



**EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO EN LABORATORIOS DE CAMPOS
ELÍSEOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**

Presentado por:

ZAIDA ROCÍO CONTRERAS VELÁSQUEZ

Bacterióloga

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

SAN JOSE DE CUCUTA

2017

**EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO EN LABORATORIOS DE CAMPOS
ELÍSEOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**

ZAIDA ROCÍO CONTRERAS VELÁZQUEZ

Bacterióloga

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

Director:

JORGE WILIAM ARBOLEDA VALENCIA Ph.D

Línea de Investigación:

Biosistemas Integrados

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

CÚCUTA, COLOMBIA

2017

Dedicatoria

A Dios, mi guía, la fuerza para alcanzar las metas que me he propuesto.

A mis hijos Nicolás y Santiago, los motores que me impulsan a seguir adelante.

A mi esposo, Henry Javier, por su amor y su apoyo incondicional.

A mis padres Carmen Rosa y Cesar Julio y mis hermanos Julio Cesar y Camilo Andres por sus oraciones y por no perder la Fe y la confianza en mí.

Zaida Rocío Contreras Velásquez

Agradecimientos

La autora desea expresar sus agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

Ingeniero Jhon H. Suarez, quien en el momento de la ejecución del proyecto ejercía como Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Medio Ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la confianza depositada en resolver una pregunta de investigación y por el apoyo incondicional en la ejecución del proyecto.

Al personal profesional que labora como asistente de la Sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander, por el interés, la confianza y la colaboración prestada en el diligenciamiento de la información relacionada al proyecto de investigación.

Pastor Ramirez, director del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Francisco de Paula Santander, por el apoyo y contribución en el conocimiento estadístico.

Al Doctor en Psicología y Especialista en Psicometría y Análisis de Datos, Edixon Chacón Guerrero, por su orientación y apoyo en el proyecto.

Un agradecimiento especial a ellos y a todas las personas que de alguna u otra manera estuvieron pendientes de que alcanzara las metas fijadas.

A todos ellos, muchas gracias.

Contenido

	pág.
Introducción	15
1. Descripción	18
1.1 Planteamiento del Problema	18
2. Marco Teórico	21
2.1 Marco Legal	21
2.1.1 Normatividad internacional.	21
2.1.2 Normatividad en Colombia.	22
2.2 Marco Referencial	25
2.3 Estado del Arte de la Investigación	20
3. Justificación	24
4. Objetivos	27
4.1 General	27
4.2 Específicos	27
5. Metodología	28
5.1 Diseño del Estudio	28
5.2 Población	28
5.3 Muestra	28
5.4 Recolección de los Datos	30
5.5 Análisis Estadístico	30
5.6 Determinación de la Asociación de los Signos y Síntomas entre los Asistentes de los Laboratorios con el Riesgo Biológico	31

5.7 Análisis del Riesgo Biológico	32
5.8 Propuesta de Método para la Evaluación del Riesgo Biológico sobre la Base de la Comparación de Metodologías de Medición	32
6. Resultados	38
7. Discusiones	87
8. Recomendaciones	94
Referencias Bibliográficas	96
Anexos	101

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Comparación de los métodos GTC 45 y Biogaval: para la evaluación del Riesgo Biológico	16
Tabla 2. Distribución del Riesgo Biológico según el Método Biogaval	42
Tabla 3. Distribución del Riesgo Biológico según el Método GTC 45	43
Tabla 4. Denominación de las variables en los métodos originales y el Método Convertido	45
Tabla 5. Equiparamiento de variables entre método Biogaval y método GTC 45	47
Tabla 6. Equiparamiento de variables con medias y desviación estándar	52
Tabla 7. Puntuaciones Originales para lograr Variable Fase de Valoración Inicial	61
Tabla 8. Puntuaciones Convertidas Fase de Valoración Inicial de Cumplimiento de Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad	62
Tabla 9. Puntuaciones Originales Fase de Exposición al Riesgo	64
Tabla 10. Puntuaciones Convertidas Fase de Exposición al riesgo	66
Tabla 11. Puntuaciones Originales Fase de Estimación del Máximo Riesgo	67
Tabla 12. Puntuaciones Convertidas Fase de Estimación del Máximo Riesgo	70
Tabla 13. Puntuaciones Originales Fase de Estimación del Máximo Daño	71
Tabla 14. Puntuaciones Convertidas Fase de Estimación del Máximo Daño	72
Tabla 15. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones Originales y Convertidas por Biogaval y GTC45	73
Tabla 16. Aplicación de las Formas Equiparadas	75
Tabla 17. Índice de Riesgo Biológico para método Original y Convertid	78

Tabla 18. Promedios de las Variables Convertidas para hallar el Riesgo Biológico por el Método Convertido	83
Tabla 19. Categorías de las variables para el método convertido	85
Tabla 20. Categorías de distribución del Riesgo Biológico para el método Convertido	86

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Comparación de variables	35
Figura 2. Índice de Equiparamiento del Riesgo Biológico para Métodos Originales	79
Figura 3. Índice de Equiparamiento para el Riesgo Biológico para Métodos Convertidos	81

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Encuesta de evaluación de prácticas y procedimientos relacionados con bioseguridad y riesgo biológico	101
Anexo 2. Consentimiento informado	105
Anexo 3. Habitat, fisiopatogenia, mecanismo de transmisión (Restrepo et al., 2003) y comportamiento epidemiológico de los microorganismos de vigilancia epidemiológica (I.N.S., 2016) en el departamento Norte de Santander durante el año 2016	106
Anexo 4. Base de datos de los asistentes de la sede de Campos Elíseos	116
Anexo 5. Procesos y procedimientos realizados en los laboratorios de Campos Elíseos	117
Anexo 6. Base de datos de los laboratorios Campos Elíseos - UFPS	120
Anexo 7. Asociación del riesgo biológico con signos y síntomas manifestados por los asistentes de laboratorios de la sede Campos Elíseos de la U.F.P.S	124
Anexo 8. Evaluacion del riesgo biológico por el metodo Biogaval en cada laboratorio de la sede Campos Elíseos	125
Anexo 9. Resultados de la evaluación del riesgo biológico en laboratorios por el método GTC 45	137

Resumen

El objetivo principal es proponer un método con fundamento estadístico para la Evaluación del Riesgo Biológico y que a su vez pueda ser utilizado para la evaluación de éste riesgo en áreas diversas. De manera inicial, se diseñó una encuesta de evaluación de Prácticas y Procedimientos en materia de Bioseguridad la cual se aplicó a una primera muestra compuesta por 19 asistentes y la segunda muestra por 24 laboratorios de la sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander. Entre los asistentes se encontró una media de edad de 36 años, 68,4%(n=13) mujeres, el 63,2% de los asistentes presentaban síntomas de cefalea y 57,9% de infección de garganta o faringitis, 36,7% presentaba alergias respiratorias. El 73,7% (n=14) de los asistentes se encontraba expuesto de manera directa o intencional, a agentes biológicos con un mayor riesgo de padecer cefalea OR=3,73 y faringitis OR= 2,7 que otros síntomas. Se determinó entre los laboratorios el riesgo biológico por el método GTC 45 con un 41,7% (n=14) de riesgo No aceptable 58,3% (n=10) de riesgo aceptable con control específico y por el método Biogaval el 83,3% (n=20) en Límite de Acción Biológica y 12,5% (n= 3) en Límite de Acción biológica y 4,2% (n=1) Riesgo Biológico Apropriado. Con los resultados obtenidos se aplicó la ecuación para equiparamiento de variables, generando cuatro nuevas variables (Valoración Inicial, Exposición al Riesgo, Estimación del Máximo Riesgo y Alcance del Daño) y aplicar los resultados obtenidos en las variables equiparadas, dando como resultado un 45,8% (n=11) de Riesgo Potencial, 41,6% (n=10) en Riesgo Alto, 12,5% (n=3) en Riesgo Medio. Se concluye que, una exposición significativa a agentes biológicos, puede estar relacionada con un mayor riesgo de padecer cefalea y faringitis en especial, por la exposición constante a hongos miceliares, esto es *Aspergyllus spp*, *Penicillium spp*, *Curvularia spp*, etc; que es inminente, aplicar un instrumento de valoración de prácticas y procedimientos específico para bioseguridad ya que permite

disminuir la subjetividad de valoración del riesgo biológico, así como superar las discrepancias entre los métodos GTC 45 y Biogaval y, finalmente que el método propuesto aunque se encasilla en categorías cualitativas permite aumentar la validez de la evaluación del riesgo biológico al participar más de un observador en el proceso.

Palabras Clave: agente biológico, bioseguridad, riesgo.

Abstract

The main objective is to propose a method with statistical basis for the Evaluation of Biological Risk and that in turn can be used for the evaluation of this risk in different areas. Initially, a survey was designed to evaluate Practices and Procedures in Biosecurity, which was applied to a first sample composed of 19 attendees and the second sample from 24 laboratories at the Campos Elíseos campus of the Francisco de Paula Santander University. Among the attendees we found an average age of 36 years, 68.4% (n = 13) women, 63.2% of the attendees had symptoms of headache and 57.9% of throat infection or pharyngitis, 36, 7% had respiratory allergies. 73.7% (n = 14) of the participants were directly or intentionally exposed to biological agents with a higher risk of suffering from headache OR = 3.73 and pharyngitis OR = 2.7 than other symptoms. The biological risk was determined between the laboratories by the GTC 45 method with 41.7% (n = 14) of risk Not acceptable 58.3% (n = 10) of acceptable risk with specific control and by the Biogaval method on 83, 3% (n = 20) in Biological Action Limit and 12.5% (n = 3) in Biological Action Limit and 4.2% (n = 1) Appropriate Biological Risk. With the results obtained, the equation was applied to compare variables, generating four new variables (Initial Assessment, Risk Exposure, Maximum Risk Estimation and Damage Scope) and apply the results obtained in the equated variables, resulting in a 45, 8% (n = 11) of Potential Risk, 41.6% (n = 10) in High Risk, 12.5% (n = 3) in Medium Risk. It is concluded that a significant exposure to biological agents may be related to an increased risk of suffering from headache and pharyngitis, especially due to constant exposure to mycelial fungi, such as *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Curvularia* spp, etc; that is imminent, apply a tool for assessing practices and procedures specific to biosecurity as it allows to reduce the subjectivity of biological risk assessment, as well as to overcome the discrepancies between the GTC 45 and Biogaval methods and, finally, that the

proposed method even if it is boxed in qualitative categories allows to increase the validity of the biological risk assessment by participating more than one observer in the process.

Keywords: biological agent, biosecurity, risk

Introducción

Según la Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) se entiende por exposición a agentes biológicos, la presencia de agentes biológicos o productos derivados de éstos en el ambiente laboral, ya que ambos pueden generar enfermedad como consecuencia de la exposición de los trabajadores. Se distinguen tres categorías de exposición a agentes biológicos: la primera en la cual se manipulan o utiliza de manera deliberada un agente biológico como ocurre en animales infectados, en diagnóstico microbiológico, industrias de biotecnologías, industrias farmacéuticas e industrias alimentarias; la segunda exposición ocurre cuando no se tiene contacto directo con agente biológico, en éste caso la exposición es incidental; y la tercera cuando la exposición no se deriva de la propia actividad laboral, por ejemplo el contagio de una infección respiratoria de un trabajador a otro (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, 1997).

La guía técnica del INSHT, también define como agente biológico a microorganismos (incluyendo los genéticamente modificados), cultivos celulares y endoparásitos humanos, alergia o toxicidad o productos derivados de los mismos que pueda generar enfermedad, como consecuencia de la exposición de los trabajadores a tales agentes. El concepto de agente biológico incluye, pero no está limitado a bacterias, hongos, virus, endoparásitos humanos, productos de recombinación, cultivos celulares humanos o de animales, priones y otros agentes infecciosos (INSHT, 1997).

Las infecciones debidas al trabajo no son comunes, pero las infecciones sistémicas son serias y pueden pasar desapercibidas si no hay un alto índice de sospecha. Un cuidadoso estudio de la historia laboral del paciente puede revelar el diagnóstico de una enfermedad poco común. Las

infecciones superficiales no son tan graves, pero son de difícil diagnóstico y tratamiento, por lo que puede ser transmitida a otras personas. Algunas infecciones pueden causar una respuesta alérgica (pulmón del granjero), así mismo, algunas endotoxinas y micotoxinas pueden causar síntomas respiratorios agudos y crónico; y como toda enfermedad ocupacional, las infecciones ocupacionales son altamente prevenibles (Snashall, 1996).

La Universidad Francisco de Paula Santander, lleva a cabo investigación, docencia y extensión; cuenta con los laboratorios ubicados en la sede Campos Elíseos en la que hay laboratorios de microbiología, biología molecular, operaciones unitarias, biotecnología vegetal, suelos, entomología, nutrición de peces, entre otros. Dentro de las prácticas y procedimientos llevados a cabo en estos laboratorios se hace necesaria la manipulación de agentes biológicos que implican un riesgo para el personal que asiste al complejo, haciéndose importante un alto grado de responsabilidad para la correcta aplicabilidad de normas de bioseguridad que permita la prevención de enfermedades relacionadas con el riesgo biológico.

Teniendo en cuenta que una de las responsabilidades en Seguridad y Salud en el Trabajo es llevar a cabo en todas las empresas la Evaluación del Riesgo, se hace necesario llevar a cabo una Evaluación específica para el Riesgo Biológico, en especial, en este complejo de laboratorios donde la manipulación de material biológico hace parte de las actividades que se desarrollan en la mayoría de los laboratorios. La evaluación se desarrolló por dos métodos, Biogaval el cual se encuentra aceptado en España y GTC 45 el cual se utiliza para la valoración del Riesgo en nuestro país y que es avalado por el Ministerio del Trabajo para el diseño de la Matriz de Riesgos y Peligros en las empresas.

El método Biogaval sugiere la aplicación de una encuesta de Evaluación de Prácticas y Procedimientos que están relacionados con Bioseguridad. Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñó una encuesta tomando como referencia a la propuesta por Biogaval y se aplicó a laboratorios y al personal asistente de la sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Teniendo en cuenta que la encuesta incluyó algunas preguntas relacionadas a la vacunación y signos y síntomas, se determinó el riesgo de padecer algunos signos y síntomas clínicos como cefalea, faringitis, otitis, infecciones respiratorias (bronquitis y bronconeumonía) y salpullido corporal al estar expuesto al riesgo biológico entre los asistentes de la sede, por medio de Odds Ratio (OR). Esto, teniendo en cuenta que, en la sede hay laboratorios donde se lleva a cabo exposición directa al riesgo biológico como ocurre en los laboratorios de microbiología, biotecnología y en el cepario (Contreras, Ramirez & Bermudez, 2017).

La evaluación del Riesgo biológico se llevó a cabo por medio de los métodos Biogaval y GT 45 y con los resultados obtenidos se equipararon las variables contenidas en los dos métodos con el fin de verificar las discrepancias y así mismo llevar a cabo un ajuste con el fin de proponer un método que permita la Evaluación del Riesgo Biológico, pero que así mismo pretenda superar algunos problemas como son la subjetividad en la valoración y diferencias semánticas, los cuales se encontraron en la comparación de los dos métodos.

1. Descripción

1.1 Planteamiento del Problema

Los agentes biológicos pueden generar enfermedad debido a la exposición en el ambiente laboral, la Universidad Francisco de Paula Santander, institución universitaria de carácter público del departamento Norte de Santander, la cual tiene la Facultad de Ciencias Agrarias y del Medio Ambiente, a su vez, los Programas de Ingeniería Biotecnológica, Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Pecuaria, Ingeniería Agronómica e Ingeniería Ambiental dentro de los programas que ofrece.

