnel to do so were proposed and implemented. Verification involved monitoring and comparing data, and the Act phase included continuous adjustments based on feedback. The results obtained indicate efficient by-product management, waste reduction and contributions to sustainable development, offering guidance for similar companies faced with by-product management challenges.

#### Keywords:

PDCA (Plan, Do, Check, Act), Reuse of products, Distillery.

#### Resumen:

En este artículo se propone la nueva metodología PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) para mejorar el proceso de reciclado de subproductos para una destiladora de agave ubicada en el estado de Morelos, México. La destilación de agave genera desafíos en la gestión de subproductos ( unicel, cartón, botellas de vidrio, tapón de vidrio, plástico para el proceso de embotellado , cinchos de plástico, filtros, separadores de cartón, botellas de plástico, tapón de corcho, cinta fleje, pegamento, esquineros de cartón, bolsas de plástico, material para el personal, láminas de seguros, hojas de celulosa de papel), y la metodología PDCA ha sido empleada de manera sistemática dentro del área de envasado de la empresa aplicando un enfoque específico en la integración de una aplicación móvil para facilitar la gestión eficiente de estos subproductos. La combinación de la metodología PDCA y la tecnología móvil busca optimizar los recursos y reducir el impacto ambiental, promoviendo prácticas sostenibles en la industria destiladora. Durante la fase de Planificación, se identificaron problemas en el área de producción en las actividades que realizaban, detectando que no se lleva una buena clasificación de residuos, por lo cual esta investigación permitió establecer metas que apoyen a realizar una buena clasificación de estos subproductos; para la fase de Acción, se propusieron e implementaron acciones como la mejora en la recolección de los subproductos y la capacitación del personal para realizarlo. La verificación implicó la monitorización y comparación de datos, y la fase de Actuación incluyó ajustes continuos basados en retroalimentación. Los resultados obtenidos indican una gestión eficiente

<sup>a</sup> Emmanuel Palacios -Talavera, TECN/Instituto Tecnológico de Zacatepec, Maestría en Ingeniería Profesionalizante, Zacatepec, Morelos, México, <https://orcid.org/0009-0005-1419-2167>, Email: palaciostalavera8@gmail.com

<sup>b</sup> Tomás E. Higareda-Pliego, TECN/Instituto Tecnológico de Zacatepec, Sistemas y Computación, Zacatepec, Morelos, México, <https://orcid.org/0000-0003-4015-519X>, Email: tomas.hp@zacatepec.tecnm.mx

<sup>c</sup> Julia Y. Arana-Llanes, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tlahuelilpan, Hidalgo, México <https://orcid.org/0000-0002-4986-9765>, Email: julia\_arana@uaeh.edu.mx

<sup>d</sup> Eduardo Palacios-Talavera, TECN/Instituto Tecnológico de Zacatepec, Maestría en Ingeniería Profesionalizante, Zacatepec, Morelos, México, <https://orcid.org/0009-0009-9639-7455>, Email: mg04090256@zacatepec.tecnm.mx

Fecha de recepción: 10/04/2024, Fecha de aceptación: 30/04/2024, Fecha de publicación: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.29057/xikua.v11i22.12692>



de subproductos, reducción de desperdicios y contribuciones al desarrollo sostenible, ofreciendo una guía para empresas similares enfrentadas a desafíos de gestión de subproductos.

**Palabras Clave:**

PDCA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), Reutilización de productos, Destiladora.

## Introducción

De acuerdo con <sup>[1]</sup> La industria destiladora, en su continuo esfuerzo por la excelencia operativa y la sostenibilidad, se enfrenta a un desafío crucial en la gestión eficiente de los subproductos generados durante el proceso de embotellado del producto de exportación. Entiéndase por subproducto aquel producto secundario o adicional que se genera durante un proceso de producción principal. Este producto puede surgir como resultado de actividades industriales, agrícolas, comerciales o de cualquier otro tipo de proceso productivo. A menudo, los subproductos no son la principal fuente de ingresos o interés en un proceso, pero aun así pueden tener valor económico o utilidad en otros contextos. Además, los subproductos pueden ser materiales reciclables, componentes que se pueden reutilizar o elementos que requieren una disposición especial según su naturaleza y regulaciones ambientales. En un mundo donde la responsabilidad ambiental y la eficiencia son imperativos ineludibles, la optimización del reciclado de subproductos se vuelve esencial para el éxito de una destilería. En este contexto, la aplicación de la metodología Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA) emerge como una herramienta estratégica para impulsar mejoras continuas y sostenibles.

El proceso de destilación, aunque fundamental para la producción de bebidas alcohólicas, con lleva la generación de subproductos que, con frecuencia, son descartados generando un desecho o desperdicio. Este artículo explora la implementación concreta de la metodología PDCA para transformar estos subproductos en recursos valiosos, maximizando la eficiencia operativa y minimizando el impacto ambiental.

