

**PROPUESTA DE SISTEMA DE COSTEO PARA LA PREPARACIÓN DE MEDIOS EN
LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES.**

**SERGIO JARAMILLO
NATALY TAPASCO**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2020**

**PROPUESTA DE SISTEMA DE COSTEO PARA LA PREPARACIÓN DE MEDIOS EN
LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES.**

**SERGIO JARAMILLO
NATALY TAPASCO**

Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

**Director proyecto
JUANA QUINTERO**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2020**

Contenido

	pág.
GLOSARIO	7
RESUMEN	9
Introducción	10
1 Contexto, Formulación y Justificación del Problema	11
1.1 Contexto del problema.....	11
1.2. Justificación	12
1.3. Formulación de la pregunta de investigación.....	13
2 Objetivos	14
2.1 Objetivo del Proyecto.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3 Marco de Referencia	15
3.1 Antecedentes o Estudios Previos	15
3.2 Marco Teórico.....	18
3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto.....	22
4 Metodología	23
5 Resultados	25
5.1 Presentación y discusión de resultados.....	25
5.1.1. Caracterización del proceso.....	25
5.1.2 Clasificación de costos y tasa predeterminada CIF.....	34
5.1.3 Desarrollo de la herramienta de costeo.....	38
5.1.4 Discusión de la herramienta.....	39
6 Conclusiones	41
7 Recomendaciones	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	46

Lista de Figuras

Figura 1: Secuencia de metodología	23
Figura 2: Esquema SIPOC proceso preparación de medios	26
Figura 3: Diagrama de flujo proceso preparación de medios.....	30

Lista de Tablas

Tabla 1: Características del sistema de costeo.....	20
Tabla 2: Características del proceso para definir sistema de costeo	21
Tabla 3: Maquinaria propiedad planta y equipo	29
Tabla 4: Tiempos preparación de medios tipo agar	33
Tabla 5: Tiempos preparación de medios tipo caldo.....	33
Tabla 9: Salario más prestaciones de los asalariados del laboratorio	35
Tabla 10: Costos.....	37
Tabla 11: Costos indirectos anuales.....	37
Tabla 12: Datos de entrada	40
Tabla 13: Datos de salida	40

Lista de Anexos

Anexo 1. Reactivos tipo agar y tipo caldo	46
Anexo 2. Consumibles	49
Anexo 3. Empaques.....	49
Anexo 4. Otros insumos.....	50
Anexo 5. Herramienta Sistema de costeo preparación medios de cultivo	51
Anexo 6. Instructivo Preparación medios de cultivo.....	51
Anexo 7. Reporte de Cambios y Ajustes	51

GLOSARIO

AGAR: Producto químico que gelifica.

AUTOCLAVES: Equipo para la esterilización de compuestos o reactivos.

CAJAS PETRI: Caja o disco de cristal o plástico que consta de dos discos circulares.

COSTEO: Satisfacer los costos de algo. Costo es la medida de lo que se debe sacrificar para producir algo.

COSTOS DIRECTOS: Costos que se identifican y miden fácilmente en la elaboración de un producto.

COSTOS INDIRECTOS: Costos difíciles de identificar y medir en la elaboración de un producto.

COSTO DE OPORTUNIDAD: Costo en el que se incurre al tomar una decisión frente a otras posibles opciones.

COSTO FIJO: Costo que permanece constante frente a los niveles de actividad.

COSTO VARIABLE: Costo en el que se incurre dependiendo de las unidades que se producen.

EQUIPOS: Conjunto de máquinas o bienes de equipo mediante las cuales se realiza la extracción o elaboración de los productos

ESTERILIZAR: Eliminar los organismos que puedan causar infecciones

FRASCO SCHOTT: Objeto de vidrio para laboratorio donde se almacenan sustancias normalmente líquidas.

GASTO: Partida que disminuye el beneficio de la empresa

INSUMOS: Materia prima utilizada para los procesos de fabricación de producto.

MEDIOS DE CULTIVO: Conjunto de nutrientes que se utilizan en un laboratorio para adecuar ambientes en el que se reproduzcan bacterias

PROCESO: Secuencia de pasos, con un objetivo establecido.

REACTIVOS: Compuesto que genera una reacción química.

RECURSOS: Medios de cualquier clase que permite obtener algo que se desea o necesita.

SISTEMA DE COSTEO: Conjunto de procedimientos que se utiliza para generar información de los costos incurridos en la elaboración de un producto.

TUBO DE ENSAYO: Instrumentos tubulares de diferentes anchos y largos que se utilizan para contener líquidos.

RESUMEN

La importancia de conocer el costo de producción en cualquier actividad desempeñada, radica en la necesidad de aprovechar de la mejor manera los recursos asignados. Un buen sistema de costos permite tomar decisiones informadas que repercuten en la actividad productiva y en consecuencia en los indicadores de desempeño.

La falta de un sistema de costeo en la facultad de ciencias naturales de la universidad Icesi, se presenta como un problema para la toma de decisiones en la gestión de sus recursos, problema que se evidencia en el laboratorio de preparación de medios de cultivo y, que evita la ampliación de la población atendida, y la diversidad de medios y combinación de componentes. Para lograr este propósito, se desarrollaron las siguientes etapas:

Caracterización del proceso, clasificación de costos, medición de tiempo, determinación de una base de asignación de costos indirectos de fabricación y con el cálculo de una tasa CIF predeterminada se logra el diseño de una herramienta en MS Excel que permita costear el servicio.

Palabras claves: costeo por órdenes de producción, caracterización, tasa predeterminada, costos laboratorio.

Introducción

Los costos suministran información fundamental para las organizaciones en sus procesos productivos y administrativos. Un buen manejo de estos permite la subsistencia de las organizaciones.

Una de las utilidades que brinda la información de costos, es que ayuda a controlar los recursos de producción y en ocasiones sirve de base para la fijación de precios. La Universidad Icesi, cuenta con 17 laboratorios de apoyo en la facultad de Ciencias Naturales, uno de estos Laboratorios es: Preparación de Medios de Cultivo. Este laboratorio carece de un sistema de costos que le permita controlar el presupuesto asignado y lograr un mejor aprovechamiento de los recursos. Adicionalmente, se ha pensado en un futuro no muy lejano, poder ofrecer los servicios de preparación de medios a otras entidades.

El presente proyecto de grado se enfoca en realizar una herramienta que permita costear la preparación de medios de cultivo en el laboratorio Preparación de medios, de la facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi. Por lo que, se diseña entonces un sistema de costeo que supla esta falencia. Para lo anterior y posterior a un análisis de las características del proceso de producción de medios, frente a los diversos sistemas de costeo; se define el uso de un sistema de costeo por órdenes, como el que mejor se adapta al proceso productivo del laboratorio en cuestión.

En el proceso llevado a cabo para la realización de la propuesta del sistema de costos fue necesaria la obtención de algunos datos como: lista de insumos que se manejan en el laboratorio con su forma de presentación; personal que labora en el lugar y tiempo de dedicación a la producción de medios; fue necesaria la implementación herramientas de ingeniería industrial como diagramas de flujo, estudio de tiempos, SIPOC (supplier, inputs, process, outputs, customer), y herramientas enfocadas a caracterizar los procesos. Después de la caracterización se calculó la tasa predeterminada de Costos Indirectos de Fabricación (CIF). Posteriormente se realizó, utilizando la herramienta de Microsoft Excel, un sistema que permitiera llevar un control de los costos de la elaboración de medios de cultivo.

1 Contexto, Formulación y Justificación del Problema

1.1 Contexto del problema.

La universidad Icesi cuenta actualmente con 6 facultades, una de ellas es la Facultad De Ciencias Naturales y según Icesi (s.f), realizó su apertura en el año 2008 con los programas de Biología, Química y Química Farmacéutica. Uno de los recursos más importantes para la facultad además del recurso humano, son los espacios y equipos que brinda para el desarrollo de investigación y el apoyo a la docencia; por lo que cuenta hoy en día con: 13 laboratorios de investigación, 12 laboratorios de docencia, 17 áreas de apoyo de los laboratorios de docencia e investigación, estación biológica de Icesi Zygia, laboratorio de instrumentación química (LIQ), herbario, Colección Zoológica, bioterio y laboratorio de cómputo científico.

Una de las 17 áreas de apoyo es el Laboratorio de Preparación de Medios de Cultivo. Este laboratorio se encarga de preparar y suministrar los medios de cultivo para: los proyectos de investigación y material de docencia de la Facultad de Ciencias Naturales. Los medios de cultivo se pueden describir como “sustancias en forma sólida, semisólida o líquida que se preparan por constituyentes sintéticos y/o naturales y tienen como finalidad promover la multiplicación o preservar la viabilidad de los microorganismos” (Icesi, 2019). El servicio del laboratorio se presta aproximadamente al 11% del total de alumnos matriculados en pregrado en los diferentes semestres y programas (Boletín estadístico Icesi 2018), este porcentaje representa el total de estudiantes matriculados en los programas de la facultad; de igual manera este servicio se puede solicitar para el desarrollo de investigaciones que se realicen tanto en la facultad como en cualquier otra área de la universidad.

Actualmente los procesos desarrollados durante la preparación de los diferentes medios de cultivo adolecen de un sistema de costeo eficiente que suministre información relevante para la toma de decisiones operativas y financieras. Para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos, estudiantes del programa de pregrado de ingeniería industrial, con la orientación de un tutor, desarrollan el siguiente trabajo con la finalidad de lograr establecer las mediciones necesarias y la obtención de un sistema de costeo idóneo que satisfaga las necesidades de información en esta área de la universidad.

Al hablar de sistema de costeo, podemos decir que el presente proyecto se desarrolla en el campo de la contabilidad, específicamente en la contabilidad de costos. El propósito es medir, analizar y reportar datos financieros y no financieros que se relacionen con los costos de adquisición o consumo de recursos en una organización. La contabilidad de costos se considera el puente de unión entre las dos grandes esferas de la contabilidad: La contabilidad *financiera*, de carácter obligatorio, reglamentada y tiene como finalidad principal la generación de estados financieros para facilitar la toma de decisiones a inversores, acreedores, entidades gubernamentales y público en general; y la contabilidad *administrativa*, no obligatoria, con normas internas propias de cada organización. Se utiliza como un sistema de información que facilita la planeación, dirección, control y toma de decisiones por parte de los gerentes. Orientado al servicio de las necesidades y estrategias de la organización (Chamorro, 2016).

Diseñar un sistema de costos para suministrar información financiera relevante a la dirección del Laboratorio de Preparación de Medios de Cultivo, acerca del costo de producción, contribuye a la administración del laboratorio, facilitando la toma de decisiones en la gestión de los recursos. Logrando así, llegar más allá del cumplimiento de un presupuesto.

1.2. Justificación

Una de las áreas más importantes dentro de cualquier organización es indudablemente la financiera. Muchas actividades y procesos que se realizan en la fabricación de productos o la disposición de servicios terminan en rubros que se interpretan para valorar el cumplimiento de los objetivos estratégicos: la sostenibilidad financiera y la rentabilidad (Morillo, 2002). Esta última, medida en excedentes que puedan reinvertir para ofrecer un mejor servicio o mayor cobertura, o bien en utilidades para repartir dividendos entre sus inversionistas.

