



MINISTERIO DE SALUD DE EL SALVADOR

INSTITUTO PEDRO KOURÍ, CUBA - INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, EL SALVADOR.

**“ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO DE CONTROL, CALIDAD
ALIMENTOS Y TOXICOLOGÍA DEL LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA,
EL SALVADOR, 2018”.**

AUTOR:

DR.MAURICIO EDUARDO SALAZAR MARROQUIN

TUTOR:

LIC. ALBERTO BALY GIL, DrC.

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MASTER EN EPIDEMIOLOGÍA

SAN SALVADOR, 2019

Índice

1. Introducción.....	6
1.1 Planteamiento del Problema y pregunta de investigación.....	8
1.2. Objetivo general.....	9
1.3. Objetivos específicos.....	9
2. Marco teórico y metodológico para descripción de proceso y costos.....	12
2.1. El proceso productivo:	12
2.2 Características de los procesos productivos de los laboratorios de control de la calidad.....	13
2.3 Descripción de los procesos para el costeo. Diagrama de flujo del proceso. Matriz PAATI.....	14
2.4. Economía en salud.....	16
2.5. Perspectiva y horizonte analítico	18
2.6. Los costos	18
3. Aspectos metodológicos para la descripción de proceso y costo.....	21
3.1. Diseño general del estudio.....	21
3.2. Descripción del sitio de estudio	21
3.3. Población y universo de estudio	22
3.4. Criterios de inclusión.....	22
3.5. Tamaño de la muestra y muestreo	23
3.6. Operacionalización de las variables	23
3.7. Técnicas y procedimientos para la recolección de los datos. Clasificación de los costos	24
3.7.1. Descripción del proceso.....	24
3.7.2. Costeo	25
3.7.3. Recolección y clasificación de los costos.	25
3.7.4. Análisis de datos.....	27
3.8 . Consideraciones éticas.....	27
4. Resultados y discusión.....	29
4.1. Descripción del proceso.....	29
Flujograma 1. Manejo de las muestras en el Laboratorio de Control, Calidad de Alimentos y Toxicología, San Salvador 2018	31
Tabla 1. Matriz PAATI del procesamiento de muestras del LCCAT, área laboratorio de microbiología, análisis de muestras para detectar <i>Escherichia coli</i> , San Salvador 2018	32

Tabla 2. Matriz PAATI del procesamiento de muestras del LCCAT, área laboratorio de toxicología, para la detección del Grado alcohólico-metanol. El Salvador 2018	36
Tabla 3. Matriz PAATI del procesamiento de muestras del LCCAT, área laboratorio de fisicoquímica análisis de muestras para detectar colorante. San Salvador 2018	40
4.2. Producción del laboratorio.....	45
4.3. Costo de las determinaciones trazadoras.....	47
5. Conclusiones.....	53
6. Recomendaciones	54
7. Bibliografía.....	55
Anexos	59
Anexo 1. Oferta Servicios para análisis en muestras de alimentos y aguas en el laboratorio de Microbiología	59
Anexo 2. Oferta de Servicios para análisis en muestras de alimentos y aguas en el laboratorio de Fisicoquímico.	61
Anexo 3. Oferta de Servicios para análisis en muestras de alimentos y aguas en el laboratorio de Toxicología.	65
Anexo 4. Diagrama de Flujo del proceso de atención a sujetos atendidos en el LCCAT.....	67
Anexo 5. Matriz PAATI del procesamiento de muestras del LCCAT	68
Anexo 6. Descripción económica de centros de costo asociados a las determinaciones de laboratorio.....	69
Anexo 7 Observación de procedimiento de determinación de análisis de laboratorio.....	72
Anexo 8. Carta de consentimiento informado del Subdirector del Instituto Nacional de Salud.	75

Agradecimientos

Al ser supremo que me ha dado la vida y la posibilidad de escoger los caminos que tránsito, a todo aquel que ha llegado en el momento adecuado para ser un apoyo importante en mi vida y sobre todo para ser la luz que guía.

Para aquel que dentro y fuera de lo profesional es una inspiración, inspiración para ser mejor o inspiración para llegar cada día lo más alto posible en la inmensidad del mundo.

Un eterno agradecimiento a las autoridades del Ministerio de Salud de El Salvador y del Instituto Nacional de Salud por el voto de confianza al brindarme esta valiosa oportunidad que marca un antes y que con la presentación y defensa de esta tesis inicia un después.

Al Claustro de profesores del Instituto Pedro Kouri, del Instituto de Higiene, Epidemiología y Microbiología y a la Escuela Nacional de Salud Pública de Cuba por su entrega y dedicación para que el sueño se tornara en una realidad.

A mi tutor, maestro incansable que me acompañó y guio en esta odisea llamada tesis y más que eso llamada transmisión de conocimientos.

A todos los que ya no están acompañando en esta vida pero siempre creyeron en mí, en mis decisiones y en mis posibilidades de éxito.

“A veces sentimos que lo que hacemos es tan solo una gota en el mar, pero el mar sería menos si le faltara esa gota” Madre Teresa de Calcuta.

Gracias.

Resumen

El control y calidad de alimentos y bebidas es fundamental para garantizar inocuidad. No se dispone de información de costeo de las determinaciones analíticas del Laboratorio Nacional de Referencia de Control de la Calidad de los Alimentos y Toxicología (LCCAT), para establecer un precio que evite el subsidio.

Objetivo general: Estimar los costos directos asociados a tres determinaciones trazadoras del LCCAT, según la naturaleza de los análisis durante 2018.

Metodología: Se realizó una evaluación económica parcial de descripción de costos, de las actividades del LCCAT. Se incluyeron tres pruebas trazadoras (*E. coli*, colorantes y metanol). Se describieron los procesos asociados a estas últimas y se calcularon los costos medios directos por actividades mediante una combinación de microcosteo y macrocosteo. Se utilizaron las técnicas de informantes claves, revisión documental y la observación directa. **Resultados:** Se construyó el flujo de los procesos de las determinaciones y la matriz de Programa-Actividades-Acciones-Tareas e Insumos. El costo total de las determinaciones trazadoras durante el 2018 fue 232 610,65USD. El costo promedio total por prueba fue 56,11USD para *E. coli*, 13,76USD para colorante, 31,42 USD para el metanol. Los principales conductores del costo fueron los materiales y suministros. Siendo *E coli* 36,11USD más caro del costo cobrado, y colorantes y metanol 21,24USD y 43,56USD más baratos respectivamente. **Conclusiones:** Los costos encontrados no coinciden con los precios cobrados, lo que sugiere la necesidad de implementar un sistema contable para aumentar la precisión de los costos y establecer una política de precios según los objetivos de la institución.

1. Introducción

El control de la calidad de los alimentos es fundamental para la garantía de la inocuidad, verificar la composición o fórmula, así como el estado físico, químico, microbiológico y toxicológico del producto alimenticio que será comercializado y consumido por la población.

Los problemas de alimentación en el mundo van más allá de tener o no tener un alimento para su consumo diario. Disponer de comida no basta: Se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas, casi 1 de cada 10 habitantes– por ingerir alimentos contaminados y que 420 000 mueren por esta misma causa, con la consiguiente pérdida de 33 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad¹, o productos que no cuentan con calidad para el consumo humano. Situaciones que se presentan por ingestión de alimentos en mal estado o productos que no cuentan con calidad para el consumo humano. La inocuidad de los alimentos, la nutrición y la seguridad alimentaria están inextricablemente relacionadas. Los alimentos insalubres generan un círculo vicioso de enfermedad y malnutrición, que afecta especialmente a los lactantes, los niños pequeños, los ancianos y los enfermos.¹

Aunque la situación es especialmente grave en países más pobres, todos pueden verse afectados. La FAO y la OMS reconocen plenamente la necesidad de establecer vínculos más estrechos entre las autoridades responsables de la inocuidad de los alimentos a nivel internacional², con el objetivo de velar por la calidad e inocuidad de los alimentos distribuidos y comercializados.

En 2011 y 2012 se produjeron varios eventos a gran escala relacionados con la inocuidad de los alimentos, como el brote de *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) en Alemania, provocado por semillas germinadas distribuidas a nivel internacional y las preocupaciones en materia de inocuidad de los alimentos que surgieron tras los daños producidos por un terremoto y un maremoto en la central nuclear de Fukuyima en el Japón.²

El Salvador no está exento de este problema, durante 2015 las diarreas agudas se ubicaron en la sexta posición entre las causas específicas de consulta en la red de establecimientos del MINSAL sumando 281 817 casos.³

Por tal motivo el Ministerio de Salud realiza la verificación de control de la calidad de los alimentos para consumo humano, en el Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Toxicología (LCCAT), que es parte de los laboratorios de referencia del MINSAL y cuenta con tres laboratorios destinados al procesamiento de las muestras recibidas. Uno está encargado del procesamiento microbiológico, uno destinado a muestras en el ámbito de fisicoquímico y un laboratorio de procesamiento de muestras de toxicología, brindando servicios a la Dirección Nacional de Salud Ambiental (DISAM), Vigilancia Sanitaria, Fiscalía General de la República, Ministerio de Agricultura y Ganadería y empresas privadas. En el laboratorio se trabaja con muestras que provienen de investigaciones de brotes, de denuncias y de las muestras para vigilancia del registro sanitario de la industria alimentaria, muestras para control de calidad de aquellas empresas que por ley necesitan contar con el análisis de sus muestras debido a que venden sus productos a instituciones priorizadas.

Actualmente se ha incrementado el número de muestras que se reciben producto de la aplicación del Acuerdo Ministerial 267, en el que se establece que será el LCCAT quien realiza las determinaciones necesarias para obtener el registro sanitario. En el año 2017 se recibieron 18 457 muestras, lo que representó un incremento 25,29 % respecto al año anterior en el que se recibieron 14 731 muestras, siendo los principales rubros de ingreso de las muestras el registro sanitario, vigilancia, denuncias y controles de calidad. Esta situación genera necesidades crecientes de insumos, reactivos, así como de recursos humanos capacitados.

En El Salvador se ha venido implementado una Reforma de Salud que tiene como objetivo alcanzar la cobertura universal y gratuidad en los servicios públicos para mejorar el acceso a los servicios de salud (disminuyendo así la mortalidad y

morbilidad) y la calidad de vida de la población. Es de importancia que se evalúe la efectividad de las medidas tomadas, pero en la misma medida, es necesario conocer como ocurrió el sacrificio de recursos que se utilizaron para alcanzar esta mejoría, expresado a través del costo de los servicios prestados. En este ámbito, el LCCAT cobra los servicios de evaluación de alimentos a empresas privadas y público en general con lo que resarce en parte el gasto presupuestario que el MINSAL destina al laboratorio, por lo que es de suma importancia contar con la estimación de costos para respaldar las políticas de precios para evitar que se subsidien las determinaciones a estas empresas en detrimento de la actividad pública (servicio de vigilancia del sistema de salud, y otros programas de apoyo a poblaciones vulnerables). Los decisores del MINSAL han considerado que es necesario evaluar los costos del laboratorio, como primer un paso para evaluar la eficiencia.

1.1 Planteamiento del Problema y pregunta de investigación.

El LCCAT ha obtenido financiamiento de fuentes públicas y a través del cobro de sus servicios a empresas o grupos económicos públicos y privados para la obtención del registro sanitario (actualización y vigilancia). El objetivo de la venta de servicios, es contribuir al presupuesto del MINSAL, financiar en parte las actividades que no se cobran e imprimirle sostenibilidad al servicio (que el MINSAL utilice los recursos liberados en otras prioridades de salud). Esta facturación se hace a precios establecidos por el Ministerio de Hacienda a través del Fondo de Actividades Especiales (FAE). Sin embargo, no se cuenta con una estimación de gastos y costos promedio reales, así como su estructura, que se invierte en el procesamiento de cada una de las muestras y determinaciones que se desarrollan dentro del LCCAT. Por lo tanto, no se conoce si se está teniendo pérdida en los servicios que se cobran y que resultan en una transferencia de recursos del presupuesto público del MINSAL a financiar servicios realizados a empresas privadas, en detrimento de los servicios públicos priorizados de salud. Las autoridades de salud, están interesadas en realizar una estimación de los

costos, por lo que proponen que se realice una investigación de descripción de costos de tipo operacional insertada en el sistema y los servicios de salud.

Queremos responder a la pregunta de ¿cuál es el costo medio de procesamiento de las muestras de las distintas naturalezas de los productos que ingresan al Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Toxicología?

La investigación generó una línea de base en el año 2018, donde se determinó el costo directo medio de los distintos servicios, actividades y según naturaleza de las determinaciones de laboratorio (de las microbiológicas se escogió *E.coli*, de las fisicoquímicas colorantes artificiales y grado alcohólico correspondiente a las determinaciones toxicológicas), seleccionadas por su alta demanda, con lo que se pueden brindar recomendaciones al MINSAL e impulsar futuras intervenciones para el financiamiento, cobro de servicios y sostenibilidad del LCCAT. De manera, que los servicios que se cobran no generen pérdidas (déficit del presupuesto) que comprometan la actividad social del laboratorio relacionada con actividades prioritarias del MINSAL que se ofrecen gratis.

Nos proponemos entonces los siguientes objetivos de investigación:

1.2. Objetivo general.

Estimar los costos asociados a las determinaciones trazadoras del Laboratorio de Control, Calidad de los alimentos y toxicología según su naturaleza de los análisis de enero a diciembre 2018.

1.3. Objetivos específicos

1. Describir los procesos de producción de las determinaciones según la naturaleza de los alimentos que se procesan en el Laboratorio de Control, Calidad de alimentos y toxicología durante 2018.

2. Calcular los costos medios directos asociados a tres determinaciones trazadoras del Laboratorio de Control, Calidad de alimentos y toxicología según su naturaleza de los análisis desarrollados durante 2018.