El objetivo de la investigación es analizar los resultados de la metodología PDCA en el proceso de embotellado del producto exportación dentro de la empresa destiladora de Morelos, con la finalidad de mejorar el almacenamiento de los subproductos que se generan. En las siguientes secciones, abordaremos la planificación detallada, la ejecución estratégica y los resultados verificados de la aplicación de PDCA en una destilería conocida. Al entender cómo esta metodología se integra con el proceso de reciclado de subproductos, se espera proporcionar un marco práctico y aplicable para otras destilerías que buscan alcanzar un equilibrio óptimo entre rendimiento industrial y responsabilidad ambiental.

## Caso de Aplicación

La destiladora en el estado de Morelos se especializa en la producción del destilado de agave en México. A pesar del éxito en la calidad de sus productos, enfrentaba desafíos en la gestión de subproductos durante el proceso de embotellado del producto de exportación, lo que a partir del análisis realizado durante a esta investigación, ha llevado a la decisión de implementar el ciclo PDCA, con la finalidad de mejorar la reutilización de los subproductos obtenidos. La situación actual ha sido evaluada mediante un análisis detallado de las actividades de la empresa, entrevistas y consultas al personal.

Se han identificado procedimientos que podrían mejorarse, especialmente en el ingreso de nueva información. Posteriormente, se ha consultado al personal para obtener más detalles sobre los procedimientos, lo cual puede observarse en la Sección 4.

## Metodología

De acuerdo con <sup>[2]</sup> la metodología PDCA también conocida como ciclo de la calidad o círculo de Deming, representa un enfoque cíclico fundamental para la gestión de calidad. Este ciclo contribuye de manera significativa a la ejecución organizada de los procesos, promoviendo la comprensión profunda de la necesidad de proporcionar altos estándares de calidad en productos o servicios.

A través de sus fases de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, el PDCA facilita una mejora continua, permitiendo a las organizaciones adaptarse, aprender de experiencias pasadas y optimizar sus operaciones de manera constante. Este ciclo repetido se convierte en un instrumento valioso para el logro y mantenimiento de la excelencia en la calidad.

Se fundamenta en cuatro etapas:

Planificar (Plan): Se determinan las políticas, los objetivos y los procesos para alcanzar los resultados de la organización.

Hacer (Do): Se impulsa la implementación de los procesos de acuerdo con todo lo planificado.

Verificar (Check): Se monitorean los procesos, los productos y servicios para confirmar que las actividades se ejecutaron según lo planificado.

Actuar (Act): Se toman acciones para el mejoramiento continuo del desempeño de los procesos y se establecen nuevos compromisos de cómo mejorar la próxima vez.

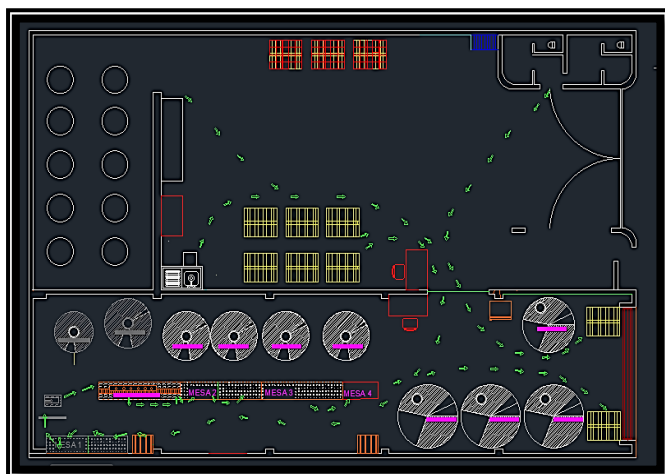
### Aplicaciones del ciclo PDCA dentro de la empresa

De acuerdo con <sup>[6]</sup> en esta sección se explica cómo se aplica el ciclo PDCA en una empresa destiladora durante

el proceso de embotellado del producto de exportación. Se detallan las actividades realizadas, mostrando cómo la empresa planifica, ejecuta, verifica y ajusta constantemente sus procesos de producción para mejorar la eficiencia y la calidad. Es importante destacar que el ciclo PDCA, también conocido como ciclo Deming, fue desarrollado por William Edwards Deming en la década de 1950, por lo que no se trata de una metodología nueva, pero sigue siendo ampliamente utilizada en la gestión de la calidad y la mejora continua.

### Sistema de gestión de la información

**Figura 1:** Diagrama del proceso de embotellado y los subproductos generados. Las flechas representan las actividades que se realizan y donde salen los subproductos.