La aplicación de un eficiente sistema de costos en el área del laboratorio Preparación de Medios de Cultivo de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Icesi, facilitará el control y conocimiento de los costos que implica realizar este servicio para las investigaciones y para el apoyo a los cursos que ofrece la facultad. También brindará información relevante para la toma de decisiones a nivel operativo y financiero, debido a que actualmente se desaprovecha la capacidad operativa del laboratorio, puesto que sólo se trabaja en la preparación de medios desde mediados hasta finales del calendario educativo;

por lo que se requiere la construcción de este sistema de costeo para evaluar posteriormente si es viable externalizar el servicio a investigadores externos, y así aprovechar de manera óptima la capacidad del laboratorio. De esta manera se podrá impactar a los diferentes actores que participan en sus diversos roles, dentro y fuera de la facultad.

Es así como: los que aprueban y asignan el monto del presupuesto, tendrán información suficiente para controlar los recursos de forma eficiente dentro de cada departamento o programa académico; los docentes y estudiantes, contarán con un recurso asignado con mejores proporciones de acuerdo a la importancia que genere cada actividad académica; los investigadores, asignarán de mejor manera los recursos aprobados para la investigación en curso, al poder contar con información previa a la planeación de las pruebas. Finalmente, el responsable del área a intervenir logrará un mejor aprovechamiento de los recursos que redunde en productos y servicios que satisfagan a los diferentes entes internos o externos si así se decide.

1.3. Formulación de la pregunta de investigación

El laboratorio de preparación de medios de cultivo de la facultad de Ciencias Naturales no cuenta con un sistema de costeo, no puede conocer qué costo implica fabricar los diferentes medios que ofrecen. Adicionalmente no conocen en cuál de los elementos necesarios para fabricar los medios de cultivo, recaen mayoritariamente los costos, bien sea: materias primas, personal u incluso otros no identificados. Esta desinformación ocasiona que se dificulte el control y buen manejo de los recursos. Por lo anterior, se infiere que la solución al problema se construye con la respuesta de la siguiente pregunta:

¿Cuánto cuesta un medio de cultivo en el laboratorio de preparación de medios de cultivo en La Facultad De Ciencias Naturales de La Universidad Icesi?

2 Objetivos

2.1 Objetivo del Proyecto

Desarrollar un sistema de costeo para la preparación de medios de cultivo de la Facultad de Ciencias Naturales de La Universidad Icesi.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el proceso que se lleva a cabo para realizar la preparación de medios para docencia e investigación en el laboratorio de preparación de medios de cultivo de la Facultad de Ciencias Naturales de La Universidad Icesi.
- Determinar la tasa de costos indirectos de fabricación (CIF) del proceso de preparación de medios de cultivo de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi.
- Diseñar una herramienta de costeo pertinente para el laboratorio de preparación de medios de la Facultad de Ciencias Naturales de La Universidad Icesi.
- Validar la herramienta de costeo en el laboratorio de preparación de medios de cultivo a través de una prueba piloto.

Entregables:

- Informe con el resumen de las investigaciones y análisis realizados para la apropiación y posterior diseño del sistema de costeo. Así como las descripciones, caracterizaciones y flujos pertinentes para este estudio.
- Cálculos, plantillas y demás que puedan surgir en el desarrollo del proyecto.
- Sistema de costeo para la preparación de medios asociados a proyectos de investigación y docencia.
- Informe de resultados y análisis de propuesta de sistema de costeo vs costos reales

3 Marco de Referencia

3.1 Antecedentes o Estudios Previos

El laboratorio de preparación de medios de la Facultad de Ciencias Naturales inició a funcionar hace aproximadamente 9 años. En la actualidad el manejo de los costos implicados en la preparación de medios para docencia e investigación adolece de un sistema de costeo. Las compras se realizan por histórico y los costos por salida de insumos. No se maneja un presupuesto para este laboratorio en particular sino un presupuesto general para todas las áreas de laboratorio de la facultad.

Este laboratorio es de suma importancia en la asignación de recursos conocer la ejecución de los presupuestos asignados de manera que sean más eficiente para lograr un buen control y aprovechamiento de los mismos. El laboratorio de este estudio se encarga de preparar y suministrar los medios de cultivo requeridos en docencia e investigación. Actualmente tiene como propósito conocer y controlar los costos de cada uno de los servicios que ofrece, y de esta manera lograr un mejor control y aplicación de recursos. Busca incluso pretende, más adelante ofrecer servicios a usuario externos a la institución.

En la realización de este proyecto, se realiza una investigación bibliográfica seleccionando *papers* de autores nacionales e internacionales. La selección se basó inicialmente en la búsqueda de investigaciones realizadas sobre sistemas de costeo en laboratorios similares, y algunas otras referencias a procesos de la misma complejidad. En esta búsqueda, se encontraron investigaciones variadas con respecto a su tamaño e infraestructura y servicio. Algunas de ellas presentan similitudes que sirven de apoyo a la presente investigación. Los más destacados se presentan a continuación:

Mejía (2004) en su trabajo "*Diseño de un sistema de costeo para proyectos de investigación en el cultivo de banano de la empresa Standard Fruit de Honduras*" Este documento, desarrolla un sistema de costeo por órdenes a través de MS Access para Standard Fruit. Empresa que hasta ese momento no poseía un sistema de costeo apropiado para la asignación de costos a sus proyectos de investigación en cultivo de banano. La propuesta fue desarrollada en los siguientes pasos:

1. Realizaron un diagnóstico del sistema de costeo actual de la empresa y a través de un análisis riguroso identificaron las limitaciones que presenta el mismo.
2. Construyeron el flujo de actividades que realizan para desarrollar un proyecto de investigación del departamento encargado.
3. Definieron y clasificaron los costos estándar relacionados con las actividades identificadas en el flujograma.
4. Determinaron el sistema de costos más apropiado para el departamento, comparando entre 3 sistemas de costeo (ABC, por procesos y por órdenes) su concordancia con las necesidades del caso.
5. Diseñaron un sistema de software (MS access) que apoye el sistema de costeo que se vaya a implementar, junto con todos los documentos y mecanismos de recolección (formatos) de datos. Todo esto para facilitar la actualización de la herramienta; como también de presentación agrupada a manera de informes, para ayudar finalmente a la toma de decisiones estratégicas.

El resultado final fue la realización y propuesta de un sistema de costeo en Microsoft Access, cuya finalidad es proporcionar una herramienta que les brinde información a la dirección de la empresa Standar Fruit acerca de lo que incurren en cada uno de los proyectos de investigación para de cultivo de banano. Esto permite presentar informes más detallados de la situación financiera de cada una de las investigaciones. Finalidad que se comparte en el presente proyecto, debido a que el problema principal del laboratorio de medios de cultivo es saber cuál es el costo en el que incurren en la realización de los cultivos.

Por otra parte, Duque (2016) en su trabajo *“diseño de un sistema de costos para el servicio fertilidad en el Laboratorio de Suelos - análisis químicos, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín”*. En este trabajo, se realiza un sistema de costeo ABC para el Laboratorio de Suelos - análisis químico de la Universidad Nacional sede Medellín, solamente para el servicio de fertilidad, este representó para el laboratorio un 73% del trabajo realizado en el año 2014. A través de la premisa de que el laboratorio requiere un buen sistema de costos que le permita determinar de manera más precisa el costo de los servicios que ofrece y la rentabilidad de estos, se llevó a cabo el proyecto donde se realizan los siguientes pasos:

1. Se identificaron las principales actividades que intervienen en la realización del servicio de fertilidad y sus respectivos tiempos. Esto se realiza mediante un primer acercamiento al laboratorio, para tener un conocimiento general

del trabajo allí desarrollado y así poder entrelazar las funciones de cada área y el flujo de servicio a través del sistema.

2. Se calculó el costo del servicio de fertilidad mediante el sistema de costos basado en actividades ABC. Tarea realizada con la identificación de los generadores de costos definidos para cada actividad, implementados a través de una herramienta realizada en MS Excel.
3. Finalmente, se realizó una comparación del costo del servicio de fertilidad a través del sistema de costeo basados en actividades (ABC), con el precio de venta del servicio y encontrar el margen de rentabilidad del servicio.

La herramienta realizada en MS Excel del costeo ABC para el laboratorio de suelos de la universidad nacional, permite la actualización de los datos cambiantes (salarios del personal, precios de los reactivos e insumos, otros). En la investigación, se evidenció que los costos fijos representan la mayor carga en el servicio de fertilidad, se estableció un mecanismo para la fijación de precios de los servicios. En el costeo se tiene en cuenta, además de los costos incurridos en el servicio (dato arrojado por el sistema ABC) diferentes factores tales como: gastos de funcionamiento, posibles inversiones como la reposición de los equipos. Finalmente, debido a que se trata de una entidad pública, no se tomaron para el costeo ítems como el personal de planta y lo correspondiente a servicios públicos pues estos rubros son subsidiados por la universidad.

Finalmente, Delgado (2016) en su trabajo *“Diseño de una estructura de costos, para determinar la tarifa del servicio de laboratorio, pacientes externos, hospital apoyo II Tarapoto, periodo 2018”* (Perú). Se diseñó una estructura de costos por órdenes de producción, que permite conocer el costo real del servicio por consulta de no asegurados que brinda el laboratorio del Hospital II de la ciudad de Tarapoto, lo cual permite la posterior definición de la tarifa por el servicio de manera que no genere pérdidas significativas como ocurrió en el año 2016 con el laboratorio. Es pertinente precisar que este trabajo se realizó solo con los exámenes de sangre, orina y heces. Los cuales presentaron pérdidas. El desarrollo del proyecto fue el siguiente:

1. Se realizó una descripción del proceso del servicio de laboratorio por consulta de no asegurados. Esto se logró a través de la revisión de documentos de control interno disponibles por el laboratorio para la investigación, entrevistas a los trabajadores que laboran en el área de laboratorio y observación de la investigadora.
2. Se determinaron los costos del servicio de laboratorio por consulta de no asegurados, a través de la aplicación del costeo por órdenes de producción.

3. Se diseñó la estructura de costos del servicio de laboratorio por consulta de no asegurados y determinación de la tarifa por el servicio prestado. Esta tarifa se aplicó en el año 2016 a uno de los dos laboratorios. Posteriormente se realizó comparación de tarifa definida sin sistema de costeo vs tarifa definida a través del sistema de costeo.

A través de la realización de este nuevo sistema de costeo, se evidenciaron varios aspectos de los resultados:

La determinación de la tarifa por medio de un sistema incompleto de costos genera pérdidas económicas significativas al laboratorio. Por otro lado, al determinar la tarifa por medio del sistema de costos implementado, ayuda a maximizar los ingresos y generar rentabilidad, debido a que sirve como instrumento de gestión de recursos. Además, a través de la implementación de este sistema, se evidenció la necesidad de un mayor presupuesto por parte del estado, para prestar un servicio de mejor calidad

El anterior trabajo se asemeja más a lo que se quiere lograr con el diseño de costos para el laboratorio de medios de la Universidad Icesi porque: en primer lugar, es un sistema de costeo por órdenes de producción, en segundo lugar la finalidad del proyecto (realizar un sistema de costeo que permita evaluar y analizar los costos incurridos en el proceso), en tercer lugar, servir de base para tomar decisiones con resultados más confiables y desagregados en todo el proceso, y en último lugar, servir como punto de partida para la determinación de tarifas por el servicio prestado. Sobre todo, por la proyección que se tiene de proveer el servicio a entes externos como, investigadores y otras instituciones.

