



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE CONTROL
INTERNO PARA LA DETECCIÓN MICROBIOLÓGICA Y
MOLECULAR DE MICROORGANISMOS DE INTERÉS EN LA
INDUSTRIA AVÍCOLA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

AUTOR: MARCO AURELIO SANTOS CHAVEZ

ASESOR: CARLOS MARTIN SHIVA RAMAYONI

LIMA-PERU

2023

IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE CONTROL INTERNO PARA LA DETECCIÓN MICROBIOLÓGICA Y MOLECULAR DE MICROORGANISMOS DE INTERES EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

issuu.com

Fuente de Internet

1%

2

www.ica.gov.co

Fuente de Internet

1%

3

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

4

bdigital.uncu.edu.ar

Fuente de Internet

<1%

5

prezi.com

Fuente de Internet

<1%

6

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1%

7

www.refrimaster.com

Fuente de Internet

<1%

8

himfg.com.mx

Fuente de Internet

<1%

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
1 INTRODUCCIÓN.....	3
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
3 JUSTIFICACIÓN.....	5
4 MARCO TEORICO	6
5 METODOLOGIA.....	8
5.1 Identificar los requerimientos y necesidades de análisis de laboratorio de la empresa.	8
5.2 Análisis del diseño e implementación del plan de operaciones del laboratorio	9
5.3 Análisis costo beneficio del laboratorio.	9
6 RESULTADOS	10
6.1 Identificar los requerimientos y necesidades de análisis de laboratorio de la empresa	10
6.2 Análisis del diseño e implementación del plan de operaciones del laboratorio	14
6.2.1 Muestras, análisis de laboratorio, material para toma de muestras y tiempo de entrega de resultados.	15
6.2.2 Solicitud y envío de materiales para toma de muestras.....	22
6.2.3 Recojo y recepción de muestras	24
6.2.4 Personal para el laboratorio.....	25
6.2.5 Equipos, suministros y software de laboratorio	27
6.2.6 Localización física y distribución de ambientes del laboratorio	31
6.3 Análisis costo beneficio laboratorio.....	32
7 DISCUSIÓN.....	35
8 CONCLUSIONES.....	38
9 RECOMENDACIONES	39
10 BIBLIOGRAFIA	41

RESUMEN

En las empresas cuyos productos son obtenidos a partir de la crianza de aves la sanidad es uno de los aspectos más importantes, ya que constituye un elemento crítico que tiene repercusión tanto en las actividades de la empresa, en la salud pública y en la seguridad alimentaria. En ese contexto, es estratégico que una empresa avícola cuente con un laboratorio que permita atender de forma rápida y oportuna sus necesidades de análisis de laboratorio; disminuir los tiempos de entrega de resultados, permitiendo tanto una mejor toma de decisiones como la optimización de sus recursos y que garantice la confidencialidad de la información de la empresa.

El trabajo se desarrolló en una empresa avícola líder del sector, en el área de Investigación & Desarrollo de Nuevos Negocios. Para la implementación del laboratorio se tuvieron reuniones con el Área de Sanidad para levantar información y evaluar sus necesidades de análisis (tipo y número de muestras, tipos de análisis microbiológicos y de biología molecular) y las principales características del servicio solicitado a los laboratorios externos. Con esta información se identificó el espacio, el equipamiento, los reactivos, medios de cultivo y resto de materiales requeridos para la implementación del laboratorio, se diseñó, evaluó y validó su modelo de operación, así como su costo beneficio. Mi formación como biólogo permitió abordar la parte técnica del proyecto identificando los recursos requeridos para la implementación y funcionamiento del laboratorio, así como su operación (tiempos de entrega de resultados, abastecimiento de materiales, mantenimiento de equipos y la logística del traslado de las muestras).

Palabras clave: Microbiología, Laboratorio avícola, Biología molecular.

ABSTRACT

In companies whose products are obtained from poultry farming, health is one of the most important aspects, since it constitutes a critical element that has an impact on the company's activities, public health and food safety. In this context, it is strategic for a poultry company to have a laboratory that allows it to quickly and timely address its laboratory analysis needs; reduce results delivery times, allowing both better decision-making and the optimization of resources and guaranteeing the confidentiality of the company's information.

This work was developed in a leading poultry company of the sector, in the area of Research & Development of New Businesses. For the implementation of the laboratory, meetings were held with the Health Area to gather information and evaluate their analysis needs (type and number of samples, types of microbiological and molecular biology analyses) and the main characteristics of the service requested from external laboratories. With this information, the space, equipment, reagents, culture media and other materials required for the implementation of the laboratory were identified, its operation model was designed, evaluated and validated, as well as its cost-benefit. My training as a biologist allowed me to address the technical part of the project by identifying the resources required for the implementation and operation of the laboratory, as well as its operation (times for delivery of results, supply of materials, maintenance of equipment and the logistics of transporting samples).

Keywords: Microbiology, Poultry Laboratory, Molecular Biology.

1 INTRODUCCIÓN

Las empresas avícolas tienen la necesidad y obligación de implementar programas sanitarios que les permitan prevenir y controlar la aparición y transmisión de enfermedades en sus explotaciones avícolas (1). Con ello además de cumplir con las normas legales que rigen al sector avícola; cuidar la salud pública y garantizar la seguridad alimentaria se busca optimizar los recursos de la empresa llegando a explotar al máximo el potencial genético de las aves e incrementar su competitividad en la cadena de valor.

Parte de las actividades que conforman los programas sanitarios son la ejecución de pruebas diagnósticas de laboratorio, orientadas a identificar la presencia de agentes patógenos (como bacterias, virus y parásitos) tanto en las instalaciones; insumos; y alimentos empleados para la crianza como en las mismas aves (2, 3, 4). En el Informe de Desarrollo Avícola elaborado por la FAO se indica que los costos de las pérdidas por enfermedad representan cerca del 8% del valor bruto de producción en los Estados Unidos de Norte América (5), si bien no se cuenta con este tipo de datos para países en vías de desarrollo, el diagnóstico preciso de las enfermedades se hace una necesidad para el desarrollo de las empresas avícolas siendo necesario para ello contar con laboratorios con las competencias e infraestructura necesarias que permitan la implementación de técnicas de detección rápidas, sensibles, confiables y de bajo costo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Describir la implementación de un laboratorio de microbiología y biología molecular en una empresa del sector avícola para el control interno de sus operaciones.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los requerimientos y necesidades de análisis de laboratorio de la empresa.
- Analizar el diseño e implementación del plan de operaciones del laboratorio
- Evaluar el potencial beneficio económico del laboratorio

3 JUSTIFICACIÓN

Los programas sanitarios de las empresas avícolas tienen la finalidad de prevenir y o detectar lo antes posible la presencia de agentes infecciosos, de forma que se pueda controlar la diseminación del agente y conseguir su erradicación. Los programas sanitarios y con ellos las necesidades específicas de análisis de laboratorio difieren de empresa a empresa, ya que se implementan considerando una serie de factores como las condiciones climáticas y localización geográfica de las granjas; la prevalencia y epidemiología de los agentes patógenos; los costos de producción; el tipo de producción avícola (reproductoras, ponedoras, pollos de engorde) y el sistema de crianza (jaulas, piso o pastoreo), ya que las condiciones en que se mantienen las aves son diferentes, estas pueden tener mayor o menor riesgo a contraer determinado tipo de infecciones, variando con ello la frecuencia del muestreo y los análisis requeridos (6,7).