**Figura 1.** Se muestra el diagrama de proceso del embotellado. (Imagen propia del autor).

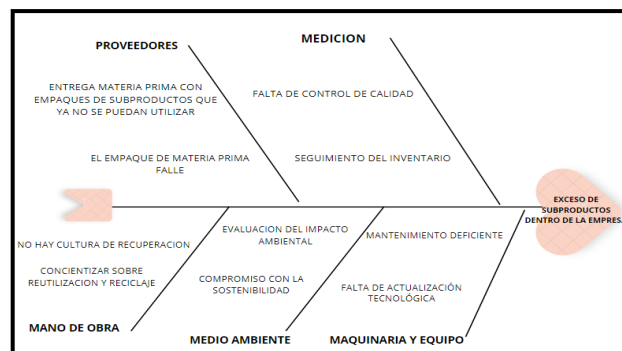
Este tipo de diagrama proporciona una representación visual del flujo de información, desde la fase de planificación hasta la entrega final del producto. Incluye la retroalimentación como parte integral para la mejora continua de todo el proceso. Sin embargo, durante el análisis de la empresa y la recopilación de información en el proceso de embotellado del producto de exportación, se observó una gestión ineficiente del espacio destinado a los subproductos generados durante las actividades productivas.

Esta ineficiencia tiene repercusiones tanto en los costos como en el medio ambiente.

Para abordar y corregir estos problemas identificados, se tomó la decisión de implementar la metodología PDCA. Este enfoque sistemático (Plan-Do-Check-Act) se ha elegido específicamente para tratar la gestión deficiente del espacio, con la intención de mejorar la eficiencia y reducir los impactos negativos en costos y medio ambiente en el área de producción.

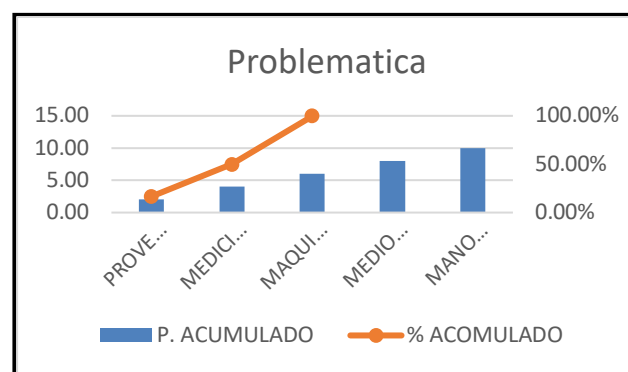
### Planear

En esta fase desarrollamos un diagrama de Ishikawa para visualizar posibles causas del problema lo cual permitió una comprensión profunda del problema, facilitando decisiones informadas y estrategias efectivas para mejorar la gestión de subproductos en la destiladora.



**Figura 2.** Diagrama de causa y efecto para poder identificar cuáles son las posibles causas. (Imagen propia del autor).

De acuerdo con [3] se elaboró diagramas de barras para llevar a cabo discusiones sobre las frecuencias de las causas señaladas en el diagrama de Ishikawa, teniendo en cuenta sus ponderaciones.



**Figura 3.** Problemas que afecta a la empresa con los datos anteriores del diagrama de Ishikawa. (Imagen propia del autor).

En la identificación del problema utilizamos preguntas 5W y 2H en el PDCA lo que permitió una comprensión detallada del problema y orientó acciones correctivas más específicas para mejorar la gestión de subproductos en la destiladora. A continuación, se mencionaron los resultados de las preguntas realizadas.

**Tabla 1.** Los aspectos de la situación actual de la empresa se categorizaron de acuerdo con el enfoque 5W + 2H (Imagen propia del autor).

	Descripción del problema por cliente/ubicación del problema: En el área del proceso de embotellado se originan subproductos
	Cuál es el problema: Utilice 5W + 2H determinar la situación actual
Vista del Cliente	
¿Qué?	Generación de subproductos en el área de envasado.
¿Por qué?	Falta de un sistema adecuado para gestionar y reutilizar los subproductos.
¿Cuándo?	Durante el proceso de envasado de productos.
¿Dónde?	Principalmente en las áreas de producción y almacenamiento de la empresa.
¿Cómo?	Los subproductos no están siendo recolectados y reutilizados efectivamente.
¿Cuánto?	Aumento del 15% en la cantidad de subproductos generados, impactando en la eficiencia y los costos.

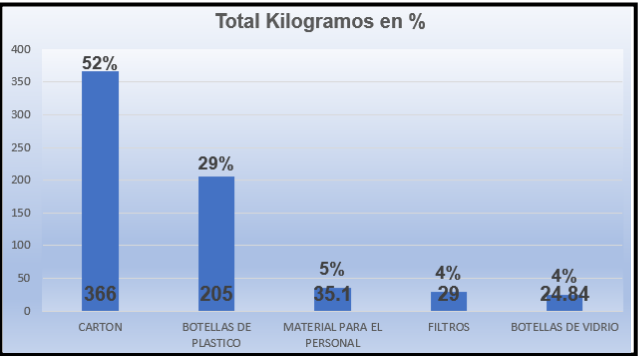
Vista de la Empresa	
¿Qué?	Generación excesiva de subproductos en el área de envasado.
¿Por qué?	Falta de un sistema eficiente para gestionar y reutilizar los subproductos.
¿Quién?	Personal de la destiladora es responsable de abordar este desafío.
¿Cuándo?	Durante el proceso de envasado de los productos.
¿Dónde?	En las áreas de producción y almacenamiento de la empresa.
¿Cómo?	Los subproductos no están siendo recolectados y reutilizados efectivamente, causando ineficiencias.
¿Cuánto?	Aumento del 15% en la cantidad de subproductos generados, impactando negativamente en la eficiencia y los costos de la empresa.