3.2 Marco Teórico

El siguiente trabajo se desarrolla en una de las áreas de apoyo de los laboratorios de investigación y docencia: El Laboratorio de Preparación de Medios de la facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi. Según lo establecido por la facultad el servicio consiste en: “La formulación de sustancias en forma sólida, líquida o semisólida, las cuales contienen constituyentes sintéticos y/o naturales destinados a promover la multiplicación o a preservar la viabilidad de los microorganismos.

Para realizar la caracterización del proceso es importante tener en cuenta la funcionalidad de las siguientes herramientas y conceptos:

- Diagrama de procesos

Según Sequeira (2009) el diagrama de procesos es una herramienta utilizada para mostrar la secuencia que sigue un proceso y todas las implicaciones que ocurren al momento de la elaboración de un producto.

- SIPOC

Otra herramienta importante basados en Guerra (sf) es el SIPOC (supplier, inputs, process, outputs, customers).

Proveedores (*supplier*): Proporciona los insumos

Entradas (*inputs*): materia prima, información

Procesos (*process*): actividades que transforman las entradas

Salidas (*outputs*): bienes o servicios

Clientes (*customers*): usuario final

Se utiliza para definir la secuencia que sigue la elaboración de un producto desde los proveedores hasta los clientes de manera sencilla y lograr realizar una correcta caracterización de los procesos que se desarrollan dentro del laboratorio de preparación de medios de la Facultad de Ciencias Naturales.

- Método de tiempos

Según Castillo (2005), el método de tiempos se usa para definir el tiempo estándar permitido en el cual se lleva a cabo la preparación de los medios de cultivo teniendo en cuenta las demoras, fatigas que se puedan presentar en condiciones normales de trabajo.

- Contabilidad

La contabilidad como la base de todos los análisis financieros pertinentes para la toma de decisiones, se divide en 2 grandes ramas con diferentes funciones (presentación de informes de desempeño financiero e información para gestión empresarial), y con diferencias marcadas en el manejo (una es obligatoria y la otra es “opcional”), que son: la financiera y la administrativa (Chamorro, 2016).

En primer lugar, definimos a la contabilidad financiera como un sistema de información cuantitativo el cual está orientado a informes financieros de carácter general, de interés para accionistas, inversionistas, acreedores y entidades gubernamentales. Es de carácter obligatorio y acorde con las normas internacionales de información financiera (adoptadas en Colombia). La contabilidad administrativa por otra parte se puede definir como un sistema de información tanto cuantitativa como cualitativa para facilitar funciones de planeación, dirección y control para la toma de decisiones por parte de la gerencia. Sin embargo, está claro que, si bien la contabilidad cuenta con esta división, las dos partes deben conectarse de alguna manera para apuntar a los objetivos financieros de la empresa, por lo cual, aparece en el escenario la contabilidad de costos como el puente que las une (Chamorro, 2016, p3).

Un sistema de costeo es una herramienta que permite llevar un control del consumo de recursos en las operaciones, tales como: materias primas, personas, procesos equipos, servicios y otros en la obtención de un producto final. Es a través de estos sistemas que se logra estimar el costo de los productos que se desarrollan en una empresa.

Tabla 1: Características del sistema de costeo

SISTEMAS DE COSTEO	COSTEO POR PROCESOS	COSTEO POR ORDENES	COSTEO POR ACTIVIDADES
Característica	Productos homogéneos, producción en serie y grandes cantidades en una misma línea de producción al tiempo.	Productos heterogéneos y elaborados de acuerdo con especificaciones definidas en un lote pequeño o regularmente por un cliente.	Productos con procesos productivos de diferentes niveles de complejidad. En ocasiones con gran cantidad de procesos
Descripción	Se acumulan los costos del departamento durante cierto período y se dividen entre las unidades en proceso y las unidades completamente terminadas. Se	Se acumulan los costos directos a cada trabajo u orden de producción y los costos indirectos de fabricación (CIF) se asignan utilizando necesariamente tasas predeterminadas de CIF.	Los costos directos se asignan a los productos. Para los CIF agrupa las actividades en centros de costos, con y los asigna con un inductor del costo. Realiza una redistribución de CIF.

	requiere el cálculo de producción equivalente.		
Organizaciones que lo utilizan	Fabricantes de productos de consumo masivo y que tienen procesos de producción bien definidos. Ejemplo: Industrias de productos químicos, procesadores de enlatados, alimentos procesados entre otros.	Fabrica en pequeños lotes. Ejemplo: Panaderías de barrio, Imprentas, agencias de publicidad, consultoras, talleres de servicio de reparación, diseñadores y otras empresas pequeñas que inician su actividad.	Empresas que cuentan con CIF significativos y cuentan con productos diversos en complejidad para su proceso productivo. Ej: Hospitales, constructoras, algunas empresas lo hacen en ciertos departamentos según las necesidades.

Fuente: Adaptado de Diseño de un sistema de costeo para proyectos de investigación en el cultivo de banano de la empresa Standard Fruit de Honduras

Tabla 2: Características del proceso para definir sistema de costeo

Sistema de costeo	Características definidas por el cliente	Proceso estándar	Productos heterogéneos	Cantidades bajas de producción	Proceso discontinuo
Costeo ABC (Activity based Costing)			X		
Costeo por procesos		X			
Costeo por Órdenes	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Después de hacer el recuento de algunos de los sistemas de costeo más representativos y teniendo en cuenta la tabla 2 y las características del ambiente donde se desarrolla el proyecto (Laboratorio de Preparación de Medios). Se

propone trabajar con el sistema de costeo por órdenes, por ser el más adecuado. El Laboratorio para intervenir trabaja según los requerimientos de los investigadores o los requerimientos de apoyo académico, su proceso productivo es en lotes pequeños y sus productos difieren en su proceso principalmente en los materiales directos utilizados.

3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto

Tomando como referencia a Delgado (2016), la investigadora afirma que el mantener un sistema de costeo inadecuado para una empresa es una evidente debilidad competitiva que puede repercutir en las siguientes consecuencias:

- Falta de control sobre lo que se consume y sobre las inversiones.
- El análisis que se haga de la información insuficiente, no logra desagregación de los procesos productivos. Cualquier análisis financiero se queda en la ejecución presupuestal, careciendo de medidas de eficiencia en la aplicación de recursos.
- Se carece de una herramienta útil para la gestión y toma de decisiones.

Por lo anterior, se infiere que al realizar este proyecto se hace entrega a las próximas generaciones de estudiantes del programa de ingeniería industrial u otros interesados, un documento de consulta para proyectos que requieran de la información presentada para el desarrollo de estos y/o como ejemplo para su reproducción en los demás laboratorios de la facultad. Pues la finalidad del proyecto es diseñar una herramienta que permita obtener información relevante en la toma de decisiones, la cual puede ser objeto de posterior análisis, facilitando así la identificación de oportunidades de mejora en el proceso en un mundo que está en constante cambio.

Por otro lado, el laboratorio se verá directamente beneficiado al contar con una herramienta que facilite la toma de decisiones bajo datos financieros confiables, permitiendo realizar un buen manejo de los recursos del laboratorio. Este correcto manejo de recursos beneficia indirectamente a estudiantes, investigadores y docentes de la facultad que requieran del servicio, pues permea en mejoras de calidad y servicio prestado a los clientes. Finalmente, la sociedad académica se beneficia con el aporte de un modelo a seguir en implementaciones de sistemas de costos bien estructurados, que sean similares al del laboratorio de Preparación de Medios de Cultivos de la Universidad Icesi.

4 Metodología

La investigación estuvo compuesta de varias etapas tales como:

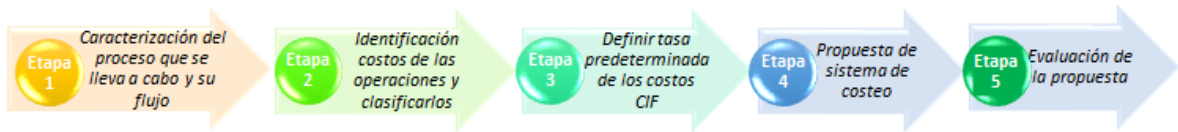


Figura 1: Secuencia de metodología

Fuente: *Elaboración propia*

Primero, para lograr definir el sistema de costeo seleccionado, se necesitó de la descripción del proceso y su estructuración. Para esto, se utilizaron herramientas de ingeniería como: a) diagramas de procesos, con el cual se ve la secuencia que sigue el proceso de elaboración de los medios de cultivo. b) Se emplea SIPOC para observar e identificar los procesos que ocurren desde los proveedores hasta el cliente. c) Se tomaron tiempos de las actividades que se realizan en el laboratorio para llegar al producto final (los medios de cultivo preparados). d) Se extraen datos con base en la observación y datos proporcionados por las auxiliares de laboratorio con información pertinente que permite construir estándares, flujos de proceso entre otros. e) Se identifica el ambiente en el que se preparan los medios de cultivo y se realizan las medidas del espacio físico utilizado para la preparación del producto, con el propósito de costearlo. f) Finalmente se realiza el listado con las características de todos los insumos utilizados en este laboratorio, además de la maquinaria que requieren.

Segundo, se identificaron los costos que se presentan en la elaboración de los medios de cultivo como son: materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, algunos suministros y elementos de varios usos entre otros. Este listado de elementos necesarios en la producción se clasifica en qué porcentaje de estos son costos que se aplican directamente al producto y cuáles no. Además, se clasificaron los costos fijos y variables en los que no dependen de la cantidad de producto que se elabore y los que dependen y aumentan a razón de esto.

Para poder cumplir con la siguiente etapa se hizo necesario entrevistar a las personas encargadas de dirigir en el laboratorio tales como el coordinador de laboratorios igualmente con el personal operativo en la preparación de quienes elaboran los medios de cultivo para extraer información importante para el proyecto. A partir de observación y recolección de datos se obtuvo un porcentaje de tiempo que se ocupa por parte del personal operativo en la preparación de medios y se extrajo de su salario. Adicionalmente se elaboró un presupuesto de costos indirectos de fabricación

Tercero, con la información anterior se estableció la base de asignación y la tasa predeterminada de la siguiente manera:

Se extrajeron con toma de tiempos la cantidad de horas hombre, horas máquina y unidades producidas y en base a estos los costos de horas hombre, unidades producidas y horas máquina y con estos se realiza un análisis de regresión para conocer su comportamiento con respecto a las bases medidas para identificar el conductor del costo. Con esta información se elige la base o las bases de asignación más pertinentes.

Posteriormente se determinaron los costos indirectos presupuestados extrayendo toda la información precios de equipos, insumos, materiales, consumibles y depreciación entre otros y se realizó la razón entre la base de asignación definida anteriormente para así obtener la tasa predeterminada de costos indirectos.

Cuarto, se estableció una propuesta de sistema de costos que permite costear correctamente el servicio de preparación de medios de cultivo. Esta parte consta del esquema de cómo funciona la herramienta para costear la preparación de medios de cultivo en el Laboratorio de Preparación de Medios de Cultivo, elaboración de formatos para recolección de información y aseguramiento de esta. Posteriormente, se diseñó la herramienta de costeo que contiene todo el trabajo anterior en el programa MS Excel.