Para cumplimentar estos objetivos se llevó a cabo una investigación de evaluación económica parcial de descripción de costos, incluida en la dinámica de trabajo del proceso de evaluación de pruebas diagnósticas en el LCCA en 2018. Se utilizó la perspectiva del proveedor de servicios. Se combinaron técnicas cualitativas y cuantitativas. Se utilizó la observación directa, revisión documental y entrevista a informantes claves ⁴ para la descripción del proceso de determinación de las pruebas diagnósticas. Se identificaron y analizaron las interacciones del proceso, así como el flujo del procedimiento. La descripción de costos incluyó solo los directos y a ellos se sumó un 12% de costos indirectos⁵. Se utilizó una combinación de las técnicas de macrocosteo y de microcosteo⁵. Se revisaron los registros contables y administrativos disponibles de gastos generales y se observaron directamente los procesos. Los costos se clasificaron por actividades, y dentro de ellas se desglosan los de salarios, materiales, suministros y amortización de medios de capital.⁶

Se tuvo en cuenta el cumplimiento con los principios éticos contenidos en la Declaración de Helsinki AMM, (2008).⁷ Se obtuvo el consentimiento informado de los diferentes actores para observar la actividad que desarrollan y para la entrevista. Se informó a las personas sobre los objetivos de la investigación y la posibilidad de retirarse de la misma, sin que ello representara ninguna repercusión en su trabajo o proyección futura. En todos los casos se garantizó el anonimato y la confidencialidad de la información, que fue custodiada por el investigador principal y utilizado únicamente con fines científicos.

La investigación, además de responder a un problema práctico reconocido por las autoridades del MINSAL, está en correspondencia con la necesidad de evaluar los costos para evitar el subsidio público a empresas privadas.

Este trabajo constituye un resultado de la maestría de Epidemiología del IPK como parte del convenio específico de colaboración entre el Ministerio de Salud Pública de Cuba (MINSAP) y el Ministerio de Salud Pública de El Salvador (MINSAL).

2. Marco teórico y metodológico para descripción de proceso y costos.

El presente capítulo pretende abordar teóricamente los procesos como un elemento clave para el éxito organizacional, relacionando los mismos con elementos de economía de la salud, rama de la economía que se centra en el estudio de cómo se utilizan los recursos para satisfacer las necesidades de salud, ya sea en el contexto de un individuo o en el de un grupo de población^{8,9}, que contribuyen a la mejora continua de los procesos y de la calidad.

2.1. El proceso productivo:

El proceso productivo es definido como una serie de operaciones y acciones que se llevan a cabo y que son necesarias para concretar la producción de un bien o de un servicio.⁹

Las operaciones y acciones, se suceden de una manera, dinámica, planeada y consecutiva y producen una transformación significativa en las sustancias o materias primas utilizadas, es decir, los insumos que entran en juego para producir tal o cual producto sufrirán una modificación para formar ese producto o servicio ofertado.

Durante el proceso de modificación de los materiales, los insumos sufren modificaciones constantes hasta que al final se consigue el producto final. Esto se puede medir a través del esfuerzo que se necesita para hacer la transformación, que se expresa en valor creado o costo que se va agregando a través de las operaciones. De esta forma en el proceso existen los llamados “inputs” a los que se les agrega valor consecutivamente según la secuencia de operaciones hasta obtener los “outputs”. Los cambios en el valor se miden a través del costo.

2.2 Características de los procesos productivos de los laboratorios de control de la calidad

La calidad de un laboratorio se puede definir como la exactitud, fiabilidad y puntualidad de los resultados analíticos notificados. Los resultados analíticos deben ser lo más exactos posible, todos los aspectos de las operaciones analíticas deben ser fiables y la notificación de los resultados debe ser puntual para ser útil en el contexto clínico o de la salud pública.^{10,11}

Las Buenas Prácticas de Laboratorio de este tipo de instituciones incorporan normas, proceso y prácticas que permiten la reproducibilidad de las pruebas y la disminución de la probabilidad de obtener resultados erróneos en los ensayos.¹²

Antiguamente, el planteamiento de los problemas en torno a la calidad empezaba y terminaba en la fase de producción: existía el “control de calidad” para verificar los productos antes de que salieran de la planta. Hoy en día ya no se trata de controlar sólo lo que sale, sino que se empieza por escuchar a los clientes, registrar sus necesidades y expectativas, interpretarlas desde la óptica del diseño, incorporarlas a la planificación de la producción y, permanentemente, transmitir esa información hacia todos los niveles de la organización.¹⁰

Los laboratorios de control de calidad de los alimentos pueden realizar algunas o todas las actividades de control de calidad, ej. Muestreo, análisis de ingredientes farmacéuticos activos, excipientes, materiales de envase y/o productos farmacéuticos, ensayos de estabilidad, ensayos contra especificaciones y ensayos de investigación.¹⁰ Particularmente, se realizan análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Este último se encarga de la identificación de microorganismos viables y la presencia de patógenos o indicadores en una muestra de alimentos.¹¹

La conformación de los Sistemas Integrados para el Control de la Calidad e Inocuidad de los Alimentos en la región de las Américas, logran la articulación y coordinación interinstitucional para la definición de roles y responsabilidades de todos los actores que intervienen en el sistema, incluidos los del sector privado.¹³ Además, norman los procedimientos regionales para este tipo de laboratorios.

Cada laboratorio debe contar con sistemas de gestión de muestras que garanticen la calidad de los resultados de las muestras que dentro de ellos son procesadas. Por ejemplo en Brasil se cuenta con el sistema electrónico Harpya que registra el flujo de entrada y salida de muestras, informes estandarizados e informaciones estadísticas.¹⁴ En nuestro laboratorio se cuenta con un departamento de control de la calidad que se encarga de revisar los resultados y los introduce en un sistema electrónico que cuenta con digitadores entrenados para este trabajo.

Los laboratorios necesitan asegurar el cumplimiento regulatorio, aumentar la eficiencia, reducir los errores, centralizar y retener datos.¹⁴ Para poder lograr el más alto nivel de exactitud y fiabilidad, es esencial realizar todos los procesos y procedimientos del laboratorio de la mejor forma posible. El laboratorio es un sistema complejo, que implica muchos pasos de actividad y a muchas personas. La complejidad del sistema exige que se lleven a cabo de forma adecuada diversos procesos y procedimientos.¹¹

El sistema de gestión de la calidad implementado en este tipo de laboratorios abarca todos los aspectos del funcionamiento del laboratorio, incluidos la estructura organizativa y los procesos y procedimientos, para garantizar la calidad.¹⁰

Los procesos de estos laboratorios consumen recursos que se pueden evaluar a través de los costos.⁵ Para su cuantificación es necesario hacer el diagrama y descripción la descripción de cada proceso.¹⁵

2.3 Descripción de los procesos para el costeo. Diagrama de flujo del proceso. Matriz PAATI

Un paso necesario para evaluar los costos del proceso es la descripción gráfica y matricial de la secuencia de actividades u operaciones realizadas, para identificar en cada paso los gastos asociados.

Harrington en su libro “Mejoramiento de los procesos de la empresa” parafrasea el proverbio “Una imagen vale más que mil palabras” de forma tal que lo convierte y amplía hacia los procesos de la empresa en “Un diagrama de flujo vale más que mil procedimientos” Harrington, (1993)¹⁶.

Un diagrama de flujo, o diagramación lógica o de flujo como también es conocido, es una herramienta de gran valor para entender el funcionamiento interno y las relaciones entre los procesos de la empresa. La diagramación de flujo se define como un método para describir gráficamente un proceso existente o uno nuevo propuesto. Para ello utiliza símbolos, líneas y palabras simples, que se emplean para demostrar las actividades y su secuencia en el proceso.^{16,17}

Entre las ventajas de emplear los diagramas, está la de mostrar gráficamente las actividades que conforman el proceso y cómo se adaptan en forma conjunta los diferentes elementos.¹⁸

En Lenguaje Unificado de Modelado (UML, de sus siglas en inglés: Unified Modeling Language), es un diagrama de actividades que representa los flujos de trabajo paso a paso y operacionales de los componentes en un sistema. Un diagrama de actividades muestra el flujo de control general.¹⁹

El diagrama de flujo tiene siempre un único punto de inicio y un único punto de término.²⁰ Para la realización del diagrama de flujo se debe: 1 Identificar las ideas principales a ser incluidas en el diagrama. Deben estar presentes el autor o responsable del proceso, los autores o responsables del proceso anterior y posterior y de otros procesos interrelacionados, así como las terceras partes interesadas. 2 Definir qué se espera obtener del diagrama de flujo. 3 Identificar quién lo empleará y cómo. 4 Establecer el nivel de detalle requerido. 5 Determinar los límites del proceso a describir.

Los pasos a seguir para construir el diagrama de flujo son:

1 Establecer el alcance del proceso a describir. De esta manera quedará fijado el comienzo y el final del diagrama. Frecuentemente el comienzo es la salida del proceso previo y el final la entrada al proceso siguiente. 2 Identificar y listar las principales actividades/subprocesos que están incluidos en el proceso a describir y su orden cronológico. 3 Si el nivel de detalle definido incluye actividades menores, listarlas también. 4 Identificar y listar los puntos de decisión. 5 Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos. 6 Asignar un título al diagrama y verificar que esté completo y describa con exactitud el proceso elegido. Este diagrama está compuesto de diferentes símbolos los cuales representan las actividades

La matriz PAATI (Programa-Actividad-Acción-Tarea-Insumo)²¹; es una tabla que desglosa o describe las operaciones del flujo de actividades del proceso mapeado, en círculos concéntricos anidados que van desde las operaciones más generales (actividades) hasta las más específicas o tareas. Así, a cada actividad le corresponden acciones y a cada acción le corresponden tareas. En esta etapa de tareas se identifican los insumos o recursos necesarios para su ejecución. Esto permite finalmente conocer qué tipo de recursos se necesita medir para encontrar los costos asociados a las tareas, acciones, actividades y proceso en general.

Cualquier proceso asociado a un laboratorio, para la determinación de pruebas diagnósticas que se quiera costear, es susceptible de ser mapeado y descrito utilizando la matriz PAATI

2.4. Economía en salud

La economía de la salud es la rama de la economía que se centra en el estudio de cómo se utilizan los recursos para satisfacer las necesidades de salud, ya sea en el contexto de un individuo o en el de un grupo de población.^{8,9}

La evaluación económica forma parte de ella y es un conjunto de herramientas que posibilitan conjugar los resultados o beneficios (y daños también) que se obtienen al aplicar un servicio o tecnología de salud, con sus costos, para evaluar

alternativas en competencia.²² El principal propósito de una evaluación económica es promover el uso más eficiente de los recursos en un ambiente de escasez.²³ En el sector de la salud su aplicación da la posibilidad de ir desde la evaluación de los costos de los servicios y las tecnologías hasta la evaluación de la eficiencia de las mismas.²⁴

Las evaluaciones económicas se clasifican, según su alcance, en completas o parciales. Se consideran evaluaciones económicas completas aquellas que toman en consideración, tanto los costos como las consecuencias (resultados) de diferentes opciones comparadas, por lo que permiten determinar la eficiencia económica de las acciones sanitarias o programas.⁵

Siendo así se describen cuatro tipos principales: análisis de costo-minimización, análisis costo-efectividad, análisis costo-utilidad y análisis costo-beneficio.²² Estos análisis se diferencian entre sí en que, a pesar de emplear una metodología similar en la estimación de costos, el método que utilizan para estimar los beneficios es diferente para cada uno de ellos.²³ Por otra parte, las evaluaciones económicas parciales son aquellas en las que se evalúa un aspecto de la evaluación económica, los costos o los resultados, pero sin compararlos con otras alternativas.²² Estas evaluaciones involucran los estudios de descripción de costos, descripción de costo-consecuencia y análisis de costos²³, siendo esta última es la base de esta tesis.

Según Ripoll N. (2004)²⁵ la evaluación económica de proyectos es informar a aquellos que toman las decisiones, sobre la eficiencia de los procesos productivos, dejando claro que la evaluación económica sólo es una parte de la información requerida para tomar la decisión. Establecer o encontrar la subutilización de un determinado medio de capital no implicará tomar una decisión obligatoria de cambiar el proceso productivo, si no la valoración de las distintas posibilidades de explotación del medio de acuerdo a las líneas de producción y objetivos de desarrollo institucional.

2.5. Perspectiva y horizonte analítico

Al realizar una evaluación económica debe considerarse el punto de vista o perspectiva desde la cual se va a realizar, dado que ello conduce a cambios en los costos y en las consecuencias o beneficios a incluir en el análisis.⁹ Esto se refiere al punto de vista que se adopte para responder a la pregunta de elección entre las opciones en competencia.

Hay dos perspectivas bien definidas: la social, dónde son relevantes todos los costos y beneficios (daños) no importa quien pague y quien reciba los beneficios; y la de grupos específicos en la sociedad, por ejemplo la perspectiva del proveedor de los servicios, donde los gastos de bolsillo de los pacientes no son evaluados, solo son relevantes los costos que recaen sobre la entidad de salud.^{9,26}

Por otra parte, el horizonte analítico es el intervalo de tiempo durante el cual se observan costos y beneficios. Este debe ser seleccionado de tal forma que incluya todos los costos y beneficios relevantes en que se incurra.²⁷

2.6. Los costos

El costo es la expresión financiera del consumo de los recursos para producir un bien o un servicio.²⁸ Los costos expresan este consumo en unidades monetarias, por ejemplo en dólares estadounidenses (USD). Este consumo representa un sacrificio de recursos que no podrán ser utilizados para producir otro bien o servicio.²⁸

En el contexto de los servicios de salud, los costos se clasifican de la siguiente forma.²² Atendiendo a su finalidad el costo puede ser real, cuando refleja los recursos gastados para efectuar una determinada actividad; o de mercado, si representa el precio en que se compra y se vende un producto o servicio. Tomando en consideración la identificación del servicio se clasifican como directos o indirectos. Los costos directos son los que se asocian al servicio que se está ejecutando, es por ello que se consideran como tales aquellos gastos originados por el pago de la fuerza de trabajo de quien ejecuta directamente las acciones, los

consumos de los materiales utilizados, los servicios y otras obligaciones que puedan asociarse de forma directa a la actividad que se ejecuta. Por su parte, los indirectos constituyen gastos o partes de gastos que no pueden asociarse de manera directa a la ejecución de las actividades y por regla general, se originan en otras áreas organizativas que apoyan las acciones de los que lo reciben, se consideran como tal los derivados de los servicios administrativos y técnicos generales.