**Hacer**

**Poner en práctica las medidas del remedio.**

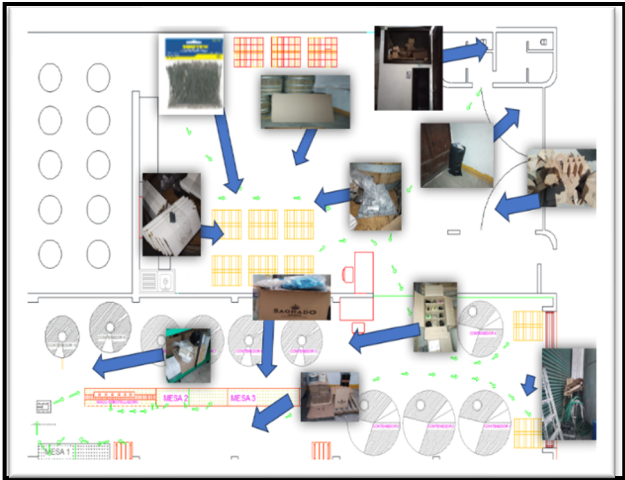
Como resultado de la información obtenida, se implementó una gráfica semestral que detalla las cantidades en kilogramos y en porcentaje de los subproductos generados en la empresa destiladora. Esta visualización se basa en análisis de porcentajes con

datos proporcionados en el proceso de embotellado del producto de exportación.



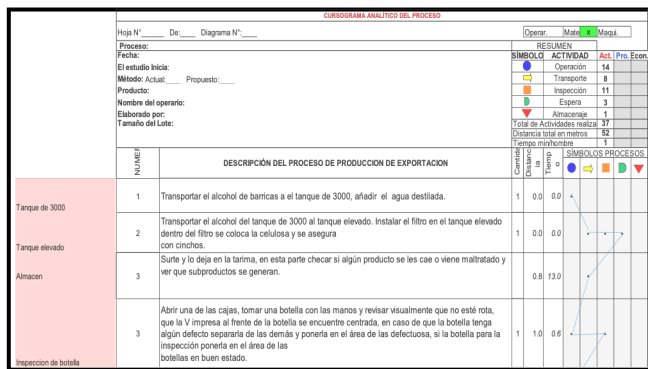
**Figura 4.** Se presenta el total semestral de subproductos, expresado en kilogramos y en porcentaje, generado en el proceso de embotellado del producto de exportación. (Imagen propia del autor).

De acuerdo con [4] se ha creado un diagrama de recorrido donde las flechas indican el flujo de materiales o productos a lo largo del proceso. En este caso, las flechas muestran cómo los subproductos del proceso de embotellado se desplazan hacia distintas áreas dentro de la empresa, proporcionando una representación visual del movimiento y gestión de dichos subproductos dentro de la cadena de producción.



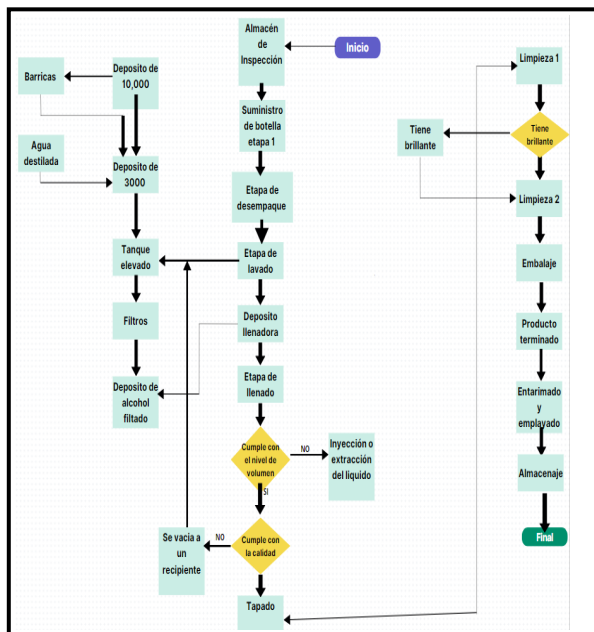
**Figura 5.** Este es el trayecto y almacenamiento de los subproductos generados. (Imagen propia del autor).