En ese contexto, es estratégico y se hace una necesidad que una empresa avícola líder del sector, que busca operar con una alta eficiencia productiva, brindando productos que cuenten con los estándares de calidad que demanda la industria, cuente con un laboratorio propio que atienda de forma rápida y oportuna sus necesidades de análisis, le proporcione resultados confiables y en menor tiempo que los laboratorios externos, permitiéndole agilizar y mejorar el proceso de toma de decisiones, optimizar sus recursos y garantizar la confidencialidad de la información.

Así, el laboratorio selecciona e implementa las pruebas que permitan la consecución de los objetivos de la empresa, considerando tanto la idoneidad de la prueba como la sostenibilidad económica de la organización; además, provee al médico veterinario evidencia científica que le permita llegar al diagnóstico correcto y brinde soporte que

respalde sus decisiones (8). Un ejemplo de ello son los análisis de susceptibilidad antibiótica para los que, con el desarrollo de nuevas pruebas de laboratorio y de opciones terapéuticas, se cuenta con varios métodos de análisis (microbiológicos - moleculares) y presentaciones de antibióticos disponibles, de forma que el laboratorio debe seleccionar el método que proporcione los datos más útiles, que permitan al médico veterinario tomar la decisión de que antibiótico emplear, lo cual tiene un impacto directo en el estado de salud de los animales, los costos y rentabilidad de la empresa ya que se posibilitará la elección del mejor antibiótico (costo/ beneficio) y la salud del consumidor (9).

4 MARCO TEORICO

Los laboratorios de diagnóstico avícola son instalaciones altamente especializadas que deben funcionar en edificios diseñados para tales fines, que cuenten con sistemas confiables de suministros de agua y electricidad (10). Además, deben de cumplir con las reglamentaciones nacionales vigentes; así, en el Perú, los laboratorios de tercera parte deben cumplir lo establecido en el Reglamento del Sistema Sanitario Avícola, por lo que entre otras cosas deben estar debidamente registrados ante el SENASA (Tabla 1) e informar de la ocurrencia de alguna de las enfermedades aviares de notificación obligatoria (1). Por tanto, los laboratorios de diagnóstico avícola tienen más responsabilidades que la de sólo realizar las pruebas de laboratorio.

Tabla 1. Lista oficial de laboratorios registrados ante SENASA 2022

N°	Laboratorio de ensayo
1	AGQ PERU S.A.C.
2	ALS LS PERU SAC
3	CEIMIC PERU S.A.C.
4	CNTA SAC
5	GROEN AGRO CONTROL PERÚ S.A.C
6	INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C
7	NSF INASSA S.A.C.
8	SGS DEL PERU SAC
9	TLR INTERNATIONAL LABORATORIES PERU S.A.C.

Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), en los países en vías de desarrollo los laboratorios de diagnóstico veterinario enfrentan una serie de retos que van desde contar con el personal calificado; el financiamiento para la compra de equipos y reactivos; la disponibilidad y acceso a ensayos de laboratorio desarrollados para el diagnóstico preciso de patógenos específicos; y la confiabilidad de sus resultados (11). Superar estos retos se hace cada vez más urgente debido a la presión que tiene la industria avícola por incrementar su producción; el incremento en la resistencia antibiótica y la ocurrencia de brotes de enfermedades emergentes y re emergentes, ambos eventos asociados al cambio climático y al comercio nacional e internacional de productos avícolas; y el avance en el desarrollo de métodos de diagnóstico cada vez más potentes y rápidos como el PCR en Tiempo Real, el PCR digital, la amplificación isotérmica o la Secuenciación de Próxima Generación (NGS) (6, 12, 13, 14), los cuales en combinación con los métodos microbiológicos y

bioquímicos tradicionales garantizan la sanidad y calidad de la producción avícola (15). Los laboratorios de diagnóstico avícola cumplen un papel esencial en el diagnóstico de las enfermedades infecciosas permitiendo su contención y su erradicación, y con ello disminuir su impacto económico. Además, se convierte en una importante fuente de información y datos que son empleados para la toma de decisiones, la elaboración de los programas sanitarios e incluso modelos predictivos (16).

5 METODOLOGIA

5.1 Identificar los requerimientos y necesidades de análisis de laboratorio de la empresa.

Primero se identificó a los usuarios clave del servicio de laboratorio, Este grupo de usuarios está conformado por médicos veterinarios que forman parte del equipo del área de sanidad, área usuaria (cliente interno) de los servicios de laboratorio. A ellos se les realizaron entrevistas individuales, en las instalaciones de la empresa, en donde se recolectó información que permitió hacer un diagnóstico de los principales problemas y necesidades en cuanto al servicio y análisis de laboratorio. Se recolectó información relacionada al tipo y número de muestras que analizan; los análisis microbiológicos y de biología molecular que solicitan; las características de la logística del servicio como son los materiales requeridos para la toma de muestras, los horarios de envío-recojo, el tiempo de envío de resultados e inconvenientes que se pudieran presentar durante el servicio llevado a cabo por los laboratorios externos.

5.2 Análisis del diseño e implementación del plan de operaciones del laboratorio

En una segunda etapa, se diseñó el plan de operaciones del laboratorio y se evaluó su implementación empleando la metodología del *design thinking*. Esta metodología constó de 5 etapas:

- I Empatía, en la que a través del contacto con el usuario se buscó información que ayudó a la comprensión de las necesidades y problemas relacionados al servicio de laboratorio, mismos que buscamos atender y solucionar.
- II Definir, mediante el análisis de la información colectada en la primera etapa se definieron y contextualizaron las necesidades y problemas clave.
- III Idear, en esta etapa se diseñaron diferentes propuestas que buscaban atender y/o resolver las necesidades y problemas clave.
- IV Prototipar, en esta etapa las propuestas se hicieron tangibles ya sea mediante maquetas, dibujos o presentaciones que fueron mostradas a los usuarios.
- V Testear, en esta última etapa las propuestas de funcionamiento del laboratorio que incluyen los análisis, metodologías, personal, local, infraestructura, sistemas de información y logística fueron presentadas a los usuarios clave para obtener su retroalimentación y finalmente su validación.

Concluida esta etapa se procedió a la implementación física e inicio de operaciones del laboratorio.

5.3 Análisis costo beneficio del laboratorio.

Se hizo un análisis del costo beneficio del laboratorio en base al ahorro económico que el laboratorio generó a la empresa durante el primer año de funcionamiento. Para ello se calcularon tanto el costo mensual de operación del laboratorio como el costo en el que se hubiera incurrido si los análisis hubieran sido realizados en un laboratorio externo (en función de los costos proporcionados por el área de sanidad). El ahorro es igual a la resta del costo del laboratorio externo menos el costo del laboratorio propio.

Para el cálculo del costo de operación del laboratorio se consideraron:

- El alquiler de laboratorio que incluía servicios de agua, luz y vigilancia
- El costo del servicio de telefonía e Internet
- Los sueldos del personal de laboratorio
- La depreciación de los equipos
- El costo de los traslados de los materiales y muestras
- Costo de materiales, medios de cultivo y reactivos consumidos durante el mes.