En los laboratorios de la sede, se manipulan microorganismos de manera rutinaria lo cual implica un riesgo para el personal asistente, docente, estudiantil y de servicios generales que allí labora.

Existen métodos para la evaluación del riesgo biológico. En Colombia se realiza por medio de la GTC 45 la cual define las actividades para la identificación de los peligros y valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional, que a su vez ha sido tomado de la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con la exposición a Agentes Biológicos y se tiene como finalidad facilitar la comprensión y aplicación del Real Decreto 664/1997 de España, del 12 de mayo, para la protección de los trabajadores que por su trabajo están o pueden estar expuestos a agentes biológicos (INSHT, 1997).

Narvaez & Contreras (2013), desarrollaron un proyecto piloto que permitió realizar la evaluación del riesgo biológico a los laboratorios de la Sede Campos Elíseos de la Institución Educativa. El proyecto fue llevado a término, pero surgieron preguntas en cuanto al método utilizado a nivel nacional en la evaluación del riesgo biológico y que al ser comparado con el

método internacional Biogaval, dejaba muchas inquietudes en cuanto a la objetividad del método GTC 45.

En Colombia para la evaluación del riesgo biológico se rige por medio de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 o Guía para la identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgo en Seguridad y Salud Ocupacional elaborado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC (2011), el cual tiene en cuenta los principios fundamentales de la Norma NTC – OHSAS 18001 y se basa en el proceso de gestión del riesgo desarrollado en la norma BS 8800 (British Standard) y la NTP 330 del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo en España (INSHT), al igual que modelos de gestión de riesgo como la NTC 5254, que involucra el establecimiento del contexto, la identificación de peligros, seguida del análisis, la evaluación, el tratamiento y el monitoreo de los riesgos.

LLorca, Soto, Laborda & Benavent (2013), con el fin de valorar el riesgo biológico, proponen el método Biogaval como un instrumento útil y práctico para valorar el riesgo biológico, así como para orientar en la priorización de medidas de higiene y de control.

En el contexto internacional, la Organización Mundial de la Salud OMS (2005) emite el Manual de Bioseguridad en el Laboratorio, en el cual se reconoce la seguridad biológica como una importante cuestión de interés internacional, igualmente se clasifican los microorganismos por grupos de riesgo y se establece el nivel de bioseguridad que se debe tener en cuenta para contener el riesgo que se presente, esto teniendo en cuenta que el nivel de bioseguridad se basa en una combinación de las características de diseño, construcción, medios de contención, equipos, prácticas y procedimientos necesarios para trabajar con agentes patógenos de los distintos grupos de riesgo.

Solans (2016), consiente de los problemas que plantea la exposición del riesgo biológico, sugiere como punto de partida para la evaluación, diferenciar de forma clara los dos escenarios de exposición como son las actividades con intención deliberada de manipular agentes biológicos o de utilizarlos y actividades en las que no se manipulan agentes biológicos ni se utilizan en el trabajo.

La Evaluación del Riesgo Biológico implica la aplicación de metodologías, que inclusive se encuentran establecidas por cada región como el método apropiado para tal fin. En el caso de Colombia, se utiliza por estar dentro de los estándares establecidos en el Ministerio del Trabajo la metodología de la Guía Técnica Colombiana 45 (GTC45), pero en materia de riesgo biológico deja una serie de carencias como ocurre, en especial porque el Riesgo Biológico presenta diversas variables como la vacunación, mecanismos de transmisión de los microorganismos y la incidencia de aparición de enfermedades para determinar probabilidad de ocurrencia de infecciones en la población.

La exposición al riesgo biológico puede hacer parte de las empresas donde éste tipo de riesgo está implícito en las labores que llevan a cabo sus trabajadores, pero si además de ello, el método utilizado no tiene en cuenta una herramienta apropiada que evalúe las condiciones, el tipo de microorganismo que allí se encuentra y todas las variables que afectan de manera positiva o negativa a la ocurrencia del riesgo, esta situación puede dar origen a una subvaloración del riesgo lo cual llevaría a la adopción de medidas que a la final no van a ser suficientes para la contención del riesgo al que se ven expuestos los trabajadores y la empresa en general.

2. Marco Teórico

2.1 Marco Legal

Para garantizar la viabilidad normativa en la ejecución del proyecto de investigación planteado, este debe encontrarse acorde con los requisitos legales y normativos de la actualidad. En este caso se tendrá en cuenta el contexto a nivel internacional y posteriormente a nivel nacional.

2.1.1 Normatividad internacional. En 1999 se publicó una serie de normas internacionales relacionadas con el tema “Seguridad y Salud en el Trabajo”, que viene a complementar la serie ISO 9000 (calidad) e ISO 14000 (Medio Ambiente), este grupo de normas se denomina OHSAS 18000.

La normativa OHSAS 18000:1999 fue diseñada en los mismos parámetros y como herramientas de gestión y mejora, toman como base para su elaboración las normas 8800 de la British Standard, basada en el ciclo de mejora continua. Participaron en su desarrollo las principales organizaciones certificadoras del mundo, abarcando más de 15 países de Europa, Asia y América (2003)

En España, la Ley 31 de Prevención de Riesgos Laborales (1995) determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Las normas de desarrollo reglamentario deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a

agentes biológicos durante el trabajo. Con el Real Decreto 664 (1997), en el artículo 1 del Real Decreto tenía como objetivo, la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados de la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, así como la prevención de dichos riesgos. En éste documento se clasifican los agentes biológicos de acuerdo al riesgo; las obligaciones del empresario en cuanto a: Identificación y evaluación de riesgos, la sustitución de agentes biológicos con el fin de evitar agentes biológicos peligrosos, la reducción de riesgos, medidas higiénicas, vigilancia de la salud de los trabajadores, documentación requerida, notificación a la autoridad laboral, información a las autoridades competentes, información y formación de los trabajadores entre otros.

Entre la información pertinente al riesgo biológico, en el Decreto 664, se presentan Anexos siendo importante el Anexo II sobre clasificación de los agentes biológicos de acuerdo al grupo de riesgo (1997).

Así mismo, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo publicó una Guía Técnica para la Evaluación de Riesgos Biológicos (1997), donde se establecían los principios básicos y directrices que deben tenerse en cuenta.

2.1.2 Normatividad en Colombia. La primera normatividad en la cual se establecieron los primeros artículos relacionados a la salud y seguridad del trabajador se presentaron en la Ley 9 de 1979, emitida por el Congreso de la República de Colombia (1979), en el artículo 8, tiene como asunto principal “preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones en el cual se tiene en cuenta que se debe maximizar la salud de las personas previniendo la enfermedad, la protección por exposición a riesgos”; a su vez, en el artículo 101 sobre los agentes químicos y biológicos, se establece “En todos los lugares de trabajo se adoptarán medidas necesarias para evitar la presencia de agentes químicos y biológicos en el aire

con concentraciones, cantidades o niveles tales que representen riesgos para la salud y el bienestar de los trabajadores o de la población en general.

El decreto 1295 (1994), por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales. En el artículo 2°, uno de los objetivos del Sistema General del Sistema General de Riesgos Laborales es establecer actividades de promoción y prevención tendientes a mejorar las condiciones de trabajo y salud de la población trabajadora, protegiéndola contra los riesgos derivados de la organización del trabajo que puedan afectar la salud individual o colectiva en los lugares de trabajo tales como los físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales, de saneamiento y de seguridad.

Con el decreto 2566 (2009), por el cual se adopta la Tabla de Enfermedades Profesionales y en el Item 38 del Artículo 1. Se considera Enfermedades infecciosas y parasitarias en trabajos con exposición a riesgos biológicos tales como: trabajos en el campo de la salud; laboratorios; veterinarios; manipuladores de alimentos, de animales, cadáveres o residuos infecciosos; trabajos agrícolas y otros trabajos que impliquen un riesgo de contaminación biológica.

El decreto 1443 (2014), dicta disposiciones para la implementación del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), en el cual, en el artículo 15, la empresa tiene por obligación llevar a cabo la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos, aplicando una metodología que sea sistemática, que tenga alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias internas y externa, máquinas y equipos, todos los centros de trabajo y todos los trabajadores independientemente de su forma de contratación y vinculación, que le permita identificar los peligros y evaluar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, con el fin

que pueda priorizarlos y establecer los controles necesarios, realizando mediciones ambientales cuando se requiera.

El decreto 55 (2015), por el cual se reglamenta la afiliación de los estudiantes de todos los niveles académicos de instituciones educativas públicas y privadas al Sistema General de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones. Previo a éste decreto, en el literal a) numeral 4 del artículo 13 del Decreto-ley 1295 de 1994, modificado por el artículo 2° de la Ley 1562 (2012), determina como afiliados obligatorios al Sistema General de Riesgos Laborales, a los estudiantes de todos los niveles académicos de instituciones educativas públicas o privadas: i) que deban ejecutar trabajos que signifiquen fuente de ingreso para la respectiva institución e involucren un riesgo ocupacional, o ii) cuyo entrenamiento o actividad formativa sea requisito para la culminación de sus estudios e involucren un riesgo ocupacional.

Con el fin de llevar a cabo la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional, se diseñó por parte del ICONTEC la Guía Técnica Colombiana 45 (2011) la cual cuenta con los principios fundamentales de la norma NTC OHSAS 18001 y se basa en el proceso de gestión del riesgo desarrollado en la norma BS 8800 (British Standard) y la NTP 330 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, así como en la NTC ISO 31000. Gestión del Riesgo. Principios y directrices.

Finalmente, con el decreto 1072 (2015), se compila las normas reglamentarias en un Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, en la cual en su artículo 1.1.1.1, el Ministerio del Trabajo es la cabeza del Sector Trabajo y son objetivos del Ministerio del Trabajo, la formulación y adopción de las políticas, planes generales, programas y proyectos para el trabajo, el respeto por los derechos fundamentales, las garantías de los trabajadores, el fortalecimiento, promoción y protección de las actividades de la economía solidaria y el trabajo decente, a través de un sistema

efectivo de vigilancia, información, registro, inspección y control; así como del entendimiento y dialogo social para el buen desarrollo de las relaciones laborales.

2.2 Marco Referencial

La serie de normas OHSAS 18.000 están planteadas como un sistema que dicta una serie de requisitos para implementar un sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional, habilitando a una empresa para formular una política y objetivos específicos asociados al tema, considerando requisitos legales e información sobre los riesgos inherentes a su actividad. Estas normas buscan a través de una gestión sistemática y estructurada, asegurar el mejoramiento de la salud y seguridad en el trabajo. Una característica de OHSAS es su orientación a la integración del SGPRL (Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales), elaborado conforme a ella en otros sistemas de gestión de la organización (Medio ambiente y/o calidad) (2003).

La Guía Técnica Colombiana GTC45 (2011), presenta un marco integrado de principios, prácticas y criterios para la implementación de la mejor práctica en la identificación de peligros y la valoración de riesgos, en el marco de la gestión del riesgo de seguridad y salud ocupacional. Ofrece un modelo para la gestión del riesgo de seguridad y salud ocupacional, su proceso y sus componentes.

Este documento tiene en cuenta los principios fundamentales de la norma NTC- OHSAS 18001 y se basa en el proceso de gestión del riesgo desarrollado en la norma BS 8800 (British Standard) y la NTP 330 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT), así como en la NTC ISO 3100.

El propósito general de la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud en el Trabajo, es entender los peligros que se puedan genera en el desarrollo

de las actividades, con el fin de que la organización pueda establecer los controles necesarios, al punto de asegurar que cualquier riesgo sea aceptable.

Según la GTC 45 (2011), las actividades necesarias para identificar los peligros y valorar los riesgos son:

- a. Definir el instrumento para recolectar la información.
- b. Clasificar los procesos, actividades y las tareas. Esto incluye instalaciones plantas, personas y procedimientos.
- c. Identificar los peligros: incluir todos aquellos relacionados con cada actividad laboral. Considerar quien, cuando y como puede resultar afectado.
- d. Identificar los controles existentes.
- e. Valorar el riesgo
 - Evaluar el riesgo: calificar el riesgo de acuerdo a cada peligro, incluyendo los controles existentes que están implementados.
 - Definir los criterios para determinar la aceptabilidad del riesgo.
 - Definir si el riesgo es aceptable.
- f. Elaborar el plan de acción para el control de los riesgos, con el fin de mejorar los controles existentes si es necesario, o atender cualquier otro asunto que lo requiera.
- g. Revisar la conveniencia del plan de acción: re-valorar los riesgos con base en los controles propuestos y verificar que los riesgos sean aceptables.
- h. Mantener y actualizar:

- Realizar seguimiento a los controles nuevos y existentes y asegurar que sean efectivos.
- Asegurar que los controles implementados son efectivos y que la valoración de los riesgos está actualizada.

i. Documentar el seguimiento a la implementación de los controles establecidos en el plan de acción que incluya responsables, fechas de programación, ejecución y estado actual como parte de la trazabilidad de la gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Igualmente, en la GTC 45, la evaluación de los riesgos corresponde al proceso de determinar la probabilidad de que ocurran eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias, mediante el uso sistemático de la información disponible.

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se debería determinar lo siguiente:

$$NR = NP \times NC$$

Donde

NP= Nivel de Probabilidad

NC= Nivel de Consecuencia

A su vez, para determinar el NP se requiere:

$$NP = ND \times NE$$

En donde

ND= Nivel de deficiencia

NE= Nivel de Exposición

Con el fin de determinar cada una de las variables anteriormente nombradas, se estableció una serie de Tablas las cuales serán comparadas más adelante con el método Biogaval, también incluido en el método de estudio.

En la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos reglamentada por el Real Decreto 664 del 12 de mayo de 1997 (1997), emitido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, definen por exposición a agentes biológicos la presencia de éstos en el entorno laboral, pudiendo distinguirse, en general tres grandes categorías de exposición a los mismos:

a. Exposiciones derivadas de una actividad laboral con intención deliberada de utilizar o manipular un agente biológico, que constituye el propósito principal del trabajo. Actividades de éste tipo serían las desarrolladas con animales deliberadamente infectados o en los laboratorios de diagnóstico microbiológico, cuya actividad principal constituye el trabajar con agentes biológicos.

Otras actividades encuadradas en este grupo serían, por ejemplo, las relacionadas con las industrias de la biotecnología; farmacéuticas (para la obtención de antibióticos, enzimas, vacunas virales); industria alimentaria (cervezas, queso, yogur); etc.

b. Exposición que surge de la actividad laboral, pero dicha actividad no implica la manipulación, ni el trabajo en contacto directo o el uso deliberado del agente biológico. En definitiva, en estos casos la exposición es incidental al propósito principal del trabajo.

c. Exposición que no se deriva de la propia actividad laboral, por ejemplo, el caso de un trabajador que sufre una infección respiratoria contagiado por otro.

En la misma guía, define los contaminantes biológicos en dos categorías: los agentes biológicos vivos y los productos derivados de los mismos; ya que ambos pueden generar enfermedad como consecuencia de la exposición de los trabajadores.

El concepto de agente biológico incluye, pero no está limitado, a bacterias, hongos, virus, rickettsias, clamidias, endoparásitos humanos, productos de recombinación, cultivos celulares humanos o de animales, y los agentes biológicos potencialmente infecciosos que estas células puedan contener, priones y otros agentes infecciosos.