Además, se ha elaborado un cursograma que detalla las actividades del proceso de embotellado del producto de exportación, ofreciendo una representación visual del flujo de salida de subproductos. Este diagrama proporciona una visión estructurada de las distintas etapas del proceso de embotellado, desde su inicio hasta la generación de subproductos, permitiendo una comprensión clara de cada paso involucrado.



**Figura 6.** Cursograma analítico del proceso de actividades. (Imagen propia del autor).

Para proporcionar una descripción detallada de las actividades del proceso de embotellado del producto de exportación, es necesario conocer específicamente cuáles son esas actividades en el contexto de la empresa. A continuación, en la **Figura 7** se presenta un diagrama de flujo de las actividades generales en el proceso de embotellado de la empresa evaluada.



**Figura 7.** Diagrama de flujo de las actividades en el proceso del embotellado del producto de exportación. (Imagen propia del autor).

Así se describen las actividades del proceso de embotellado del producto de exportación:

**Tanque de 3000:** Transportar el alcohol de barricas al tanque de 3000, añadir el agua destilada.

**Tanque Elevado:** Transportar el alcohol del tanque de 3000 al tanque elevado. Instalar el filtro en el tanque elevado dentro del filtro se coloca la celulosa y se asegura con cinchos.

**Almacén:** Surte y lo deja en la tarima, en esta parte checar si algún producto se les cae o viene maltratado y ver que subproductos se generan.

**Inspección de botella:** Abrir una de las cajas, tomar una botella con las manos y revisar visualmente que no esté rota, que la V impresa al frente de la botella se encuentre centrada, en caso de que la botella tenga algún defecto separarla de las demás y ponerla en el área de los defectuosos, si la botella para la inspección ponerla en el área de las botellas en buen estado.

**Suministro de botella:** Tomar una caja de botellas del área de buen estado, cargarla y llevar a la tarima que se encuentra en la etapa de desempaque.

**Desempaque:** Tomar la caja de botellas de la tarima de desempaque colocar la caja en la mesa, abrir la caja y sacar las botellas acomodarlas de forma vertical en la mesa. Al terminar de sacar las botellas de la caja, debe verificar que dentro de la caja no se queden cristales dentro de lo contrario deberá vaciar los cristales en el recipiente y llevarlos a la etapa de cristal.

**Desempaque:** Tomar una de la botella con la mano izquierda que este sobre la mesa de desempaque, con la mano derecha tomar una de las fundas que se encuentran sobre la mesa y ponérsela a la botella, posicionar la N/A 50 botella al extremo derecho de la mesa de desempaque.

**Lavado:** Tomar de la mesa de desempaque 10 botellas enfundada y colocarlas en la lavadora la cual funciona con un botón este lo debe de presionar 3 veces, las dos primeras son rápidas de dos segundos y la tercera es larga manteniendo el botón presionado por 6 segundos El operador deberá saca las 10 botellas de la lavadora y posicionarlas en la banda transportadora de la máquina de llenado.

**Llenado:** Separar 6 botellas de la banda transportadora y colocarlas en posición para que el inyector las llene. Creación del instructivo de la máquina nueva.

**Tapón:** Tomar un tapón de la caja de tapones limpios, lubricar solo la punta del tapón en el recipiente de alcohol que se encuentra a la derecha y colocárselo a la botella haciendo un poco de presión para que quede N/A 51 bien tapado, tomar las botellas y transportarla a la mesa de



inspección y calidad que se encuentra de lado izquierdo del operador.

**Inspección y calidad:** Tomar la botella de la mesa, desenfundar la botella y colocar la funda en el recipiente de fundas. Cundo se haya llenado el recipiente de fundas deberá llevar las fundas a la etapa de desempaque. Posteriormente tomar la botella voltearla de en tal posición que el tapón quede hacia abajo, ponerla contra luz en la pared de fondo blanco y hacer la inspección visual, que consta en revisar que el alcohol dentro de la botella no se encuentre contaminado con algún agente externo, regresar la botella a su posición normal y verificar que la botella cuente con la lista de verificación Inspección y calidad 52 dos cristales incrustados. En caso de contar con los dos cristales pasará directo a la etapa de limpieza de lo contrario la botella deberá dejarla en la mesa que se encuentra bajo la etapa de limpieza.

**Etapas De Cristal:** Deberá caminar a la etapa de limpieza donde deberá tomar las botellas que se encuentran debajo de la mesa transportarlas a la espata de cristal, posteriormente tomara el pegamento pondrá una gota de este en el lugar donde haga falta, presionara por 5 segundos y dejara secar la botella a lado derecho de su mesa de trabajo. Pasado dos minutos tomara las botellas que se encuentran en proceso de secado y verificara que el cristal este pegado, N/A 53 posteriormente se debe transportar la botella a la etapa de limpieza.