Según la duración los costos se clasifican como costos de capital, cuando se refiere a recursos de larga duración conocidos también como activos fijos (edificios, muebles, equipos, computadoras, vehículos), y como costos de operación o recurrentes los que se consumen o gastan durante la producción de un bien o servicio y se adquieren regularmente (salarios, medicamentos, combustible, electricidad, alimentos, papelería).⁶ Atendiendo a su comportamiento los costos pueden ser fijos, cuando no varían aunque el nivel de actividad cambie (como ocurre con el sueldo de los profesionales); variables, cuando varían con el nivel de actividad porque se relacionan directamente con la cantidad de bienes y servicios producidos; fijos de amortización, los que se refieren a los costos de depreciación de los bienes; totales, cuando incluyen los costos fijos y variables relacionados con la producción de un bien o servicio; promedio o unitario, que es aquel que se refiere al valor medio de producir un bien o servicio y resulta de dividir el costo total entre el número total de productos o acciones; y marginal, que es el costo de producir una unidad de actividad o servicio adicional. Por último, teniendo en cuenta el tipo de sacrificio incurrido el costo se clasifica como de oportunidad que es aquel en que se incurre por tomar una decisión en lugar de otra.²²

La aproximación a la estimación de todos estos costos puede ser hecha por microcosteo o macrocosteo.²⁹ El microcosteo también llamado costeo por ingredientes o de abajo hacia arriba, identifica los elementos del costo a través de la descripción del proceso productivo. Estos elementos del costo, se miden utilizando diferentes técnicas de recolección de datos como la revisión documental

(ejemplo: registros de contabilidad), entrevistas, encuestas u observación directa. Después se van agregando por actividad o actor o nivel o alguna combinación de estos, hasta conformar los llamados costos totales por actividad, actor, nivel o alguna combinación de ellos. El microcosteo se realiza utilizando la matriz PAATI de derecha a izquierda. El macrocosteo, costeo bruto o de arriba hacia abajo, estima los costos a partir de unidades agregadas de costo conocidas.³⁰ Es la utilización de la Matriz PAATI de derecha a izquierda.

Vázquez R y Arjona R,(2011)³¹ en el estudio Costes de laboratorio como herramienta de gestión establece que: Todos los estudios de coste tienen como fin genérico recabar información para la forma de decisiones, es decir, que es fundamentalmente una herramienta para la gestión, pero a la hora de fijar objetivos concretos, éstos deben establecerse en función de dónde parta el interés en el establecimiento de dichos costes, ya que dicha ubicación justificará la adopción de una u otra metodología.

3. Aspectos metodológicos para la descripción de proceso y costo

En este capítulo se aborda el diseño general del estudio, la disposición de la organización y aspectos metodológicos para la descripción del proceso laboratorio para el desarrollo de las determinaciones trazadoras dentro del Laboratorio de Control, Calidad de Alimentos y Toxicología y sus costos. Se presentan las técnicas y procedimientos empleados para la recolección de la información y análisis de datos, las consideraciones éticas.

3.1. Diseño general del estudio

Se realizó una evaluación económica parcial de descripción de costos, de tipo operacional en sistemas y servicios de salud^{5,32} (de corte transversal según clasificación epidemiológica), de las actividades del Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Toxicología de enero a diciembre de 2018 y en particular de tres determinaciones que fueron llamadas trazadoras (*Echerichia coli*, colorantes artificiales y grado alcohólico) debido a que son las más demandadas y que corresponden a los tres tipos de naturaleza evaluados en el LCCAT: Microbiológica, fisicoquímica y toxicológica, respectivamente.

3.2. Descripción del sitio de estudio

Los laboratorios de referencia del MINSAL realizan determinaciones en tres actividades fundamentales. Vigilancia en Salud, Salud y medio ambiente y control de la calidad de alimentos y toxicología (LCCAT), cada una con áreas de laboratorios específicos para la actividad. El estudio de costos de las determinaciones trazadoras se realizó específicamente en el LCCAT que cuenta con tres sub-áreas para desarrollar los estudios o determinaciones (según naturaleza de las determinaciones a realizar):

- 1- Sub área de Laboratorio de Microbiología.
- 2- Sub área de Laboratorio de Fisicoquímico.

3- Sub área de Laboratorio de Toxicología.

Dichas áreas de laboratorios cuentan con una oferta de servicios basada en 34 metodologías con las que se da salida a 98 determinaciones analíticas distribuidas desigualmente en las tres áreas de laboratorio que lo constituyen. Según la oferta de servicios establecida para análisis en muestras de alimentos y aguas en el área de laboratorio de Microbiología se cuenta con la capacidad instalada para desarrollar 21 determinaciones analíticas. (Anexo 1.)

En el área de laboratorio de fisicoquímico se cuenta con la capacidad instalada para desarrollar 58 determinaciones analíticas. (Anexo 2.)

En el área de laboratorio de toxicología se cuenta con la capacidad instalada para desarrollar 19 determinaciones analíticas. (Anexo 3.)

Sumando entre las tres áreas de laboratorios el total de 98 determinaciones que a la fecha dan salida a la demanda de servicios provenientes de los usuarios internos y externos al sistema de salud.

Se cuenta además con un área destinada a la recepción de muestras en la que se realiza el proceso de recepción de todos los tipos de muestras que ingresan al LCCAT, garantizando así el resguardo de estas en condiciones idóneas de acuerdo al tipo de muestra.

3.3. Población y universo de estudio

La población a estudiar fueron todas las muestras remitidas para su procesamiento de enero a diciembre del 2018 al LCCAT. Consecuentemente el universo de estudio estuvo igualmente constituido.

3.4. Criterios de inclusión

Se incluyeron todas las muestras enviadas al laboratorio que generaron gastos al LCCAT y que coincidieran con las trazadoras.

3.5. Tamaño de la muestra y muestreo

En este caso anotamos como mínimo 60 observaciones por cada una de las determinaciones trazadoras (180 observaciones), de todas las actividades que constituyeron el flujo de cada proceso hasta completar una la determinación de laboratorio. Este número de observaciones es suficiente para aplicar Bootstrap no paramétrico y obtener los costos medios y su IC95%.³³ La condición que necesita cumplir esta técnica es que el muestreo sea adecuadamente realizado. Las observaciones se hicieron seguidamente durante un mes de trabajo ya que no hay estacionalidad en la llegada de muestras y la información obtenida por macrocosteo garantizaba el manejo adecuado de la capacidad del laboratorio y de los gastos directos generales para el cálculo de los costos.

3.6. Operacionalización de las variables

Las principales variables a que se emplearon en este trabajo se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Variables empleadas en la investigación

Variable independiente	Tipo	Descripción
Tipo de actividad	Cualitativa nominal	1. Vigilancia 2. Registro Sanitario
Tipo de determinación de laboratorio según su naturaleza	Cualitativa nominal	1. Microbiológica 2. Físico Químico 3. Toxicológica
Costo de salario	Cuantitativa discreta	Se refiere al gasto en la fuerza de trabajo sin incluir transferencias por seguridad social
Costos de materiales	Cuantitativa continua	Gastos en recursos materiales
Costo de reactivos	Cuantitativa continua	Gastos en reactivos
Costo de instrumental	Cuantitativa continua	Gastos en instrumental
Costo de medios de capital	Cuantitativa continua	Se refiere a la amortización de los bienes que duran más de un año

Costo medio	Cuantitativa continua	Costos totales de producción divididos por el número de unidades producidas
Costo medio por determinación	Cuantitativa continua	Se refiere al costo medio por determinación según su naturaleza
Costo medio por actividad	Cuantitativa continua	Se refiere al costo medio por actividad realizada para obtener una determinación según su naturaleza
Costo total	Cuantitativa continua	Suma de todos los costos de producción por actividad o del proceso

3.7. Técnicas y procedimientos para la recolección de los datos.

Clasificación de los costos

3.7.1. Descripción del proceso

Se realizó una técnica de tormenta de ideas para elaborar por consenso de expertos (3 expertos con más de 5 años de trabajo en el laboratorio) el Flujograma de procesos y obtener el diagrama de flujo del proceso (Anexo 4), además de la elaboración de las matrices PAATI (Programa-Actividades-Acciones-Tareas-Insumos) (Anexo 5), esta última con el objetivo de identificar el personal, los materiales y reactivos y los medios de capital que se utilizan en cada actividad-acción-tarea, para la estimación de los costos⁶. Esta tarea fue gestionada por el autor de esta tesis.

En el Anexo 5, PAATI definimos como programa a cada uno de los laboratorios que realizan las pruebas trazadoras, como actividad definimos los servicios que se prestan a lo largo del flujo de cada proceso, las acciones se definieron como el desglose en sub-actividades ejecutadas en cada servicio y como tareas la ejecución paso a paso de las acciones. Nótese que cada paso está anidado en el anterior y que no es posible más desglose después de la definición de las tareas. Como insumos definimos aquellos recursos de personas (tiempo utilizado), materiales y medios de capital necesarios para la ejecución de las tareas.

3.7.2. Costeo

Se utilizaron una combinación de las técnicas de macrocosteo y microcosteo desde la perspectiva del proveedor de salud.

Se hizo en tres pasos. Descripción del proceso (descrito en punto 3.7.1). Cuantificación de los recursos. Valoración de los recursos y clasificación.

3.7.3. Recolección y clasificación de los costos.

La cuantificación de los recursos utilizados según actividades descritas en la PAATI se realizó por observación directa (180 observaciones, 60 por cada tipo de determinación trazadora). Los resultados se vaciaron en hojas de datos primarios (Anexos 6 y 7). En el caso del Anexo 7 fue probado antes de su utilización 6 veces en cada proceso para evaluar su comportamiento. Los problemas detectados fueron rectificados antes de su utilización definitiva.

Para la valoración de los recursos es necesario tener sus precios. Los precios se obtuvieron por macrocosteo. Se hizo utilizando las técnicas de revisión documental, entrevistas y observación directa. Las fuentes de información secundaria fueron los registros y bases de datos administrativos y financieros con las que se cuenta en el departamento administrativo del LCCAT y las personas que trabajan en los laboratorios. Se obtuvieron los datos generales anuales (enero a diciembre 2018) del LCCAT (presupuesto anual desglosado en partidas), cantidad de trabajadores, tipo de determinaciones de laboratorio, número de determinaciones según su tipo y laboratorio, número de muestras procesadas, precio de los insumos y reactivos, precios de los medios de capital, su depreciación y vida útil restante. Además, los salarios, el % del valor del edificio que le corresponde a cada laboratorio y los gastos generales de electricidad, agua, gas, seguros, protección, impuestos. Los precios que no se encontraron en los registros mencionados se obtuvieron de los listados de la OMS: Cost effectiveness and strategic planning (WHO-CHOICE)³⁴. Los resultados se vaciaron en el Anexo 6.

Los gastos de capital se estimaron por anualización¹⁵ a una tasa de descuento del 3%, una vida útil media según reporte, 20% de valor de desecho o reventa y los precios de reemplazamiento en el mercado internacional.

Una vez obtenidos los precios de los recursos estos se valoraron multiplicando la cantidad de recursos consumidos por sus precios promedios a precios del 2018 en USD (la economía de El Salvador está dolarizada) y clasificados por actividad y naturaleza en recurrentes (salarios, materiales, reactivos, instrumental) y de capital según Johns et,al. (2003)⁶.

Para evitar los sesgos de recogida de información se entrenó el personal que observó y vació los datos en los anexos para estandarizar los procedimientos. Dicho entrenamiento consistió en el estudio a profundidad del protocolo de investigación, sesiones de trabajo para esclarecimiento de objetivos y técnicas a emplear para el desarrollo de las observaciones y el llenado y vaciado de la información. Los dos recursos que participaron como encuestadores fueron de la Unidad de Calidad del departamento de laboratorios especializados que se encargan del LCCAT, los cuales de acuerdo a lo establecido por mutuo acuerdo brindaron el apoyo para el desarrollo de este estudio.

Se contó con un tutor designado para este estudio desde el inicio para el desarrollo del estudio quien acompañó en todo momento el desarrollo la investigación, de igual manera se contó con un autor principal quien fue el responsable del cumplimiento del estudio desarrollado en el marco de la Maestría en Epidemiología.

Los datos fueron transferidos a una base de datos en EXCEL, software apropiado para este tipo de estudios y analizados en el propio EXCEL o trasferidos y analizados con IBM SPSS 21.

3.7.4. Análisis de datos

El flujo del proceso o diagrama de despliegue del flujo del proceso se realizó utilizando un programa informático estándar de diagramación.

Se analizó las variables utilizando medidas de frecuencia, tendencia central y dispersión para calcular las estadísticas descriptivas de las variables extraídas de los registros y la observación directa, según fuera del tipo de variable.

Las medias y los intervalos de confianza del resto de las variables fueron calculados utilizando el método no paramétrico de Bootstrap. Este método se basó en escoger 1 000 muestras de tamaño 60 a partir de los datos originales, de forma aleatoria con reemplazo. Para cada muestra se calculó la media y la desviación estándar. Las 1 000 medias se ordenaron de menor a mayor y se escogieron las que representen el 2.5 y el 97.5 percentil de la distribución de medias estimadas, para construir el intervalo de confianza y la estimación de la verdadera media.³³

Se agruparon los costos por actividades o servicios y dentro de ellas en recurrentes y de capital. Se calcularon los costos medios por acción, actividad, tipo de laboratorio, según tipo de prueba de laboratorio.