Entre los productos derivados de los agentes biológicos y que, transmitidos fundamentalmente por vía aérea, pueden generar trastornos de tipo tóxico, alérgico o irritativo se incluyen: micotoxinas, endotoxinas, ergosterol, 1,3-glucanos.

A su vez, ésta misma guía, establece que:

Los peligros relativos que entrañan los microorganismos infecciosos, se encuentran clasificados por grupos de riesgo de infección, en cuatro grupos:

- a. Agente biológico del grupo 1: aquel que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.
- b. Agente biológico del grupo 2: aquel que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- c. Agente biológico del grupo 3: aquél que puede causar enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente un profilaxis o tratamiento eficaz.

d. Agente biológico del grupo 4: aquél que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

La identificación y evaluación del riesgo por exposición a agentes biológicos conlleva una serie de estudios y actuaciones que se pueden agrupar en dos etapas sucesivas:

a. Identificación teórica de los riesgos, lo que supone la recogida general de la información científica, lo cual incluye:

- Identificación teórica de los agentes biológicos más probables, considerando sus fuentes de exposición, reservorios, información científica y posibles estudios epidemiológicos.

- El grado de virulencia, expresado como dosis infectiva mínima (DIM) que representa la cantidad más pequeña de agente biológico necesaria para provocar una infección, facilidad de propagación, gravedad de las infecciones, así como eventuales tratamientos profilácticos y curativos.

- Se deben considerar posibles efectos inmuno-alérgicos y tóxicos de los agentes biológicos como riesgo adicional a los mismos.

- Conocimiento de los modos de transmisión: aerosoles, por contacto directo e indirecto, lesiones, vectores, huéspedes intermediarios, etc.

- Vías de entrada: respiratoria, digestiva, a través de la piel o mucosas, por heridas, parenteral.

- Cantidad, volumen o concentración del agente en el material que se maneja.

- Datos epidemiológicos: presencia y grado de propagación del agente, frecuencia de infecciones, inmunización de la población y papel de los reservorios. Conocimiento de enfermedades que puedan ser contraídas como consecuencia de la actividad laboral, así como en concreto las enfermedades detectadas en el trabajo o directamente relacionados con él, o la inclusión de dichas enfermedades en la Lista de Enfermedades Profesionales, como son carbunco, tétanos, leptospirosis, brucelosis, tularemia, tuberculosis bovina, anquilostomiasis, anguilulosis y paludismo.

- Resistencia del agente biológico, supervivencia en las condiciones ambientales de trabajo (radiación ultravioleta, desecación, centrifugación, etc)

- Posibilidad de presentación de cepas multiresistentes.

- Posibilidad de desinfección.

b. La segunda etapa sería la evaluación del puesto de trabajo y del trabajador expuesto. Esto implica un estudio preciso de dicho puesto que incluiría:

- Descripción del puesto de trabajo.

- Probabilidad de diseminación del material infectado tanto en el proceso habitual, como si ocurre un accidente.

- Vías de penetración: a través de heridas, contacto por proyección de líquidos contaminados, inhalación de aerosoles.

- Frecuencia de la exposición.

- Factores relativos a la organización y procedimientos de trabajo.

- Conocimiento de los posibles riesgos por parte del trabajador, según su formación inicial y la recibida sobre su puesto de trabajo.

- Posibilidad de evaluación de los niveles de exposición, en aquellos casos en que sea posible la medida o identificación del agente biológico en el puesto de trabajo.

Para aquellas actividades que impliquen la intención deliberada de utilizar agentes biológicos, la evaluación de riesgos será relativamente simple, porque las características de los microorganismos utilizados son conocidas, los procedimientos de utilización están bien determinados, así como los riesgos de exposición. En el caso de procesos de biotecnología se une además el estricto seguimiento de las medidas preventivas, a fin de asegurar una buena calidad en el producto.

Cuando la exposición resulta de actividades en las que los microorganismos pueden estar presentes de forma incidental, la evaluación de riesgos será más compleja ya que algunos de los puntos contemplados anteriormente quedaran bajo la forma de probabilidades.

La evaluación deberá repetirse periódicamente, según criterio técnico para comprobar si el plan y las medidas de prevención adoptadas, en su momento, han sido efectivas. Cuando el médico encargado de la vigilancia de la salud de los trabajadores detecte alguna alteración en la salud como consecuencia directa de la exposición a agentes biológicos, se deberá a proceder de una reevaluación de riesgos de los puestos de trabajo implicados.

La evaluación se efectuará teniendo en cuenta toda la información disponible y, en particular:

- a. La naturaleza de los agentes biológicos a los que estén o puedan estar expuestos los trabajadores y el grupo al que estén o puedan estar expuestos los trabajadores y el grupo a que pertenecen, de acuerdo con la tabla y criterios de clasificación contenidos en el Anexo II de la

Guía Técnica para la Evaluación de Prevención de los riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos.

b. Las recomendaciones de las autoridades sanitarias sobre la conveniencia de controlar el agente biológico a fin de proteger la salud de los trabajadores que estén o puedan estar expuestos a dicho agente en razón de su trabajo.

c. La información sobre las enfermedades susceptibles de ser contraídas por los trabajadores como resultado de su actividad profesional.

d. Los efectos potenciales, tanto alérgicos como tóxicos, que puedan derivarse de la actividad profesional de los trabajadores.

e. El conocimiento de una enfermedad que se haya detectado en un trabajador y que esté directamente ligada a su trabajo.

f. El riesgo adicional para aquellos trabajadores especialmente sensibles en función de sus características personales o estado biológico conocido, debido a circunstancias tales como patologías previas, medicación, trastornos inmunitarios, embarazo o lactancia.

Se considerará el riesgo adicional de trabajadores especialmente sensible, como serían las trabajadoras embarazadas o en periodo de lactancia.

Deberán tenerse en cuenta todas aquellas condiciones que puedan predisponer al trabajador a padecer una enfermedad infecciosa, como por ejemplo:

- Inmunocomprometidos: neoplasias, neutropenias, terapias con esteroides o inmunosupresora.

- Algunas enfermedades de la piel.
- Enfermedades hemolíticas
- Asplenias
- Antecedentes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

La guía presentó dificultades para su aplicación práctica en actividades donde se manipulan deliberadamente agentes biológicos, pero en la que los trabajadores se encuentran expuestos a los riesgos que se derivan de la presencia de microorganismos. De acuerdo con lo citado en el Anexo I de la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos (INSHT, 1997). Tales actividades se clasifican del siguiente modo:

- a. Trabajos en centros de producción de alimentos
- b. Trabajos agrarios
- c. Actividades en las que exista contacto con animales o productos de origen animal
- d. Trabajos de asistencia sanitaria, comprendidos los desarrollados en servicios de aislamiento y anatomía patológica
- e. Trabajos en laboratorios clínicos, veterinarios, de diagnóstico y de investigación con exclusión de los laboratorios de diagnóstico microbiológico.
- f. Trabajos en unidades de eliminación de residuos.
- g. Trabajos en instalaciones depuradoras de aguas residuales.

Asimismo, la problemática de estas actividades se ve agravada por estar desaconsejado el muestreo bacteriológico rutinario sistemático del aire, superficies, mobiliario, suelos, etc. Debido a su alto costo en relación con su baja eficacia. Por tanto, toda petición de cultivo microbiológico debe tener una finalidad diagnóstica – clínica o epidemiológica definida y concreta. Este tipo de muestreos rutinarios sólo aporta información sobre puntos concretos muestreados y en un momento determinado, no pudiendo extrapolarse los resultados al resto del ambiente o a otras situaciones.

Existe además el inconveniente de que ni la Association Advancing Occupational and Environmental Health (ACGIH) ni el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) han establecido los límites máximos de exposición ocupacional o Valor Umbral Límite (Threshold Limit Value – TLV), para los agentes biológicos por varias razones:

- a. Los microorganismos cultivables no constituyen una sola entidad, ya que son mezclas complejas de muy diversa naturaleza.
- b. La respuesta de la persona a los bioaerosoles será muy diferente dependiendo del germen de que se trate y de la susceptibilidad del trabajador hacia él.
- c. No es posible tomar y evaluar todos los componentes de un bioaerosol utilizando un solo método de muestreo.
- d. La información disponible acerca de las concentraciones de los bioaerosoles cultivables y los efectos sobre la salud es insuficiente.

Finalmente, en el año 2004 y, como complemento a la normativa (Real Decreto 664/97) de España, y de la Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo sobre

protección de los trabajadores frente a la exposición a agentes biológicos, en la cual se establecían los principios básicos y directrices que se deben tener en cuenta en éste aspecto.

Fue por ello y otras razones que la Consellería de Economía, Hacienda y Empleo publicó el libro de Llorca y colaboradores (2004) titulado “Manual Práctico para la Evaluación del Riesgo Biológico en actividades laborales diversas. BIOGAVAL”, el cual ya se encuentra en la segunda edición (2013).

El propósito del método Biogaval, es proporcionar, un instrumento útil y práctico para valorar el riesgo biológico, así como para orientarlo en la priorización de las medidas preventivas y de control.

El método Biogaval, consta de los siguientes pasos:

- a. Determinación de los puestos a evaluar
- b. Identificación del agente biológico implicado
- c. Cuantificación de las variables determinantes del riesgo
 - Clasificación del daño
 - Vía de Transmisión
 - Tasa de incidencia del año anterior
 - Vacunación
 - Frecuencia de realización de tareas de riesgo
- d. Medidas higiénicas adoptadas

- e. Cálculo del nivel de riesgo biológico
- f. Interpretación del nivel de riesgo biológico

Para llevar a cabo la evaluación del riesgo biológico, es importante entrar a analizar los dos métodos que se verán expuestos en el presente trabajo investigativo, el cual será presentado en el Tabla 1.

Teniendo en cuenta que los dos métodos utilizan variables con sus categorías específicas, se hace necesario llevar a cabo un procedimiento estadístico denominado Equiparamiento de Métodos.

Según Pacheco (2007), el uso de pruebas e instrumentos psicológicos, en la actualidad presentan un importante auge debido a la utilización en procesos masivos de selección y admisión en muchos contextos y se hacen indispensables para procesos de intercambio, homologaciones, etc; pero, instituciones y organizaciones deben garantizar la imparcialidad en los procesos de evaluación. La utilización de “pruebas objetivas” ha pasado a tomar un carácter legal en procesos de evaluación que permita la transparencia e igualdad en los procesos.

En el caso de la Evaluación del Riesgo Biológico, se requiere que el proceso de determinación del riesgo para los dos métodos seleccionados sea comparables y equiparados como un proceso fundamental en el instrumento de medida que se quiere plantear; por lo que la construcción de una escala común de comparación de puntajes sería de gran utilidad para la toma de decisiones en el plano de la Seguridad y Salud en el Trabajo en especial en todas las áreas de trabajo en la cual se sospeche de algún grado de riesgo relacionado con el riesgo biológico.

Pacheco también plantea como necesario, llevar a cabo el proceso los siguientes requisitos:

- a. Todas las pruebas deben medir el mismo constructo con la misma fiabilidad
- b. La ecuación o tabla de equivalencia obtenida debe ser independiente del grupo de sujetos utilizados para derivarla.
- c. La equiparación debe ser simétrica, es decir, de modo que el resultado sea el mismo independientemente de la prueba que se tome como base a la hora de hacer equivalentes la puntuación en las pruebas deseadas.
- d. Las puntuaciones de las pruebas una vez realizada la equiparación, deben ser totalmente intercambiables, es decir, después de la equiparación deben ser idénticas las distribuciones condicionales de las puntuaciones de cada prueba, dado un determinado nivel de rasgo o característica que éstos evalúan.

Tabla 1. Comparación de los métodos GTC 45 y Biogaval: para la evaluación del Riesgo Biológico

COMPARAR MÉTODOS DE EVALUACIÓN RIESGO BIOLÓGICO	
GTC 45 (ICONTEC, s/f-b)	METODO BIOGAVAL (LLorca, Soto, Laborda & Benavent, 2013)
	Determinación de los puestos a evaluar:
Definir instrumentos y recolectar información: Matriz de riesgos y peligros.	<ul style="list-style-type: none"> • Industrias de la alimentación, clasificando de acuerdo a: lácteas, cárnicas, de conservas, harinas y derivados y procesados de aceites vegetales • Trabajos agrarios de tipo general, suelo, vegetales secos, usos de heces humanas como fertilizantes, uso de agua estancada para riego. • Actividades en las que existe contacto con animales y productos de origen animal. • Trabajos de asistencia sanitaria, comprendidos los desarrollados en servicios de aislamiento y de anatomía patológica. • Trabajos en laboratorios clínicos, veterinarios, de diagnóstico y de investigación, con exclusión de los laboratorios de diagnóstico microbiológico. • Trabajos en unidades de eliminación de residuos. • Trabajos en instalaciones depuradoras de aguas
Clasificar los procesos, actividades y las tareas. Identificar los peligros.	Identificación del agente biológico implicado. Se debe conocer, de modo detallado, la organización de la empresa, el proceso productivo que en ella se desarrolla, las tareas, procedimientos y materias primas utilizadas, equipos de trabajo, trabajadores que se encuentran en cada puesto, estado de salud, edad, sexo y tiempo de exposición.
Identificar los controles existentes	Se debe establecer una lista orientativa de los agentes biológicos que con mayor frecuencia aparecen en cada una de las actividades.

EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO

MÉTODO GTC 45**MÉTODO BIOGAVAL****Determinación del Nivel de deficiencia (ND):**

ND	Valor	Significado
Potencial (MA)	10	Se han detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a incidentes significativo(s) o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a incidentes poco significativos o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se han detectado peligro o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV).

Influencia de las Medidas Higiénicas: Se elabora un formulario específico que recoge 40 apartados, con previo trabajo de campo, investigando aspectos recogidos por el método observacional directo y recabando información en los trabajadores evaluados, así como sus supervisores. (Ver anexo 1.) Primordialmente se usa para corregir la Vía de Transmisión

Para su cuantificación se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Considerar solamente las respuestas aplicables
- Determinar la puntuación de las respuestas afirmativas resultantes.
- Calcular el porcentaje entre puntuación de respuestas afirmativas resultantes y el número máximo de posibles respuestas.

$$\% = \frac{R \text{ afirmativas}}{\text{Respuestas afirm} + \text{Respuestas neg}} \times 100$$

- En función del porcentaje obtenido, se aplican los siguientes coeficientes de disminución del riesgo a cada agente biológico, según valores asignados en la tabla:

Respuestas afirmativas	Puntuación
< 50%	0
50 – 79 %	-1
80 – 95%	-2
>95%	-3

EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO

MÉTODO GTC 45

MÉTODO BIOGAVAL

Determinación del Nivel de Exposición:

Nivel de Exposición	Valor del NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de la exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera más eventual.

Frecuencia de realización de tareas de riesgo:

Evalúa el contacto en el tiempo y el espacio entre el trabajador y los diferentes agentes biológicos objeto de evaluación. Descontando del total de la jornada laboral, el tiempo empleado en descansos, tareas administrativas, tiempo para el aseo, procedimientos que no impliquen riesgo de exposición, etc.