En la última etapa, aunque se tenía planeado realizar la evaluación de la propuesta para verificar si se ajusta realmente al escenario, no se pudo concluir este proceso, puesto que se suspendieron las operaciones del laboratorio, tras la crisis de salud pública mundial que produjo la proliferación del virus Covid-19. Sin embargo, se realizaron pruebas de funcionalidad que se detallaran más adelante.

Por otro lado, para llevar un seguimiento del progreso del proyecto se estableció un cronograma con el fin de cumplir todos los compromisos pactados dentro de los tiempos establecidos.

5 Resultados

5.1 Presentación y discusión de resultados

Inicialmente se presenta una descripción del entorno y las actividades que se realizan por parte del coordinador, la auxiliar y practicante de preparación de medios del laboratorio de medios de cultivo de la facultad de ciencias naturales. para después poder definir el alcance del costeo con algunas de estas actividades que si influyen directa o indirectamente en el proceso de preparación de medios de cultivo. Posteriormente se presenta una descripción del proceso de preparación de medios y una definición de tiempos que se dedican a cada uno de los pasos, que son la base para la clasificación de los costos y la definición de la tasa de costos indirectos de fabricación (tasa CIF). Finalmente, se realizará una descripción detallada del funcionamiento de la herramienta, y se anexará los resultados de una prueba de funcionamiento conforme a datos hipotéticos de producción.

5.1.1. Caracterización del proceso

Inicialmente nos referiremos a la caracterización del proceso para la preparación de medios, como nuestro primer objetivo.

5.1.1.1 Panorama general y diagrama SIPOC.

El laboratorio de preparación de medios hace parte de los 17 laboratorios de apoyo de la Facultad de la Universidad Icesi. Este laboratorio es utilizado para preparar ambientes propicios (soluciones con los nutrientes necesarios) para el crecimiento de bacterias o vegetales según sea la necesidad. A estos ambientes se les conoce con el nombre de Medios de Cultivo, que se dividen en dos grandes tipos: los medios sólidos o agares y los medios líquidos o caldos. Adicionalmente este laboratorio incorpora las bacterias o vegetales para que estas se desarrollen.

En el proceso que se lleva a cabo en el laboratorio de preparación de medios se identificaron los diferentes actores, tanto internos como externos que afectan y/o intervienen al proceso de preparación de medios, y se generalizó el proceso por medio de un ciclo PHVA para tener un panorama más completo de las funciones del laboratorio.

SIPOC

Proceso: preparación de medios de cultivo.

Objetivo: brindar a los docentes y los investigadores de la universidad icESI medios de cultivo de calidad como apoyo a sus clases e investigaciones.

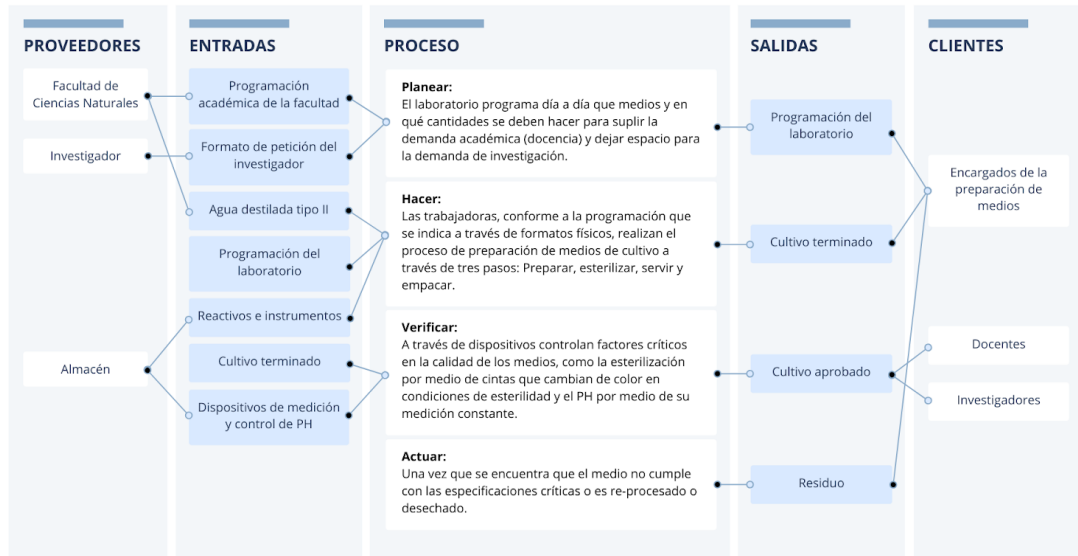


Figura 2: Esquema SIPOC proceso preparación de medios

Fuente: Elaboración propia

Este diagrama muestra los aspectos más importantes que se desarrollarán en términos del actual proyecto.

La programación de clases de la Facultad de Ciencias Naturales (FNC), es la primera base para la planeación de la producción de cultivos en el laboratorio. En esta programación de clases, se encuentra información relevante para producción: las fechas de entrega al cliente (día de clase de laboratorio), el tipo de producto (medio requerido) y productos requeridos (número de estudiantes). El primer dato sirve para saber cuándo deberían estar listos los medios, el segundo para saber el tipo de agar o caldo que se requiere en la clase, y el tercero para saber cuánto preparar.

A esta programación del laboratorio es necesario agregar los pedidos de los investigadores. Estas solicitudes se reciben a través de correo electrónico con 15 días de anticipación, en formato preestablecido por el laboratorio. Se detallan especificaciones como: la cantidad, la fecha de entrega tipo de cultivo y datos básicos sobre el investigador.

Una vez se tiene la programación de la producción del laboratorio, se empieza el proceso de preparación del medio, la auxiliar y practicante de preparación de

medios reciben una orden de trabajo donde está consolidado las características del requerimiento. También reciben la información de para cuándo debería estar el medio de cultivo. Las entradas de este proceso son claramente los ingredientes de la preparación del medio: agua destilada tipo II y los reactivos e instrumentos. El primer componente, agua tipo II. Es suministrada por la facultad (proceso interno en máquina especializada para purificar en 2 tipos de purificación). Los ingredientes son abastecidos por el almacén de la facultad (quien realiza el proceso de compra). Con todos los ingredientes, personal operativo e infraestructura, se entra en la preparación que se detalla más adelante.

Una vez se tiene el medio terminado, este debe ser evaluado bajo ciertos parámetros de inocuidad, debido a que no debe hacer contaminación alguna en el medio, este nivel de inocuidad se evalúa en la etapa de esterilización con cintas indicadoras que cambian a color negro si la esterilización se hizo en la temperatura y presión correctas. Además, para el caso de los medios que necesitan de varios reactivos (por componentes), se debe hacer una evaluación del nivel de PH adicional.

Posteriormente, si el cultivo está en perfectas condiciones de esterilización y/o nivel de PH, se almacena el producto terminado y se entrega al cliente, ya sea docente o investigador. En el caso contrario, se evaluaría si el producto puede ser nuevamente esterilizado (reproceso), y en caso de que no, es desechado.

5.1.1.2 Capital humano involucrado en el proceso de preparación de medios de cultivo.

Con el panorama macro de los actores del proceso, se observa que las personas involucradas solo en el proceso de preparación de medios son 3: El coordinador del laboratorio, quien se encarga de planeación de la producción del laboratorio; y dos colaboradoras que son las encargadas de preparar los medios; la auxiliar de preparación de medios y el practicante de preparación de medios. Estos últimos no solo se encargan de la preparación, pues tienen que cumplir con otras funciones del laboratorio que se enumeran a continuación:

1. Verificar que el alistamiento de material estéril para los laboratorios de docencia e investigación estén disponibles con anticipación.
2. Realizar el proceso de esterilización (manejo de autoclaves) del material limpio y contaminado, siguiendo el procedimiento establecido de esterilización.

3. Preparar los medios de cultivos bacteriológicos y micológicos requeridos para todas las prácticas que se realicen en los laboratorios de la universidad Icesi (autorizado previamente por los coordinadores de la FCN), e igualmente en los proyectos de investigación, siguiendo el lineamiento en el protocolo de Preparación de medios de cultivo.
4. Supervisar las condiciones de seguridad física e industrial de los laboratorios para comprobar el cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad para el desarrollo de las prácticas y evidenciar situaciones que puedan ocasionar daños de equipos, personas o materiales y reportarlas al personal correspondiente.
5. Participar en los proyectos que la Universidad desarrolle para el mejoramiento de las prácticas ejecutadas en la Facultad de Ciencias Naturales.
6. Brindar apoyo logístico durante el desarrollo de las prácticas de asignaturas que así lo requieran.
7. Brindar apoyo logístico al almacén de la FCN, cuando sea requerido por parte del coordinador de los laboratorios.
8. Brindar apoyo logístico en los diferentes espacios de investigación que tiene la FCN.
9. Realizar el control de inventario de los insumos y reactivos que se encuentran en el laboratorio de preparación de medios de cultivo y en espacios de investigación cuando el coordinador lo requiera.
10. Realizar el control de inventario de los materiales y activos fijos que se encuentran en los diferentes espacios de la FCN cuando el coordinador lo requiera.
11. Realizar el mantenimiento general de los equipos previamente establecidos en común acuerdo.
12. Realizar el Mantenimiento de las diferentes colecciones de cultivos de vegetales y/o frutas (como yuca, fresa y arroz) que se encuentran en la FCN.
13. Brindar apoyo logístico en los espacios de casa de malla e invernadero cuando se requieran.

Por otro lado, en el laboratorio se encuentra una tercera colaboradora la cual tiene el cargo de Asistente de docencia cumple con otras funciones (diferentes a la preparación de medios) las cuales están enfocadas principalmente en el apoyo al docente en las prácticas de laboratorio y en ocasiones preparar medios de cultivo,

cuando sea específicamente requerido. Adicionalmente se cuenta con equipos especializados para realizar adecuadamente la preparación de los productos. Ver tabla 3.