**Etapas de limpieza:** Tomar la botella de la mesa, se contará con dos paños para limpiarla. Con el primer paño se tomará el líquido limpiador y se humedecerá el paño, se debe limpiar por los 4 lados de la botella haciendo movimientos circulares posteriormente se limpiará la base de la botella y por último el tapón cuidando que no quede ni una parte de la botella sucia o con residuos de pegamento en caso de que el cristal se le haya pegado. Tener el cuidado y revisar que la botella esté en perfectas condiciones de limpieza superficial. Al terminar la limpieza la botella se posicionará dentro de las en las líneas amarillas Lista de verificación de limpieza 54 dentro de estas transitará la botella hacia la siguiente etapa de embalaje.

**Etapas de Embalaje:** Tomar la botella de la mesa, tomar una bolsa de plástico de la mesa e introducir la botella dentro de esta bolsa, amarrar la bolsa por el cuello de la botella, tomar una etiqueta de la mesa y amarrarla del cuello de la botella posteriormente tomar una caja de regalo armarla e introducir la botella dentro de esta cerrar la caja de regalo y pasar la botella en su caja de regalo a la etapa de producto terminado.

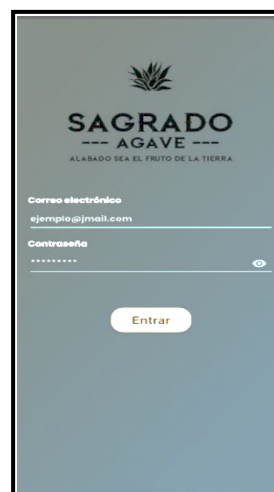
**Etapas De Producto terminado:** Tomar una caja de cartón posicionarla en la mesa posteriormente tomar el producto terminado e introducirlo dentro de la caja en donde se deben introducir y acomodar 6 cajas de regalo con el Embalaje Y Producto Terminado 55 producto terminado. Cerrar la caja, tomará la cinta desviva y con ella asegurar que la caja quede cerrada.

**Etapas de entarimado y empleado:** Tomar dos cajas del producto terminado y transportarlas al almacén de producción, en las zonas asignadas de almacenaje donde se las cajas se acomodarán en un pallet tomando en cuenta 4 cajas horizontales, 4 cajas verticales, 4 cajas de altura. Posteriormente ya que se tiene las 64 cajas en un pallet se emplea con plástico.

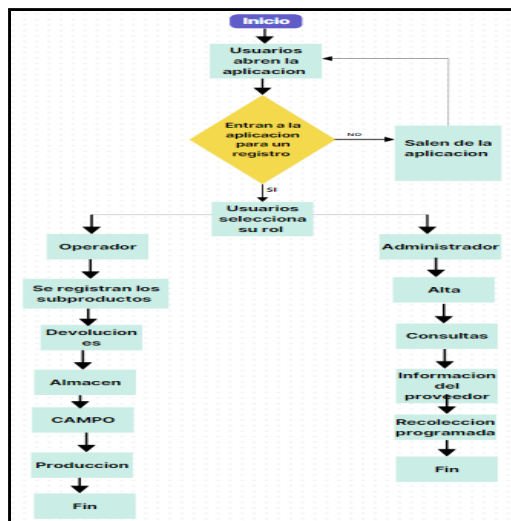
**Almacenaje:** almacenar todos los residuos en bolsas y colocarlas en el lugar para después tirar todo lo que se ha generado.

#### En la fase de Hacer de la metodología PDCA.

De acuerdo con <sup>[5]</sup> se ha diseñado una aplicación móvil para dar seguimiento y registro de los subproductos generados en el proceso de embotellado, sin embargo, la aplicación móvil está diseñada para permitir a los usuarios registrar y dar seguimiento a los subproductos generados durante el proceso de embotellado dentro de la empresa. Los usuarios pueden ingresar información detallada sobre los subproductos, como el tipo, la cantidad, la fecha y la ubicación de generación. Además, la aplicación ofrece la capacidad de generar informes y estadísticas sobre la producción de subproductos para facilitar la toma de decisiones y el análisis de datos. Mediante el uso de esta aplicación, las empresas pueden gestionar de manera eficiente sus subproductos, optimizar los procesos de producción y reducir desperdicios A continuación, se presenta un boceto del diseño de la aplicación y un diagrama de flujo de esta aplicación:



**Figura 8.** Diseño de la Aplicación móvil. (Imagen propia del autor).

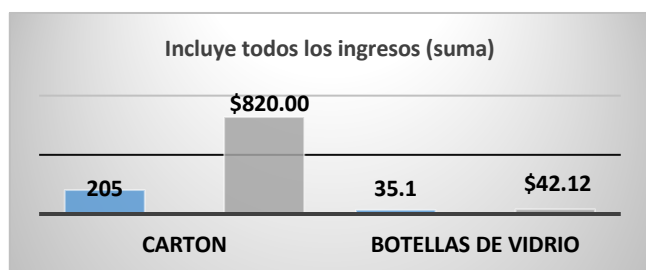


**Figura 8.** Diagrama de flujo de la Aplicación móvil. (Imagen propia del autor).

## Verificar

### Revisar los resultados obtenidos.

Durante las fases anteriores de la implementación del PDCA, se identificaron subproductos significativos y se procedió a clasificarlos. Como paso adicional, se optó por pesar estos subproductos en kilogramos para determinar su costo potencial. La decisión estratégica fue explorar la posibilidad de vender estos subproductos a centros de acopio. Esta nueva dirección ha generado oportunidades significativas para la empresa, marcando un paso positivo en la gestión de subproductos.