Porcentaje	Puntuación
Raramente: <20% del tiempo.	1
Ocasionalmente: 20 – 40% del tiempo	2
Frecuentemente: 41 – 60% del tiempo	3
Muy frecuentemente: 61 – 80% del tiempo	4
Habitualmente >80% del tiempo	5

EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO

METODO GTC 45

METODO BIOGAVAL

Determinación del Nivel de Probabilidad:

Nivel de Probabilidad		Nivel de Exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de Deficiencia	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

El resultado del Nivel de Probabilidad se interpreta de la siguiente manera:

Nivel de Probabilidad	Valor de NP	Significado
Potencial (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. La materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continua o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Tasa de Incidencia del año anterior: La tasa de incidencia de una enfermedad es un dato de gran relevancia para decidir qué microorganismo debe o no debe incluirse en el listado propuesto en el manual Biogaval, así como para poder valorar correctamente el riesgo de sufrir contagio en la población laboral a estudio, en el desarrollo de su actividad. Por tales motivos es conviene conocer la tasa de incidencia de las distintas enfermedades en un período de tiempo determinado. En el presente caso se toma siempre el año anterior, calculándose según la siguiente expresión:

$$TI = \frac{\text{Casos nuevos en el periodo considerado}}{\text{Población expuesta}} \times 100.000$$

Siendo:

TI: Tasa de Incidencia

Se deben tener en cuenta los datos de enfermedades de notificación obligatoria.

En España, se cuenta con datos obtenidos en el Instituto Nacional de Estadística, Ministerio de Sanidad, Organización Internacional de Epizootias, etc.

En Colombia, en la página del Ministerio de Salud, se consiguen los boletines epidemiológicos del año anterior, información que puede ser utilizada para hallar la tasa de incidencia.

Para calcular la puntuación aplicable según el método propuesto, en función del índice de incidencia debe utilizarse la siguiente tabla:

Incidencia /100.000 Habitantes	Puntuación
< 1	1
1 - 9	2
10 - 99	3
100 - 999	4
≥ 1000	5

EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO

MÉTODO GTC 45**MÉTODO BIOGAVAL****Determinación del nivel de consecuencias:**

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños Personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy Graba (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (incapacidad permanente parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

Nota: Para evaluar el nivel de consecuencias, se debe tener en cuenta la consecuencia directa más grave que se pueda presentar en la actividad valorada.

Clasificación del Daño: Para la clasificación del daño que puede causar cada agente biológico, se ha considerado el número de días de baja que supondría padecer la enfermedad, así como la posibilidad o no de que ésta deje secuelas, siguiendo un tratamiento adecuado.

Secuelas	Daño	Puntuación
Sin secuelas	I.T menor de 30 días	1
	I.T. mayor de 30 días	2
Con secuelas	I.T menor de 30 días	3
	I.T. mayor de 30 días	4
	Fallecimiento	5

Vía de Transmisión: Es cualquier mecanismo en virtud del cual un agentes infecciosos se propaga de una fuente o reservorio a una persona.

Para la calificación de la vía de transmisión se tiene en cuenta la siguiente tabla:

Vía de Transmisión	Puntuación
Indirecta	1
Directa	1
Aérea	3

Vacunación: en éste apartado se trata de estimar el número de trabajadores expuestos que se encuentran vacunados, siempre que exista vacuna para el agente biológico en cuestión.

Vacunación	Puntuación
Vacunados más del 90%	1
Vacunados entre el 70 y el 90%	2
Vacunados entre el 50 y el 69%	3
Vacunados menos del 50%	4
No existe vacunación	5

Caso que no exista vacuna completamente eficaz, deberá calcularse el porcentaje de trabajadores que se encontrarían protegidos y se aplicaría la tabla anterior.

Para un microorganismo del que no se disponga de vacunación efectiva, se aplicará siempre una puntuación de 5.

EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO

MÉTODO GTC 45

MÉTODO BIOGAVAL

Determinación del nivel del riesgo:

Nivel del riesgo y de intervención NR = NP X NC		Nivel de Probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de Consecuencias (NC)	100	I 4000 - 2400	I 2000 - 1000	I 800 - 600	II 400- 200
	60	I 2400 - 1440	I 1200 - 600	II 480 - 360	II 240 III 120
	25	I 1000 - 600	II 500 - 250	II 200 - 150	III 100 - 50
	10	II 400 - 240	II 200 III 100	III 80 - 60	III 40 IV 20

Significado del Nivel de Riesgo:

Nivel Riesgo	Valor de NR	Significado
I	4000 - 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 - 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120 - 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable

Cálculo del Nivel del Riesgo Biológico:

$$R = (D \times V) + T + I + F$$

Dónde:

R= Nivel de Riesgo

D=Daño tras su minoración con el valor obtenido de las medidas higiénicas.

V= Vacunación

T=Vía de transmisión (habiendo restado el valor de las medidas higiénicas)

I= Tasa de Incidencia

F=Frecuencia de realización de tareas de riesgo

Puesto que las variables DAÑO y VACUNACIÓN se encuentran íntimamente relacionadas ya que si se aumenta la tasa de vacunación disminuirá el daño e inversamente, estos factores se presentan en la expresión en forma de producto, apareciendo el resto como una suma.

Interpretación de los Niveles de Riesgo Biológico:

Una vez obtenido el riesgo (R) mediante la expresión anterior, es preciso interpretar su significado.

Tras la validación se consideraron dos niveles:

- **Nivel de Acción Biológica (NAB):** entendido como aquel valor a partir del cual deberán tomarse medidas de tipo preventivo para intentar disminuir la exposición, aunque la situación no llegue a plantear un riesgo manifiesto. No obstante, a pesar de que no se considere peligrosa esta exposición para los trabajadores, constituye una situación manifiestamente mejorable, de la que se derivaran recomendaciones apropiadas. Los aspectos fundamentales sobre los que se deberá actuar son las medidas higiénicas y el tiempo de exposición.
- **Límite de Exposición Biológica (LEB):** Es aquel que en ningún caso y bajo ninguna circunstancia debe superarse, ya que supone un peligro para la salud de los trabajadores y representa un riesgo intolerable que requiere acciones correctoras inmediatas

EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO

MÉTODO GTC 45**MÉTODO BIOGAVAL**

Una vez determinado el nivel de riesgo, la organización debería decidir cuáles riesgos son aceptables y cuáles no. En una evaluación completamente cuantitativa es posible evaluar el riesgo antes de decidir el nivel que se considera aceptable o no aceptable. Sin embargo, con métodos semicuantitativos como el de la matriz de riesgo, la organización debería establecer cuáles categoría son aceptables y cuáles no.

Un ejemplo de cómo clasificar la aceptabilidad del riesgo se presenta en la siguiente tabla:

NR	Significado	Explicación
I	No Aceptable	Situación crítica, corrección urgente
II	No Aceptable o Aceptable con control específico	Corregir o adoptar medidas de control
III	Mejorable	Mejorar el control existente
IV	Aceptable	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique

Fuente: La autora

Los citados niveles han sido situados en:

- **Nivel de Acción biológica (NAB)= 12.** Valores superiores requieren la adopción de medidas preventivas para reducir la exposición.
- **Límite de Exposición biológica (LEB)=17.** Valores superiores representan situaciones de riesgo intolerable que requieren acciones correctoras inmediatas.

2.3 Estado del Arte de la Investigación

Como proyecto piloto, se tiene una tesis de grado desarrollada por Narvaez (2013) sobre “La Evaluación del Riesgo Biológico en los laboratorios ubicados en la sede Campos Elíseos, de la Universidad Francisco de Paula Santander”

En éste proyecto se evaluó el riesgo biológico al que se encuentra expuesto el personal que asiste a los laboratorios, entre los cuales se incluyó, asistentes, docentes, estudiantes y personal de aseo; se evaluó por las técnicas GTC 45 y Biogaval y se determinó el nivel de riesgo por las dos técnicas mencionadas.

Como antecedentes investigativos, Cobos, Vasquez, Coello & Almaguer (2014), aplicaron la metodología para evaluar el riesgo biológico, en la cual se entrevistó a trabajadores del centro y se empleó la metodología diseñada por Cobos en el 2009. Como resultados obtenidos se tiene cincuenta y tres riesgos biológicos identificados y evaluados, de ellos 32 moderados, 18 tolerables y 3 triviales; clasificación importante para establecer prioridades para la gestión, además representa una manera de establecer vigilancia en bioseguridad. Se concluye, que la investigación representa un factor esencial para el desarrollo de la documentación de bioseguridad ajustada a las características de la entidad de acuerdo a la base legal en materia de seguridad biológica en Cuba.

En instituciones educativas a nivel nacional Orozco (2013) en su estudio muestra como la enfermería es una disciplina enfocada al cuidado del paciente, la familia y la comunidad, y que al ofrecer el cuidado, los estudiantes se exponen permanentemente a microorganismos biológicos causantes de enfermedades, debido a que su actividad implica el contacto directo con pacientes, potencialmente infecciosos. La probabilidad de un accidente por riesgo biológico en las prácticas

clínicas es alta, por la falta de habilidad y de destreza al encontrarse en un proceso de formación profesional. El accidente expone al estudiante a adquirir enfermedades infecciosas importantes, como el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH), la Hepatitis B y C (VHB, VHC), entre muchas otras, además del impacto psicosocial que genera en el alumno. Se realizó un estudio descriptivo, mediante la aplicación de una encuesta a 77 estudiantes, cuyo objetivo fue caracterizar los accidentes por riesgo biológico en las prácticas clínicas e identificar los conocimientos sobre accidentalidad en los alumnos de Enfermería de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Los resultados muestran un 15% de accidentes en las prácticas asistenciales, el tipo de exposición más frecuente fueron las lesiones percutáneas o pinchazos con elementos cortopunzantes (40%) y las salpicaduras (30%), la actividad de enfermería más relacionada con la exposición fue la administración de medicamentos (70%) y la causa principal del accidente, el estrés y la alta carga de actividades al ofrecer el cuidado de Enfermería (70%). Se resalta la importancia del autocuidado y las medidas de bioseguridad, como herramienta fundamental frente a la prevención de la exposición biológica.

En compañías españolas, Aguillar, Barrio & Merino (2016), desarrollaron, validaron y probaron un nuevo cuestionario para evaluar el riesgo biológico en trabajadores con exposición intencional o no intencional a agentes biológicos. Se calculó el Índice de Validación del Contenido (Content Validity Index – CVI) y la Razón de Validación del Contenido (Content Validity Content – CVR) para el análisis de la validación del contenido. Se llevó a cabo un estudio piloto con 60 trabajadores de 17 compañías. En éste cuestionario, contenía 34 preguntas para estudiar la percepción de trabajadores frente al riesgo biológico ocupacional. Se aplicó un estudio piloto a 60 trabajadores de 17 empresas para evaluar el análisis del α de Cronbach para evaluar la consistencia interna o fiabilidad. Participaron en total 518 trabajadores de 51 empresas

españolas que se encontraban expuestos a agentes biológicos con una tasa de respuesta del 90%. El cuestionario final obtuvo un $\alpha = 0,759$ de Cronbach con un resultado de prueba retest estable. La validación del cuestionario demostró que podría utilizarse para evaluar los riesgos biológicos y contribuir a la prevención de accidentes y enfermedades profesionales y se considera un primer paso para la aplicación de métodos de prevención y equipo de protección. Es un primer paso hacia el desarrollo de un método de evaluación de riesgos biológicos ocupacionales que incluya todos los requisitos establecidos por la Estrategia Europea de Seguridad y Salud 2013-2020.

Contreras y colaboradores (2017) plantearon que la presencia de signos y síntomas en el personal que se encuentra expuesto a riesgo biológico puede pasar desapercibida, siendo esto el preámbulo de aparición de una infección laboral de tipo superficial y/o sistémica. En el artículo se determina la asociación entre signos y síntomas clínicos con la exposición al riesgo biológico entre asistentes de laboratorios. El diseño del estudio es de corte transversal. Variables independientes: características sociodemográficas, infraestructura de los laboratorios, prácticas y procedimientos en bioseguridad, documentación y salud e higiene en el trabajo. Variables dependientes: síntomas de cefalea, faringitis a repetición, hipersensibilidad respiratoria y rash. Participaron 19 asistentes de 24 laboratorios de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Medio Ambiente de una institución educativa universitaria, la mediana (Me) de edad se encuentra en 36 años con rango intercuartil 30-39, 68,4% mujeres, 73,7% de los asistentes tienen exposición directa al riesgo biológico. Infraestructura, almacenamiento de residuos, uso de elementos de protección personal obtuvo más del 80% de cumplimiento. No se presentó asociación estadística entre las variables cefalea ($p=0.305$), faringitis ($p=0.345$), infección respiratoria ($p=0.529$), infección de oído ($p=0.372$), rash ($p=0.259$) con la exposición al riesgo biológico; pero, se determinó que los asistentes expuestos al riesgo biológico tienen un $OR=3.75$ en cefalea y

OR=2.7 en faringitis. Se concluye que se hace necesario reforzar en medidas preventivas en relación con las prácticas y procedimientos en los laboratorios así como iniciar un Sistema de Vigilancia Epidemiológica con miras a la prevención de enfermedades relacionadas con éste tipo de riesgo.

3. Justificación

El riesgo biológico, se ha relacionado principalmente con la exposición a trabajadores de la salud; inclusive en Colombia, la mayoría de las investigaciones realizadas en relación al riesgo biológico son a éste tipo de personal y empresas del sector salud.

Pero otras actividades de tipo agrícola, industrial, incluso administrativas tienen en mayor o menor medida un nivel de riesgo de exposición al riesgo biológico lo cual puede generar enfermedad ya sea por exposición directa o indirecta y que, en el caso de empresas que ofrecen bienes y servicios se ve alterada la calidad de los productos debido a la inadecuada manipulación o a la deficiencia cognitiva y documental de los protocolos de bioseguridad que están dirigidos a la prevención del riesgo biológico.

Determinar si existe exposición al riesgo biológico y en qué nivel, se hace importante, con el fin de tomar medidas preventivas y de contención que eviten daños a la salud de los individuos que se encuentran expuestos en el ambiente laboral y también evitar alteraciones en los productos que finalmente puedan causar pérdidas económicas de consideración a las áreas afectadas.

En Colombia, la evaluación del riesgo se lleva a cabo por medio de la Guía Técnica Colombiana GTC 45, la cual proporciona las herramientas y directrices necesarias para que las organizaciones lleven a cabo el proceso. Este documento tiene en cuenta los principios fundamentales de la norma NTC OHSAS 18001 y se basa en el proceso de gestión del riesgo desarrollado en la norma BS 8800 (British Standard) y la NTP 330 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT), así como en la NTC 31000.

En el modelo para la evaluación del riesgo de la Guía Técnica Colombiana 45, se tienen en cuenta la descripción de niveles de daño, determinación del nivel de deficiencia, determinación

del nivel de exposición, determinación del nivel de probabilidad, determinación del nivel de consecuencias y finalmente la determinación e interpretación del nivel del riesgo.

En España, para la evaluación del riesgo biológico se utilizó la Guía Técnica para la Evaluación de Riesgos Biológicos publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, pero presentaba dificultades para la aplicación práctica en actividades donde se manipulan de manera rutinaria agentes biológicos, así mismo presentaba el inconveniente de no establecer valores límites para los agentes biológicos. Por ésta razón se consideró necesario disponer de un método sencillo y fiable para realizar evaluaciones de riesgos biológicos considerando los datos epidemiológicos existentes y que permitiera orientar hacia medidas preventivas y de control.