3.8. Consideraciones éticas

Se tuvieron en cuenta las normas éticas y científicas para realizar estudios biomédicos en humanos a partir de las guías internacionalmente aceptadas, en especial la Declaración de Helsinki⁷ y principios de buena práctica clínica; a fin de preservar la dignidad, derechos, seguridad y salud de los participantes en la investigación. Se guardó la confidencialidad de los individuos que se incluyan en el estudio, asignando códigos a cada instrumento de recolección de datos. (Dichos códigos fueron relacionados al orden de recolección o de observación realizada para el llenado de los instrumentos, mas no para los individuos que den información o desarrollaron una determinación. Se asignó un número del 01 al 60

por cada una de las tres determinaciones identificadas con el nombre de la naturaleza de la muestra).

Los resultados de esta investigación representan un beneficio para el sistema de salud y la comunidad. Conocer los costos de este laboratorio del Laboratorio Nacional de Referencia ayuda en la toma de decisiones y la planificación de los recursos.

El estudio se realizó con la debida aprobación de las autoridades locales y nacionales. Se pidió el consentimiento informado por escrito de las autoridades del LCCAT para la recogida de datos y observación de los procedimientos.

4. Resultados y discusión

El desarrollo de la ciencia y con ella la tecnología trae consigo cambios radicales en la manera de hacer las cosas, las empresas tienen que buscar los mecanismos de gestión que garanticen que su oferta de servicios sea atractiva al cliente interno y externo. Dar respuesta a las necesidades cambiantes del mercado es un reto, las empresas junto con el estado deben buscar mecanismos para su innovación, la cual les garantice ser competitivos ante el mercado, sin embargo esta competitividad trae consigo compromisos e inversión que garantice la seguridad, la confiabilidad, que conllevan entre otros a la calidad de los productos o servicios ofertados. Pero para ello se necesita tener información precisa sobre costos. Los grandes retos para el sector público y privado radican en lograr una eficiente gestión por procesos, con los menores costos posibles, pero con la más alta calidad.

4.1. Descripción del proceso

El proceso de costeo tuvo como primer paso la descripción del proceso de manejo y procesamiento de muestras a través del flujo de actividades (Flujograma 1) y su descripción a través de la matriz PAATI (Tablas 1-3), donde se plasman los insumos consumidos.

El flujograma o mapa del proceso de manejo de las muestras fue común para las tres determinaciones trazadoras, contando con actividades, acciones y tareas intermedias que se desarrollan para garantizar la calidad de las muestras.

Como se observa las actividades fundamentales son: la recepción de muestras inicial (proceso administrativo), la recepción de muestras técnica (que comprende su registro, clasificación, almacenamiento y distribución final a los laboratorios); la preparación y el procesamiento de la muestra en el laboratorio correspondiente y

finalmente el registro y control de la calidad del resultado. Estas actividades desarrolladas en espacios adecuados para cada proceso (Figura 1- Flujograma 1).

En las matrices PAATI puede observarse además, las acciones y tareas y el tipo de insumo (que está dividido en tiempo de personal, materiales y medios de capital) que se utiliza para realizar cada actividad. (Tablas 1-3)

Las variaciones de la recepción de muestras, están ligadas al manejo o necesidad de utilizar medios de capital como la refrigeradora o nevera garantizar la conservación y calidad de las muestras (ver tablas 1-3), medio de capital que solamente se utiliza en la muestra ligada la determinación de *E. coli*, el tiempo y número de personas involucrados, la cantidad de materiales y reactivos utilizados.

Según Vázquez R y Arjona R (2011)³¹ los flujos de actividades de los laboratorios son en general comunes, pero la variabilidad en el uso de los recursos depende de las técnicas, medios de capital y calificación de los recursos humanos, así como las normas que rigen el trabajo.

Flujograma 1. Manejo de las muestras en el Laboratorio de Control, Calidad de Alimentos y Toxicología, San Salvador 2018

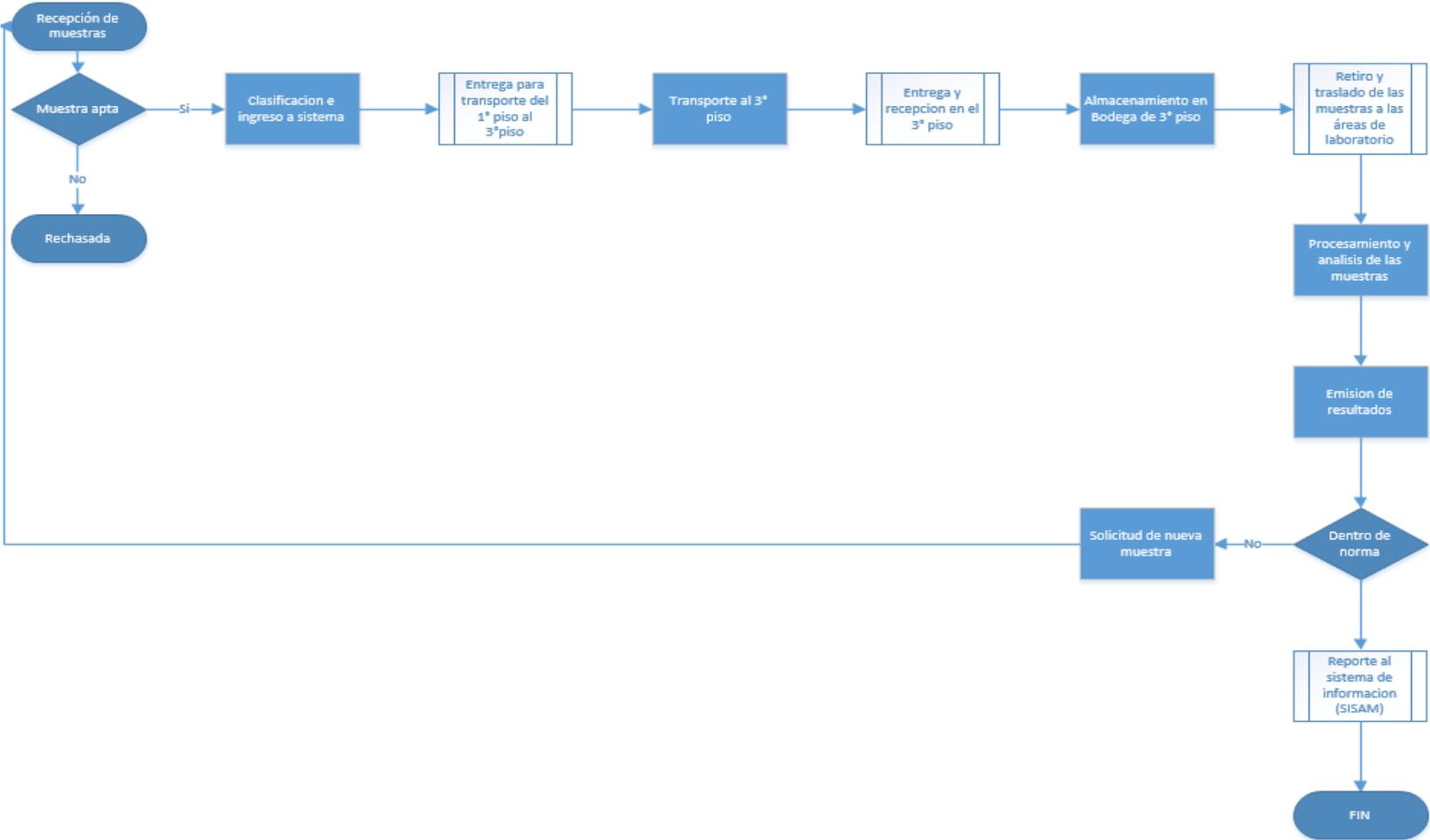


Tabla 1. Matriz PAATI del procesamiento de muestras del LCCAT, área laboratorio de microbiología, análisis de muestras para detectar *Escherichia coli*, San Salvador 2018

Program a	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
Área de laboratorio de Microbiología	1 Recepción de la muestra	1.- Verificación inicial del producto	<ul style="list-style-type: none"> . Recepción de documentos y muestra. . Verificación de información registrada en el sistema . Revisión de documentos entregados contra documentos digitales . Revisión física de lote y vencimiento del producto . Recepción del producto en el sistema . Sellado de documentación recibida y entrega de copia al usuario como evidencia de la entrega al LNR 	<p>Tiempo de personal (MT) salario \$487.17, (ZR) Salario \$512.76 tiempo invertido 3 minutos por muestra recibida</p> <p>Materiales y medios de capital Computadora fechador – con tinta bolígrafo Plumón Tirro bolígrafo</p>
		2.- Identificación de la muestra	<ul style="list-style-type: none"> . Escritura del número correlativo de muestra. . Colocación numero correlativo en documentos . Escribir numero correlativo en tirro . Colocación de número en parte visible de la muestra 	<p>Tiempo de personal (MT) salario \$ 487.17 Tiempo 15-30 minutos en función de la cantidad de muestras a traslada</p> <p>Materiales hielera /cajas Bolígrafo Folder con papel para anotación de lo entregado</p>
	2 Traslado de muestras y recepción en 3ª planta	3.- Recepción de muestras para traslado a la bodega de retención 3era planta	<ul style="list-style-type: none"> .Anotación de números de muestras entregadas en cuadro de muestras entregadas . Revisión con ordenanza la cantidad de 	<p>Tiempo de personal (F) salario \$300.00 (MT) salario \$ 487.17</p> <p>Materiales</p>

Program a	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
			muestras por producto .Ubicación de las muestras por clasificación refrigeradas y secas . Revisión de las condiciones de almacenamiento	Bolígrafo Hoja
		4.- traslado de muestras a bodega de retención a tercer nivel	.Movilización de las muestras	Tiempo de personal (F) salario \$300.00 cantidad de viajes de 1-5 por bloque de muestras a entregar
		5.- Recepción de muestras bodega 3ª planta Verificación secundaria producto	.Revisión de las condiciones de almacenamiento . Revisión de número correlativo de las muestras recibidas . Revisión con ordenanza la cantidad de muestras por producto . Colocación de muestras secas por número correlativo en mesas de la bodega. . colocación en refrigeradoras o congelador de muestra refrigeradas o congeladas . Firma de documento de recepción-entrega	Tiempo de personal (ID) salario \$ 509.91 (F) salario \$ 300.00 Tiempo invertido: de 15-45 minutos Materiales y medios de capital Bolígrafo Hojas Mesas de trabajo Refrigeradoras o congeladores
	3 Distribución de muestras por área de laboratorio	6.- Separación de muestras por Área de laboratorio	. Toma de fotocopia de mandamiento de pago que incluye análisis a realizar . Clasificación de las muestra por Laboratorio refrigeradas y secas .Colocación de muestras según el destino . Anotación de números de muestras entregadas en cuadro de muestras	Tiempo de personal (MV) salario \$1,747.24 (MA) salario \$2,150.00 (WB) salario \$1,046.24 Materiales y medios de capital Bolígrafos Copias

Program a	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
			entregadas.	Carreta de transporte Fotocopiadora Mesas de trabajo
		7.- Traslado al área de laboratorio de toxicología	Traslado de muestra al área de laboratorio de Microbiología (E. coli)	Tiempo de personal (CO) salario \$ 850.86 (JD) salario \$ 1, 130.06 Tiempo invertido: 5 minutos
		8- Entrega y recepción de las muestras	. Verificar el listado de muestras . Registro de ingreso al área	Tiempo de personal (CO) salario \$ 850.86 (JD) salario \$ 1, 130.06 Materiales y medios de capital Bolígrafos Hojas Mesas de trabajo
	4 Preparación de muestras	9- Preparación de la muestra	. Seccionamiento de la muestra . Pesar o medir la muestra . Transferir a medios de enriquecimiento o aguas de dilución . Homogenización de la muestra	Tiempo de personal (CO) salario \$ 850.86 (JD) salario \$ 1, 130.06 Materiales y medios de capital Bolígrafos Hojas Mesas de trabajo (ver Tablas de materiales de laboratorio y medios de capital) Tiempo promedio: 10-20'

Program a	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
				aproximado
	5 Análisis de muestras	10-Análisis de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> . Inoculación de medios de cultivo . Incubación por 48 horas . Lectura de resultados . Registro de resultados en formatos de reporte 	<p>Tiempo de personal (CO) salario \$ 850.86 (JD) salario \$ 1, 130.06</p> <p>Materiales y medios de capital Bolígrafos Hojas Mesas de trabajo (ver Tablas de materiales de laboratorio y medios de capital)</p> <p>Tiempo promedio: 49-50 horas aproximado</p>
	6 Reporte	11- Reporte de resultados	<ul style="list-style-type: none"> . Registro de resultados en Libro de resultados de muestras . Digitación de resultados a formato de Word . Impresión y revisión de informes de resultados 	<p>Tiempo de personal Digitador salario \$540.00 Tiempo aproximado : 30 minutos</p> <p>Materiales y medios de capital</p> <ul style="list-style-type: none"> . Libro de registro . Computadoras . Impresora . Tinta . Papel . Revisión de Calidad

Tabla 2. Matriz PAATI del procesamiento de muestras del LCCAT, área laboratorio de toxicología, para la detección del Grado alcohólico-metanol. El Salvador 2018