**Figura 9.** Se expone la cantidad total obtenida por la venta de todos los subproductos generados. (Imagen propia del autor).

Se describe el proceso para trasladar eficientemente los subproductos a un centro de acopio u otro destino. Este procedimiento incluye la logística y pasos necesarios para garantizar un transporte seguro y eficaz de los subproductos generados, contribuyendo a la estrategia de venta y gestión sostenible de los mismos.

**Tabla 2.** Se muestra el material destinado al transporte y mano de obra. (Imagen propia del autor).

Lo que será necesario	Cantidad
Mano de obra (Personas)	2
Trasporte (Camioneta)	1
Material (Rafia)	1 rollo
Herramientas (Carretilla)	1
Diablo de carga	1
Bolsas industriales para basura - 55-60 galones	1 kilo

## Actuar

### Prevenir recurrencias.

De acuerdo con <sup>[7]</sup> este artículo tiene como objetivo prevenir la repetición y la ocurrencia de problemas futuros a través del control, manejo y reciclaje eficiente de los subproductos generados en la empresa. Esta práctica facilita a los responsables de esta área del proceso la identificación, evaluación y cumplimiento del objetivo de reducir dichos subproductos. La metodología PDCA se puede alinear con normativas específicas para garantizar una disposición adecuada de los subproductos, proporcionando información detallada sobre sus características. Además, permite monitorear el ciclo de vida del subproducto desde su origen en el proceso, durante su desarrollo y hasta el final del proceso.

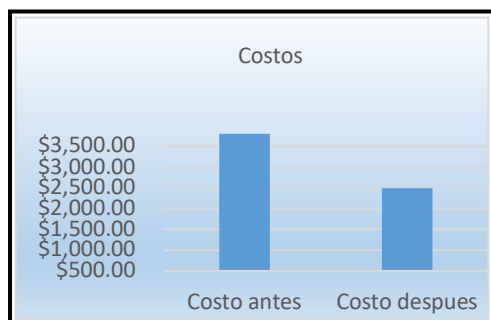
<sup>[2]</sup> Menciona que los beneficios de la aplicación de PDCA en el reciclado de subproductos con la aplicación móvil:

- Mejora constante de la eficiencia y la calidad del proceso de reciclado de estos subproductos.
- Reducción de desperdicios.
- Cumplimiento de regulaciones ambientales y responsabilidad social.
- Orientado hacia la sostenibilidad.
- Llevar un registro de estos subproductos generados dentro de la empresa a través de esta aplicación móvil.

## Conclusiones

La destiladora de agave en Morelos, México, ha aplicado con éxito el ciclo PDCA para reutilizar subproductos, resultando en la reducción de costos de eliminación de todos estos subproductos que se originan semestral es de (\$2,500). Y la generación de ingresos adicionales. A pesar de la inversión inicial en una aplicación móvil, los beneficios económicos superan este costo, destacando la rentabilidad a largo plazo de la innovación y eficiencia operativa. Nuestro estudio demuestra que se está incrementando la eficiencia operativa y disminuyendo el impacto Ambiental. Los aprendizajes adquiridos, como la

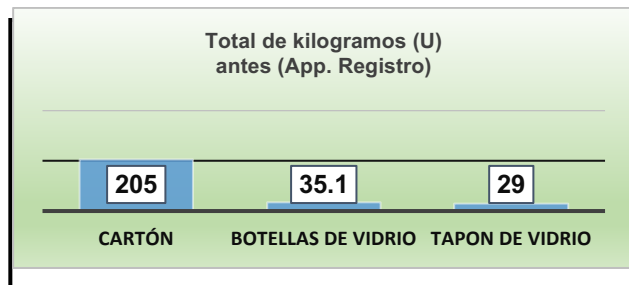
importancia de la adaptabilidad, se convierten en activos compartibles. La destiladora se posiciona como ejemplo de sostenibilidad y un modelo de negocio que muestra cómo la gestión inteligente de subproductos puede ser una fuente de ventaja competitiva. La implementación exitosa del ciclo PDCA sugiere su aplicabilidad en otras empresas, acelerando la adopción de prácticas sostenibles. A continuación se presenta la reducción de costos de eliminación.