Con el presente proyecto se desea proponer, en primer lugar una encuesta que permita evaluar de manera inicial las condiciones en cuanto a las prácticas y procedimientos en materia de bioseguridad para cada laboratorios; esto, tomando como referencia la encuesta de valoración de medidas higiénicas que se plantea en el método Biogaval y con miras a disminuir la subjetividad en la valoración del cumplimiento o el nivel de deficiencias (ND) como ocurre en el método utilizado en Colombia, la Guía Técnica Colombiana 45 (GTC 45).

Igualmente, se permite proponer un método de evaluación del riesgo biológico fundamentado en bases estadísticas con la finalidad de superar las discrepancias semánticas entre los métodos utilizados, es decir Biogaval y GTC 45; así como determinar si las variables utilizadas en el método Biogaval y que a su vez no se tienen en cuenta en la GTC 45 como son vacunación, mecanismos de transmisión y tasa de incidencia de la infección del año anterior, se pueden plantear en un nuevo método para la evaluación del riesgo biológico.

Es importante aclarar, que con el presente proyecto no se pretende cuestionar el método GTC 45, actualmente aprobado y utilizado para la evaluación del riesgo biológico en el país; pero si se desea proponer un método que permita superar las deficiencias antes nombradas y relacionadas a la evaluación del riesgo biológico. El método Biogaval, permite tener en cuenta factores relacionados con epidemiología, mecanismo de transmisión y mecanismos de protección (vacunas) y es por ello que se tomará como referencia en la metodología del trabajo.

Ante la situación anteriormente nombrada, se hace pertinente proponer un método que sea viable para evaluar el riesgo biológico en todas las áreas, incluyendo así las áreas relacionadas con las ciencias agrarias y del medio ambiente.

4. Objetivos

4.1 General

Proponer un método para la Evaluación del Riesgo Biológico en laboratorios de Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander.

4.2 Específicos

Determinar la asociación de signos y síntomas con la exposición al riesgo biológico con miras a apoyar el Sistema de Vigilancia Epidemiológico en los trabajadores expuestos.

Determinar el riesgo biológico por medio del método NTC 45 y Biogaval en los laboratorios de Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Realizar una propuesta de diseño de instrumento para la evaluación del riesgo biológico

5. Metodología

5.1 Diseño del Estudio

De tipo transversal ya que se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su interrelación en un momento dado (2004).

5.2 Población

Constituida por todos los laboratorios de la Universidad Francisco de Paula Santander y todos los asistentes de los laboratorios de la Universidad Francisco de Paula Santander.

5.3 Muestra

Corresponde a los laboratorios de la sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander, ubicada en el municipio de Los Patios, Norte de Santander. Al momento del estudio se encontraban en funcionamiento 24 áreas o laboratorios correspondientes a:

- Sanidad Vegetal
- Biotecnología Vegetal
- Suelos Agrícolas
- Suelos calidad ambiental
- Banco de cepas
- Microbiología aplicada
- Microbiología Ambiental
- Biotecnología general

- Bioprocesos
- Nutrición animal y análisis de alimentos
- Nutrición de peces
- Planta agroindustrial de cárnicos
- Planta agroindustrial de lácteos
- Ciencia básica agroindustrial
- Anatomía y fisiología animal
- Peces ornamentales
- Reproducción y citogenética
- Aguas de extensión
- Aguas Calidad Ambiental
- Operaciones unitarias
- Limnología
- Físicoquímico de aguas calidad ambiental
- Biología Molecular
- Cuarto de residuos

De manera simultánea se encuestó a 19 asistentes contratados por la Institución Educativa que laboran de tiempo completo en la sede Campos Elíseos.

5.4 Recolección de los Datos

Se diseñó la Encuesta de Evaluación de Prácticas y Procedimientos relacionados con Bioseguridad y Riesgo Biológico, ver Anexo 1., la cual contempló aspectos como:

Infraestructura del laboratorio

Dotación y equipos

Documentación

Prácticas y procedimientos generales

Higiene y seguridad industrial.

Previo permiso a decanatura de Ciencias Agrarias y del Medio Ambiente por medio del Consentimiento Informado (ver Anexo 2), a los asistentes se les determinó las siguientes variables:

Las variables demográficas (edad, género)

Afiliación a la Empresa Promotora de Salud (EPS)

Esquema de vacunación actual

Antecedentes clínicos y de enfermedad laboral diagnosticada

Frecuencia de exposición en cada laboratorio.

La encuesta se aplicó entre los meses de marzo a junio del 2016.

5.5 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron consignados en dos bases de datos diseñadas para el análisis de la información.

Una primera base de datos que corresponde a la infraestructura y la segunda base de datos corresponden a la información relacionada con los asistentes de la sede.

Para el análisis de los datos se utiliza el programa SPSS versión 21.

Se realiza control de sesgos para variables cuantitativas por medio de pruebas paramétricas (Shapiro Wilk). Con valor $p > 0,05$ se considera que tiene comportamiento de una curva de distribución normal. Los datos que no cumplen la curva de distribución normal, se les determina mediana (Me) y rango intercuartil (RI).

Se hace análisis descriptivo de las variables cualitativas, así como del cumplimiento de las prácticas y procedimientos en los laboratorios, determinando el porcentaje de cumplimiento de cada una de las preguntas establecidas en la encuesta.

5.6 Determinación de la Asociación de los Signos y Síntomas entre los Asistentes de los Laboratorios con el Riesgo Biológico

Al aplicar la encuesta de Prácticas y Procedimientos en materia de Bioseguridad, se solicitó a los asistentes los procesos y procedimientos que debían realizar en cada uno de los laboratorios. De acuerdo a las funciones establecidas se determinó el riesgo de exposición a agentes biológicos en cada uno de los asistentes.

A los signos y síntomas reportados por los asistentes de laboratorios se les determinó la asociación con el hecho de que en sus laboratorios se lleve a cabo manipulación de riesgo

biológico por medio de prueba de Fisher. En este caso, la hipótesis de correlación positiva si el valor $p < 0,05$.

Finalmente, se determinó el riesgo de padecer las manifestaciones clínicas a la exposición directa al riesgo biológico, utilizando el estadístico de Riesgo (Odds ratio), indicando de esta manera el tamaño del efecto al tener exposición directa con el riesgo biológico.

5.7 Análisis del Riesgo Biológico

A cada laboratorio se le realiza el análisis del riesgo biológico, teniendo en cuenta los métodos Biogaval y GTC 45.

De la información obtenida se obtienen las frecuencias y porcentajes de cada una de las categorías.

5.8 Propuesta de Método para la Evaluación del Riesgo Biológico sobre la Base de la Comparación de Metodologías de Medición

La evaluación del riesgo biológico inicialmente se realizó por dos metodologías distintas (Biogaval y GTC45) y con el fin de generar una nueva metodología que permitiera comparar ambas mediciones, revisar sus similitudes y discrepancias y obtener una medida ajustada que permitiera usar las mediciones por ambos métodos, se utilizó el método de equiparación de puntuaciones.

Según Angoff (1971), la equiparación es el proceso consistente en el desarrollo de un sistema de conversión de las unidades de un test a las unidades de otro. El producto final es una ecuación de equivalencia o tabla de conversión.

Para Brennan & Kolen (2004), la equiparación es el procedimiento estadístico que se usa para ajustar las puntuaciones en distintas formas de un test de modo que sean intercambiables. Ajusta diferencias, entre formas que se han construido para ser similares en contenido y en dificultad.

Los principios fundamentales de la equiparación son la simetría y la equivalencia entre los objetos medidos, y el procedimiento sigue las siguientes etapas:

1. Construcción de las formas alternativas
2. Elección de un diseño para recoger los datos
3. Recogida de datos
4. Elección del método de equiparación
5. Evaluación de la equiparación

De manera inicial, se recopiló la información por medio de la encuesta sobre prácticas y procedimientos en materia de Bioseguridad (Anexo 1) y la información allí contenida se utilizó para establecer el riesgo por los métodos Biogaval y GTC 45.

Una vez determinado el riesgo se equipararon las variables que pudieran tener una misma interpretación, pero que a su vez tenían un nivel de medición diferente. Tales variables son comparadas en el Figura 1.

Comparación de variables:

Método Biogaval	GTC 45
<p>Medidas Higiénicas: depende de los resultados obtenidos en la Encuesta de Prácticas y Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none">- El índice se presenta en porcentaje (%)- Presenta 4 niveles de tipo cualitativo <p>0: < 50% de respuestas afirmativas</p> <p>-1: 50%-79% de respuestas afirmativas</p> <p>-2: 80%- 95% de respuestas afirmativas</p> <p>-3: >95% de respuestas afirmativas.</p>	<p>Medidas preventivas: evidencian el nivel de deficiencia (ND) en materia de bioseguridad. En la GTC 45 no se sugiere un método para determinar ésta información, pero para razones del trabajo se aplicó y hace parte de la propuesta, la Encuesta de Prácticas y Procedimientos para determinar el nivel de deficiencia o ND</p> <ul style="list-style-type: none">- Presenta 4 niveles de tipo cualitativo: <p>10: ND Potencial o se han detectado peligros que determinan la aparición de incidentes.</p> <p>6: ND Alto o peligros detectados que pueden generar incidentes significativos</p> <p>2: ND Medio o peligros que pueden generar incidentes poco significativos</p> <p>0: ND Bajo o no se han detectado peligros.</p>
<p>Frecuencia de Realización de tareas:</p> <p>En la encuesta de prácticas y procedimientos se logró obtener ésta información dependiendo del No de horas expuesto a la semana / Total de horas semanales:</p> <ul style="list-style-type: none">- Presenta 4 niveles: <p>5: Habitualmente o > del 80% del tiempo.</p> <p>4: Muy Frecuentemente o del 61 – 80% del tiempo.</p> <p>3: Frecuentemente o 41 a 60% del tiempo</p> <p>2: Ocasionalmente o 20 a 40% del tiempo</p> <p>1: Raramente o < del 20% del tiempo</p>	<ul style="list-style-type: none">- Nivel de Exposición (NE): El índice se presenta en porcentaje (%)- Presenta 5 niveles de tipo cualitativo: <p>4: Continua o sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado.</p> <p>3: Frecuente o varias veces por tiempos cortos.</p> <p>2: Ocasional o alguna vez</p> <p>1: Esporádica o de manera eventual</p>

Método Biogaval	GTC 45
<p>Incidencia del año anterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de casos presentados por 100.000 habitantes durante el año anterior, en este caso el año 2016. - Presenta 5 niveles: <ul style="list-style-type: none"> 1: < 1 caso 2: 1 – 9 casos 3: 10 - 99 casos 4: 100 – 999 casos 5: > o = a 1000 casos 	<p>Probabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se obtiene ND*NE: - Los niveles son de tipo cualitativo. - Presenta 4 niveles: <ul style="list-style-type: none"> 2-4: Bajo o situación mejorable con exposición ocasional 6-8: Medio o situación mejorable con exposición continua 10-20: Alto o situación deficiente con exposición frecuente u ocasional 24-40: Potencial o situación deficiente con exposición frecuente.
<p>Clasificación del Daño:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presenta 4 niveles: <ul style="list-style-type: none"> 1: Sin Secuelas y con incapacidad menor de 30 días 2: Sin Secuelas y con incapacidad mayor de 30 días 3: Con Secuelas y con incapacidad menor de 30 días 4: Con Secuelas y con incapacidad mayor de 30 días. 5: Fallecimiento 	<p>Nivel de Consecuencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presenta 5 niveles <ul style="list-style-type: none"> 10: Leve o lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad 25: Grave o lesiones o enfermedades con incapacidad temporal 60: Muy Grave o lesiones o enfermedades con incapacidad permanente. 100: Muerte
<p>Niveles de Riesgo Biológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 niveles <ul style="list-style-type: none"> Nivel de Acción Biológica=12: se deben tomar medidas preventivas para intentar disminuir la exposición. Límite de Exposición Biológica=17: Valores superiores representan un riesgo intolerable de acciones correctoras inmediatas. 	<p>Nivel del Riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presenta 4 niveles: <ul style="list-style-type: none"> I o No Aceptable o crítica. Suspender actividades II o Aceptable con control específico: Corregir y adoptar medidas de control III o Mejorable: Mejorar si es posible IV o Aceptable: Mantener las medidas de control existentes.

Figura 1. Comparación de variables

Fuente: La Autora

La incidencia se recopiló en el Anexo 3, Hábitat, Fisiopatogenia y Mecanismos de Transmisión de cada microorganismo que puede generar un riesgo entre los asistentes de los laboratorios de la sede Campos Elíseos.

La vacunación, no se puede equiparar entre el método Biogaval con el método GTC 45 ya que éste último no tiene una variable que se interprete de manera similar.

En cuanto a la vía de transmisión, en la medida que se conozca de algún microorganismo que se manipule en el laboratorio que pueda ingresar por vía aérea o vía respiratoria, se toma éste máximo nivel para el cálculo del riesgo en éste laboratorio.

En el análisis del daño (según Biogaval), se aplica el supuesto de acuerdo al nivel de daño más alto que se pueda encontrar. Es decir que, si el máximo daño se relaciona con un solo microorganismo, éste será el valor a tener en cuenta en el cálculo del riesgo biológico.

De acuerdo con Martinez & Hernandez (2006) existen métodos clásicos para la equiparación y otros basados en la teoría de respuesta al ítem (TRI). Entre los clásicos se encuentran los basados en la media, los lineales y los basados en equipercenitales. Los basados en la equiparación de la media son los que adoptaremos en este estudio y se basan en la siguiente ecuación:

$$\frac{x-u(x)}{s_x} = \frac{y-u(y)}{s_y} \quad \text{Ecuación 1 Comparación de puntuaciones tipificadas}$$

x = dato obtenido de la escala del método Biogaval

$u(x)$ = media obtenida de los valores originales y convertidos de Biogaval

s_x = desviación estándar de los valores originales de Biogaval

y = dato obtenido de la escala del método GTC 45

$u(y)$ = media obtenida de los valores originales o convertidos de GTC 45

s_y =desviación estándar de los valores originales o convertidos de GTC 45

Este procedimiento no requiere que se asuman diferencias constantes a lo largo de toda la escala, ya que se tiene en cuenta la variabilidad. De acuerdo con Martinez & Hernandez (2006) el procedimiento consiste en establecer la equiparación en puntuaciones típicas o estandarizadas, teniendo en cuenta que pueden diferir las escalas de las medias o la desviación típica. Considerando la diferencia en la naturaleza de las mediciones obtenidas bajo los métodos Biogaval y el GTC45 este procedimiento basado en la equiparación lineal se ajusta adecuadamente.

6. Resultados

Los asistentes pertenecen al grupo de trabajadores que se encuentra más expuesta a las actividades que se desarrollan en cada uno de los laboratorios. La información registrada en la encuesta se encuentra en el Anexo 4. Base de datos de los asistentes de la Sede Campos Elíseos.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico de la base de datos de los asistentes fueron publicados por Contreras y col (2017), en la cual cabe resaltar la media de edad (Me) en 36 años, el 68,4% (n=13) mujeres, la afiliación a las EPSs era de 42,1% a Cafesalud, 36,8 a la Nueva EPS y 21,1% a Coomeva. La Aseguradora de Riesgos Laborales (ARL) para la totalidad de trabajadores, es Positiva.

Contreras, Ramirez & Bermudez (2017) determinaron que el 52,6% tenían aplicada la vacuna contra el sarampión, el 57,9% se habían aplicado el esquema completo para toxoide tetánico, el 21,1% tenían esquema completo para Hepatitis B, 68,4% tenían la vacuna contra fiebre amarilla y el 31,6% contra la influenza.