6 RESULTADOS

6.1 Identificar los requerimientos y necesidades de análisis de laboratorio de la empresa

Se identificó 6 usuarios clave del servicio de laboratorio, a partir de las entrevistas que se les realizó se identificaron los tipos de muestra, los análisis de laboratorio solicitados, el material para la toma de muestra (cuando es requerido) y el tiempo de entrega de resultados ofrecido por los laboratorios externos donde se envían las muestras (Tabla 2).

Tabla 2. Necesidades de análisis de laboratorio de la empresa: muestras, análisis solicitados y tiempo de entrega de resultados de laboratorios externos.

MUESTRA	ANÁLISIS SOLICITADOS	REQUERIMIENTO MATERIAL TOMA DE MUESTRA	TIEMPO DE ENTREGA RESULTADOS
Hisopados de Arrastre	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	<ul style="list-style-type: none"> - Frasco autoclavable con 250 mL de agua peptonada. - Hisopos de gasa autoclavados. 	De 3 a 5 días.
	Detección de <i>Salmonella sp.</i> mediante PCR	<ul style="list-style-type: none"> - Frasco autoclavable con de agua peptonada. - Hisopos de gasa autoclavados. 	De 2 a 3 días.
Muestras de meconio	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	<ul style="list-style-type: none"> - Bolsas estériles para muestreo 	De 3 a 5 días
Muestras de alimento balanceado	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	<ul style="list-style-type: none"> - Bolsas estériles para muestreo 	De 3 a 5 días
Muestra de órganos	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	<ul style="list-style-type: none"> - Bolsas estériles para muestreo 	De 3 a 5 días

Hisopados órganos (necropsia)	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	- Hisopos y medio de transporte	De 5 a 7 días
	Recuento de <i>Pseudomonas sp.</i>		
	Recuento de coliformes totales y <i>E. coli.</i>		
	Recuento de mohos y levaduras		
Muestras diluyentes para vacunas	Recuento de coliformes totales y <i>E. coli.</i>	- Frascos de vidrio autoclavables	De 3 a 5 días
Hisopado superficies	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	- Hisopos y medio de transporte	De 3 a 5 días
	Recuento de mesófilos aerobios		
	Recuento de Coliformes totales y <i>E.</i> <i>coli.</i>		
Muestra de material de cama	Recuento de mohos	- Bolsas estériles para muestreo	De 5 a 7 días.
	Recuento de Coliformes totales y <i>E.</i> <i>coli.</i>		
	Recuento de mesófilos aerobios		
Muestra de agua	Recuento de	- Frasco	De 5 a 7 días

	Pseudomonas sp.	autoclavable con	
	Determinación	Tiosulfato de	
	Coliformes totales	Sodio	
	Determinación <i>E. coli</i> .		
	Recuento de mesófilos aerobios.		
Plaqueos ambientales	Recuento de mesófilos aerobios	- Juego de placas petri con agar	De 5 a 7 días
	Recuento de enterobacterias	Plate Count, Agar Macconkey y agar	
	Recuento de mohos y levaduras	Sabouraud, empaquetadas en papel Kraft.	
Aislados bacteriano	Análisis de sensibilidad antibiótica	----	De 3 a 4 días
Muestras de alimento, agua o cama	Detección <i>Clostridium perfringes</i> .	Bolsas estériles para muestreo / frascos estériles	De 3 a 5 días
Muestras de necropsia	Detección y aislamiento <i>Streptococcus sp.</i>	Bolsas estériles para muestreo	De 3 a 5 días
	Detección y aislamiento <i>Staphylococcus aureus</i> .		
Hisopado traqueal/ cloacal	Detección virus de Newcastle.	- Hisopos y medios de transporte.	-
Hisopado traqueal	Detección <i>M. gallysepticum</i> / <i>M.</i>	- Hisopos y medios de transporte.	-

	<i>synoviae.</i>		
Hisopados traqueales o muestras de tejido de la tráquea/ pulmón	Detección Bronquitis infecciosa aviar.	- Hisopos y medios de transporte.	-
Muestra de tejido de la bolsa de Fabricio	Detección virus Gumboro.	- Frascos estériles con medios de transporte.	-

También se identificó que el material para la toma de muestras debe ser enviado en cajas de Tecnopor con bolsas de hielo gel refrigerante. El costo de envío de los materiales es asumido por el laboratorio que brinda el servicio, para ello, el cliente interno envía una solicitud mensual del material con las fechas y horarios en que serán requeridos. Los materiales son recepcionados en el área de sanidad en los ambientes destinados para ello.

Una vez tomadas las muestras, estas eran dejadas directamente en las instalaciones del laboratorio que brindaba el servicio o se coordinaba con este para que efectuara el recojo de las instalaciones del área de sanidad.

Tanto la recepción de los materiales como el recojo de las muestras se realizaban dentro del horario de trabajo de la empresa.

6.2 Análisis del diseño e implementación del plan de operaciones del laboratorio

En función de la información obtenida durante las entrevistas y la aplicación del *design*

thinking se elaboró el plan de operaciones del laboratorio mismo que está a cargo del Área de I&D de Nuevos Negocios de la empresa (I&D NN).

Además, en función de la información histórica provista por los usuarios clave se estimó que el laboratorio realizaría un aproximado de 15,000 análisis por año (en promedio 1250 muestras mensuales). A continuación, se muestran los componentes del plan de operaciones

6.2.1 Muestras, análisis de laboratorio, material para toma de muestras y tiempo de entrega de resultados.

Para el inicio de operaciones de laboratorio se propuso atender las muestras y los análisis listados en la Tabla 3. En esta etapa no se consideraron los análisis para detección de virus aviares ya que las pruebas para su implementación se realizarán a futuro.

Tabla 3. Muestras, análisis y tiempo de entrega de resultados ofrecidos por el laboratorio para el inicio de sus operaciones.

MUESTRA	ANÁLISIS SOLICITADOS	REQUERIMIENTO MATERIAL TOMA DE MUESTRA	TIEMPO DE ENTREGA RESULTADOS
Hisopados de Arrastre	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	<ul style="list-style-type: none"> - Frasco autoclavable con 250 mL de agua peptonada. - Hisopos de gasa autoclavados. 	4 días.