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
Área de laboratorio de Toxicología	1 Recepción de la muestra	1.- Verificación inicial del producto	<ul style="list-style-type: none"> . Recepción de documentos y muestra. . Verificación de información registrada en el sistema . Revisión de documentos entregados contra documentos digitales . Revisión física de lote y vencimiento del producto . Recepción del producto en el sistema . Sellado de documentación recibida y entrega de copia al usuario como evidencia de la entrega al LNR 	<p>Tiempo de personal (MT) salario \$487.17, (ZR) Salario \$512.76 tiempo invertido 3 minutos por muestra recibida</p> <p>Materiales y medios de capital Computadora fechador – con tinta bolígrafo Plumón Tirro bolígrafo</p>
		2.- Identificación de la muestra	<ul style="list-style-type: none"> . Escritura del número correlativo de muestra. . Colocación numero correlativo en documentos . Escribir numero correlativo en tirro . Colocación de número en parte visible de la muestra 	<p>Tiempo de personal (MT) salario \$ 487.17 Tiempo 15-30 minutos en función de la cantidad de muestras a traslada</p> <p>Materiales hielera /cajas Bolígrafo Folder con papel para anotar de lo entregado</p>
	2 Traslado de muestras y recepción en 3ª planta	3.- Recepción de muestras para traslado a la bodega de retención 3era planta	<ul style="list-style-type: none"> .Anotación de números de muestras entregadas en cuadro de muestras entregadas . Revisión con ordenanza la cantidad de muestras por producto .Ubicación de las muestras por 	<p>Tiempo de personal (F) salario \$300.00 (MT) salario \$ 487.17</p> <p>Materiales Bolígrafo Hoja</p>

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
			clasificación refrigeradas y secas . Revisión de las condiciones de almacenamiento	
		4.- traslado de muestras a bodega de retención a tercer nivel	.Movilización de las muestras	Tiempo de personal (F) salario \$300.00 cantidad de viajes de 1-5 por bloque de muestras a entregar
		5.- Recepción de muestras bodega 3ª planta Verificación secundaria producto	.Revisión de las condiciones de almacenamiento . Revisión de número correlativo de las muestras recibidas . Revisión con ordenanza la cantidad de muestras por producto . Colocación de muestras secas por número correlativo en mesas de la bodega. . colocación en refrigeradoras o congelador de muestra refrigeradas o congeladas . Firma de documento de recepción-entrega	Tiempo de personal (ID) salario \$ 509.91 (F) salario \$ 300.00 Tiempo invertido: de 15-45 minutos Materiales y medios de capital Bolígrafo Hojas Mesas de trabajo Refrigeradoras o congeladores
	3 Distribución de muestras por área de laboratorio	6.- Separación de muestras por Área de laboratorio	. Toma de fotocopia de mandamiento de pago que incluye análisis a realizar . Clasificación de las muestra por Laboratorio refrigeradas y secas .Colocación de muestras según el destino . Anotación de números de muestras entregadas en cuadro de muestras	Tiempo de personal (MV) salario \$1,747.24 (MA) salario \$2,150.00 (WB) salario \$1,046.24 Materiales y medios de capital Bolígrafos Copias Carreta de transporte

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
			entregadas.	Fotocopiadora Mesas de trabajo
		7.- Traslado al área de laboratorio de toxicología	Traslado de muestra al área de laboratorio de Toxicología	Tiempo de personal (WB) salario \$1,046.24
		8- Entrega y recepción de las muestras	. Verificar el listado de muestras . Registro de ingreso al área	Tiempo de personal (WB) salario \$1,046.24 Materiales y medios de capital Bolígrafos Hojas Mesas de trabajo
	4 Preparación de muestras	9- Preparación de la muestra	. Montaje en equipo de destilación . Montaje en equipo de cromatografía de gases .Lectura de resultados	Tiempo de personal (WB) salario \$1,046.24 (EA) salario \$ 625.72 Tiempo promedio: 15' aproximado Materiales y medios de capital (ver matrices de materiales y medios de capital)
	5 Análisis de muestras	10-Análisis de laboratorio	. Montaje en equipo de destilación . Montaje en equipo de cromatografía de gases .Lectura de resultados	Tiempo de personal (WB) salario \$1,046.24 (EA) salario \$ 625.72 Tiempo promedio: 3 horas aproximado

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
				Materiales y medios de capital (ver matrices de materiales y medios de capital)
	6 Reporte	11- Reporte de resultados	<ul style="list-style-type: none"> . Registro de resultados en Libro de resultados de muestras . Digitación de resultados a formato de Word . Impresión y revisión de informes de resultados 	Tiempo de personal Digitador salario \$540.00 Tiempo aproximado : 30 minutos Materiales y medios de capital <ul style="list-style-type: none"> . Libro de registro . Computadoras . Impresora . Tinta . Papel . Revisión de Calidad

Tabla 3. Matriz PAATI del procesamiento de muestras del LCCAT, área laboratorio de fisicoquímica análisis de muestras para detectar colorante. San Salvador 2018

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
Área de laboratorio de Fisicoquímico	1 Recepción de la muestra	1.- Verificación inicial del producto	<ul style="list-style-type: none"> . Recepción de documentos y muestra. . Verificación de información registrada en el sistema . Revisión de documentos entregados contra documentos digitales . Revisión física de lote y vencimiento del producto . Recepción del producto en el sistema . Sellado de documentación recibida y entrega de copia al usuario como evidencia de la entrega al LNR 	Tiempo de personal (MT) salario \$487.17, (ZR) Salario \$512.76 tiempo invertido 3 minutos por muestra recibida Materiales y medios de capital Computadora fechador – con tinta bolígrafo Plumón Tirro bolígrafo
		2.- Identificación de la muestra	<ul style="list-style-type: none"> . Escritura del número correlativo de muestra. . Colocación numero correlativo en documentos . Escribir numero correlativo en tirro . Colocación de número en parte visible de la muestra 	Tiempo de personal (MT) salario \$ 487.17 Tiempo 15-30 minutos en función de la cantidad de muestras a traslada Materiales hielera /cajas Bolígrafo Folder con papel para anotación de lo entregado
	2 Traslado de muestras y recepción en 3ª planta	3.- Recepción de muestras para traslado a la bodega de retención 3era planta	<ul style="list-style-type: none"> .Anotación de números de muestras entregadas en cuadro de muestras entregadas . Revisión con ordenanza la cantidad de muestras por producto 	Tiempo de personal (F) salario \$300.00 (MT) salario \$ 487.17 Materiales Bolígrafo

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
			.Ubicación de las muestras por clasificación refrigeradas y secas . Revisión de las condiciones de almacenamiento	Hoja
		4.- traslado de muestras a bodega de retención a tercer nivel	.Movilización de las muestras	Tiempo de personal (F) salario \$300.00 cantidad de viajes de 1-5 por bloque de muestras a entregar
		5.- Recepción de muestras bodega 3ª planta Verificación secundaria producto	.Revisión de las condiciones de almacenamiento . Revisión de número correlativo de las muestras recibidas . Revisión con ordenanza la cantidad de muestras por producto . Colocación de muestras secas por número correlativo en mesas de la bodega. . colocación en refrigeradoras o congelador de muestra refrigeradas o congeladas . Firma de documento de recepción-entrega	Tiempo de personal (ID) salario \$ 509.91 (F) salario \$ 300.00 Tiempo invertido: de 15-45 minutos Materiales y medios de capital Bolígrafo Hojas Mesas de trabajo Refrigeradoras o congeladores
	3 Distribución de muestras por área de laboratorio	6.- Separación de muestras por Área de laboratorio	. Toma de fotocopia de mandamiento de pago que incluye análisis a realizar . Clasificación de las muestra por Laboratorio refrigeradas y secas .Colocación de muestras según el destino	Tiempo de personal (MV) salario \$1,747.24 (MA) salario \$2,150.00 (WB) salario \$1,046.24 Materiales y medios de capital

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
			. Anotación de números de muestras entregadas en cuadro de muestras entregadas.	Bolígrafos Copias Carreta de transporte Fotocopiadora Mesas de trabajo
		7.- Traslado al área de laboratorio de Fisicoquímica (color)	Traslado de muestra al área de laboratorio de Fisicoquímica (color)	Tiempo de personal (MA) salario \$2,150.00 Tiempo invertido: 10-15 minutos
		8- Entrega y recepción de las muestras	Traslado de muestra al área de laboratorio de Fisicoquímica (color). Verificar listado de muestras	Tiempo de personal (MA) salario \$2,150.00 Tiempo invertido: 5 minutos Materiales y medios de capital Bolígrafos Hojas Mesas de trabajo
	4 Preparación de muestras	9- Preparación de la muestra	. Seccionamiento de la muestra . Pesar o medir la muestra . Transferir Beaker	Tiempo de personal (MA) salario \$2,150.00 Tiempo invertido: 5 minutos Materiales y medios de capital Bolígrafos Hojas Mesas de trabajo (ver Tablas de materiales de laboratorio y medios de

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
				capital) Tiempo promedio: 5' aproximado
	5 Análisis de muestras	10-Análisis de laboratorio	Dilución y calentamiento de la muestra - Evaporación de la muestra -Extracción de colorantes - Revelado de colorantes -Lectura de resultados . Registro de resultados en formatos de reporte	MA) salario \$2,150.00 Tiempo invertido: 5 minutos Materiales y medios de capital Bolígrafos Hojas (ver Tablas de materiales de laboratorio y medios de capital) Tiempo promedio: 1 hora 30 min aproximado
	6 Reporte	11- Reporte de resultados	. Registro de resultados en Libro de resultados de muestras . Digitación de resultados a formato de Word . Impresión y revisión de informes de resultados	Tiempo de personal Digitador salario \$540.00 Tiempo aproximado : 30 minutos Materiales y medios de capital . Libro de registro . Computadoras . Impresora . Tinta . Papel

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
				. Revisión de Calidad

4.2. Producción del laboratorio

En el 2018, el Laboratorio Nacional de Referencia realizó un total de 277 728 determinaciones en sus tres actividades. El por ciento de pruebas de laboratorio que le corresponden al LCCAT (objeto de esta tesis) fue de 9,43%.(Tabla 4) dentro de las que se encuentran las metodologías trazadoras objeto del estudio.

Tabla 4. Frecuencia absoluta y relativa de determinaciones de laboratorio, según tipo de actividad, realizadas en el Laboratorio Nacional de Referencia. El Salvador. 2018

Laboratorio	Numero promedio de determinaciones procesadas por mes	Total anual (%)
Vigilancia en Salud	19 504	234 048 (84,27)
Control de la calidad de alimentos y toxicología (LCCAT)	2 182	26 184 (9,43)
Salud y medio ambiente	1 458	17 496 (6,2)

Específicamente, en el LCCAT se realizaron un total de 26 184 (9,43%) determinaciones (tabla 4) y de ellas 8 042 (30,71%) se corresponden con las determinaciones trazadoras del costo, según tipo de laboratorio (presencia de *E. coli*-laboratorio Microbiología-, colorante artificial-laboratorio Físico- Químico y Grado alcohólico o Etanol en bebidas alcohólicas-laboratorio Toxicología) (tabla 5). Seleccionados por su alta frecuencia en cada una de las tres áreas del LCCAT.

Tabla 5. Frecuencias absolutas y relativas de las tres determinaciones trazadoras del costo, según su tipo, realizadas en el LCCAT. El Salvador. 2018

Tipo de laboratorio/tipo de determinación	Número promedio de determinaciones procesadas por mes	Total anual (%)
Microbiológico/E.coli	211,4	2 537(31,5)
Toxicología /Grado Alcohólico. Etanol	68,1	817(10,2)
Fisicoquímico/ Colorantes Artificiales en Alimentos	391,2	4 694(58,3)

Para el caso de la determinación de *E. coli*, en el año 2018 se desarrollaron un total de 2 537 determinaciones,(Tabla 5), contando esta área de laboratorio con una capacidad aproximada para desarrollar 3 690 al año, dejando así una capacidad ociosa de un 31 %.

De la determinación trazadora de grado alcohólico se desarrollaron un total de 817, (Tabla 5), representando solamente el 50 % de la capacidad real instalada; esto contando con los insumos, reactivos y personal, sin embargo al verificar los medios de capital necesarios por la capacidad de tiraje del equipo especializado encontramos que la capacidad ociosa es del 90% sobre la real con que se cuenta esta tecnología. Esto esta determinado con algunos insumos deficientes en cantidad así como con la demanda del servicio actual.

Al analizar los resultados encontrados para colorantes, se desarrollaron un promedio de 4 694 representando el 58,3% un total de las determinaciones trazadoras (Tabla 5), de igual manera que en las anteriores determinaciones existe una capacidad ociosa de un 29% en la metodología, siendo este un método de procesamiento manual intensivo a diferencia de los dos anteriores.

La OPS ¹² señala que los laboratorios deben estar a una capacidad del 85% para tener un costo eficiente. Este no es el caso de nuestros tres laboratorios. En general de las tres determinaciones trazadoras objeto de estudio se tiene que considerar que las capacidades ociosas reflejadas están relacionadas con el tipo de medio de capital, y la demanda de las determinaciones, así como la tenencia de los insumos y reactivos, y la capacidad en recursos humanos. Es típico que los medios de capital e insumos y reactivos sean producidos en países desarrollados y utilizados en países en vías de desarrollo donde la capacidad financiera es distinta³⁵ y donde las condiciones de trabajo y de demanda son diferentes.

4.3. Costo de las determinaciones trazadoras

El costo medio por actividad para realizar una determinación de presencia de *E. coli* en los alimentos, en el laboratorio de Microbiología, es de 56,11 USD, el de la determinación de grado alcohólico 31,42 USD, y el costo medio de colorantes es de 13,76 USD y los que se presentan en las tablas 6,7 y 8.

Según los costos medios calculados por determinación, el costo total anual del LCCAT para detectar presencia de *E. coli* fue de 142 351,07 (USD) (2 537 determinaciones a un costo de 56,11 USD) (ver tablas 5 y 6). Para el grado alcohólico fue de 25 670,14 USD (ver tablas 5 y 7) y los colorantes de 64 589,44 USD (ver tablas 5 y 8), para un total general anual de 232 610,65 USD, lo que constituyó aproximadamente el 7% del presupuesto del Laboratorio Nacional de Referencia.

Dentro de cada una de las determinaciones (ver tablas 6-8) se observa que la mayor carga del costo se refiere a insumos de laboratorio, seguido de los salarios, excepto para la determinación de colorantes donde el salario es el conductor del costo fundamental, en virtud de la naturaleza labor intensiva de esta determinación.