La cefalea con 63,2% es el síntoma que más se presentó entre los asistentes seguido de la infección de garganta o faringitis con 57,9% y las alergias respiratorias con un 36,7%. El rash cutáneo con 15,8%, la otitis con 10,52%, y la bronquitis y bronconeumonía con 5,3% fueron los síntomas con menor porcentaje de aparición entre los asistentes.

A los asistentes, igualmente se les preguntó por las responsabilidades que cumplen en cada uno de los laboratorios analizados, esto teniendo en cuenta que hay más laboratorios que asistentes, por lo que se intuye que algunos de los asistentes llevan a cabo actividades en más de un laboratorio. La información obtenida se condensa en el Anexo 5. Procesos y Procedimientos.

Dependiendo de las actividades que cada asistente llevara a cabo durante la jornada laboral y

de los laboratorios a los que asiste se determinó si se encontraba o no expuesto a riesgo biológico. El resultado obtenido en este caso fue de 73,7% de exposición al riesgo biológico.

Los resultados obtenidos del análisis de los 24 laboratorios de la sede se condensan en el Anexo 6. Base de Datos de los laboratorios de la Sede Campos Eliseos U.F.P.S. y los resultados son también publicados por Contreras et al. (2017) entre los que destaca un porcentaje de mayor cumplimiento en un 80% en infraestructura, señalización, almacenamiento de residuos, exigencia de elementos de protección personal (EPP), disponibilidad de elementos para limpieza y desinfección. Un porcentaje de cumplimiento entre el 50% - 70% en aspectos como esterilización, separación de área administrativa y de procedimientos, área exclusiva de lavado de material y lavado de manos, presencia de ducha lavaojos, depósito de materiales y reactivos. Se cumple en menos del 50% en aspectos como documentación y conocimiento en aspectos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo.

Contreras et al. (2017) no encontraron asociación estadística entre los signos y síntomas manifestados por los asistentes y la exposición al riesgo biológico, pero se determinó que existe mayor riesgo de padecer cefalea $OR = 3.73$ y faringitis $OR = 2.7$ que los demás signos y síntomas estudiados. En el Anexo 7. Asociación del Riesgo Biológico con los Signos y Síntomas presentados a los asistentes de la sede Campos Eliseos de la U.F.P.S, se explica con más detalle la forma de clasificación de los grupos en expuestos y no expuestos, con el fin de mostrar el origen de los resultados obtenidos.

Teniendo la información ingresada en la base de datos de los laboratorios, se realiza la Evaluación del riesgo biológico por el método Biogaval, lo cual queda condensado en el Anexo 8.

La evaluación del riesgo biológico, realizada por el método Biogaval, permite evidenciar que aquellos laboratorios donde se trabaja con plantas o sus derivados y con suelos, los microorganismos que pueden generar mayor riesgo entre el personal que labora son los hongos tales como el *Coccidioides immitis*, *Aspergillus spp*, *Candida albicans* e *Histoplasma capsulatum*

Así mismo, los laboratorios donde se trabaja con microbiología como son el cepario, laboratorio de microbiología ambiental y microbiología aplicada; el riesgo es más significativo cuando se presenta exposición a hongos, en especial los hongos filamentosos como lo son el *Aspergillus spp*, *Rhizopus spp* y *Penicillium spp*.

El laboratorio con mayor riesgo de exposición a agentes biológicos es el laboratorio de bioprocesos en parte a que las medidas higiénicas son muy limitadas por lo que no alcanzan a corregir el daño y la vía de transmisión en este caso de microorganismos oportunistas y causantes de enfermedades diarreicas como *Escherichia coli* y *Salmonella spp*.

En los laboratorios donde se realizan análisis de alimentos para animales y peces, el riesgo biológico se relaciona principalmente a que aumenta la probabilidad de manipulación de hongos como *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Fusarium spp*, *Curvularia spp*, etc, aumentando la probabilidad de causar alergias respiratorias o enfermedades causadas por micotoxinas derivadas de éstos hongos.

En los laboratorios donde se realizan procesos Agroindustriales, se vuelve a evidenciar un mayor riesgo biológico en la exposición a hongos como *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Fusarium spp*, *Curvularia spp*, etc, en especial en la planta de cárnicos y agroindustria básica.

En el caso de la planta de lácteos no se evidencia riesgo biológico a los microorganismos con los cuales se puede presentar la exposición.

En los laboratorios donde se lleva a cabo manipulación de animales, se evidencia riesgo principalmente en la manipulación con hongos miceliares y levaduriformes (*Aspergillus* sp, *Penicillium* spp, *Trichophyton* spp, etc), los cuales pueden estar sobre la piel, pelo o uñas de los animales. Así mismo, es significativa la aparición de enfermedades transmitidas por vectores como son la Leishmaniasis, Dengue Grave y Malaria.

En los laboratorios donde se manipulan muestras de agua, es significativo el riesgo de infección por microorganismos de tipo bacteriano como como *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae* el riesgo aunque en menor medida por *Escherichia coli* y *Salmonella* spp; hongos como el *Trichophyton* spp, el cual puede causar dermatomicosis, virus como la Hepatitis A, algunos protozoos como *Toxoplasma gondii* y nematodos como la *Fasciola hepatica*, teniendo en cuenta que éste último requiere el medio acuático como parte de su ciclo de vida. Aquellas enfermedades transmitidas por vectores que tienen el agua como parte del ciclo de vida, también se pueden presentar como riesgo probable en el personal que manipula muestras de aguas. Lo anterior, corresponde a todos los laboratorios en los cuales se maneja aguas sean estas residuales o no, ya que el agua es un vector inanimado de gran importancia para la transmisión de enfermedades.

Al realizar la manipulación de microorganismos en el laboratorio de biología molecular, el riesgo biológico está relacionado con la presencia de hongos como *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Fusarium* spp, *Curvularia* spp, etc., aumentando la probabilidad de causar alergias respiratorias o enfermedades causadas por micotoxinas derivadas de éstos hongos.

Finalmente, en el cuarto de residuos se evidencia el riesgo relacionado a la manipulación de residuos peligrosos en la cual las infecciones ocupacionales de mayor relevancia puede estar dada

por las alergias respiratorias debidas a la exposición de esporas de hongos (*Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Sacharomyces spp*, etc), diarreas por *Clostridium perfringes*, así como contagio por el virus de la hepatitis A y finalmente la exposición a mosquitos vectores de enfermedades víricas como Zika, Chikunguña y Dengue. También es de resaltar el riesgo de adquirir enfermedades por Adenovirus.

Concretando los resultados por el método Biogaval, se puede evidenciar en la Tabla 2 la distribución del Riesgo según el Método Biogaval.

Tabla 2. Distribución del Riesgo Biológico según el Método Biogaval

	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
Límite de Acción Biológica	20	83,3
Nivel de Acción Biológica	3	12,5
Riesgo Biológico Apropriado	1	4,2
Total	24	100

Teniendo en cuenta lo anterior, el 83,3% de los laboratorios se encuentra en Límite de Acción Biologica, lo cual implica un riesgo biológico alto.

Finalmente, en el Anexo 9, se exponen los resultados de Evaluación del Riesgo Biológico por el método GTC 45 en los laboratorios de la sede Campos Elíseos y se permite determinar que el 41,66% (n=10) de los laboratorios se encuentran en nivel de Riesgo I o condición crítica, y el 58,33% (n=14) se encuentran en Nivel de Riesgo II lo cual deben adoptar medidas de control de manera inmediata, tal como se evidencia en la Tabla 3, sobre distribución del riesgo biológico según el Método GTC 45.

Tabla 3. Distribución del Riesgo Biológico según el Método GTC 45

Nivel de Riesgo	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
I	14	41,7
II	10	58,3
Total	24	100

A diferencia del método Biogaval, no se puede determinar cuáles son los microorganismos que mayor riesgo generan.

Al llevar a cabo la comparación entre las evaluaciones de ambos métodos se analizó la discrepancia entre las valoraciones, estos resultados se relacionan con dos situaciones:

1. Analizar las discrepancias que se puede presentar en las mediciones por ambos métodos, lo cual afectaría su validez.
2. Plantear una aproximación a una medida híbrida que, con base a una equivalencia en las puntuaciones, permita obtener una medida ajustada a la medición del Riesgo Biológico.

En los resultados de la propuesta de evaluación del riesgo biológico teniendo en cuenta la comparación de metodologías de medición una vez obtenidos los resultados de la evaluación de cada uno de los métodos, se realiza un equiparamiento de las variables, entre los dos métodos.

Los resultados para cada laboratorio se condensan en la Tabla 3. Equiparamiento de variables entre el método Biogaval y el método GTC 45, teniendo en cuenta que las columnas de color azul corresponden al método

Se hace necesario verificar las siguientes Biogaval y las columnas de color amarillo corresponden a GTC 45. situaciones:

e. Teniendo en cuenta que las variables tenían un nombre diferente para los métodos Biogaval y GTC45, se planteó un nuevo nombre para cada una de las variables que se originaron en el método propuesto. Esto dio origen a los siguientes nombres:

- Valoración inicial de Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad: la cual corresponde a los resultados obtenidos a partir de la encuesta de Prácticas y Procedimientos en Materia de Bioseguridad.

- Exposición al riesgo: correspondiente al tiempo o frecuencia al cual se expone el trabajador de los laboratorios en estudio.

- Estimación del Máximo Riesgo: correspondiente a la máxima probabilidad de que se presente un caso por cualquiera de los microorganismos que se puedan encontrar en cada laboratorio.

- Alcance del Daño: correspondiente al máximo daño que se pueda presentar por la exposición a los microorganismos presentes en el laboratorio.

f. Las variables que se pueden equiparar y en la cuales se plantean en el método a proponer y que de ahora en adelante se llamará Método Convertido se plantean en el tabla 3.

g. En el tabla 4, también, se plantea la ecuación lineal para el modelo propuesto de Evaluación del Riesgo Biológico.

Tabla 4. Denominación de las variables en los métodos originales y el Método Convertido

Variables coincidentes	Componente en el Método Convertido	Modelo
% de cumplimiento reflejado como medidas higiénicas (Biogaval) vs Nivel de Deficiencia (GTC 45).	I Valoración Inicial (VI)	
Frecuencia de Exposición de tareas (Biogaval) vs Nivel de Exposición (GTC 45).	II Exposición al riesgo (ER)	RB= - VI+ER+EMR+AD
Tasa de Incidencia (Biogaval) vs Nivel de Probabilidad (GTC 45).	III Estimación del Max Riesgo (EMR)	
Daño (Biogaval) vs Nivel de Consecuencia (GTC 45)	IV Alcance del Daño (AD)	

Fuente: La autora

h. Las variables Tasa de incidencia y Daño, son valoradas por el método Biogaval, con diferentes niveles de respuestas, lo cual dependía al microorganismo estudiado en cada laboratorio. Con el fin de tener un dato que permitiera ser utilizado por el método a proponer, se tuvo en cuenta la máxima tasa de incidencia encontrada en cada laboratorio y el máximo daño que se pudiese presentar en cada laboratorio.

Un ejemplo: en el Banco de Cepas se tomó el nivel 3 como mayor Tasa de Incidencia encontrada y el Daño que se pudiese encontrar sería el nivel 4 correspondiente a la presencia de

secuelas con incapacidad temporal mayor de 30 días. Estos niveles se tuvieron en cuenta para la valoración del riesgo específicamente en el Banco de Cepas. Ver Tabla 5.

i. Las variables vía de transmisión y vacunación contenidas en el método Biogaval no se pueden equiparar por no tener unas variables que permitan la equiparación en el método GTC 45.

Tabla 5. Equiparamiento de variables entre método Biogaval y método GTC 45

Laboratorio	Número de respuestas afirmativas	% de cumplimiento de las medidas higiénicas o medidas preventivas	Puntaje en Biogaval de % de cumplimiento	Puntaje en GTC 45	No de horas aprox. de permanencia en el laboratorio	% Frecuencia de realización de tareas o la exposición	Puntaje en Biogaval de % de frecuencia de realización de tareas	Puntaje en GTC 45 de Nivel de Exposición	Tasa de Incidencia para cada Laboratorio	Puntaje en GTC 45 del Nivel de Probabilidad	Daño para Biogaval	Nivel de Consecuencias GTC 45	Vía de Transmisión (se le restan las medidas higiénicas)	Vacunación
SANIDAD VEGETAL	52	71,2	-1	6	36	90	5	4	1 2 0 0 0	24	0 0 3 4 0	25	1 0 3 0 0 3 0 5	
BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	51	69,9	-1	6	36	90	5	4	1 2 0 0 0	24	0 0 3 4 0	25	1 0 3 1 0 0 0 5	
SUELOS AGRÍCOLAS	36	49,3	0	10	36	90	5	4	1 2 0 0 0	24	0 0 3 4 0	25	1 0 3 1 0 0 0 5	
SUELOS CALIDAD AMBIENTAL	39	53,4	-1	6	28	70	4	3	1 2 0 0 0	18	0 0 3 4 0	25	1 0 3 1 0 0 0 5	
BANCO DE CEPAS	58	79,5	-2	2	36	90	5	4	1 2 3 0 0	8	1 2 0 4 0	25	1 0 3 0 0 0 0 5	
MICROBIOLOGÍA APLICADA	50	68,5	-1	6	30	75	4	3	1 2 3 0 0	18	1 2 0 4 0	25	1 0 3 0 0 0 4 0	
MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	54	74	-1	6	10	25	2	1	1 2 3 0 0	6	1 2 0 4 0	25	1 0 3 0 0 0 0 5	
BIOTECNOLOGÍA GENERAL	54	74	-1	6	36	90	5	4	1 2 3 0 0	24	1 2 0 4 0	25	1 0 3 0 0 0 0 5	
BIOPROCESOS	24	32,9	0	10	34	85	5	4	1 2 3 0 0	24	1 2 0 4 0	25	1 0 3 0 0 0 0 5	

Laboratorio	Número de respuestas afirmativas	% de cumplimiento de las medidas higiénicas o medidas preventivas	Puntaje en Biogaval de % de cumplimiento	Puntaje en GTC 45	No de horas aprox. de permanencia en el laboratorio	% Frecuencia de realización de tareas o la exposición	Puntaje en Biogaval de % de frecuencia de realización de tareas	Puntaje en GTC 45 de Nivel de Exposición	Tasa de Incidencia para cada Laboratorio	Puntaje en GTC 45 del Nivel de Probabilidad	Daño para Biogaval	Nivel de Consecuencias GTC 45	Vía de Transmisión (se le restan las medidas higiénicas)	Vacunación
NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS	37	50,7	-1	6	13,2	33	2	1	0 2 3 0 0	6	0 2 0 4 0	25	1 0 3 0 0 0 0 5	
NUTRICIÓN DE PECES	25	34,7	0	10	13,2	33	2	1	0 2 3 0 0	10	0 2 0 4 0	25	1 0 3 0 0 0 0 5	
PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS	56	77,8	-1	6	36	90	5	4	1 2 3 4 0	24	1 2 0 4 0	25	1 0 3 1 0 0 0 5	
PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LACTEOS	56	77,8	-1	6	36	90	5	4	1 2 3 4 0	24	1 2 0 0 0	25	1 0 3 1 0 0 0 5	
CIENCIA BÁSICA AGROINDUSTRIAL	37	50,7	-1	6	10	25	2	1	1 0 3 0 0	6	1 2 0 4 0	25	1 0 3 1 0 0 0 5	
ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA ANIMAL	37	50,7	-1	6	13,2	33	2	1	1 0 3 4 5	6	1 2 3 4 5	25	1 0 3 1 0 0 0 5	