	Detección de <i>Salmonella sp.</i> mediante PCR	<ul style="list-style-type: none"> - Frasco autoclavable con de agua peptonada. - Hisopos de gasa autoclavados. 	Resultados PCR en 2 días. En caso sea una muestra positiva el informe de la caracterización bioquímica de la cepa se da en 4 días adicionales.
Muestras de meconio	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	- Bolsas estériles para muestreo Whirl-Pak®	4 días.
Muestras de alimento balanceado	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	- Bolsas estériles para muestreo Whirl-Pak®	4 días.
Muestra de órganos	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	- Bolsas estériles para muestreo Whirl-Pak®	4 días.
Hisopados órganos (necropsia)	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	- Hisopo Quick Swab 3M®	5 días
	Recuento de <i>Pseudomonas sp.</i>		
	Recuento de coliformes totales y <i>E. coli.</i>		
	Recuento de mohos y levaduras		

Muestras diluyentes para vacunas	Recuento de coliformes totales y <i>E. coli</i> .	- Frascos de vidrio autoclavables	2 días
Hisopado superficies	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	- Hisopo Quick Swab 3M®	3 días.
	Recuento de mesófilos aerobios		
	Recuento de Coliformes totales y <i>E. coli</i> .		
Muestra de material de cama	Recuento de mohos	- Bolsas estériles para muestreo Whirl-Pak®	5 días.
	Recuento de Coliformes totales y <i>E. coli</i> .		
	Recuento de mesófilos aerobios		
Muestra de agua	Recuento de <i>Pseudomonas sp.</i>	- Frasco autoclavable con Tiosulfato de Sodio	Resultados en 2 días para muestras negativas y hasta 4 días para muestras positivas.
	Determinación Coliformes totales NMP		
	Determinación <i>E. coli</i> NMP		
	Recuento de mesófilos aerobios.		
Plaques ambientales	Recuento de mesófilos aerobios	- Juego de placas petri con agar	5 días

	Recuento de enterobacterias	Plate Count, Agar Macconkey y agar Sabouraud, empaquetadas en papel Kraft.	
	Recuento de mohos y levaduras		
Aislados bacteriano	Análisis de sensibilidad antibiótica	----	3 días.

En la Tabla 4 se muestran los métodos seleccionados para la ejecución de los análisis ofrecidos.

Tabla 4. Características de los métodos seleccionados para ejecutar los análisis brindados por el laboratorio.

ANÁLISIS SOLICITADO	CARACTERÍSTICAS METODO SELECCIONADO
Detección <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	Método ISO 6579-1:2017 empleando enriquecimiento selectivo y test bioquímicos de confirmación. (17)
Detección <i>Salmonella sp.</i> por PCR en <i>Tiempo Real</i>	Detección <i>Salmonella sp.</i> por PCR en Tiempo Real empleando kit <i>SureTect</i> de Thermo Scientific, método validado por la AOAC internacional (18).
Determinación de coliformes totales y <i>E. coli</i> en muestras de agua	Método del número más probable (NMP). Método indicado en el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM Estándares Nacionales de Calidad

	ambiental para Agua (19).
Recuento de coliformes totales y <i>E. coli</i> en muestras de soluciones vacunales	Método de recuento de coliforme totales y <i>E. coli</i> empleando placas Petrifilm 3M®. Método validado por la AOAC internacional (20).
Plaques ambientales	Método de sedimentación pasiva (21).
Recuento <i>Pseudomonas sp.</i> en muestras de agua	Método recuento en placa empleando agar Cetrimide (22).
Recuento de mesófilos aerobios en muestras de agua	Método estándar de conteo en placa utilizando la técnica de incorporación (pour plate). Método APHA (23).
Análisis de sensibilidad antibiótica	Método difusión en disco Kirby-Bauer (24, 25).

Los métodos seleccionados fueron implementados y verificados empleando muestras reales y controles proporcionadas por el área de sanidad. Además, antes de comenzar la operación del laboratorio se participó en una prueba Inter laboratorio, diseñada por el área de sanidad, en la que muestras ciegas fueron analizadas por nuestro laboratorio y por los laboratorios externos.

En la Tabla 5 se comparan los tiempos de entrega de resultados de los laboratorios externos versus el laboratorio propio observándose una reducción de la entrega de resultados casi en todos los análisis, a excepción de las muestras en las que sólo se solicita detección de *Salmonella sp.* por microbiología para las que el tiempo es igual.

Tabla 5. Reducción del tiempo de entrega de resultados comparando el tiempo del laboratorio propio versus el tiempo promedio del laboratorio externo.

MUESTRA	ANÁLISIS SOLICITADOS	TIEMPO DE ENTREGA DE RESULTADOS (DÍAS)		REDUCCIÓN TIEMPO ENTREGA DE RESULTADOS (%)
		LAB. EXTERNO (PROMEDIO)	LAB. PROPIO	
Hisopados de Arrastre, meconio, alimento balanceado, órganos	Detección de <i>Salmonella</i> sp. por microbiología	4	4	0
Hisopados de Arrastre	Detección de <i>Salmonella</i> sp. mediante PCR	2.5	2	20.00%
Hisopados órganos (necropsia)	Detección de <i>Salmonella</i> sp. por microbiología	6	5	16.67%
	Recuento de <i>Pseudomonas</i> sp.			
	Recuento de coliformes totales y <i>E. coli</i> .			
	Recuento de mohos y levaduras			
Muestras diluyentes para vacunas	Recuento de coliformes totales y <i>E. coli</i> .	4	2	50%

Hisopado superficies	Detección de <i>Salmonella sp.</i> por microbiología	4	3	25%
	Recuento de mesófilos aerobios			
	Recuento de Coliformes totales y <i>E. coli.</i>			
Muestra de material de cama	Recuento de mohos	6	5	16.67%
	Recuento de Coliformes totales y <i>E. coli.</i>			
	Recuento de mesófilos aerobios			
Muestra de agua	Recuento de <i>Pseudomonas sp.</i>	6	3	50%
	Determinación Coliformes totales			
	Determinación <i>E. coli.</i>			
	Recuento de mesófilos aerobios.			
Plaqueos ambientales	Recuento de mesófilos aerobios	6	5	16.67%
	Recuento de enterobacterias			
	Recuento de mohos y levaduras			
Aislados bacteriano	Análisis de sensibilidad antibiótica	3.5	3	14.30%

Muestras de alimento, agua o cama	Detección <i>Clostridium perfringes</i> .	4	3	25%
Muestras de necropsia	Detección y aislamiento <i>Streptococcus sp.</i>	4	3	25%
	Detección y aislamiento <i>Staphylococcus aureus</i> .			

Por otra parte, se determinó que el analista a cargo de la prueba sea quien envíe los informes de resultados, vía el correo electrónico institucional, únicamente a las personas designadas por el área usuaria, de forma que se asegure la confidencialidad de la información. Para aquellas muestras en las que se realiza más de un análisis, el área usuaria puede solicitar que se envíen informes preliminares con los resultados de los análisis con menor tiempo de espera de resultados.

6.2.2 Solicitud y envío de materiales para toma de muestras

El área usuaria enviará mensualmente su requerimiento de materiales para toma de muestras, en esta solicitud se indicarán las fechas, horarios y lugar de entrega de los materiales; adicionalmente, en casos de emergencia, se podrán atender requerimientos enviados con un mínimo de 24 horas. Los requerimientos serán enviados vía correo electrónico institucional y dirigido a los analistas y coordinador de laboratorio.

Los materiales serán enviados en cajas de Tecnopor, previamente desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 0.8%, con bolsas de hielo gel. En las tapas de las cajas se colocará el detalle del contenido de la caja con el nombre del solicitante y destino. El embalaje propio de cada material se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Embalaje de los materiales enviados para la toma de muestras.

MATERIAL	EMBALAJE
Placas petri con medios de cultivo para plaqueo ambiental.	Cada juego de placas es empaquetado de forma individual en papel Kraft de primer uso. Los paquetes a su vez son colocados en bolsas blancas.
Hisopos de gasa autoclavados.	Los paquetes de hisopos de gasa son colocados en bolsas blancas.
Hisopo Quick Swab 3M®	Los hisopos son colocados en bolsas blancas.
Bolsas estériles para muestreo Whirl-Pak®.	Las bolsas son colocadas en bolsas blancas.
Frascos de vidrios autoclavados.	Los tubos son enviados en bolsas blancas.
Los frascos autoclavables con 250 mL de agua peptona / frascos autoclavables con tiosulfato de sodio.	Los frascos son colocados en forma vertical directamente en las cajas de los envíos.