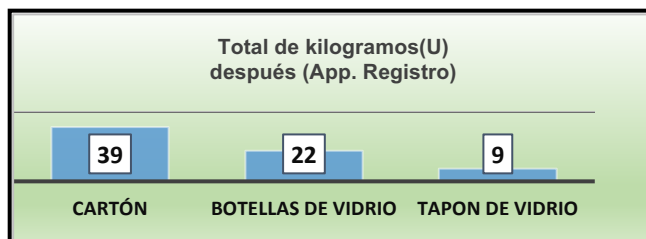
**Figura 10.** Reducción de costos de eliminación de subproductos semestral. (Imagen propia del autor).

## Resultados

La aplicación del ciclo PDCA permitió a la destiladora reducir significativamente los costos asociados con la eliminación de subproductos en (\$2,500) semestral, transformándolos en recursos aprovechables en lugar de considerarlos como meros residuos. Sin embargo, la reutilización de subproductos abrió nuevas oportunidades de mercado, permitiendo a la destiladora diversificar sus fuentes de ingresos a través de la venta de productos derivados de subproductos de destilación. Esta solución se reveló factible al problema analizado, debido a que es una reducción insignificante en relación con los costos de todo el proceso. A pesar de que la investigación y desarrollo de una aplicación móvil supusieron una inversión inicial, los beneficios derivados de la eficiencia operativa y la gestión de datos superaron estos costos, posicionando la aplicación como una inversión estratégica. En esta sección de resultados, es fundamental resaltar cómo el aumento de la eficiencia operativa impacta. Una forma efectiva es mediante un diagrama antes y después, como se muestra a continuación:



**Figura 11.** Reducción de residuos dentro del proceso de embotellado. (Imagen propia del autor).



**Figura 12.** Reducción de residuos dentro del proceso de embotellado. (Imagen propia del autor).

## Discusión

La destiladora logró encontrar un equilibrio efectivo entre los costos iniciales de implementación y los beneficios a largo plazo. La inversión en la aplicación móvil demostró ser esencial para la recopilación eficiente de datos y la gestión de procesos, optimizando la toma de decisiones y generando retornos económicos considerables, sin embargo, no solo mejoró su posición económica, sino que también demostró un compromiso sólido con la sostenibilidad ambiental al reducir significativamente los subproductos y convertirlos en recursos valiosos. Esto refuerza la idea de que las prácticas empresariales sostenibles pueden converger con el éxito económico de tal forma la implementación del ciclo PDCA reveló la importancia de la adaptabilidad y la innovación continua. La destiladora aprendió que la capacidad de ajustar estrategias en respuesta a los resultados y cambios en el entorno es crucial para mantener la eficiencia operativa y la competitividad a largo plazo.

## Referencias

- [1] Real Academia Española. Editorial (RAE). Subproducto. Recuperado el 6 de junio de 2023, Editorial, de <https://dpej.rae.es/lema/subproducto>.
- [2] AnyFlip. (2021). Ciclo de la Calidad PHVA - A. Zapata (Flipbook). Recuperado de <https://anyflip.com/xivtx/sbsh/basic>.
- [3] Viesca Cardona, F. (2023, 28 marzo). Diagrama de barras. Editorial (Excel Para Todos). <https://excelparatodos.com/diagrama-de-barras/>
- [4] Granja, D. M. H. (2022, 27 marzo). Manejo y aprovechamiento de los subproductos sólidos para el fortalecimiento de la cultura ambiental



editorial (Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar).  
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1940>

- [5] González, A. (S/f-k). Estudio sobre el aprovechamiento de residuos industriales no peligrosos como fuente de materia prima utilizando simbiosis industrial en el municipio de San Francisco del Rincón Guanajuato. Recuperado el 30 de abril de 2024, de [https://www.researchgate.net/publication/292893978\\_Estudio\\_sobre\\_el\\_aprovechamiento\\_de\\_residuos\\_industriales\\_no\\_peligrosos\\_como\\_fuente\\_de\\_materia\\_prima\\_utilizando\\_simbiosis\\_industrial\\_en\\_el\\_municipio\\_de\\_San\\_Francisco\\_del\\_Rincon\\_Guanajuato](https://www.researchgate.net/publication/292893978_Estudio_sobre_el_aprovechamiento_de_residuos_industriales_no_peligrosos_como_fuente_de_materia_prima_utilizando_simbiosis_industrial_en_el_municipio_de_San_Francisco_del_Rincon_Guanajuato)
  
- [6] Santos, P. G. (2024, January 8). *El Ciclo de Deming o PDCA, ¿en qué consiste? editorial tradicional*. "Envira". <https://envira.es/es/el-ciclo-deming-que-consiste-y-como-ayuda-gestion-procesos/>
  
- [7] Llano, P. S. E. (2019). "Los materiales hablan" Hacia la aplicabilidad de materiales reciclados en la arquitectura y el diseño urbano. Editorial Universitaria CUC. Recuperado de <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/5348>