Tabla 6. Costo medio (USD) de una determinación para detectar presencia de *E. coli* según actividad del proceso y naturaleza de los costos. LCCAT Microbiología 2018

Actividad/elemento de costo	Costo medio*	D.E.	%	IC 95%	Valor agregado
Recepción de muestras y transporte hacia área técnica de conservación					
Salarios	0,58	0,06	1,0	0,56-0,59	0,58
Materiales y suministros	0,20	-	0,4	-	0,78
Operación	0,22	-	0,4	-	1,00
Depreciación de medios de capital	0,11	0,03	0,2	0,10-0,11	1,11
Costos directo	1,11	0,07	2,0	1,10-1,13	
Costos indirectos (12% de costos directos)	0,13	0,01	0,2	0,13-0,13	1,24
Subtotal	1,24	0,10	2,2	1,22-1,26	
Inscripción y conservación en área técnica de conservación					
Salarios	0,30	0,05	0,5	0,30-0,32	1,54
Materiales y suministros	0,07	-	0,1	-	1,61
Operación	0,11	-	0,2	-	1,72
Depreciación de medios de capital	0,15	0,03	0,3	0,14-0,16	1,87
Costos directo	0,63	0,05	1,1	0,62-0,65	
Costos indirectos(12% de costos directos)	0,08	0,01	0,1	0,08-0,09	1,95
Subtotal	0,71	0,06	1,3	0,70-0,73	
Transporte hacia, preparación y realización del diagnóstico en el laboratorio					
Salarios	4,89	0,60	8,7	4,75-5,05	6,84
Materiales y suministros	37,27	-	66,4	-	44,11
Operación	0,11	-	0,2	-	44,22
Depreciación de medios de capital	4,55	0,01	8,1	4,54-4,56	48,77
Costos directo	46,82	0,61	83,4	46,68-46,99	
Costos indirectos(12% de costos directos)	5,62	0,07	10,0	5,60-5,64	54,39
Subtotal	52,46	0,68	93,5	52,29-52,64	
Control de calidad e informe de resultados					
Salarios	1,02	-	1,8	-	55,41
Materiales y suministros	0,25	-	0,4	-	55,66
Operación	0,26	-	0,5	-	55,92
Depreciación de medios de capital	0,01	-	0,0	-	55,93
Costos directo	1,54	-	2,7	-	
Costos indirectos(12% de costos directos)	0,18	-	0,3	-	56,11
Subtotal	1,74	-	3,1	-	
Total Salarios	6,79	0,60	12,1	6,67-6,97	
Total Materiales y suministros	37,79	-	67,3	-	
Total Operación	0,71	-	1,3	-	
Total Depreciación de medios de capital	4,82	0,03	8,6	4,81-4,83	
Total Costos directo	50,11	0,60	89,3	49,99-50,29	
Total Costos indirectos(12% de costos directos)	6,01	0,72	10,7	5,99-6,03	
Total General	56,11	0,67	100,0	55,99-56,33	

Tabla 7. Costo medio (USD) de una determinación para detectar presencia de Etanol según actividad del proceso y naturaleza de los costos. LCCAT Toxicología 2018.

Actividad/elemento de costo	Costo medio*	D.E	%*	IC 95%	Valor agregado
Recepción de muestras y transporte hacia área técnica de conservación					
Salarios	0,65	0,07	2,1	0,63-0,66	0,65
Materiales y suministros	0,20	-	0,6	-	0,85
Operación	0,22	-	0,7	-	1,07
Depreciación de medios de capital	0,03		0,1	0,29-0,31	1,10
Costos directo	1,10	0,07	3,5	1,08-1,11	
Costos indirectos (12% de costos directos)	0,13	0,01	0,4	0,12-0,14	1,23
Subtotal	1,23	0,08	3,9	1.21-1,25	
Inscripción y conservación en área técnica de conservación					
Salarios	0,33	0,05	1,1	0,32-0,35	1,56
Materiales y suministros	0,07	-	0,2	-	1,63
Operación	0,11	-	0,4	-	1,74
Depreciación de medios de capital	0,02	0,004	0,1	0,20-0,20	1,76
Costos directo	0,53	0,06	1,7	0,52-0,55	
Costos indirectos(12% de costos directos)	0,06	0,01	0,2	0,06-0,07	1,82
Subtotal	0,59	0,06	1,9	0,59-0,62	
Transporte hacia, preparación y realización del diagnóstico en el laboratorio					
Salarios	3,39	0,30	10,8	3,30-3,47	5,21
Materiales y suministros	20,83	-	66,3	-	26,04
Operación	0,22	-	0,7	-	26,25
Depreciación de medios de capital	0,44	0,04	1,4	0,43-0,45	26,69
Costos directo	24,87	0,31	79,2	24,80-24,96	
Costos indirectos(12% de costos directos)	2,98	0,04	9,5	2,97-2,99	29,71
Subtotal	27,86	0,35	88,7	27,78-27,96	
Control de calidad e informe de resultados					
Salarios	1,02	-	3,2	-	30,73
Materiales y suministros	0,25	-	0,8	-	30,97
Operación	0,26	-	0,8	-	31,24
Depreciación de medios de capital	0,01	-	0,0	-	31,25
Costos directo	1,54	-	4,9	-	
Costos indirectos(12% de costos directos)	0,18	-	0,6	-	31,42
Subtotal	1,74	-	5,5	-	
Total Salarios	5,39	0,27	17,2	5,33-5,47	
Total Materiales y suministros	21,35	-	68,0	-	
Total Operación	0,82	-	2,6	-	
Total Depreciación de medios de capital	0,50	0,04	1,6	0,49-0,51	
Total Costos directo	28,06	0,29	89,3	27,99-28,14	
Total Costos indirectos(12% de costos directos)	3,36	0,03	10,7	3,35-3,38	
Total General	31,42		100,0	31,36-31,52	

Tabla 8. Costo medio (USD) de una determinación para detectar presencia de colorante según actividad del proceso y naturaleza de los costos. LCCAT Físico -Química 2018.

Actividad/elemento de costo	Costo medio*	D.E	%*	IC 95%	Valor agregado
Recepción de muestras y transporte hacia área técnica de conservación					
Salarios	0,67	0,04	4,9	0,65-0,67	0,67
Materiales y suministros	0,20	-	1,5	-	0,87
Operación	0,22	-	1,6	-	1,09
Depreciación de medios de capital	0,10	0,02	0,7	0,09-0,11	1,19
Costos directo	1,19	0,05	8,6	0,17-0,20	
Costos indirectos (12% de costos directos)	0,14	0,01	1,0	0,14-0,14	1,33
Subtotal	1,33	0,06	9,7	1,32-1,35	
Transporte hacia, preparación y realización del diagnóstico en el laboratorio					
Salarios	0,37	0,09	2,7	0,35-0,40	1,70
Materiales y suministros	0,07	-	0,5	-	1,77
Operación	0,11	-	0,8	-	1,88
Depreciación de medios de capital	0,16	0,01	1,2	0,15-0,17	2,04
Costos directo	0,71	0,09	5,2	0,69-0,74	
Costos indirectos(12% de costos directos)	0,09	0,01	0,7	0,08-0,093	2,13
Subtotal	0,80	0,1	5,8	0,77-0,83	
Transporte hacia, preparación y realización del diagnóstico en el laboratorio					
Salarios	7,06	0,6	51,3	6,91-7,23	9,19
Materiales y suministros	1,29	-	9,4	-	10,48
Operación	0,44	-	3,2	-	10,92
Depreciación de medios de capital	0,05	0,004	0,4	0,05-0,05	10,97
Costos directo	8,85	0,59	64,3	8,71-9,02	
Costos indirectos(12% de costos directos)	1,06	0,07	7,7	1,04-1,08	12,03
Subtotal	9,91	0,66	72,0	9,75-10,10	
Control de calidad e informe de resultados					
Salarios	1,02	-	7,4	-	13,05
Materiales y suministros	0,25	-	1,8	-	13,30
Operación	0,26	-	1,9	-	13,56
Depreciación de medios de capital	0,01	-	0,1	-	13,57
Costos directo	1,54	-	11,2	-	
Costos indirectos(12% de costos directos)	0,18	-	1,3	-	13,76
Subtotal		-		-	
Total Salarios	9,12	0,52	66,3	9,00-9,28	
Total Materiales y suministros	1,81	-	13,2	-	
Total Operación	1,04	-	7,6	-	
Total Depreciación de medios de capital	0,32	0,20	2,3	0,32-0,31	
Total Costos directo	12,29	0,52	89,3	12,19-12,47	
Total Costos indirectos(12% de costos directos)	1,47	0,06	10,7	1,46-1,49	
Total General	13,76	0,58	100,0	13,65-13,97	

Es difícil comparar los costos obtenidos aquí con otros autores, debido a las diferentes metodologías de costeo, precio de los bienes de consumo, salarios, tipos de metodologías de laboratorio utilizadas, tipo de laboratorio público o privado.

Breznes MF et, al. (2003)³⁵ en su estudio análisis de costes en un laboratorio de microbiología clínica encontró que los principales conductores del costo fueron el de los materiales y el personal en ese orden, lo que es similar a lo encontrado en nuestro estudio para las tres determinaciones trazadoras.

Los costos nominales encontrados en nuestro estudio están en el entorno de los reportados por otros autores^{36,37} que reportan los costos de las determinaciones en España (mayores costos) y Venezuela (menores costos).

El precio de las determinaciones según el Fondo de Actividades Especiales (FAE) y publicados en el diario oficial son de 20,00 USD para *E. coli*, 75,00USD para grado alcohólico y 35,00 USD para colorantes. Estos precios fueron determinados en 2013 bajo la metodología de consulta de expertos. Se tomaron en cuenta solo los costos directos relacionados con el consumo de reactivos e insumos ligados a cada determinación.

Considerando los costos encontrados al costear las tres metodologías trazadoras, encontramos que *E. coli* es la determinación más cara. Sin embargo, en el cobro de esta se obtienen 30 USD menos del costo medio encontrado, lo que representa un 60% por encima de lo cobrado.

En grado alcohólico con base a las tarifas establecidas por FAE se estaría cobrando un monto mayor al de producción, 43,58 USD de ganancia sobre el costo medio encontrado para esta determinación.

De igual manera encontramos que en el desarrollo de las determinaciones de colorante artificiales, basados en los costos medios encontrados y el precio establecido se tiene una ganancia de 21,24 USD.

En el caso de microbiología, se está subsidiando a las empresas privadas con la cantidad que se cobra actualmente. Este subsidio se cubre con las ganancias de las otras dos pruebas. Pero va a depender de la demanda de estas últimas.

Los costos medios aquí calculados pueden ser más altos que lo que se estimaría si los laboratorios trabajaran a mayor capacidad, pero solo una cantidad limitada debido a que la depreciación de los medios de capital por muestra es muy pequeña, y los salarios son un costo fijo, por lo que la afectación al costo medio por muestra no es importante relativo a lo que se cobra actualmente. No fue posible calcular cual sería el costo medio si se alcanzara la capacidad del 85% porque la variación de los costos variables no es posible determinarla con precisión haciendo supuestos. Sin embargo, el costo medio debería disminuir al 85% de capacidad haciendo más competitiva la actividad. De todas formas, aun obteniendo costos más precisos la diferencia entre lo que se ha estimado y los precios determinados por el laboratorio es alta. Solo el gasto en insumos para evaluar *E. coli* es mayor que el precio actual cobrado. Por otro lado los costos totales deberían aumentar con el aumento de la capacidad a expensas de los materiales y reactivos.

Los procedimientos empleados aquí posibilitan tener un conjunto de herramientas para hacer el costeo de otros tipos de determinaciones en el futuro y han sido útiles para explicitar que es necesario implementar un sistema de costeo para abordar los costos de cada determinación dentro del conjunto de trabajo del LCCAT. Además, podrían modificar eventualmente la política de precios del laboratorio.

5. Conclusiones

El estudio y la descripción del proceso de realización de las pruebas diagnósticas para la garantía de la inocuidad de las muestras de alimentos y bebidas es imprescindible para identificar el flujo actividades, acciones y tareas en el tiempo y el posterior costeo y cálculo del valor agregado según actividad. Su uso es válido para la estimación de costos de otras pruebas de laboratorio no incluidas entre las tres determinaciones trazadoras que se incluyeron en el estudio.

La capacidad de los laboratorios esta subutilizada lo que indica que hay que incentivar la demanda a través de la política de precios y la promoción de los laboratorios.

Los costos reportados en este trabajo no coinciden con los precios cobrados actualmente a empresas según lo establecido por el ministerio de hacienda a través del fondo de Actividades Especiales, lo que sugiere la necesidad de implementación de un sistema contable para aumentar la precisión de los costos y establecer una política de precios según los objetivos de la institución, que den rentabilidad y sostenibilidad a las actividades enmarcadas en la vigilancia de la inocuidad de los alimentos y bebidas que consume la población.

6. Recomendaciones

Para las autoridades del Instituto Nacional de Salud y MINSAL:

Poner a disposición de los actores claves en el manejo y procesamiento de las muestras la información obtenida en la presente investigación.

Establecer la hoja de ruta para implementar un sistema costos y facturación.

Crear una área de Marketing que evalúe y posicione la oferta de productos del laboratorio

Para los investigadores:

Ampliar el estudio de costos a todas las determinaciones del Laboratorio Nacional de Referencia, especialmente en el Laboratorio de Control, Calidad de Alimentos y Toxicología.