El traslado de los materiales dentro de Lima estará a cargo de un Courier contratado específicamente para esta tarea. En caso se requiera el envío de muestras fuera de Lima el traslado se realizará por encomienda en la empresa de transporte interprovincial indicada por el área usuaria.

6.2.3 *Recojo y recepción de muestras*

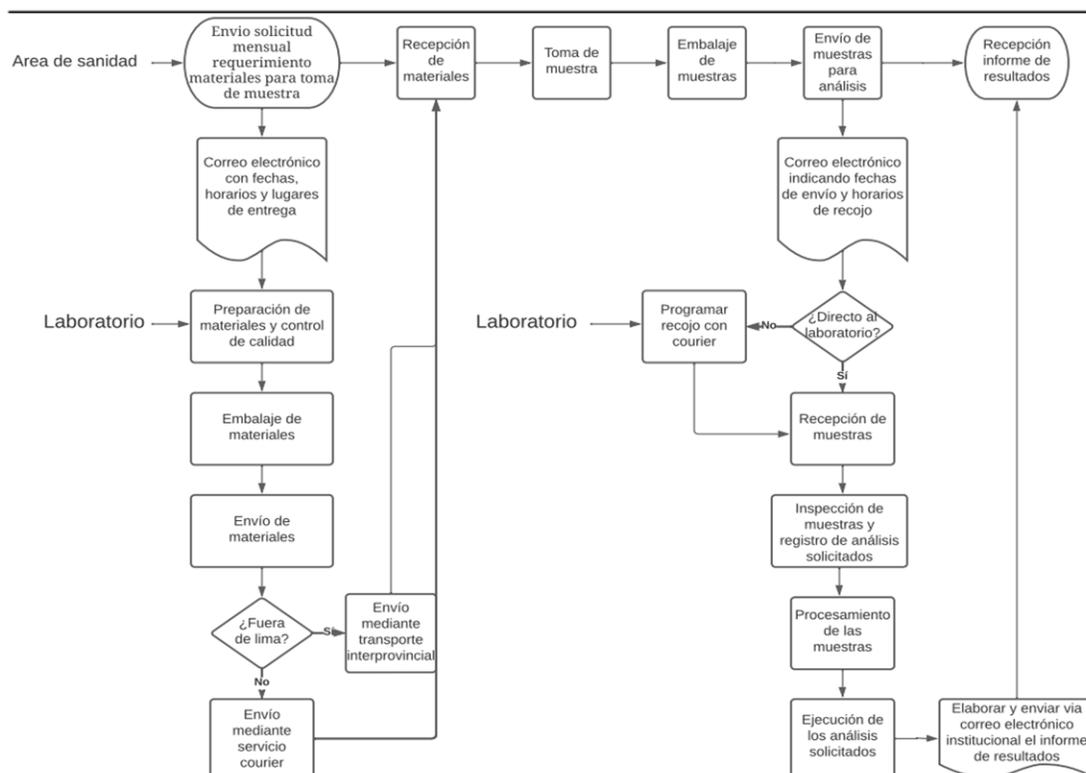
El recojo de las muestras de las instalaciones del área usuaria se realizará en 2 turnos, el primero entre las 8:45 am – 11:00 am y el segundo hasta las 3:30 pm; el recojo de las muestras se realizará por intermedio de un Courier. Las muestras que sean dejadas directamente en el laboratorio serán recepcionadas hasta las 5:00 pm. Estos horarios permitirán contar con el tiempo suficiente para el correcto procesamiento de las muestras.

Las muestras serán embaladas y trasladadas siguiendo las recomendaciones de la OMSA para el transporte de material biológico (26) de forma que se preserve la calidad de la muestra, se evite la contaminación cruzada entre muestras y que al ser recepcionadas en el laboratorio no ponga en riesgo la seguridad del personal. Además, todas las muestras deben ir acompañadas de información tal como el tipo de muestra, el lugar de procedencia, la fecha en que fue tomada y los análisis solicitados.

Al momento de la recepción se inspeccionarán las muestras de forma que se compruebe su correcto empaquetamiento, que se encuentran intactas y que cuenten con la información suficiente para su ingreso y procesamiento. El incumplimiento de cualquiera de estos requerimientos será notificado por correo electrónico al área usuaria.

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo con las actividades realizadas desde el envío del requerimiento de materiales hasta la emisión del informe de resultados.

Figura 1. Flujograma de actividades desarrolladas en el laboratorio desde el envío de la solicitud de materiales hasta la emisión del informe de resultados.



6.2.4 Personal para el laboratorio

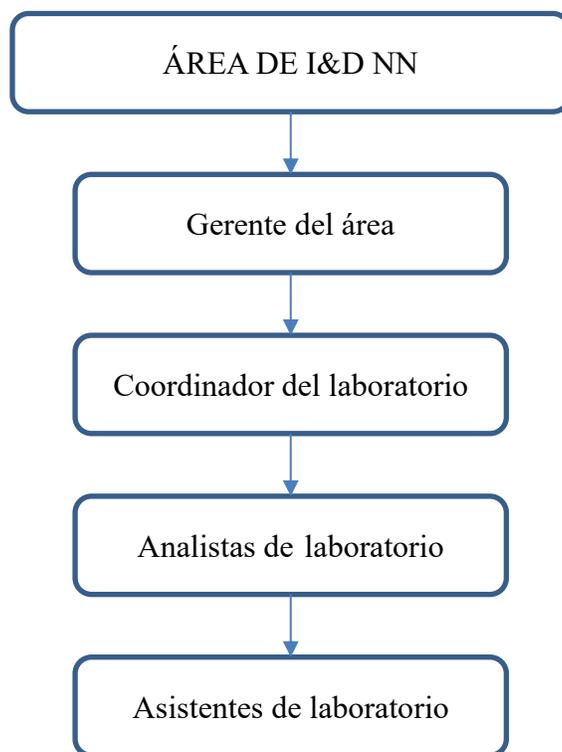
El equipo técnico de laboratorio estará conformado por 2 analistas y 2 asistentes los cuales deben tener el conocimiento básico sobre las buenas prácticas de laboratorio y experiencia en la ejecución de los análisis que ofrece el laboratorio. En la Tabla 7 se muestran las funciones requeridas para cada uno de los puestos. En el laboratorio se contará con una copia física de estas funciones las cuales deben ser de conocimiento de todo el personal.