Tabla 3: Maquinaria propiedad planta y equipo

EQUIPO LARGA DURACIÓN					
EQUIPO	CANT	U.M COMPRA	PRECIO APROX	VIDA ÚTIL	DEPRECIACIÓN ANUAL
BALANZA	1	UND	\$ 7.300.000	60 MESES	\$ 1.460.000
PLANCHA CALENTAMIENTO	1	UND	\$ 1.400.000	120 MESES	\$ 140.000
AUTOCLAVE	1	UND	\$ 21.436.800	120 MESES	\$ 2.143.680
CABINA FLUJO LAMINAR	1	UND	\$ 9.769.764	120 MESES	\$ 976.976
HORNO (BINDER)	1	UND	\$ 9.630.670	120 MESES	\$ 963.067
NEVERA PANORAMICO(INDUARAMA)	2	UND	\$ 2.399.900	120 MESES	\$ 239.990
IMPLEMENTOS DEPRECIABLES DE 1 A 5 AÑOS (EQUIPO CORTA DURACIÓN)					
EQUIPO	CANT	U.M COMPRA	PRECIO APROX	VIDA ÚTIL	DEPRECIACIÓN ANUAL
ESPÁTULA	1	ESPÁTULA	\$ 6.000	36 MESES	\$ 2.000
PESALES PLÁSTICO	1	PQ X 10	\$ 35.700	12 MESES	\$ 35.700
FRASCO SCHOTT	1	UND	\$ 80.000	36 MESES	\$ 26.667
MAGNETO	1	UND	\$ 5.000	12 MESES	\$ 5.000

PROBETA 1L PLASTICA	1	UND	\$ 70.000	36 MESES	\$ 23.333
---------------------	---	-----	-----------	----------	-----------

Fuente: Tomado y adaptado de inventario de laboratorio de preparación de medios

5.1.1.3 Proceso de preparación de medios de cultivo.

Para lograr identificar costos específicos en el proceso, se debe tener claridad sobre el paso a paso del proceso de preparación de medios de cultivo, para lo cual se presenta el siguiente diagrama de flujo:

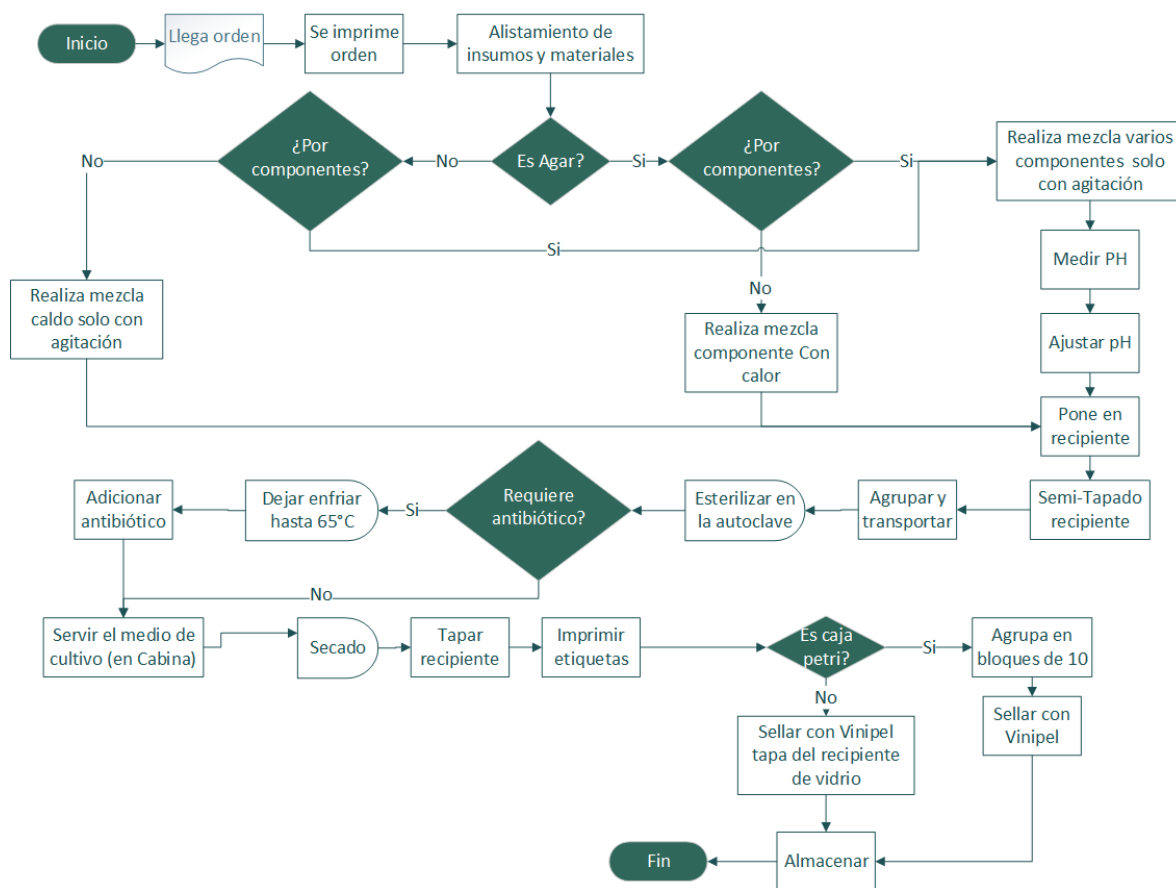


Figura 3: Diagrama de flujo proceso preparación de medios

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de flujo se evidencia que la primera parte del proceso es el recibo de las órdenes de producción de medios, que el administrador realiza teniendo en cuenta la programación de las prácticas de laboratorios de docencia y dejando

espacio para los posibles pedidos de investigación, luego las colaboradoras proceden a alistar todos los materiales e instrumentación que necesitará en la elaboración del medio, luego de esto hay dos preguntas clave: la primera de ellas (¿es agar?) se refiere a qué tipo de mezcla se está preparando, si es de tipo medio sólido (agar) o si es tipo medio líquido (no agar o caldo). La segunda pregunta se refiere a si el medio que se está preparando necesita más de un reactivo o componente para su preparación.

De estas dos preguntas salen 4 tipos de presentaciones generales de los medios de cultivo que provee el laboratorio, y cada una tiene a su vez diferente preparación:

- **Agar comercial:** Es un medio sólido, que solo necesita de un solo reactivo para su preparación, y por su composición simple, permite preparar el mismo con calor de las planchas de calentamiento para disminuir el tiempo de dilución del mismo en agua.
- **Agar por componentes:** Es un medio sólido, que necesita de varios componentes para su preparación, lo cual no permite que se prepare con calor, solo con agitación, debido a que algunos de los componentes no resisten ciertos niveles de temperatura. Por esta sensibilidad, los medios por componentes se les debe medir siempre el PH y se controla a través de la adición de un componente adicional (hidróxido de sodio, ácido clorhídrico).
- **Caldo comercial:** Es un medio líquido, que solo necesita de un solo reactivo para su preparación, pero por ser un medio líquido, no puede prepararse con calor, porque todos los reactivos de este tipo de medios son sensibles a las altas temperaturas, sin embargo, por tener un solo componente, no se hace control sobre el PH.
- **Caldo por componentes:** Es un medio líquido, que necesita de varios reactivos para su preparación, se prepara sin calor, y se le mide y realiza control sobre su nivel de PH.

Estos medios se realizan en recipientes grandes para facilitar su transporte a la máquina de esterilización: autoclave. Los recipientes en la máquina deben estar semi sellados para permitir que el vapor y la presión esterilicen el medio. Luego de este proceso de esterilización, cuya duración es aproximadamente 1 hora y media, se vuelve a presentar una pregunta clave: ¿el medio necesita antibiótico?, un componente adicional que debido a las altas temperaturas a las que se somete el producto en la esterilización solo se puede adicionar después de este proceso en la

cabina de flujo laminar, y esperando a que la temperatura del mismo esté por debajo de los 65°C, y después se procede con el proceso de servido.

Sin embargo, de no necesitar el antibiótico, el medio se sirve directamente en las presentaciones especificadas en la orden de trabajo (cajas petri, frascos shot o tubos de ensayo). Este proceso de servido se realiza en la cabina de flujo laminar, es una máquina que a través de una cortina de viento evita la contaminación del medio ya esterilizado. Si es agar (medio sólido) se deja secar el producto en la cabina por dos minutos para luego ser tapado, si no es agar (medio líquido) se cierra el producto después de haber servido.

Posteriormente, se procede a imprimir las etiquetas del producto, dependiendo de las unidades fabricadas, en el caso de las cajas petri, estas se agrupan en grupos de 10 cajas apiladas y selladas con vinipel (lamina de plástico para salvaguardar los alimentos), y a cada grupo se le coloca la etiqueta correspondiente; pero si se trata de frascos shot o tubos de ensayo, a cada uno de estos le corresponde una sola etiqueta y se sellan con vinipel alrededor de la tapa de los frascos y/o tubos. Finalmente, se almacena el producto terminado para esperar su posterior despacho a la clase correspondiente, o entrega al investigador. Se firma la orden de trabajo para registro y así finaliza el proceso de preparación de medios.

Por todo lo anterior se resaltarán las actividades de interés que realizan la Auxiliar de preparación de medios y practicante de preparación de medios. Actividades que afectan directamente para poder realizar el costeo.

Entre las actividades que están directamente relacionadas con la preparación de medio se encuentra:

- Realizar el proceso de esterilización (manejo de autoclaves) del material limpio y contaminado, siguiendo el procedimiento establecido de esterilización.
- Preparar los medios de cultivos bacteriológicos y micológicos requeridos para todas las prácticas que se realicen en los laboratorios de la universidad Icesi (autorizado previamente por los coordinadores de la FCN), e igualmente en los proyectos de investigación, siguiendo el lineamiento en el procedimiento Preparación de medios de cultivo.

Teniendo en cuenta estas actividades se realizó la toma de tiempos de estas actividades, para determinar qué porcentaje del tiempo de trabajo de los colaboradores se utiliza verdaderamente en este proceso y que tiempo es utilizado

por las maquinas que intervienen en el proceso productivo. Los resultados de toma de tiempos son los siguientes:

Para el medio sólido (agar) simple.

Tabla 4: Tiempos preparación de medios tipo agar

Tipo recurso	Horas máquina	Hombre/Horas	Unidades (caja petri (20ml))	Unidades (Litros)
Hombre	1,0975		100 cajas petri	2 litros
Máquina	2,22389			

Fuente: Elaboración propia

Para el medio líquido (caldo) simple

Tabla 5: Tiempos preparación de medios tipo caldo

Tipo recurso	Horas máquina	Hombre/Horas	Unidades (caja petri (20ml))	Unidades (Litros)
Hombre		0,7	41 cajas petri	0,83 litros
Máquina		2,09		

Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que estos tiempos dependen del tipo de medio de cultivo que se requiere preparar sea agar o caldo, compuesto y simple. Después de analizar los tiempos que se sacaron en pesar y agregar agua se logró obtener que en promedio se demora por reactivo adicional 2 minutos.

5.1.1.4 Discusión de la caracterización del proceso de medios de cultivo.

En lo que corresponde al diagrama SIPOC, se evidencia que el proceso de preparación de medios trabaja a través de órdenes de trabajo, pues el proceso solo se hace mediante las solicitudes de investigadores y la planeación de prácticas de laboratorio de los docentes, y de esto salen las ordenes de producción para las colaboradoras, que deben cumplir tanto con fechas como con cantidades. Por todo lo anterior, se puede corroborar la hipótesis de la investigación que se realizó en el marco teórico, pues el sistema de costeo que más se acopla a este tipo de sistema productivo, es el sistema de costeo por órdenes.

Por lo anterior, se procederá a realizar la clasificación de los costos que se presentan en el laboratorio, en directos e indirectos, y poder de esta manera construir la tasa de costos indirectos de fabricación según la metodología teórica que indica este tipo de costeo.

Por otra parte, se evidencia que el capital humano requerido en el proceso de preparación de medios, también deben atender otras labores que no afectan el proceso de preparación de medios, por lo cual no se puede cargar todo el salario de las colaboradoras y del coordinador del laboratorio en el costeo como mano de obra directa o indirecta, sino que se determinaron porcentajes de su dedicación en preparar medios para el caso de las trabajadoras; y en el caso del coordinador, se le preguntó directamente cuantas horas a la semana le dedica a lo que corresponde al laboratorio de medios, teniendo en cuenta que tiene a su cargo a 35 laboratorios más. Con estos datos, se podrá cargar el salario en la misma proporción que el tiempo dedicado a la mano de obra directa e indirecta.