7. Bibliografía

1. OMS. Inocuidad de los alimentos. [sitio internet]. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2019]. 2017; Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
2. Red Internacional de Autoridades en materia de Inocuidad de los Alimentos (INFOSAN). Informe de actividades de INFOSAN 2011-2012. OMS. Ginebra Suiza; 2013.
3. Ministerio de Salud de El Salvador. Informe de Labores 2015-2016 MINSAL. [sitio internet]. 2016; [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://www.salud.gob.sv/informe-de-rendicion-de-cuentas-2015-2016/#>
4. Patton MQ (2002) Qualitative research and evaluation methods. 3a ed. Thousand Oaks, California: Sage.
5. Gold MR (1996) Cost effectiveness in health and medicine. New York: Oxford University Press.
6. Johns B, Baltussen R, Hutubessy R (2003) Programme costs in the economic evaluation of health interventions. Cost Effectiveness and Resource Allocation 1, p 45-67.
7. AMM (2008) Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [citado el 31 de enero de 2013] Disponible en: http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c_es.pdf.
8. Rodríguez Ledezma MA, Vidal Rodríguez C. Conceptos básicos de economía de la salud para el médico general. Rev Med Inst Mex Seguro Soc 2007; 45 (5): 523-32. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2007/im075o.pdf>
9. Ramiro C, Guevara E. Actualización de la Guía Metodológica para la elaboración de Guías de Atención Integral en el Sistema General de Seguridad Social en Salud Colombiano, componente Evaluación Económica; 2013. 100 p. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/Gu%C3%ADa%20Metodol%C3%B3gica%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20gu%C3%ADas.pdf>
10. Organización Mundial de la Salud. Sistema de gestión de la calidad en el laboratorio: manual. [sitio internet]. 2016; [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/252631/9789243548272->

[spa.pdf;jsessionid=E97EF419C206A481958089C67818B7DA?sequence=1](http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/82470/1/TG01751.pdf)

11. Bravo Candelo PA. Manual guía para la certificación en buenas prácticas de laboratorio (BPL) de los laboratorios de control microbiológico. [trabajo de grado]. Facultad de Ciencias Naturales: Química farmacéutica, Universidad, Santiago de Chile; 2017. Disponible en: http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/82470/1/TG01751.pdf.
12. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Buenas prácticas de la OMS para laboratorios de microbiología farmacéutica (WHO technical report series; 961). [sitio internet]. 2013; [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/Red-PARF-No11Es.pdf>.
13. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 5ª Reunión de la comisión panamericana de inocuidad de los alimentos. [sitio internet]. 2008; [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2019]. Disponible en: https://www.paho.org/panaftosa/images/Gallery/textos/copaia5%282%29_20_esp.pdf?ua=1.
14. Red Interamericana de Laboratorios de Análisis de Alimentos. Informe de la 9ª Asamblea Ordinaria de la Red Interamericana de Laboratorios de Análisis de Alimentos. . [sitio internet]. 2008; [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.rilaa.net/wp-content/uploads/2019/01/Informe-9%C2%AA-Asamblea-Ordinaria-de-la-RILAA-2018.pdf>.
15. Drummond MF, O'Brien BJ, Stoddart GL, Torrance GW (2005) Methods for Economic Evaluation of Health Care Programmes. 3th edn. Oxford University Press: New York.
16. Harrington HJ (1993) Mejoramiento de los procesos de la empresa. Editorial Presencia Ltda.: Colombia.
17. Salvador-Oliván JA, Fernández-Ruiz MJ (2012) Mapa de procesos de un sistema de gestión de accesibilidad en un servicio web de la administración pública: El Ayuntamiento de Zaragoza. El profesional de la información 21(3), p 312-17.
18. Folgueira R, Beitia P, Fernández I (2012) Guía para la evaluación y mejora de procesos de gestión de la información en organizaciones no lucrativas. Fundación EDE. [citado el 31 de enero de 2013] Disponible en: http://www.fundacionede.org/gestioninfo/docs/contenidos/_Gu%C3%ADa%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20y%20mejora%20de%2

0procesos%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20informaci%C3%B3n_.pdf

19. Ambler SW (2012) UML 2 Activity Diagrams. [citado el 16 de enero de 2013] Disponible en: <http://www.agilemodeling.com/artifacts/activityDiagram.htm>.
20. UPV (2011) Manual de gestión de procesos. Universidad Politécnica de Valencia. [citado el 14 de mayo de 2013] Disponible en: http://www.upv.es/orgpeg/web/manual_gestion_procesos.pdf.
21. Sosa S. Curso de economía en Salud. En: Conferencia INHEM Costeo de programas de Salud. Cuba: 1999.
22. Valenzuela CR, Cosme J, Escobar N, Gálvez AM, Cárdenas JM, Fonseca G, et al. Economía de la salud. 3ra edición. Santiago de Cuba: Editorial Oriente; 2013.
23. Zárata V. Evaluaciones económicas en salud: Conceptos básicos y clasificación. Rev. méd. Chile [Internet]. 2010 Sep [citado 2019 Ene 09] ; 138(Suppl 2):93-97. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v138s2/art07.pdf>
24. Varian HR. Intermediate Microeconomics: a modern approach. 2004, 4th. ed. New York-London: W.W. Norton y Company.
25. Ripoll Novales M. Propuesta de un modelo de evaluación económica de proyectos educativos. [Tesis doctoral]. Facultad de psicología: Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Universidad, Barcelona; 2004.
26. Fox-Rushby J. Economic evaluation. London: Open University Press; 2006
27. Baly A. Costomy costo – efectividad de estrategias comunitarias para el control del Aedes Aegypti y la prevención del dengue. [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Salud]. La Habana.: IPK; 2010.
28. Flessa S. Costing of Health Care Services in Developing Countries.A prerequisite for Affordability Sustainability and Efficiency. Heidelberg: Peter Lang; 2009
29. Gold MR. Cost effectiveness in health and medicine. New York: Oxford University Press; 2017.
30. Haddix A, Teutsch SA. Practical Guide to Prevention Effectiveness: decision and economic analysis. 2da ed. New York: Universidad de Oxford; 2003.
31. Vázquez R., Arjona R. Costes de laboratorio como herramienta de gestión. Multimed Revista Médica [revista internet]. 2011; [Fecha de consulta: 20 de

- marzo de 2019]. Disponible en: <http://www.multimedgrm.sld.cu/articulos/1999/V3-3/14.html>. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2019]
32. Zachariah R, Harries AD, Ishikawa N, Rieder HL, Bissell K, Laserson K, et al., et al. Operational research in low-income countries: what, why, and how? *Lancet Infect Dis* 2009; 9: 711-7. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(09\)70229-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(09)70229-4)
 33. Alastair M. Gray, Philip M. Clarke, Jane L. Wolstenholme, Sarah Wordsworth. *Applied Methods of Cost - Effectiveness Analysis in Health Care*. 1st ed. New York: Oxford University Press; 2011.
 34. Salud OMS. WHO Choosing Interventions that are Cost Effective (WHO-CHOISE) Cost and Prices. Price of Programme Cost Inputs. [Online]; 2018 [cited 2018 Junio 23. Available from: HYPERLINK http://www.who.int/choice/costs/prog_costs_intro/en/
 35. Breznes MF, Ochoa C, Eiros JM. Análisis de costes en un laboratorio de microbiología clínica. *Gestión y Evaluación de Costes Sanitarios* [sitio internet] 2003; 4 (2). [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.fundacionsigno.com/archivos/publicaciones/37.pdf>
 36. Agencia de Salud Pública de Barcelona. Anuncio sobre la aprobación definitiva de los precios públicos de la Agencia de Salud Pública de Barcelona para el año 2017. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*. [Online]; 2017. [Fecha de consulta: 26 de marzo 2019]. Disponible en <https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2017/03/Precios-publicos-laboratorio-Agencia-Salud-Publica-Barcelona-2017.pdf>
 37. Sistema de Laboratorios para la Calidad de Alimentos Dirección de Investigaciones en Alimentos Instituto Nacional de Nutrición. Precios de las determinaciones de laboratorio en Venezuela 2015. [Online]; 2017. [Fecha de consulta: 26 de marzo 2019]. Disponible en <https://www.inn.gob.ve/innw/wp-content/uploads/2014/01/Costos-de-Ensayos-de-Laboratorio-2.pdf>

Anexos

Anexo 1. Oferta Servicios para análisis en muestras de alimentos y aguas en el laboratorio de Microbiología

	MICROBIOLOGICO DE ALIMENTOS	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
1	<i>Salmonella spp.</i> Método Tradicional	Método modificado en el Laboratorio, basado en BAM, FDA, Ch. 5. 8 th Edition, May 2014 version.
2	<i>Salmonella spp.</i> Método screening Assurance GDS.	AOAC Official Method 2009.03
3	Recuento de mohos y levaduras	Norma Oficial Mexicana. NOM-111-SSA1-1994. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. BAM, FDA, Ch. 18, 8th Edition, Rev. April, 2001.
4	Coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> NMP/g	Método modificado basado en BAM, FDA, Ch. 4, C,E, F. 8 th Edition, Rev. September 2002.
5	Coliformes Totales y <i>Escherichia coli</i> Método tradicional (UFC/g)	BAM, FDA, Ch. 4, G. 8 th Edition, Rev. February 2013.
6	Recuento de aerobios mesófilos	Método modificado basado en BAM, FDA, Ch. 3, 8 th Edition, Rev. January 2001.
7	Coliformes Totales y <i>Escherichia coli</i> Petrifilm (UFC/g)	AOAC, 16 th Edition, Official method 991.14. 4 th Rev. 2012.
8	<i>Clostridium perfringens</i>	Método modificado basado en BAM, FDA, Ch. 16, 8 th Edition, Rev. A, 1998.
9	<i>Staphylococcus aureus</i> Método tradicional	Método modificado basado en Bacteriological Analytical Manual BAM-FDA., Ch. 12, 8 th Edition, 1998, Rev. January, 2001, Rev. March 2016.
10	<i>Listeria monocytogenes</i> método tradicional	BAM, FDA, Ch.10, Detection and Enumeration of <i>Listeria monocytogenes</i> . 8th Edition, Rev.January 2016.
11	<i>S. aureus</i> Petrifilm	AOAC, Official method 2003.07, Rev. 2006

	Alimentos procesados y preparados Productos lácteos Carnes, mariscos y aves	AOAC, Official method 2003.08, Rev. 2005 AOAC, Official method 2003.11, Rev. 2005
12	<i>Cronobacter sakazakii</i>	Método modificado basado en Technical Specification ISO/TS 22964:2006.
13	<i>Vibrio cholerae</i>	BAM, FDA, Ch. 9, January 2004.
14	<i>Bacillus cereus</i>	Método modificado basado en BAM, FDA, Ch. 14, 8th Edition, 1998, Rev. January, 2001, updated February 2012.
15	Recuento de anaerobios mesófilos en placa	Compendium of Methods for the microbiological examination of foods. Apha. 6.7. P. 61, Fourth Edition. 2001.
MICROBIOLOGICO DE AGUAS		REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
16	Bacterias Coliformes Totales NMP/100 mL	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 9221-B. 22nd Edition. 2012.
17	Bacterias Coliformes Fecales NMP/100 mL	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 9221-E. 22nd Edition. 2012.
18	<i>Escherichia coli</i>	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 9221-F. 22nd Edition. 2012.
19	Recuento de bacterias aeróbicas, heterótrofas mesófilas UFC/mL.	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 9215-A y 9215-B. 22nd Edition. 2012.
20	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 9213-F. 22nd Edition. 2012.
21	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Instructivo técnico del kit de análisis de Pseudalert IDEXX Laboratories Inc. 2013.

Fuente: Documentos y registros de control de calidad del LCCAT.

Anexo 2. Oferta de Servicios para análisis en muestras de alimentos y aguas en el laboratorio de Fisicoquímico.

	PRUEBA EFECTUADA	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
	FISICOQUIMICO DE ALIMENTOS	
1	Benzoato de Sodio %	Manual de Análisis físico químico de Alimentos, Aguas y Suelo. Instituto de Salud Pública de Chile. Pág. 151. 1998.
2	Sorbato de Potasio %	Manual de Análisis físico químico de Alimentos, Aguas y Suelo. Instituto de Salud Pública de Chile. Pág. 151. 1998.
3	Colorante Artificial < 200 mg/Kg	Norma Sanitaria de Alimentos TOMO I método 10.1.7. Pág. 27-28
4	Índice de Peróxido meq/kg	AOAC 965.33 Cap. 41. Edición 17. 2000
5	Índice de Acidez g de ác. Oléico/100 g	AOAC 969.17. Cap 36. Edición 17. 2000
6	pH	AOAC 981.12. Cap. 42, Edición 17. 2000
7	Acidez %	Norma Centroamericana ICAITI 34 003 h14 Método 2.3.2. Cap 2.3.3. Pág. 1 y 3.
8	Nitrito de Sodio mg/kg	AOAC Método 973.31, Cap. 39, Edición 17, 2000
9	Extracto Seco %	AOAC Método 920.47. Cap. 26 Edición 17. 2000
10	Cloruro de Sodio %	NTE INEN 0051 (1974): Sal común. Determinación del cloruro de sodio
11	Acidez % (Lácteos)	Asociación Americana de la Salud Pública, Norma para el examen de productos lácteos 10 Edición. Traducida al español por oficina sanitaria.
12	Proteínas % (Lácteos)	AOAC 991.20 Cap.33. Edición 17. 2000.
13	Proteínas % (Cárnicos)	AOAC 928.08 Cap.39. Edición 17. 2000.
14	Proteínas % (Productos derivados de la soya)	AOAC 991.20 Cap.33. Edición 17. 2000.
15	Proteínas % (Productos derivados de la harina)	AOAC 928.08 Cap.39. Edición 17. 2000.
16	Humedad %	NMX-F-428-1982. Alimentos. Determinación de