Tabla 7. Funciones del personal del laboratorio

ANALISTAS DE LABORATORIO
<ul style="list-style-type: none">- Control de calidad de los medios de cultivo.- Coordinar el traslado de materiales para toma de muestras.- Coordinar el recojo y recepción de muestras.- Procesar muestras para los análisis especializados (PCR detección de salmonella).- Lectura de los análisis realizados y registro de resultados.- Elaborar y enviar los informes de resultados.- Asegurar la confidencialidad de los resultados.- Supervisar el cumplimiento de las normas de bioseguridad.- Realizar el inventario de materiales y reactivos de laboratorio.- Solicitar la compra de materiales y reactivos de laboratorio.
ASISTENTES DE LABORATORIO
<ul style="list-style-type: none">- Preparar medios de cultivo empleados en los análisis.- Preparar reactivos químicos y soluciones de acuerdo a los requerimientos de los análisis.- Preparar material para la toma de muestra.- Preparar las cajas para el envío de los materiales de toma de muestra.- Registrar y procesar las muestras según los análisis solicitados.- Esterilización y descarte de material contaminado.- Lavar material de laboratorio- Empacar y rotular el material limpio para esterilización- Limpieza de equipos de laboratorio- Llenar los registros de temperaturas y uso de equipos

Además del personal técnico el laboratorio contará con un coordinador que servirá de nexo entre las demás áreas de la empresa. El organigrama del laboratorio se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Organigrama estructural del laboratorio de diagnóstico



6.2.5 Equipos, suministros y software de laboratorio

El equipamiento del laboratorio se determinó en función de los análisis a realizar, el nivel de bioseguridad y el número de muestras estimado a atender mensualmente. Dado que se trabajará con microorganismos con potencial patógeno humano el laboratorio tendrá un nivel de bioseguridad (BSL) 2. En la Tabla 9 se lista los equipos de laboratorio necesarios para realizar los análisis ofrecidos.

Tabla 9. Lista de equipos requeridos para el funcionamiento del laboratorio de diagnóstico BSL 2 y el costo total de la inversión para su adquisición.

Equipo	Cantidad
Cabina de Bioseguridad clase II	2
Campana extractora	1
Cabina de PCR con flujo laminar	2
Sistema de producción agua ultrapura	1
Espectrofotómetro de micro volumen	1
Termociclador Real Time	1
Microcentrífuga	1
Incubadora microbiológica	7
Incubadora con agitador orbital	1
Autoclave	2
Refrigeradora	4
Congeladora -20°C	2
Balanza analítica	1
Estufa	1
pH metro	1
Contador de colonias	1
Vortex	1
Agitador magnético (stirrer)	2
Agitador magnético + calentador	1
Juego de micropipetas	2
Micropipetas multicanal	1
Baño seco	1
Termómetros con sonda	6
Equipos de aire acondicionado	2
Costo total (Inc. IGV)	S/ 544.942.00

En las tablas 10 y 11 se muestran los costos de inversión en suministros (activos corrientes: materiales, medios de cultivo y reactivos de laboratorio) y en la licencia - configuración del módulo de calidad en el sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) SAP para que sea usado como el software de gestión del laboratorio, siendo el monto total invertido en la etapa pre operativa del laboratorio de S/ 613,567.91.

Tabla 10. Lista de suministros requeridos para el inicio de operaciones del laboratorio y el costo total de la inversión para su adquisición

Suministros	Presentación	Cantidad
Jarra de anaerobiosis	Jarra de 2.5 L	2
Bidon autoclavable de polipropileno con dispensador	Pack de 4 botellas de 20 L	1
Kit detección Salmonella PCR en tiempo real	Kit Sure tect Salmonella	3
Frascos de cultivo autoclavable	Frascos plásticos PET x 500 mL	198
Tips con filtro de 1000 uL	Rack de 96 tips con filtro	6
Tips con filtro de 100 uL	Rack de 96 tips con filtro	8
Tips con filtro de 10 uL	Rack de 96 tips con filtro	4
Agua peptonada	Frasco por 500 g	8
Medio Rappaport - Vassiliadis	Frasco por 500 g	1
Agar Verde Brillante	Frasco por 500 g	1
Agar XLT-4	Frasco por 500 g	2
Agar LIA	Frasco por 500 g	1
Agar Citrato	Frasco por 500 g	1
Agar Urea	Frasco por 500 g	1

Agar TSI	Frasco por 500 g	1
Agar Nutritivo	Frasco por 500 g	1
Agar Sabouraud	Frasco por 500 g	1
Agar Mac Conkey	Frasco por 500 g	1
Agar Plate Count	Frasco por 500 g	1
Agar EMB	Frasco por 500 g	1
Agar Pseudomona Cetrimide	Frasco por 500 g	1
Agar PDA	Frasco por 500 g	1
Agar agar	Frasco por 500 g	1
Agar Clostridium OPSP	Frasco por 500 g	1
Suplemento OPSP A	Pack de 10 viales	1
Suplemento OPSP B	Pack de 10 viales	1
Petrifilm Coliformes - E. coli	3M petrifilm coliformes x 500 U	1
Asas de siembra descartables	Paquete x 10 asas	160
Placas petri	Cajas por 500 placas	6
Bolsas para autoclave	Paquetes x 100 UN	1
Gasa quirúrgica	Paquete de gasa quirúrgica	2
Guantes de nitrilo	Caja 100 unidades	4
Guantes de latex	Caja 100 unidades	12
Pabilo	Madeja por 50 metros	32
Costo total (Inc. IGV)		S/ 30.183.22

Tabla 11. Inversión realizada software de gestión del laboratorio

Concepto	Cantidad
Licencia SAP	2
Configuración módulo calidad para laboratorio	1
Costo total (Inc. IGV)	S/ 38.442.69

6.2.6 Localización física y distribución de ambientes del laboratorio

Para lograr la implementación del laboratorio además de los equipos y los materiales propios para la ejecución de los análisis (medios de cultivos y reactivos) fue importante contar con el espacio físico y el mobiliario para el funcionamiento del laboratorio.

En la elección de este espacio físico se tuvo en cuenta su localización, de forma que facilite la logística del traslado de materiales y muestras; los análisis ofertados; el estimado de la cantidad de muestras que se procesarán mensualmente; los permisos de funcionamiento; la gestión de residuos y el acceso garantizado a servicios de agua, luz, limpieza y vigilancia.

Luego se elaboró el flujo de trabajo y la distribución de las áreas y equipos de laboratorio de forma que el trabajo pueda ser realizado de la forma más eficiente, siguiendo una secuencia lógica, considerando el riesgo biológico y el uso adecuado del espacio acorde al equipamiento según los criterios establecidos en el Manual de Bioseguridad de Laboratorio de la OMS (27) que incluye una monografía sobre el diseño y mantenimiento de laboratorios y en la Norma Para la Gestión de Riesgo Biológico en el Laboratorio veterinario de la OMSA (28).

Los ambientes y distribución del laboratorio se muestran en la Figura 2.

6.3 Análisis costo beneficio laboratorio

En la Tabla 8 se muestra el ahorro mensual conseguido. En el primer año de funcionamiento el laboratorio produjo un ahorro de S/ 169,258.79 realizándose un total de 10,060 análisis.

Figura 2. Esquema de distribución de ambientes y equipos del laboratorio de microbiología y biología molecular y molecular. A. Esquema simplificado B. Vista 3D.