Laboratorio	Número de respuestas afirmativas	% de cumplimiento de las medidas higiénicas o medidas preventivas	Puntaje en Biogaval de % de cumplimiento	Puntaje en GTC 45	No de horas aprox. de permanencia en el laboratorio	% Frecuencia de realización de tareas o la exposición	Puntaje en Biogaval de % de frecuencia de realización de tareas	Puntaje en GTC 45 de Nivel de Exposición	Tasa de Incidencia para cada Laboratorio	Puntaje en GTC 45 del Nivel de Probabilidad	Daño para Biogaval	Nivel de Consecuencias GTC 45	Vía de Transmisión (se le restan las medidas higiénicas)	Vacunación
PECES ORNAMENTALES	28	38,9	0	10	13,2	33	2	1	1 2 0 4 0	10	1 2 0 4 0	25	1 0 3	1 0 0 0 5
REPRODUCCIÓN Y CITOGENÉTICA	43	58,9	-1	6	13,2	33	2	1	1 2 3 0 0	6	0 2 0 4 0	25	1 0 3	0 0 0 0 5
AGUAS DE EXTENSIÓN	55	75,3	-1	6	30	75	4	3	1 2 3 4 5	18	1 2 0 4 5	25	1 0 3	1 0 0 0 5
AGUAS DE CALIDAD AMBIENTAL	62	84,9	-1	6	36	90	5	4	1 2 3 4 5	8	1 2 0 4 5	25	1 0 3	1 0 0 0 5
OPERACIONES UNITARIAS	45	61,6	-1	6	36	90	5	4	1 2 3 4 5	24	1 2 0 4 5	25	1 0 3	1 0 0 0 5
LIMNOLOGÍA	44	66,3	-1	6	30	75	4	3	1 2 3 4 5	18	1 2 0 4 5	25	1 0 3	1 0 0 0 5
FISICOQUÍMICO DE AGUAS CALIDAD AMBIENTAL	43	58,9	-1	6	36	90	5	4	1 2 3 4 5	24	1 2 0 4 5	25	1 0 3	1 0 0 0 5
BIOLOGÍA MOLECULAR	58	79,5	-1	6	36	90	5	4	1 2 3 0 0	24	1 2 0 4 0	25	1 0 3	0 0 0 0 5

Laboratorio	Número de respuestas afirmativas	% de cumplimiento de las medidas higiénicas o medidas preventivas	Puntaje en Biogaval de % de cumplimiento	Puntaje en GTC 45	No de horas aprox. de permanencia en el laboratorio	% Frecuencia de realización de tareas o la exposición	Puntaje en Biogaval de % de frecuencia de realización de tareas	Puntaje en GTC 45 de Nivel de Exposición	Tasa de Incidencia para cada Laboratorio	Puntaje en GTC 45 del Nivel de Probabilidad	Daño para Biogaval	Nivel de Consecuencias GTC 45	Vía de Transmisión (se le restan las medidas higiénicas)	Vacunación
LAR														
CUARTO DE RESIDUOS	48	65,8	-1	6	20	50	3	2	1 2 3 0 5	12	1 2 0 4 5	25	1 0 3 0 0 0 0 5	

Fuente: La autora.

Igualmente, se hallan las puntuaciones originales con las frecuencias de los puntajes, así como los mínimos y máximos para cada uno de los métodos originales.

De todos los valores obtenidos, se obtienen los estadísticos descriptivos como son la media (\bar{X}) y la desviación estándar (DE) obtenida obteniendo así los niveles para las variables del método propuesto. Esta información se encuentra contenida en la Tabla 6. Equiparamiento de Variables con medias y desviación estándar

Por ejemplo, en la valoración del daño por el método propuesto se tienen datos con mucha variabilidad, por ejemplo: 1 laboratorio en nivel 2, 16 laboratorios con nivel en 4 y 7 laboratorios con nivel en 5. Al hallar la media (\bar{x}) su valor es 4.21 y la DE es 0.658.

Tabla 6. Equiparamiento de variables con medias y desviación estándar

MEDIDAS HIGIÉNICAS vs MEDIDAS PREVENTIVAS=VALORACION INICIAL											
No	LABORATORIO	BIOGAVAL	Escala Convertida	GTC45	Escala Convertida	Dif Biogaval	Dif Conv Biog	Dif GTC45	Dif Conv GTC 45	Equiparamiento Original	Equiparamiento Convertido
1	SANIDAD VEGETAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
2	BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
3	SUELOS AGRÍCOLAS	0	1	10	1	1,953	-	1,951	-	0,002	0,000
4	SUELOS CALIDAD AMBIENTAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
5	BANCO DE CEPAS MICROBIOLOGÍA APLICADA	-2	3	2	3	-2,511	2,511	-2,508	2,511	-0,003	0,000
6	MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
7	BIOTECNOLOGÍA GENERAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
8	BIOPROCESOS	0	1	10	1	1,953	-	1,951	-	0,002	0,000
9	NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
10	NUTRICIÓN DE PECES	0	1	10	1	1,953	-	1,951	-	0,002	0,000
11	PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
12	PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LACTEOS	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
13	CIENCIA BÁSICA AGROINDUSTRIAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
14	ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA ANIMAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
15	PECES ORNAMENTALES	0	1	10	1	1,953	-	1,951	-	0,002	0,000
16	REPRODUCCIÓN Y CITOGÉNÉTICA	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
17	AGUAS DE EXTENSIÓN	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
18	AGUAS DE CALIDAD AMBIENTAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
19	OPERACIONES UNITARIAS	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
20	LIMNOLOGÍA	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000

MEDIDAS HIGIÉNICAS vs MEDIDAS PREVENTIVAS=VALORACION INICIAL

No	LABORATORIO	BIOGAVAL	Escala Convertida	GTC45	Escala Convertida	Dif Biogaval	Dif Conv Biog	Dif GTC45	Dif Conv GTC 45	Equiparamiento Original	Equiparamiento Convertido
22	FISICOQUÍMICO DE AGUAS CALIDAD AMBIENTAL	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
23	BIOLOGÍA MOLECULAR	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
24	CUARTO DE RESIDUOS	-1	2	6	2	-0,279	0,279	-0,279	0,279	0,000	0,000
	Media (x)	-0,875	1,875	6,500	1,875	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Desviación Estandar (DE)	0,448	0,448	1,794	0,448	1,001	1,001	1,000	1,001	0,001	0,000

Fuente: La autora

FRECUENCIA DE REALIZACIÓN DE TAREAS vs NIVEL DE EXPOSICIÓN=EXPOSICIÓN AL RIESGO

No	LABORATORIO	BIOGAVAL	Escala Convertida	GTC45	Escala Convertida	Dif Biogaval	Dif Conv Biog	Dif GTC45	Dif Conv GTC 45	Equiparamiento Original	Equiparamiento Convertido
1	SANIDAD VEGETAL	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
2	BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
3	SUELOS AGRÍCOLAS	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
4	SUELOS CALIDAD AMBIENTAL	4	4	3	3	0,0977	0,6764	0,0941	0,0941	0,0037	0,5824
5	BANCO DE CEPAS	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
6	MICROBIOLOGÍA APLICADA	4	4	3	3	0,0977	0,6764	0,0941	0,0941	0,0037	0,5824
7	MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	2	2	1	1	-1,4060	-	-1,4108	-	0,0048	-0,0773
8	BIOTECNOLOGÍA GENERAL	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
9	BIOPROCESOS	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
10	NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS	2	2	1	1	-1,4060	-	-1,4108	-	0,0048	-0,0773
11	NUTRICIÓN DE PECES	2	2	1	1	-1,4060	-	-1,4108	-	0,0048	-0,0773
12	PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
13	PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LACTEOS	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
14	CIENCIA BÁSICA AGROINDUSTRIAL	2	2	1	1	-1,4060	-	-1,4108	-	0,0048	-0,0773
15	ANATOMÍA Y FISIOLÓGÁ ANIMAL	2	2	1	1	-1,4060	-	-1,4108	-	0,0048	-0,0773
16	PECES	2	2	1	1	-1,4060	-	-1,4108	-	0,0048	-0,0773

FRECUENCIA DE REALIZACIÓN DE TAREAS vs NIVEL DE EXPOSICIÓN=EXPOSICIÓN AL RIESGO

No	LABORATORIO	BIOGAVAL	Escala Convertida	GTC45	Escala Convertida	Dif Biogaval	Dif Conv Biog	Dif GTC45	Dif Conv GTC 45	Equiparamiento Original	Equiparamiento Convertido
	ORNAMENTALES						1,4881		1,4108		
17	REPRODUCCIÓN Y CITOGÉNICA	2	2	1	1	-1,4060	-	-1,4108	-	0,0048	-0,0773
18	AGUAS DE EXTENSIÓN	4	4	3	3	0,0977	0,6764	0,0941	0,0941	0,0037	0,5824
19	AGUAS DE CALIDAD AMBIENTAL	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
20	OPERACIONES UNITARIAS	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
21	LIMNOLOGÍA	4	4	3	3	0,0977	0,6764	0,0941	0,0941	0,0037	0,5824
22	FISICOQUÍMICO DE AGUAS CALIDAD AMBIENTAL	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
23	BIOLOGÍA MOLECULAR	5	4	4	4	0,8496	0,6764	0,8465	0,8465	0,0031	-0,1701
24	CUARTO DE RESIDUOS	3	3	2	2	-0,6541	-	-0,6584	-	0,0043	0,2525
	Media (x)	3,875	3,375	2,875	2,875	0,004	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
	Desviación Estandar (DE)	1,329	0,924	1,329	1,329	0,999	1,000	1,000	1,000	0,001	0,280

Fuente: La autora

TASA DE INCIDENCIA vs NIVEL DE PROBABILIDAD= ESTIMACIÓN DEL RIESGO

No	Laboratorio	BIOGAVAL	Escala Convertida	GTC45	Escala Convertida	Dif Biogaval	Dif Conv Biog	Dif GTC45	Dif Conv GTC 45	Equiparamiento Original	Equiparamiento Convertido
1	SANIDAD VEGETAL	2	2	24	4	-1,4	-1,696	1,004	0,339	-2,404	-2,035
2	BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	2	2	24	4	-1,4	-1,696	1,004	0,339	-2,404	-2,035
3	SUELOS AGRÍCOLAS	2	2	24	4	-1,4	-1,696	1,004	0,339	-2,404	-2,035
4	SUELOS CALIDAD AMBIENTAL	2	2	18	3	-1,4	-1,696	0,227	-0,401	-1,627	-1,295
5	BANCO DE CEPAS	3	3	8	2	-0,491	-0,339	-1,069	-1,141	0,578	0,802
6	MICROBIOLOGÍA APLICADA	3	3	18	3	-0,491	-0,339	0,227	-0,401	-0,718	0,062
7	MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	3	3	6	2	-0,491	-0,339	-1,328	-1,141	0,837	0,802
8	BIOTECNOLOGÍA GENERAL	3	3	24	4	-0,491	-0,339	1,004	0,339	-1,495	-0,678
9	BIOPROCESOS	3	3	24	4	-0,491	-0,339	1,004	0,339	-1,495	-0,678
10	NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS	3	3	6	2	-0,491	-0,339	-1,328	-1,141	0,837	0,802
11	NUTRICIÓN DE PECES	3	3	10	3	-0,491	-0,339	-0,810	-0,401	0,319	0,062
12	PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS	4	4	24	4	0,418	1,018	1,004	0,339	-0,586	0,679
13	PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LACTEOS	4	4	24	4	0,418	1,018	1,004	0,339	-0,586	0,679
14	CIENCIA BÁSICA AGROINDUSTRIAL	3	3	6	2	-0,491	-0,339	-1,328	-1,141	0,837	0,802
15	ANATOMÍA Y FISIOLÓGÁ	5	4	6	2	1,327	1,018	-1,328	-1,141	2,655	2,159

TASA DE INCIDENCIA vs NIVEL DE PROBABILIDAD= ESTIMACIÓN DEL RIESGO

No	Laboratorio	BIOGAVAL	Escala Convertida	GTC45	Escala Convertida	Dif Biogaval	Dif Conv Biog	Dif GTC45	Dif Conv GTC 45	Equiparamiento Original	Equiparamiento Convertido
ANIMAL											
16	PECES ORNAMENTALES	4	4	10	3	0,418	1,018	-0,810	-0,401	1,228	1,419
17	REPRODUCCIÓN Y CITOGÉNÉTICA	3	3	6	6	-0,491	-0,339	-1,328	1,819	0,837	-2,159
18	AGUAS DE EXTENSIÓN	5	4	18	3	1,327	1,018	0,227	-0,401	1,101	1,419
19	AGUAS DE CALIDAD AMBIENTAL	5	4	8	8	1,327	1,018	-1,069	3,300	2,396	-2,282
20	OPERACIONES UNITARIAS	5	4	24	4	1,327	1,018	1,004	0,339	0,323	0,679
21	LIMNOLOGÍA FISICOQUÍMICO	5	4	18	3	1,327	1,018	0,227	-0,401	1,101	1,419
22	DE AGUAS CALIDAD AMBIENTAL	5	4	24	4	1,327	1,018	1,004	0,339	0,323	0,679
23	BIOLOGÍA MOLECULAR	3	3	24	4	-0,491	-0,339	1,004	0,339	-1,495	-0,678
24	CUARTO DE RESIDUOS	5	4	12	3	1,327	1,018	-0,551	-0,401	1,878	1,419
	Media (x)	3,542	3,250	16,250	3,542	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
	Desviación Estandar (DE)	1,103	0,737	7,719	1,351	1,002	1,000	1,000	1,000	1,498	1,359

Fuente: La autora

DAÑO vs NIVEL DE CONSECUENCIA= ALCANCE DEL DAÑO

No	Laboratorio	BIOGAVAL	Escala Convertida	GTC45	Escala Convertida	Dif Biogaval	Dif Conv Biog	Dif GTC45	Dif Conv GTC 45	Equiparamiento Original	Equiparamiento Convertido
1	SANIDAD VEGETAL	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
2	BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
3	SUELOS AGRÍCOLAS	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
4	SUELOS CALIDAD AMBIENTAL	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
5	BANCO DE CEPAS MICROBIOLOGÍA APLICADA	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
6	MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
7	BIOTECNOLOGÍA GENERAL	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
8	BIOPROCESOS NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
9	NUTRICIÓN DE PECES	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
10	PLANTA	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
11	AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
12	PLANTA	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
13	AGROINDUSTRIAL DE LACTEOS	2	2	25	2	-3,35562	2,349624	2	2	-5,355623	-4,34962
14	CIENCIA BÁSICA AGROINDUSTRIAL ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA ANIMAL	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
15	PECES	5	4	25	2	1,20365	1,409774	2	2	-0,796353	-0,59023
16	ORNAMENTALES	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992

DAÑO vs NIVEL DE CONSECUENCIA= ALCANCE DEL DAÑO											
No	Laboratorio	BIOGAVAL	Escala Convertida	GTC45	Escala Convertida	Dif Biogaval	Dif Conv Biog	Dif GTC45	Dif Conv GTC 45	Equiparamiento Original	Equiparamiento Convertido
17	REPRODUCCIÓN Y CITOGÉNICA	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
18	AGUAS DE EXTENSIÓN	5	4	25	2	1,20365	1,409774	2	2	-0,796353	-0,59023
19	AGUAS DE CALIDAD AMBIENTAL	5	4	25	2	1,20365	1,409774	2	2	-0,796353	-0,59023
20	OPERACIONES UNITARIAS	5	4	25	2	1,20365	1,409774	2	2	-0,796353	-0,59023
21	LIMNOLOGÍA FISICOQUÍMICO	5	4	25	2	1,20365	1,409774	2	2	-0,796353	-0,59023
22	DE AGUAS CALIDAD AMBIENTAL	5	4	25	2	1,20365	1,409774	2	2	-0,796353	-0,59023
23	BIOLOGÍA MOLECULAR	4	3	25	2	-0,31611	0,469925	2	2	-2,316109	-2,46992
24	CUARTO DE RESIDUOS	5	4	25	2	1,20365	1,409774	2	2	-0,796353	-0,59023
	Media (x)	4,208	3,250	25,000	2,000	0,001	0,000	2,000	2,000	-1,999	-2,000
	Desviación Estandar (DE)	0,658	0,532	0,000	0,000	1,000	0,999	0,000	0,000	1,000	0,999

Fuente: La autora.