	PRUEBA EFECTUADA	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
		Humedad (Método Rápido de la Termobalanza). Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
17	Hierro mg/kg	Método desarrollado y Validado en el Laboratorio Basado en AOAC 944.02, Edición 17. 2000.
18	Sustancias Extrañas %	Norma Sanitaria de Alimentos TOMO I Cap. I, Pág. 49 – 52
19	Vitamina A en Azúcar ug/g	Método Modificado y Validado en el Laboratorio Basado en Arroyave G. Y Funes C. De (1974), Enriquecimiento de azúcar con vitamina A, método para la determinación cuantitativa de Retinol en azúcar blanca de mesa. Arch. Latinoamer. Nutr. 24:147-153
20	Vitamina A en premezcla ug/g	
21	Grasa Total %	AOAC .Método 932.06 Cáp. 33. Edición 17. 2000
22	Almidón	Norma Sanitaria de Alimentos TOMO I, Cap. I, Pág. 132-133
23	Elementos Histológicos en Miel de Abejas.	Norma Sanitaria de Alimentos TOMO I, Cap. II-02, Pág. 317.
24	Elementos Histológicos en Jaleas y rellenos de fruta.	Norma Sanitaria de Alimentos TOMO III Cap. V Pág. 555 – 595.
25	Elementos Histológicos especias y condimentos.	Norma Sanitaria de Alimentos TOMO III Cáp. VII-07 Pág. 945 – 1024
26	Elementos Histológicos. Néctares.	Norma Sanitaria de Alimentos TOMO II Cáp. V. Pág. 690 – 732
27	Bromato de Potasio mg/kg	AOAC 956.03, Cap. 32, Edición 17. 2000.
28	Yodo en sal mg /kg	Método desarrollado y validado en el Laboratorio basado en AOAC 925.56. Edición 17. 2000.
29	Saxitoxina UR/100g	AOAC 959.08. Cap. 49, Edición 17. 2000.
30	Grasa % (Yogurt)	American Public Health Association Standard Methods for Examination for Dairy Product. Method 18.8. 15th Edición. 1985. Pág. 347-353

	PRUEBA EFECTUADA	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
31	Grasa % (Chocolate)	AOAC 920.75 Cap. 31. Edición 17. 2000.
32	Grasa % (Leche)	AOAC 920.75 Cap. 31. Edición 17. 2000.
33	Grasa % (Crema)	AOAC 920.75 Cap. 31. Edición 17. 2000.
34	Grasa % (Queso)	AOAC 920.75 Cap. 31. Edición 17. 2000.
35	Grasa % (Frijoles)	Norma Sanitaria de Alimentos Tomo I. 10.1.9. Pag.65
36	Cafeína %	AOAC 979.08. Cap. 29. Edición 16. 1998
37	Aspartame mg/Kg.	Método modificado en el Laboratorio basado en USP 34 – NF 29, Acesulfamato de Aspartamo. Volumen 1. Página 1590
38	Sacarina sódica mg/Kg.	
39	Acesulfame K mg/Kg.	
40	Hidroximetilfurfural mg/Kg.	Norma Chilena Nch 3046 -2006 Determinación del Contenido de Hidroximetilfurfural. Método de Espectrofotometría UV. 2006
41	Hierro en Alimentos mg/kg	Método Desarrollado y Validado en el Laboratorio basado en AOAC 985.35. Edición 17. 2000.
42	Cobre en Alimentos mg/kg	
43	Zinc en Alimentos mg/kg	
44	Sodio en Alimentos mg/kg	
45	Calcio en Alimentos mg/kg	
	FISICOQUIMICO DE AGUAS	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
46	pH	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 4500-H+ B. 19th. Edition. 1995.
47	Olor	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 2150 B. 19th. Edition. 1995.
48	Color Verdadero	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 2120 B. 19th Edition. 1995.
49	Temperatura	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 2550 B. 19th Edition. 1995.
50	Cloruros	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of

	PRUEBA EFECTUADA	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
		water and wastewater. 4500-Cl B. 19th Edition. 1995.
51	Cloro residual libre	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 114 E. 13th Edition. 1971.
52	Dureza total	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 2340 C. 19th Edition. 1995.
53	Sulfatos	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 4500-SO ₄ ²⁻ E. 19th Edition. 1995.
54	Sólidos totales disueltos	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 2540 C. 19th Edition. 1995.
55	Turbidez	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 2130 B. 19th Edition. 1995.
56	Conductividad Eléctrica	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 2510-B. 19th Edition. 1995.
57	Nitratos	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 4500-NO ₃ B. 19th Edition. 1995.
58	Fluoruros	APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 4500-F C. 19th Edition

Fuente: Documentos y registros de control de calidad del LCCAT.

Anexo 3. Oferta de Servicios para análisis en muestras de alimentos y aguas en el laboratorio de Toxicología.

	ANALISIS TOXICOLÓGICO ALIMENTOS	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
1	Grado Alcohólico % Vol.	Método desarrollado en el Laboratorio Basado en AOAC Cap. 27, 984.14. Edición 17, 2000.
2	Grado Alcohólico % Vol. A 20° C	AOAC 982.10, cap. 26, Edición 17, 2000.
3	Contenido de Metanol mg/100 mL de Etanol	Método desarrollado en el Laboratorio basado en AOAC 972.11. Cap. 26, Edición 17, 2000.
4	Contenido de Metanol mg/100 mL de Etanol	NMX-V-021-1986 Bebidas Alcohólicas Destiladas Determinación de Metanol Normas Mexicanas dirección General de Normas
	ANALISIS TOXICOLÓGICO EN AGUA	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
5	Carbamatos en Aguas.	Método desarrollado en el Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Toxicología Basado en USEPA 531.1, 531.2 y AOAC 29:A05
6	Paraquat en Agua	Método desarrollado en el Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Toxicología Basado en USEPA 549.2
7	Plaguicidas Clorados en Aguas.	Método desarrollado en el Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Toxicología Basado en el método EPA 505 Análisis de Pesticidas organoclorados y PCB en agua con microextracción por cromatografía de gases y Guardino X, Serra C, Obiols J, Rosell MG, Berenguer MJ , Lopez F, Brosa J. Determination of DDT and related compounds in blood samples from agricultural workers. J. Chromatogr A. 719:14-17, 1996.
8	Glifosatos en Aguas.	Método desarrollado en el Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Toxicología Basado en : Método EPA 547
9	pH	Environmental Protection Agency (EPA) Method 9045D. Soil and Waste pH. Revision 4. November 2004.
10	Cobre	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of

		water and wastewater. 3500-Cu B. 19th Edition. 1995.
11	Hierro	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500-Fe B. 19th Edition. 1995.
12	Manganeso	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500-Mn B. 19th Edition. 1995.
13	Zinc	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500-Zn 3111B. 19 Edition.1995.
14	Arsenico	Método Modificado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500 –As 3114 B. 19th Edition. 1995.
15	Cadmio	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500-Cd B 3113. 19th Edition. 1995.
16	Cromo	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500-Cr B 3113. 19th Edition. 1995.
17	Níquel	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500-Ni B 3113. 19th Edition. 1995.
18	Plomo	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500-Pb B 3113. 19th Edition. 1995.
19	Sodio	Método Modificado y Validado en el Laboratorio basado en APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 3500-Na B. 19th Edition. 1995.

Fuente: Documentos y registros de control de calidad del LCCAT.

Anexo 4. Diagrama de Flujo del proceso de atención a sujetos atendidos en el LCCAT

Recepción de muestra	Transporte y almacenamiento	Lavado y preparación de cultivos	Laboratorio de Microbiología	Laboratorio Físico Química	Laboratorio de Toxicología	Digitación y registro de resultados	Otros

Anexo 5. Matriz PAATI del procesamiento de muestras del LCCAT

Programa	Actividad	Acción	Tarea	Insumo
Ambiente y Salud Laboratorio de control de la calidad de los alimentos				

Anexo 6. Descripción económica de centros de costo asociados a las determinaciones de laboratorio.

1. Nombre y Apellidos del que llena este modelo: _____
2. Fecha: __/__/____
3. Nombre o denominación del laboratorio o servicio auxiliar _____
(Utilice el nombre que se le da en los registros estadísticos)
4. Indique presupuesto anual: _____
5. Año en que están basados los datos aquí recogidos: _____
6. Número anual de servicios prestados : _____

(Coloque la unidad de medida o apellido del número, ej. análisis de laboratorio toxicológico, etc.)

7. (a) costos del personal de laboratorio

Tipo de personal de laboratorio que trabaja en el servicio (indíquela(o)s uno a uno)	Número que trabaja en el servicio (a) (Si los va a indicar uno a uno ponga 1)	Costo anual (b) Indique el total de ingresos anuales	Proporción del tiempo (como promedio) que utiliza en este servicio (c)	Costo total anual (a) x (b) x (c)	Quién le paga?

Costo total del personal de laboratorio (todos los tipos) =

8. (c) Personal de Apoyo

Tipo de personal de apoyo que trabaja en el servicio indíquela(o)s por categorías: oficinistas, auxiliares de limpieza, secretarios o uno a uno)	Número que trabaja en el servicio (a) (Si los va a indicar uno a uno ponga 1)	Costo anual (b) Indique el total de ingresos anuales	Proporción del tiempo (como promedio) que utiliza en este servicio (c)	Costo total anual (a) x (b) x (c)	Quién le paga?

Costo total del personal de apoyo (todos los tipos) =

(d) Costos del Edificio

Costo de construir un nuevo servicio (a)	Costo anualizado (a) ÷ 25.73	Quién paga?

9. (e) Costos de Capital.

Nombre del medio (muebles, equipos laboratorio, auxiliares)	Número	Valor de compra nuevo	Vida útil en años	Valor anualizado	Quién paga?

11 (f) Costos de otros fondos fijos.

Nombre del medio	Número	Precio por unidad	Quién paga?
Lámparas			
Lámparas			
Electricidad en Kws utilizados por mes			
Agua por mes M ³			
Gas M ³			

12 Materiales e insumos utilizados. Laboratorio _____

Nombre del insumo o reactivo (indique las unidades de medición)	Número	Precio por unidad	Quién paga?

Firma del que llena este modelo: _____

Anexo 7 Observación de procedimiento de determinación de análisis de laboratorio

1. Referido al registro inicial de la muestra

Fecha: _____, número de la muestra: _____,

Marque con x si es la última que hizo en el día _____

1. Referido a la inscripción de la muestra

1.1 Fecha de llegada de la muestra: _____

1.2 Fecha de inscripción de la muestra: _____ Hora _____

1.3 Antes de enviar la muestra a almacenamiento que tiempo estuvo refrigerada? _____, días.

1.4 Tiempo de inscripción: _____

1.5 Quién la realiza?: _____ salario: _____

2. Referido al transporte y almacenamiento de la muestra antes de ser enviada al laboratorio

2.1 Fecha de llegada de la muestra: _____

2.2 Quien transportó la muestra? _____ Tiempo de transporte: _____ Salario del transportador _____

2.3 Fecha de inscripción de la muestra: _____ Hora _____

2.4 Tiempo de inscripción: _____

2.5 Quién la realiza?: _____ salario: _____

2.6 Antes de enviar la muestra al laboratorio que tiempo estuvo refrigerada? _____, días.

3. Referido a la preparación de la muestra de laboratorio

Indique el laboratorio _____ y el tipo de prueba a realizar _____

3.1 Fecha de llegada de la muestra: _____

3.2 Quien transportó la muestra? _____ Tiempo de transporte: _____ Salario del transportador _____

3.3 Fecha de inscripción de la muestra: _____ Hora _____

3.4 Tiempo de inscripción: _____

3.5 Quién la realiza?: _____ salario: _____

3.6 Antes de realizar la prueba de laboratorio que tiempo estuvo refrigerada la muestra? _____, días.

3.7 Si la muestra fue preparada antes de la prueba de laboratorio diga (si no necesita preparación vaya directamente al acápite 4):

Quién la preparó? _____ Cuál es su salario? _____

Que tiempo demoró en hacer la preparación? _____ horas minutos

Que materiales utilizó? (nómbrelos e indique la cantidad utilizada)

Nombre del material	Cantidad utilizada (indique la unidad de medida en unidades internacionales)

Que equipos utilizó? (nómbrelos e indique la cantidad utilizada)

Nombre del equipo	Cantidad de tiempo que se utilizó el equipo

4. Referido a la determinación de la muestra de laboratorio

4.1 Nombre el tipo de prueba de laboratorio que realiza _____

4.2 Quién la realiza?: _____ salario: _____

4.3 día y hora de comienzo de la prueba _____

4.4 Que tiempo real estuvo trabajando el técnico sobre la muestra? _____ horas minutos. (Tiempo de la persona hasta poner el equipo a funcionar y después al leer el resultado)

Que materiales/reactivos utilizó? (nómbrelos e indique la cantidad utilizada)

Nombre del material	Cantidad utilizada (indique la unidad de medida en unidades internacionales)

--	--

Que equipos utilizó? (nómbralos e indique la cantidad utilizada)

Nombre del equipo	Cantidad de tiempo que se utilizó el equipo

4.5 Día y hora de terminación de la realización de la prueba: _____

Anexo 8. Carta de consentimiento informado del Subdirector del Instituto Nacional de Salud.



Maestría de Epidemiología

El Salvador

Por medio de la presente, solicitamos su aprobación para la realización del estudio:

“Estimación de costos de las pruebas de laboratorio en el Laboratorio de Control de la Calidad y Toxicología de los Alimentos en 2018”.

La siguiente investigación a partir de las necesidades del contar con los costos de producción del LCCAT del Departamento de Laboratorios Especializados. Para su ejecución se entrevistará a los especialistas que puedan aportar información al proceso de investigación. Se harán observaciones directas de los procedimientos de laboratorio relacionados con las actividades de vigilancia y registro de alimentos. Se vaciarán los datos en tablas diseñadas al efecto. Se estimaran los costos medios por prueba de laboratorio según la clasificación del LCCAT en 2018.

La información de costos puede ayudar en la toma de decisiones y planificación de los recursos. Además, puede ser integrada a estudios de evaluación económica de nuevas pruebas de laboratorio.

La información generada por la investigación será compartida con el laboratorio de Control, Calidad de Alimentos y toxicología. Los informes y publicaciones derivadas del estudio serán producto del consenso entre las partes y la autoría será determinada según las normas internacionales.

Fecha: _____

Firma y sello del Subdirector del Instituto Nacional de Salud