Tabla 8. Ahorro calculado para el primer año de funcionamiento del laboratorio.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL, ANUAL
NÚMERO DE ANÁLISIS REALIZADOS	946	588	649	817	1042	1220	960	855	726	760	794	703	10060
COSTO LABORATORIO EXTERNO	S/ 65,085.00	S/ 47,806.50	S/ 49,762.50	S/ 53,222.50	S/ 61,193.50	S/ 73,490.00	S/ 62,812.50	S/ 57,992.50	S/ 45,693.50	S/ 52,240.50	S/ 55,930.50	S/ 46,997.50	S/ 672,227.00
COSTO LABORATORIO PROPIO	S/ 43,702.07	S/ 40,824.21	S/ 41,066.30	S/ 41,914.24	S/ 43,640.06	S/ 40,731.67	S/ 39,796.96	S/ 43,250.46	S/ 40,494.29	S/ 42,835.66	S/ 43,088.50	S/ 41,707.66	S/ 503,052.08
AHORROS MENSUALES ALCANZADOS	S/ 21,382.93	S/ 6,982.29	S/ 8,696.20	S/ 11,308.26	S/ 17,637.31	S/ 32,758.33	S/ 23,015.54	S/ 14,742.04	S/ 5,199.21	S/ 9,404.84	S/ 12,842.00	S/ 5,289.84	S/ 169,258.79

7 DISCUSIÓN

La implementación de un laboratorio de detección de microorganismos de interés en la industria avícola es estratégica para las empresas de este sector productivo ya que según la Organización Mundial de Sanidad Animal los servicios veterinarios de estas empresas deben tener acceso a un servicio de laboratorio de calidad que les permitan detectar de manera rápida la presencia de enfermedades, medir su prevalencia, evaluar la calidad y efectividad de los productos médico-veterinarios e implementar la vigilancia de la resistencia a antimicrobianos. El acceso a estos servicios de laboratorio puede darse a través de los laboratorio gubernamentales o privados que cumplan las reglamentaciones nacionales; además, los servicios de laboratorio de diagnóstico veterinario son una de las competencias críticas que la Organización Mundial de Sanidad Animal designa en la evaluación de la calidad de los servicios veterinarios de un país (29).

La metodología del *design thinking* es usada por varias disciplinas incluyendo aquellas relacionadas al cuidado de la salud humana y animal, y ha demostrado ser útil en desarrollar soluciones integrales y efectivas, partiendo de la comprensión de las necesidades, problemas, deseos y desafíos de los usuarios e incentivando la colaboración entre ellos y los diseñadores en un proceso iterativo (30). En nuestro trabajo esta metodología permitió el diseño de las operaciones del laboratorio y su posterior implementación.

En el Perú no existen un guía para planificación y diseño de laboratorios de diagnóstico veterinarios ni norma técnica en la que se establezcan una categorización de los laboratorios y los criterios mínimos de infraestructura, equipamiento, gestión y recursos humanos requeridos para su funcionamiento. Contar con este tipo de

normativas sería ideal para tener un punto de partida que permita dimensionar el personal, el tamaño e infraestructura requerida para el laboratorio según su nivel de bioseguridad, la complejidad de los análisis realizados y el número de muestras, de forma que se optimice el flujo de trabajo y el desempeño del personal, muy similar a lo que sucede con las guías y normas para laboratorios clínicos (31, 32). A pesar de ello, para la implementación del laboratorio y su operación se siguieron los criterios y recomendaciones brindadas por la OMSA y la OMS (26, 27, 28).

Un punto importante para la implementación del laboratorio es la elección de los métodos y equipos para realizar los análisis ofrecidos, si bien existen una gran cantidad de estos que pueden ser empleados, se recomienda emplear métodos estándar que se encuentren publicados en normas nacionales o internacionales, o aquellos que hayan sido generados o validados por un organismo técnico con autoridad como la *AOAC International* o la *American Public Health Association (APHA)*. Los métodos del laboratorio fueron seleccionados tomando en cuenta las consideraciones señaladas por la OMSA como son: la aceptación internacional y científica; la tecnología adecuada; características de sensibilidad y especificidad adecuadas; el tipo de muestra; el tiempo de resultados; el uso previsto de los resultados; el costo de la prueba y las expectativas del cliente (33).

Otro punto importante es la elección de las normas y del sistema de gestión de la calidad con que contará el laboratorio, para laboratorios veterinarios la OMSA recomienda la norma 17025 ISO/IEC (33). Contar con un sistema de Gestión de la Calidad asegura una mejor calidad de atención; la estandarización de los procesos; la confiabilidad de los resultados, su trazabilidad y entrega oportuna; la seguridad, confidencialidad y el acceso a la información; y un ambiente de trabajo seguro.

La implementación de un laboratorio propio supone una serie de ventajas como la disminución del tiempo de obtención de resultados, debido a que se atienden exclusivamente las muestras de la empresa; ahorro de dinero, siendo este mayor cuantos más análisis se realizan; junto con la confidencialidad de la información, que permite que la empresa tenga un mayor control sobre la información y los resultados de los exámenes, esto es importante ya que a partir de esta información se evalúan las condiciones de producción y se toman decisiones sobre la gestión de la calidad y seguridad de los productos; sin embargo, la confidencialidad de los resultados de laboratorio no debe interferir con la necesidad de notificar a las autoridades sobre las enfermedades de declaración obligatoria, por lo que las empresas avícolas deben de tener políticas claras, en donde se designe al responsable de la notificación, siendo en nuestro caso, el área de sanidad el responsable de realizarlas.

La implementación de un laboratorio propio también suponen riesgos y desventajas como el riesgo de que los resultados del laboratorio puedan estar influenciados por los intereses de la empresa, con lo que se afectarían su calidad e integridad, por lo que es necesario que el laboratorio cuente con independencia para la realización de sus análisis; otras desventajas son los altos costos de inversión para la compra y mantenimiento de equipamiento, suministros y software; la construcción o adecuación de los ambientes físicos para el funcionamiento del laboratorio; además de la necesidad de contratar y retener personal de laboratorio altamente capacitado y con experiencia. En nuestro trabajo, debido a que se decidió alquilar 2 ambientes de laboratorio dentro de una institución educativa con infraestructura especializada se controlaron estos riesgos así, al funcionar en una sede fuera de la sede principal de la empresa el

laboratorio cuenta con independencia para sus actividades; no se requirió mayor inversión para la adecuación de los ambientes de laboratorio por lo que esta se destino principalmente en la compra de equipos como el termociclador en tiempo real, las cabinas de bioseguridad y el espectrofotómetro de micro volumen que permitirán contar con la capacidad instalada para ampliar los servicios brindados por el laboratorio como puede ser los análisis para la detección de virus aviares.

8 CONCLUSIONES

- A partir de las entrevistas realizadas a los usuarios clave del servicio de laboratorio se llegó a determinar las necesidades de análisis de la empresa.
- La aplicación de la metodología del *design thinking* permitió el diseño y puesta en marcha del laboratorio.
- La implementación de un laboratorio abarca varios elementos interrelacionados como son los análisis ofertados; el espacio físico, infraestructura y equipamiento; la logística del traslado de materiales - muestras y el sistema de gestión de calidad.
- La implementación del laboratorio disminuyo el tiempo de entrega de resultados entre un 14.3% a 50% para la mayoría de análisis solicitados excepto en aquellas muestras donde se solicita la detección de *Salmonella sp* por microbiología
- La implementación del laboratorio origino un beneficio económico de S/169,258.79 en el primer año de su funcionamiento.

9 RECOMENDACIONES

Se recomienda acreditar la norma ISO 17025 ya que ello incrementaría la confianza en los resultados de laboratorio; también permitiría diferenciarse del resto de laboratorios pudiendo incluso brindar servicios a clientes externos.