Por último, se planteó el problema de los medios por componentes. El coordinador del laboratorio informa que los medios por componentes solo representan el 4% de la producción total. Estos medios se producen según requerimientos del docente, para practicas del laboratorio muy específicas. Los medios por componentes son muy variados y muchos de ellos dejan de producirse por largos periodos de tiempo. Esta característica de variabilidad en sus componentes los constituye en un producto o servicio de costo específico.

Debido a este cambio en las fórmulas de los medios de cultivo por componentes, no se tendrán en cuenta en el sistema de costeo, sino que se extenderá una parte de la herramienta para que el coordinador pueda añadir las fórmulas con respecto a los pedidos específicos del semestre en el que se encuentre, y la herramienta no quedé obsoleta ante estos cambios.

5.1.2 Clasificación de costos y tasa predeterminada CIF

A continuación, se presenta el desarrollo del segundo objetivo del proyecto, que consiste en la clasificación de costos en Material directo, Mano de obra directa y CIF. De la última clasificación se determina una Tasa de CIF para que se puedan aplicar los CIF de manera adecuada al costo total del Medio de cultivo.

5.1.2.1 Clasificación y determinación de la tasa CIF

Para realizar la clasificación de los costos se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

El agua que se requiere para la preparación de medios es especializada denominada agua tipo II (agua destilada). Esta es elaborada por la universidad por medio de un equipo especializado para efectos del costeo en esta ocasión, se trabaja con un costo promedio de \$5000/litro, valor determinado por el coordinador del laboratorio.

La depreciación del espacio de trabajo (infraestructura) donde se realizan los medios de cultivo el coordinador definió que según el sector y la cantidad de área con la que esta cuenta el valor del espacio físico es \$ 3500000.

La producción de medios de cultivo comercial es de aproximadamente el 96% de los medios de cultivo preparados según lo observado y datos proporcionados por el coordinador de laboratorios y la auxiliar y practicante de preparación de medios.

La autoclave tiene 3 turnos para ser usada; 8:30 am, 11:30 am y 5:30 pm y su periodo de uso es aproximadamente 1 hora 40 minutos. Estos horarios están definidos debido a que la producción no es tan alta para requerir un mayor uso de esta.

La distribución de la mezcla de productos es: 66% agares y 33% caldos.

Se extrae el valor de kilovatio hora kwh según el sector en el que se ubica el laboratorio: estrato 5 y 6 valor \$642,72 por kwh

Se listan todos los reactivos utilizados para la preparación de los medios de cultivo según su tipo ver anexo 1. Adicionalmente se anexan los consumibles, empaques y otros insumos, ver anexos 2,3 y 4 respectivamente.

Por otra parte, El área de trabajo donde se desarrolla la preparación de medios de cultivo es de 72 m²

Tabla 6: Salario más prestaciones de los asalariados del laboratorio

CARGO	SALARIO REAL QUE PAGA LA EMPRESA POR EMPLEADO
Auxiliar de preparación de medios de cultivo	\$ 2.402.269
Practicante de preparación de medios de cultivo	\$ 1.479.684

Coordinador administrativo de laboratorios	\$ 5.489.736
--	--------------

Fuente: elaboración propia

Para definir la base de asignación se tuvo en cuenta en qué base recaen mayormente los costos indirectos de fabricación se tomaron los tiempos y evaluaron que tan costoso son, se estudiaron: unidades producidas, horas máquina y horas hombre.

Horas hombre no es adecuado para la base de asignación debido a que, según las observaciones y datos extraídos en el trabajo de campo, el tiempo mayormente se ocupa en las máquinas y equipos además de que las horas hombre que aquí se presentan son principalmente mano de obra directa.

Unidades producidas no es adecuada para base de asignación debido a que algunos equipos de los que se utilizan en la preparación de medios independientemente de la cantidad de unidades que prepare esta siempre tendrá un mismo consumo de energía y/o agua lo cual no permite que sea una buena base de asignación para los CIF.

Finalmente se decidió escoger horas máquina como base de asignación para los costos indirectos de fabricación. El proceso productivo requiere una cantidad importante de horas máquina aproximadamente el doble de horas hombre para la preparación de medios de cultivo. Además, en esta se observa que recae una parte importante de los costos indirectos como se muestra en la tabla 11.

Para analizar los costos indirectos se realizó toma de tiempos y se sacaron estimados de acuerdo a información proporcionada por el coordinador de laboratorios, estos datos se llevaron a un año y se analizaron como costos indirectos anuales los cuales incluyen: consumo de agua y energía, salarios, insumos, depreciación.

Para lo anterior se tuvo en consideración que:

El coordinador de laboratorios dedica aproximadamente 6 horas semanales al laboratorio de preparación de medios, esto representan el 10,5% de su tiempo laboral. Con esta información y su salario se extrapolo a un año para sacar los CIF anuales. Para el caso de los CIF de agua y energía de los equipos y maquinaria que se utiliza para la preparación de medios se tomó el consumo que estos tienen en kw kilowatts o cc centímetros cúbicos posteriormente se multiplicó por las horas que funciona diariamente y por el costo de kwh o cc y se extrapolo a un año. En promedio

se preparan 4 medios de cultivo diarios esto se basó en información proporcionada por la auxiliar de laboratorios de que diario se gasta un frasco de etanol al 70% y que este dura para 4 usos. Estas varían en cantidad de acuerdo a la necesidad. El 25% del tiempo de trabajo de la auxiliar de laboratorio y la practicante es utilizado en la preparación de medios de cultivo.

En las siguientes tablas se muestran en términos generales los costos directos e indirectos que se presentan y los cuales anteriormente ya fueron clasificados

Tabla 7: Costos

TIPO	COSTO DIRECTO/INDIRECTO	COSTO FIJO/VARIABLE
ARRIENDO/GASTOS EN MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA	INDIRECTO	FIJO
DEPRECIACIÓN	INDIRECTO	FIJO
SALARIOS INDIRECTOS	INDIRECTO	FIJO
CONSUMO KWH / CC	INDIRECTO	VARIABLE
MANO DE OBRA DIRECTA	DIRECTO	VARIABLE
REACTIVOS TIPO CALDO Y AGAR	DIRECTO	VARIABLE
CAJAS PETRI O EMPAQUE	DIRECTO	VARIABLE
AGUA TIPO II	DIRECTO	VARIABLE

Tabla 8: Costos indirectos anuales

TIPO	COSTO
SALARIOS	\$ 6.917.067
DEPRECIACIÓN*	\$ 50.624.540
CONSUMO KW Y CC	\$ 5.803.514
CONSUMIBLES	\$ 2.407.889
TOTAL CIF ANUAL	\$ 65.753.010

*Incluye: planta física, equipo de laboratorio, instrumentos de laboratorio

Fuente: elaboración propia

Para definir la tasa predeterminada de costos indirectos debido a la falta de información del histórico presupuestado (se tienen presupuestos generales, poco detallados y no por laboratorio) se tomó la decisión de trabajar con los CIF presupuestados con la información recopilada y suministrada en algunos casos por el coordinador del laboratorio. Como no se tiene punto de comparación real, se hace difícil contrastar las cifras obtenidas como medio de control.

La base de asignación anual en horas máquina se halló basados en el tiempo de las máquinas que se requiere para preparar los medios de cultivos y la cantidad que se realiza diariamente se extrapolo a un año teniendo en cuenta que el laboratorio funcionan 5 días a la semana y asumiendo que se trabajarán los 12 meses del año, de esta manera se llega a que anualmente se consumen aproximadamente 1066 hora máquina y de esta manera se obtiene que la tasa para la preparación de medios de cultivo es:

$$\frac{\text{Costos indirectos de fabricación presupuestados}}{\text{base de asignación}} = \frac{\$ 65.753.010}{1066 \text{ Horas /máquina}} = \$ 61.705 \text{ Hora/máquina}$$

5.1.3 Desarrollo de la herramienta de costeo

Con un proceso caracterizado y detallado en sus componentes y necesidades y con una tasa CIF predeterminada acorde a los componentes, costos y características acordes al contexto e información suministrada por el Laboratorio de Medios objeto de estudio damos cumplimiento a nuestro tercer objetivo. Para ello se diseñó una herramienta que funciona de la siguiente manera:

La herramienta cuenta con 9 pestañas, la primera representa la información de entrada que será digitada o seleccionada por la persona que desea realizar el costeo. La segunda es la hoja de costos, en esta se encuentran separados los costos en tres grandes actividades: mezcla esterilización y servido, allí se presentan los costos de materiales directos, mano de obra directa y CIF de cada gran proceso y totalizados. La tercera pestaña consta de las personas empleadas en el laboratorio y sus respectivos sueldos, además de los porcentajes de trabajo en dinero que absorbe la preparación de medios del personal que allí se encuentra. La cuarta se constituye de todos los insumos necesarios para la preparación de medios de cultivo y sus respectivos costos. La quinta es la lista de los reactivos (caldo y agar) que se utilizan para la preparación de medios. La sexta consta del consumo en agua y

energía de la maquinaria que se utiliza. La séptima contiene los tiempos y la tasa predeterminada por hora máquina. La octava tiene la verificación de los CIF reales vs los CIF aplicados, cabe aclarar que esta hoja solo será usada si la persona que necesita la herramienta lo desea, puesto que esta hoja es más informativa y debe ser digitada manualmente porque dependen de los consumos reales que se generen en el laboratorio de preparación de medios. La última es una pestaña complementaria de la pestaña de CIF reales, que se utilizará para el registro de las órdenes de producción que se ejecutan mes a mes, para la comparación especificada anteriormente.

La herramienta consta de unas listas anteriormente mencionadas, de ser necesario agregar o extraer un reactivo, un empaque entre otros la tabla se actualizará en las funciones de entrada para facilitar el uso por parte del encargado del laboratorio y no limitar su funcionamiento.

Para el uso de la herramienta la persona debe seleccionar en la pestaña de entrada el tipo o tipos de reactivo que se utilizaran y la cantidad que usará de estos, adicionalmente deberá digitar la cantidad de medio de cultivo a preparar en mililitros y seleccionar en qué presentación se empacará el medio para entregárselo al cliente. Posterior a esto el sistema realizará cálculos internos y mostrará el costo del reactivo a preparar en la hoja de entrada en la sección de información de salida. Si desea conocer a que se deben estos costos clasificados en costos de materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación deberá dirigirse a la hoja de costos.

La herramienta diseñada durante esta investigación, hace parte integral de este informe. Se hace entrega al responsable del laboratorio de preparación de medios de la facultad de ciencias naturales de la universidad Icesi: Un archivo en Excel con la funcionalidad descrita anteriormente y los accesos de seguridad de la herramienta, un instructivo sistema de costeo de uso y una copia del presente informe, todo esto en forma digital.

5.1.4 Discusión de la herramienta.

Durante el desarrollo de este proyecto, se vive una situación mundial a causa del COVID-19. Una pandemia que ha obligado a un aislamiento social obligatorio, lo que condujo a todas las instituciones educativas, al igual que la mayoría de empresas y comercio en general a adoptar una modalidad de operación virtual. Esta situación hace que todo se trabaje desde casa. Además de contar con el cierre de

actividades en el Laboratorio donde se realiza la investigación y que el pronóstico de actividad académica presencial para el final del semestre, es nulo.

Entendiéndose, por razones de sustracción de materia, se hace inoperante desarrollar el cuarto objetivo. Donde se debió realizar una validación de la herramienta en el Laboratorio de preparación de medios de cultivo mediante una prueba piloto. Cabe anotarse que, durante el diseño, se realizó una prueba hipotética de la herramienta con datos supuestos. Estos datos son analizados a continuación:

Para realizar el análisis del funcionamiento de la herramienta se utilizaron los siguientes datos de entrada basados en que el reactivo Agua peptona que se disuelve con 20g en un litro.

Tabla 9: Datos de entrada

Tipo de medio	Agua peptona
Cantidad reactivo gramos	40 gr
Cantidad a preparar en Ml(mililitros)	2000 ml
Empaque	Caja Petri 90X15

Fuente: elaboración propia

Después de digitar los datos de entrada se genera la siguiente información de salida la cual corresponde a materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de manufactura y se totalizan, este total representan el costo de producción.

Tabla 10: Datos de salida

Tipo de costo	Costo en pesos
Materiales directos	\$ 73.322
Mano de obra directa	\$ 17.388
Costos indirectos de fabricación	\$ 143.464
Total	\$ 234.174
Costo unidad por caja Petri	\$ 2.342

Fuente: elaboración propia

6 Conclusiones.

Las conclusiones que se derivan de cada uno de los entregables, se presentan a continuación comenzando por la caracterización del proceso de preparación de medios de cultivo y el desarrollo de la herramienta.

- El sistema de costeo a diseñar estuvo basado en la teoría de construcción de un sistema de costeo por órdenes de producción debido a las características del sistema productivo que posee el laboratorio.
- La mano de obra directa e indirecta, se calcula teniendo en cuenta solamente el tiempo del capital humano (con el que cuenta el laboratorio) que labora exclusivamente en el proceso de preparación de medios de cultivo y se carga en proporción correspondiente al salario devengado de los participantes del proceso.
- La utilización de la capacidad del laboratorio es baja debido a que, aunque se cuenta con el servicio del laboratorio incluso en temporada vacacional del calendario académico, se utiliza mayoritariamente para las prácticas del laboratorio de docencia que empiezan a mediados del semestre y terminan al final.
- En el sistema de costeo no se tienen en cuenta los medios de cultivo por componentes, debido a su baja representación en la producción del laboratorio y sus características de variabilidad según los requerimientos. Sin embargo, se deja una extensión para lograr costear de manera manual, agregando las fórmulas de estos medios de cultivo.
- El elemento del costo más complejo de controlar son los costos indirectos de fabricación (CIF) y en el Laboratorio de Medios de la Facultad de Ciencias Naturales de La Universidad Icesi, no es la excepción. Como parte de nuestro segundo objetivo, se encuentra la determinación de la tasa predeterminada de CIF.

Por otra parte, con respecto a la herramienta:

- Debido a que la estructura del sistema está basada en el costeo por órdenes de producción, la herramienta permite una desagregación de los costos por categoría que indica a el coordinador del laboratorio cuál de estos costos es el que más carga tiene sobre el costo unitario de fabricación, lo cual permite pensar en estrategias de gestión de recursos que ayuden a minimizarlo y/o generar ventajas competitivas a través de la comparación con el mercado actual de medios de cultivo.

7 Recomendaciones

Como parte del estudio realizado se presentan las siguientes recomendaciones

- Los protocolos de preparación de medios en la primera etapa del proceso de preparación de medios (pesaje y mezcla de reactivos,) no se siguen por el personal al pie de la letra. Adicionalmente, el protocolo en el proceso de servido es muy manual. Recomendamos estandarización de los protocolos, que si bien, no presentaban fallas graves, en términos de costo y calidad del producto, sí se desea vender el servicio a terceros es importante asegurar también la cantidad entregada. El método en el proceso de servido actualmente de forma manual demora un tiempo importante y no asegura la cantidad de producto entregado.
- Se debe revisar y evaluar el inventario de los reactivos para hacer una planeación adecuada de estos. Se evidenció, que hay algunos reactivos que no se utilizan durante el semestre, y puede deberse a un exceso en la cantidad de compra. Esto representa un problema, puesto se cuenta con reactivos de alto costo cuyo valor monetario no es recuperable al estar almacenados; además de generar un sobre costo por stock de inventarios. Aunque no es tema de estudio de este proyecto, puede representar un golpe considerable al presupuesto de la facultad.
- A pesar de haberse logrado realizar una prueba hipotética, por la situación de aislamiento es necesario realizar una prueba piloto para verificar y ajustar cualquier desfase que se presente en los datos incluidos en la herramienta.
- Realizar un control más detallado de los costos indirectos de fabricación para levantar información que permita ir ajustando la tasa predeterminada de costos indirectos de fabricación que ayude a predecir con mayor precisión los costos de producción.
- Realizar un seguimiento al presupuesto asignado por la universidad y otros consumos compartidos con los demás laboratorios de la facultad que garanticen un mayor control de los recursos.

BIBLIOGRAFÍA

- (Febrero de 2005). Obtenido de Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1454_IN.pdf
- Antioquia, U. d. (s.f.). *Universidad de Antioquia*. Obtenido de Universidad de Antioquia:
http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna/!ut/p/z/0/fY5BC4JAEIX_ih08ym4aZUeRCMRTQeReYlyHmtp21d2kn99qXSII5sF8zOO9YYIdmdAw0BkcGQ3KcyWWp3Sdx_Nswcvtrsh5tsyzzWp_KOM0ZgUT_w0-ga5dJzImpNEOn44dW9M7UI8GleRgv-li7vjeSQ9onf9F0kwmszrRlbfYYODn9xY8NA3YW
- Bermudez, A. M., & Millán, J. L. (2013). *Metodología para el mejoramiento en los procesos de dirección de proyectos del fondo de prevención y atención de emergencias*. Obtenido de Metodología para el mejoramiento en los procesos de dirección de proyectos del fondo de prevención y atención de emergencias:
<https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/5825/BermudezAngelica2013.pdf;jsessionid=BB06A1CA136DA3D5D0C183E2E48668D2?sequence=1>
- Castillo, O. (Febrero de 2005). *Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa*. Obtenido de Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1454_IN.pdf
- Chamorro, D. (2016). *Contabilidad administrativa: un enfoque de costos*. Obtenido de Contabilidad administrativa: un enfoque de costos:
https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/80996/1/chamorro_contabilidad_administrativa_2016.pdf
- Contable, P. G. (2014). *Plan General Contable*. Obtenido de Plan General Contable:
https://www.plangeneralcontable.com/?tit=213-maquinaria&name=GeTia&contentId=pgc_213
- Cuevas, L. B. (2016). *Microbiología Clínica*. Madrid: Síntesis S.A. Obtenido de Microbiología Clínica:
<https://www.sintesis.com/data/indices/9788490773185.pdf>

- Delgado, D. (2018). *Diseño de una estructura de costos, para determinar la tarifa del servicio de laboratorio, pacientes externos, hospital apoyo II Tarapoto, periodo 2016*. Obtenido de Diseño de una estructura de costos, para determinar la tarifa del servicio de laboratorio, pacientes externos, hospital apoyo II Tarapoto, periodo 2016: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30552/delgado_cd.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Duque, M. E. (2016). *Diseño de un sistema de costos para el servicio fertilidad en el laboratorio de suelos- análisis químico de la universidad Nacional de Colombia, sede Medellín*. Obtenido de Diseño de un sistema de costos para el servicio fertilidad en el laboratorio de suelos- analisis quimico de la universidad Nacional de Colombia, sede Medellín: http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/1154/2/Esumer_suelos.pdf
- Guerra, J. (s.f.). *SIPOC*. Obtenido de SIPOC: https://www.sadamweb.com.ar/news/2016_08Agosto/SIPOC-La_definicion_de_un_proceso_en_una_pagina.pdf
- Harrison, R., Noreen, E., & Brewer, P. (2007). *Contabilidad Administrativa*. Bogotá: Mc Graw Hill. Obtenido de Contabilidad administrativa: https://www.academia.edu/16715704/Contabilidad_administrativa_11ed_Garrison_PDF
- Horngren, C., Harrison, W., & Oliver, S. (2010). *Contabilidad*. Colombia: Pearson.
- Icesi. (s.f.). *Icesi*. Obtenido de Icesi: <https://www.icesi.edu.co/>
- Llanos, N. (2017). *Manual de procesos y procedimientos*. Obtenido de Manual de procesos y procedimientos: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5845/1/LlanosCastroEulaliaNathalye2017pdf>
- Mejía, K. M. (Diciembre de 2004). *Diseño de un sistema de costeo para proyectos de investigación en el cultivo de banano de la empresa Standard Fruit de Honduras*. Obtenido de Diseño de un sistema de costeo para proyectos de investigación en el cultivo de banano de la empresa Standard Fruit de Honduras: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1866/1/AGN-2004-T018.pdf>

- Morillo, M. (5 de 5 de 2002). *Diseño de Sistemas de Costeo: Fundamentos Teóricos*. Obtenido de *Diseño de Sistemas de Costeo: Fundamentos Teóricos*: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=25700507>
- Nordeste, U. N. (s.f.). *Universidad Nacional del Nordeste*. Obtenido de *Universidad Nacional del Nordeste*: <http://ing.unne.edu.ar/pub/quimica/quigralytec/practylab/lab2015.pdf>
- Icesi, (s.f.). *Facultad de ciencias Naturales Icesi*. Obtenido de *Facultad de ciencias Naturales Icesi*: <https://www.icesi.edu.co/facultad-ciencias-naturales/#facultad>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2010). *Definición*. Obtenido de *Definición*: <https://definicion.de/recursos-financieros/>
- Quiminet. (13 de Julio de 2009). *Quiminet*. Obtenido de *Quiminet*: <https://www.quiminet.com/articulos/para-que-se-usan-las-cajas-petri-35778.htm>
- Ramon, J. (10 de January de 2018). *Science Trends*. Obtenido de *Science Trends*: <https://sciencetrends.com/what-is-agar/>
- Reviso. (s.f.). *Reviso*. Obtenido de *Reviso*: <https://www.reviso.com/es/que-es-un-gasto>
- Science, E. (2003). *Science direct*. Obtenido de *Science direct*: <https://www.sciencedirect.com/referencework/9780122270550/encyclopedia-of-food-sciences-and-nutrition>
- Sequeira, M. (Julio de 2009). *Guía para elaboración de diagramas de flujo*. Obtenido de *Guía para elaboración de diagramas de flujo*: <http://www.evalperu.org/sites/default/files/resources/file/3.%20MPNGE%20guia%20diagramas-flujo-2009.pdf>
- Ucha, F. (Agosto de 2011). *Definición abc*. Obtenido de *Definición abc*: <https://www.definicionabc.com/ciencia/reactivo.php>
- Vignoli, R. (s.f.). *Higiene.edu*. Obtenido de *Higiene.edu*: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/Libro2002/Cap%2027.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Reactivos tipo agar y tipo caldo