También se recomienda el diseño e implementación de los siguientes indicadores que permitirán monitorizar y evaluar el desempeño de los procesos de laboratorio en las distintas etapas de su operación (pre analíticas, analíticas y post analíticas), de forma que sean una herramienta para la mejora continua de sus servicios (34):

- Atención de solicitud de materiales:

<p>% de cumplimiento en la atención a tiempo de las solicitudes de materiales recibidas</p>	<p>=</p>	<p>Número de solicitudes de materiales atendidos a tiempo</p> <p>----- x 100</p> <p>Total de solicitudes de materiales recibidos</p>
---	----------	--

Frecuencia de medición: mensual

Meta: >90%

- Horario de recojo y recepción de muestras

<p>% de cumplimiento en los horarios de recojo y recepción de muestras</p>	<p>=</p>	<p>Número de recojos y recepciones de muestras realizadas dentro del horario indicado</p> <p>----- x 100</p> <p>Total de recojos y recepciones de muestras realizadas</p>
--	----------	---

Frecuencia de medición: mensual

Meta: > 90%

- El tiempo de entrega de resultados

% de informes de resultados enviados a tiempo	=	Número de informes de resultados enviados en el plazo establecido ----- x 100 Total de informes de resultados enviados
---	---	--

Frecuencia de medición: mensual

Meta: >90%

- Número de análisis realizados por mes

% de cumplimiento del proyectado de análisis realizados por mes	=	Número de análisis realizados por mes ----- x 100 Número de análisis proyectados a analizar por mes.
---	---	--

Frecuencia de medición: mensual

Meta: > 90%

10 BIBLIOGRAFIA

1. Reglamento del Sistema Sanitario Avícola. D.S. N°020-2009-AG
2. Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. Guía para la Implementación de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) Producción de Pollo y Pavo de Engorde. SENASA; 2020.
3. Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. Guía de Buenas Prácticas Avícolas (Reproducción y Engorde). SENASA;2014.
4. Manuja, B, Manuja A. Singh R. Globalization and Livestock Biosecurity. *Agric Res* 2014; 3:22–31.
5. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. Revisión del Desarrollo Avícola. FAO;2013.
6. Hafez M, Attia Y. Challenges to the Poultry Industry: Current Perspectives and Strategic Future After the COVID-19 Outbreak. *Front. Vet. Sci.* 2020; 7:516.
7. Song B, Yan S, Li P, Li G, Gao M, Yan L, Lv Z, et al. Comparison and Correlation Analysis of Immune Functions and Gut Microbiota of Broiler Chickens Raised in Double-Layer Cages and Litter Floor Pens. *Microbiology Spectrum.* 2022; 10(4).
8. Pozzato N, D'Este L, Gagliazzo L, et al. Business intelligence tools to optimize the appropriateness of the diagnostic process for clinical and epidemiologic purposes in a multicenter veterinary pathology service. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation.* 2021;33(3):439-447.
9. Hendrix GK. The role of veterinary diagnostic laboratories in the fight against antimicrobial resistance. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation.*

2018;30(6):805-806.

10. Organización Mundial de Sanidad Animal. Gestión de los laboratorios Veterinarios de Diagnóstico. En: Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. OMSA; 2022.
11. Robinson MM, Jeggo MH. Veterinary diagnostic laboratories in developing countries: the challenge of credibility. *Rev Sci Tech.* 1998;17(2):454-8.
12. Cole J, Desphande J. Poultry farming, climate change and drivers of antimicrobial resistance in India. 2019; 3(12):E494-E495.
13. Relova D, Rios L, Acevedo AM, Coronado L, Perera CL, Pérez LJ. Impact of RNA Degradation on Viral Diagnosis: An Understated but Essential Step for the Successful Establishment of a Diagnosis Network. *Vet Sci.* 2018; 5(1):19.
14. Organización Mundial de Sanidad Animal. Avances biotecnológico en el diagnóstico de enfermedades infecciosas. En: Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. OMSA; 2022.
15. Rakibul A, Ali M, Siddique M, Hahman M, Islam M. Clinical and Laboratory Diagnoses of common Bacterial Diseases of Broiler and Layer Chickens. *Bangl. J. Vet. Med.* 2010; 8(2): 107-115.
16. Astill J, Dara R, Fraser EDG, Sharif S. Detecting and Predicting Emerging Disease in Poultry With the Implementation of New Technologies and Big Data: A Focus on Avian Influenza Virus. *Front Vet Sci.* 2018; 5:263.
17. International Organization for Standardization. Microbiology of the food chain – Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella* – Part1: Detection of *Salmonella spp.* ISO 6579-1:2017.

- 18.** ThermoScientific. SureTect Salmonella species PCR Assay USER GUIDE. Lysis and real-time PCR detection of Salmonella species in food and environmental samples.
- 19.** Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua. D.S. N°015-2015-MINAM.
- 20.** 3M. Petrifilm. Certifications, Recognitions and Validations. 2019.
- 21.** Buttner M, Willeke K, Grinshhpun S. Sampling and analysis of airborne microorganisms». 1997. En: Hurst, C. J. et al. (ed). Manual of environmental microbiology. Ed. American Society for Microbiology, Washington.
- 22.** Lowbury E, Collins G. The Use of a New Cetrimide Product in a Selective Medium for Pseudomonas pyocyanea. J. Clin Pathol. 1955; 8(1): 47-8.
- 23.** APHA. Estándar Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1995. 19 th edition. American Public Health Association.
- 24.** Bauer A, Kirby W, Sherris J, Turck M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. 1966. Am. J. Clin. Pathol. 36:493-496.
- 25.** Organización Mundial de Sanidad Animal. Métodos de laboratorio para las pruebas de sensibilidad de las bacterias frente a los antimicrobianos. En: Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. OMSA; 2022.
- 26.** Organización Mundial de Sanidad Animal. Transporte de material biológico. En: Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. OMSA; 2022.
- 27.** Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad de Laboratorio. 4ta ed. OMS; 2020.

28. Organización Mundial de Sanidad Animal. Bioseguridad y bioprotección: norma para la gestión del riesgo biológico en el laboratorio veterinario y en las instalaciones de los animales. En: Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. OMSA; 2022.
29. Organización Mundial de Sanidad Animal. Calidad de los servicios veterinarios. En: Código Sanitario para los Animales Terrestres. OMSA; 2022
30. Almaghaslah D, Alsayari A, Alyahya S, Alshehri R, Alqadi J, Alasmari S. Using Design Thinking Principles to improve Outpatients' Experiences in hospital Pharmacies: A Case Study of Two Hospitals in Asir Region, Saudi Arabia. 2021, Healthcare; 9(7): 854.
31. Norma Técnica de Salud de la Unidad Productora de Servicios de Patología Clínica. NTS N° 072 – MINSA/DGSP.V.01.
32. Tapia C., Vega C., Rojas C. Implementación del Laboratorio Clínico Moderno. Revista Médica Clínica Las Condes. 2015; 26(6): 794-801.
33. Organización Mundial de Sanidad Animal. Gestión de calidad en los laboratorios de pruebas veterinarias. En: Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. OMSA; 2022.
34. Chawla R., Goswami B, Singh B, Chawla A, Gupta V, Mallika V. Evaluating Laboratory Performance With Quality Indicators, Laboratory Medicine. 2010; 41(5): 297-300.