REACTIVO TIPO AGAR	CANTIDAD PRESENTACIÓN	U. M	PRECIO DEL REACTIVO	CANTIDAD REACTIVO(GR) NECESARIA X MILILITRO PREPARADO
AGAR	500	GR	\$ 369.019	0,015
NUTRITIVO	500	GR	\$ 264.537	0,028
CASO	500	GR	\$ 213.000	0,04
CETRIMIDA	500	GR	\$ 323.442	0,0453
EMB	500	GR	\$ 380.000	0,036
LB MILLER	500	GR	\$ 371.200	0,04
MACCONKEY II	500	GR	\$ 350.000	0,05
MANNITOL	500	GR	\$ 221.697	0,108
MRS	500	GR	\$ 401.625	0,066
PARA CHROMOCULT	500	GR	\$ 1.286.628	0,0281
SABORUD DEXTROSA	500	GR	\$ 202.276	0,065
XLD	500	GR	\$ 153.270	0,055

REACTIVO TIPO AGAR	CANTIDAD PRESENTACIÓN	U. M	PRECIO DEL REACTIVO	CANTIDAD REACTIVO(GR) NECESARIA X MILILITRO PREPARADO
YM (EXTRACTO DE LEVADURA Y MALTA)	500	GR	\$ 492.300	0,041
MULLER HINTON	500	GR	\$ 311.661	0,038
EXTRACTO DE MALTA	500	GR	\$ 672.000	0,048
LISINA	500	GR	\$ 500.812	0,033
ROSA BENGALA con cloranfenicol	500	GR	\$ 595.000	0,0158
EXTRACTO DE LEVADURA	500	GR	\$ 241.570	0,035
BHI (BRAIN HEART INFUSION)	500	GR	\$ 428.400	0,052
PLATE COUNT	500	GR	\$ 288.944	0,0235
SABOROD CON CHLORANPHENICOL	500	GR	\$ 211.820	0,0655
PDA	500	GR	\$ 211.525	0,039
VRBD	500	GR	\$ 211.525	0,0395

REACTIVO TIPO CALDO	CANTIDAD PRESENTACIÓN	U.M	PRECIO DEL MEDIO	CANTIDAD MEDIO(GR) NECESARIA X MILILITRO PREPARADO
CASO (SOJA TRÍPTICA)	500	GR	\$ 163.030	0,03
AGUA DE PEPTONA	500	GR	\$ 148.000	0,02
CASOY	500	GR	\$ 258.230	0,025
SABOURAUD	500	GR	\$ 216.271	0,03
LB MULLER	500	GR	\$ 664.020	0,025
LMX	500	GR	\$ 1.914.662	0,017
MACCKONKEY	500	GR	\$ 150.000	0,035
MULLER HILTON	500	GR	\$ 460.500	0,021
NUTRITIVO	500	GR	\$ 350.784	0,008
RVS (ENREQUICIMIENTO SALMONELLA)	500	GR	\$ 178.500	0,0418
TIOGLICOLATO	500	GR	\$ 233.240	0,029
EXTRACTO DE LEVADURA	500	GR	\$ 241.570	0,035
MOSSEL	500	GR	\$ 380.800	0,045
YPD o YPG	500	GR	\$ 380.800	0,05
LACTOSA	500	GR	\$ 380.800	0,013
BRILA	10000	GR	\$ 84.100	0,041

REACTIVO TIPO CALDO	CANTIDAD PRESENTACIÓN	U.M	PRECIO DEL MEDIO	CANTIDAD MEDIO(GR) NECESARIA X MILILITRO PREPARADO
PROTEASA PECTONA	500	GR	\$ 380.800	0,02
MRS	500	GR	\$ 380.800	0,052
LACTOSA	500	GR	\$ 380.800	0,013

Anexo 2. Consumibles

CONSUMIBLES	CANT USADA	U.M COMPRA	PRECIO APROXIMADO	VIDA ÚTIL
PAR DE GUANTES NITRILO	1	CJ X 50 PARES	\$ 18.000	1 PREPARACIÓN
CINTA INDICADORA	1	ROLLO (3 METROS)	\$ 22.000	
MARCACION (SHARPIE)	1	UND	\$ 3.900	6 MESES
ETANOL 70% (REACTIVO)	1	LITRO	\$ 4.000	4 PREPARACIONES
PAPEL VINYPEL	1	ROLLO (305 METROS)	\$ 20.000	1 MES
PAPEL TOALLA	4	ROLLO	\$ 6.000	1 PREPARACIÓN
ETIQUETAS DYMO	1	ROLLO (1000 ETIQUETAS)	\$ 46.550	2 MESES
AGUA TIPO II (REACTIVO)	1	LITRO	\$ 5.000	1 PREPARACIÓN

Anexo 3. Empaques

EMPAQUE	MEDIO USADO	CANTIDAD USADA POR L PREPARADO	U.M	VIDA ÚTIL	U.M COMPRA	PRECIO
CAJA PETRI 90X15	SÓLIDO	50	UND	1 PREPARADA	CJ X 500 UND	\$ 217.750
CAJA PETRI 60X15	SÓLIDO	100	UND	1 PREPARADA	CJ X 500 UND	\$ 175.500
FRASCO SCHOTT 50	SÓLIDO / LÍQUIDO	20	UND	36 MESES	UND	\$ 10.000
FRASCO SCHOTT 100	SÓLIDO / LÍQUIDO	10	UND	37 MESES	UND	\$ 15.000
FRASCO SCHOTT 250	SÓLIDO / LÍQUIDO	4	UND	38 MESES	UND	\$ 25.000
FRASCO SCHOTT 500	LÍQUIDO	2	UND	39 MESES	UND	\$ 40.000
FRASCO SCHOTT 1000	LÍQUIDO	1	UND	40 MESES	UND	\$ 80.000
TUBO TAPA ROSCA 20 ML	LÍQUIDO	111	UND	41 MESES	UND	\$ 4.000
TUBO TAPA ROSCA 10 ML	LÍQUIDO	111	UND	42 MESES	UND	\$ 4.000

Anexo 4. Otros insumos

INSUMO	CANT	U.M COMPRA	PRECIO APROX	VIDA ÚTIL
HIDRÓXIDO DE SODIO	1	LITRO	\$ 35.000	6 MESES
ÁCIDO CLORHÍDRICO	1	LITRO	\$ 40.000	6 MESES

Anexo 5. Herramienta Sistema de costeo preparación medios de cultivo

- Herramienta Sistema de costeo.xlsm

Anexo 6. Instructivo Preparación medios de cultivo

- Instructivo sistema de costeo (Lab preparación de medios).docx

Anexo 7. Tablas de registro de tiempos del proceso de preparación de medios de cultivo.

- Tiempos Preparación de medios.xlsx

Anexo 8. Reporte de Cambios y Ajustes

Con base en la rúbrica y comentarios del Lector y considerando los comentarios incluidos en el acta de sustentación los estudiantes deben realizar el Reporte de Cambios y Ajustes. Este documento es uno de los elementos de la entrega final y debe acompañar la versión final del proyecto de grado.

Título del Proyecto: Propuesta de sistema de costeo para la preparación de medios en la facultad de Ciencias Naturales.

Integrantes: Sergio Jaramillo y Nataly Tapasco.

Lector: Carlos Hernando González Rubio.

No.	Comentarios Lector/sustentación	Respuesta/Modificación (incluir la página del documento)
1	Los párrafos del contexto del problema tienen interlineado 1.	Los párrafos del contexto del problema se ajustaron a interlineado 1,15 (p 11,12).
2	Falto incluir la magnitud del problema, para esto se puede expresar, mediante cifras y datos, la importancia cuantitativa del problema (perdidas, producción sin costo, servicios atendidos, etc)	Se incluyó la magnitud según la información suministrada por el coordinador del laboratorio, que corroboramos con las visitas que realizamos en la primera mitad del semestre; este revela el problema de la baja utilización de la capacidad operativa del laboratorio en temporada de vacaciones estudiantiles (p 12,13).

3	La pregunta problema se sitúa en una sola investigación y una jornada de docencia. Mientras que los objetivos quieren dar solución a todo el problema detectado que sería la falta de costeo para la producción de medios de cultivo.	Se ajustó la pregunta problema a ¿Cuánto cuesta un medio de cultivo en el laboratorio de preparación de medios de cultivo en La Facultad De Ciencias Naturales de La Universidad Icesi? (p 13).
4	El entregable uno no se encuentra en los anexos y no se ve en el documento.	Este entregable es parte del documento incluye diagrama SIPOC, flujo del proceso (p 14)
5	Los párrafos se encuentran desconectados	Se conectaron los párrafos a través de las siguientes frases: Este laboratorio es de suma importancia en la asignación de recursos conocer la ejecución de los presupuestos asignados de manera que sean más eficiente para lograr un buen control y aprovechamiento de los mismos (p 15).
6	Existe un acta de creación y un registro del año se puede saber con exactitud.	Se realizó de manera aproximada porque el dato fue suministrado por el coordinador de la misma forma (p 11).
7	Este concepto teórico es muy grande, deberían centrarse en las herramientas contables que se utilizaron en el proyecto.	Este concepto teórico es importante tenerlo en claro para el desarrollo de la herramienta de costeo. La herramienta contable utilizada es el sistema de costeo por órdenes que se presenta después del concepto mencionado, no se profundiza en su definición formal, porque este trabajo es una representación clara de su aplicación (p 19, 20, 21, 22).
8	Unificar el sistema de referencia	El sistema de referencia utilizado es el enseñado en las clases de Proyecto de grado I, asumimos que el comentario se debió a que se utilizan diferentes tipos de citas en el documento (p 22).

9	En el documento no se encuentra u observan estos datos.	Se aclaró a que se refiere exactamente la información y de que elementos está compuesto en el trabajo (p 23).
10	Dividir por numerales el desarrollo del trabajo por cada objetivo.	Se puso numeración con títulos a todos los desarrollos de los objetivos en el documento para facilitar su identificación al leer.
11	No se entiende este párrafo	Se ajustó de la siguiente manera: Estos medios se producen según requerimientos del docente, para practicas del laboratorio muy específicas. Los medios por componentes son muy variados y muchos de ellos dejan de producirse por largos periodos de tiempo. Esta característica de variabilidad en sus componentes los constituye en un producto o servicio de costo especifico.
12	No se encuentra tabla para registro de tiempo	Se anexan tablas de registro de tiempos
13	La tabla 15 debería contener el costo de caja Petri.	Se agregó una fila con el costo por unidad de caja Petri (p 45).
14	Las tablas de amplio contenido deberían estar como anexos.	Se cambiaron las tablas de insumos y reactivos para anexos.
15	El precio por unidad de caja Petri debería anexarse en la herramienta.	Se anexo en la herramienta el precio de preparación de caja Petri.
16	No veo los gastos de arriendo/gastos mantenimiento de infraestructura.	Están inmersos en el rubro de las depreciaciones. Se agrega aclaración por medio del símbolo “*”.
17	Separar las conclusiones y recomendaciones	Se separaron las conclusiones de las recomendaciones.
18	El instructivo debe estar más completo	Se agregó información en el instructivo para facilitar el uso del mismo

	contemplando los posibles cambios que se pueden realizar.	
19	Se agrega una conclusión	La utilización de la capacidad del laboratorio es baja debido a que, aunque se cuenta con el servicio del laboratorio incluso en temporada vacacional del calendario académico, se utiliza mayoritariamente para las practicas del laboratorio de docencia que empiezan a mediados del semestre y terminan al final (p 41).
20	Pestaña REGISTRO	Se agrega una pestaña complementaria a la pestaña de CIF REALES de la herramienta de costeo en Excel (p 38, 39)