Variables Nivel de Deficiencia (GTC45) y Medidas Higiénicas (Biogaval) = Valoración Inicial

En la Tabla 7 se puede observar las puntuaciones originales correspondientes a el porcentaje de cumplimiento de las Medidas Higiénicas (Biogaval) y Nivel de Deficiencia (GTC), convertido en una nueva variable llamada Fase de la Valoración Inicial de los resultados obtenidos a partir de la Encuesta de Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad (Anexo 1)

Los análisis por los dos métodos iniciales permiten determinar una alta coincidencia en la mayoría de las evaluaciones al considerar aproximadamente en 80% un riesgo alto.

Sin embargo, al valorar cualitativamente los resultados por el método Biogaval, ninguno de los laboratorios presenta un cumplimiento de medidas higiénicas por encima del 95% de cumplimiento de medidas higiénicas (0%) e incluso más del 75% cumplen por debajo del 80% de las medidas higiénicas.

Sin embargo, el método GTC 45 existe un 83,3% de laboratorios tienen un nivel de deficiencia “Alto” y un 16,7% de los laboratorios presentan un nivel “Potencial” en cuanto a deficiencia en medidas preventivas.

Tabla 7. Puntuaciones Originales para lograr Variable Fase de Valoración Inicial

		f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
Biogaval Original	-3: > 95%	0	0.0%				
% cumplimiento de	-2: 80 - 95%	1	4.2%				
Medidas Higiénicas	-1:50 - 79 %	19	79.2%	-2	0	-0.875	0.448
	0:<50%	4	16.7%				
	Total	24	100.0%				
		f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
GTC45 Original:	2: Bajo	0	0.0%				
Nivel de Deficiencia	4: Medio	0	0.0%				
en cuanto a medidas	6: Alto	20	83.3%	6	10	6.5	1.794
Preventivas	Potencial (10)	4	16.7%				
	Total	24	100.0%				

Fuente: La Autora

En la Tabla 8 se permite comparar las valoraciones por ambos métodos en las escalas convertidas, se observa una coincidencia del 100% eliminando todo tipo de desvíos en las puntuaciones y corrigiendo las sobreestimaciones de alto riesgo dadas por el método GTC 45.

El concepto a evaluar en este caso se denominó Valoración Inicial de Cumplimiento de Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad y a su vez tendría 4 niveles:

- 1: Nivel Bajo: cumple < del 50% de las Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad
- 2: Nivel Medio: cumple entre el 50%-79% de las Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad
- 3: Nivel Alto: Cumple entre 80%- 95% de las Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad
- 4: Potencial: Cumple más del 95% de las Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad

En éste sentido se mantienen los porcentajes propuestos por Biogaval por presentar una distribución de niveles acordes para la Valoración Inicial, la cual se determinaría aplicando la encuesta para la Evaluación de Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad.

Tabla 8. Puntuaciones Convertidas Fase de Valoración Inicial de Cumplimiento de Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad

	Nivel	f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
Valoración Inicial de Cumplimiento de Prácticas y procedimientos Biogaval Convertido	Bajo: <50%	4	16.7%				
	Medio: 50-79%	19	79.2%				
	Alto 80-95%	1	4.2%	1	3	1,875	0.448
	Potencial: >95%	0	0.0%				
			24	100%			
Valoración Inicial de Cumplimiento de Prácticas y procedimientos GTC45 Convertido	Nivel	f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
	Bajo: <50%	4	16.7%				
	Medio: 50-79%	19	79.2%				
	Alto 80-95%	1	4.2%	1	3	1.875	0.448
	Potencial: >95%	0	0.0%				
	Total	24	100.0%				

Fuente: La autora

En la conversión del método, se observan medias y desviaciones estándares similares.

VARIABLES Frecuencia de Realización de Tareas vs Nivel de Exposición = Exposición al Riesgo.

En la Tabla 9, se muestran la Exposición al Riesgo por ambos métodos. Una primera discrepancia surge en los niveles cualitativos de exposición al riesgo en los que Biogaval sugiere 5 niveles y el método GTC 45 maneja solo cuatro niveles. La diferencia semántica en la apreciación “Ocasional” del riesgo hace patente una revisión y necesidad de acuerdo entre las valoraciones de la exposición al riesgo por ambos métodos, que pasa de la medición del nivel “ocasionalmente” en 29,2% en el método Biogaval al nivel “ocasionalmente” en 4,2% en el GTC 45.

Tabla 9. Puntuaciones Originales Fase de Exposición al Riesgo

		f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
Biogaval	Raramente: < 20%	0	0.0%				
Original	Ocasionalmente: 20-40%	7	29.2%				
Frecuencia de	Frecuentemente: 41 – 60%	1	4.2%				
Realización de	Muy Frecuentemente: 61 – 80%	4	16.7%	2	5	3.875	1.329
Tareas de	Habitualmente: > 80%	12	50.0%				
Riesgo	Total	24	100.0%				
		f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
GTC45	1: Esporádicamente	7	29.2%				
Original	2: Ocasionalmente	1	4.2%				
Nivel de	3: Frecuentemente	4	16.7%	1	4	2.875	1.329
Exposición	4: Continuamente	12	50.0%				
	Total	24	100.0%				

Fuente: La autora

La Tabla 10, se muestran las puntuaciones de Exposición al riesgo convertidas por ambos métodos de la Tabla 9.

Anexo a las puntuaciones se reduce a cuatro niveles de exposición al riesgo, los cuales son los siguientes:

- 1: Raramente: menos del 20% del tiempo se encuentra expuesto al riesgo biológico

- 2: Ocasionalmente: entre el 20 - 40% del tiempo se encuentra expuesto al riesgo biológico

- 3: Regularmente: entre el 41- 60% del tiempo se encuentra expuesto al riesgo biológico

- 4: Amenaza Constante: más del 61% se encuentra expuesto al Riesgo Biológico

En ésta escala se mantuvo la forma de evaluación de Biogaval, en la cual el nivel de exposición se obtiene dividiendo el tiempo que se encuentra expuesto el trabajador entre el número total de horas que se encuentra contratado por la empresa. Para hallar éste resultado se tiene en cuenta la Ecuación 2:

$$\%Exposición\ al\ riesgo = \frac{Número\ de\ horas\ semanales\ que\ se\ expone\ el\ trabajador}{Total\ de\ horas\ a\ la\ semana\ estipuladas\ en\ el\ contrato} * 100$$

En éste caso, se redujo el nivel 4 y 5 de Biogaval a un sólo nivel que se denominó Amenaza Constante con más del 61% de Exposición al riesgo.

Al realizar la valoración de la Exposición al Riesgo, se encontró que el laboratorio en el que menos se exponía al riesgo se encontraba en nivel 2, mientras que en el que más se exponía estaba en nivel 4, cuando la valoración convertida hacia parte de Biogaval; mientras que en GTC 45, la mínima valoración encontrada estaba en el nivel 1 o “Raramente” y en 7 laboratorios se presentó este nivel de exposición al riesgo.

Tabla 10. Puntuaciones Convertidas Fase de Exposición al riesgo

	NIVELES	f	%	Mínimo	Máxim	Media	DE
Biogaval	1: Raramente	0	0.0%				
	2: Ocasionalmente	7	29.2%				
	3: Regularmente	1	4.2%	2	4	3.375	0.924
	4: Amenaza Constante	16	66.7%				
	Total	24	100.0%				
	NIVELES	f	%	Mínimo	Máxim	Media	DE
GTC 45	1: Raramente	7	29.2%				
	2: Ocasionalmente	1	4.2%				
	3: Regularmente	4	16.7%	1	4	2.875	1.329
	4: Amenaza Constante	12	50.0%				
	Total	24	100.0%				

Fuente: La Autora

A diferencia de la fase inicial en la medición de la percepción de exposición al riesgo, sí existen diferencias importantes en la calificación “Raramente” de 0% en Biogaval a 29,2% en GTC 45 y de “Amenaza constante” de 66,7% en Biogaval a 50% en GTC 45. En consecuencia, la consideración de los desvíos en éste punto es importante en especial porque hay incongruencias entre los dos métodos y es importante identificar cual los dos métodos está sobrevalorando la frecuencia de exposición y cual no.

Variables Tasa de Incidencia del Año Anterior vs Nivel de Probabilidad = Estimación del Máximo Riesgo.

Las Tablas 11 y 12 muestran la Estimación del Máximo Riesgo por ambos métodos. Esta dimensión obtiene la estimación de padecer una infección por cada uno de los microorganismos. En el Biogaval se considera estratificado en 5 niveles dependiendo del número de casos sobre los habitantes en riesgo por 100.000 habitantes y el método GTC 45 lo hace sobre la base de la probabilidad marginal expresada en intervalos.

Tabla 11. Puntuaciones Originales Fase de Estimación del Máximo Riesgo

	NIVELES	f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
Biogaval	< 1	0	0.0%				
Original	1 – 9	4	16.7%				
Tasa de	10 – 99	10	41.7%				
Incidencia del	100 – 999	3	12.5%	2	5	3.542	1.103
Año anterior	>= 1000	7	29.2%				
	Total	24	100.0%				
	NIVELES	f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
GTC45	Entre 4 y 2	0	0.0%				
Original	Entre 8 y 6	7	29.2%				
Nivel de	Entre 20 y 10	7	29.2%				
Exposición x	Entre 40 y 24	10	41.7%	6	24	16.25	7.719
Nivel de	Total	24	100.0%				
Deficiencia							

Fuente: La Autora

Según el método Biogaval, existe un 29,2% de los casos en los que se estima un Máximo Riesgo de contraer una infección de al menos un tipo de microorganismo que pudiera presentar “igual o más de 1000 casos por 100.000 habitantes en riesgo”. En contraparte en el GTC 45 la estimación de la probabilidad de riesgo “Potencial” está presente en más del 40% de los

laboratorios. La consideración de un nivel de riesgo no tan alto o que afecta al menos 10 personas por cada 100.000 habitantes en riesgo parece coincidir por ambos métodos en alrededor del 60% de los casos.

En la nueva escala se denominó Estimación del Riesgo y se toma la información condensada en la Tabla 3, en la cual la infección de mayor incidencia es la que se tiene en cuenta en éste caso. Por ejemplo, si en el Laboratorio de Sanidad Vegetal, la mayor incidencia corresponde al nivel 2 de la Escala Biogaval, ésta información será tenida en cuenta para la Estimación del Riesgo en el método propuesto.

Es importante tener en cuenta que el laboratorio que menos tenía incidencia se encontraba en el nivel 2, mientras que varios laboratorios tenían una Tasa de incidencia correspondiente al nivel 5.

En los niveles 4 (entre 100 – 999 casos por 100.000 habitantes) y 5 (más de 1000 casos por 100.000 habitantes) del método Biogaval, se unen en un solo nivel al cual se denominó Estimación del Riesgo Potencial.

De acuerdo a lo anterior, los niveles obtenidos para la escala Estimación del Riesgo son los siguientes:

- 1:Nivel Bajo: la incidencia más alta se puede presentar en < de 1 caso por 100.000 habitantes.
- 2:Nivel Medio: la incidencia más alta encontrada se puede presentar en 1 – 9 casos por 100.000 habitantes.

- 3:Nivel Alto: la incidencia más alta encontrada se puede presentar entre 10 – 99 casos por 100.000 habitantes.
- 4:Nivel Potencial: la incidencia más alta encontrada se puede presentar en más de 100 casos por 100.000 habitantes

Posterior a esta convergencia de escalas observamos en la Tabla 7 que se mantienen discrepancias para categorizar los niveles medio y alto de riesgo en los que se encuentran aproximadamente el 58% de los casos. Por ambos métodos las escalas convertidas coinciden en la calificación de un riesgo “Potencial” en al menos un 40% de los casos.

Al revisar los datos, no había laboratorios con nivel “Bajo”, la mínima estimación del riesgo encontrada entre los laboratorios es “Medio” correspondiente a 2 y la máxima valoración del riesgo encontrada estaba en el nivel “Potencial” correspondiente a 4; esta información es tenida en cuenta para obtener la Media y la desviación estándar (DE).

Tabla 12. Puntuaciones Convertidas Fase de Estimación del Máximo Riesgo

		f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
Biogaval Convertido	1:Bajo	0	0.0%				
	2:Medio	4	16.7%				
	3:Alto	10	41.7%	2	4	3.25	0.737
	4:Potencial	10	41.7%				
	Total	24	100.0%				
GTC45 Convertido	1:Bajo	0	0.0%				
	2:Medio	7	29.2%				
	3:Alto	7	29.2%	2	4	3.542	1,351
	4:Potencial	10	41.7%				
	Total	24	100.0%				

Fuente: La autora

Variables Clasificación del Daño vs Nivel de Consecuencias = Estimación del Máximo Daño.

Las Tablas 13 y 14 muestran la Estimación del Máximo Daño por ambos métodos. Aunque ambas escalas son categóricas, el número de puntos no es coincidente ya que tiene 5 escalas en Biogaval y 4 escalas en GTC 45. La valoración del daño en Biogaval se hace evaluando en función de la presencia de secuelas de acuerdo con el número de días, como punto extremo el “fallecimiento” en tanto que por el método GTC 45 la valoración del daño máximo varía de “Leve” hasta “Muerte”.

Al determinar cuál daño se tendría en cuenta por el método Biogaval, se dirigió nuevamente a la Tabla 3 y se observó cual era el máximo daño que podría causar la totalidad de los microorganismos a los cuales estaba expuesto el trabajador en el laboratorio donde se encontraba trabajando y se tomó el máximo daño que se puede presentar. Por ejemplo, en el laboratorio de Sanidad Vegetal el mayor daño corresponde al nivel 4, el cual puede ser causado por

microorganismos como son el *Clostridium tetani* y el *Histoplasma capsulatum*, por lo tanto, se tiene en cuenta éste nivel para la Estimación del Daño que le pueda causar un microorganismo a el trabajador que labora, específicamente en éste laboratorio

Tabla 13. Puntuaciones Originales Fase de Estimación del Máximo Daño

		f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
Biogaval Original Clasificación del Daño	Sin Secuelas (menor de 30 días)	0	0.0%				
	Sin Secuelas (mayor de 30 días)	1	4.2%				
	Con Secuelas (menor de 30 días)	0	0.0%	2	5	4.208	0.658
	Con Secuelas (mayor de 30 días)	16	66.7%				
	Fallecimiento	7	29.2%				
	Total	24	100.0%				
GTC 45 Original Determinación del Nivel de Consecuencias	Leve o enfermedad sin incapacidad	0	0.0%				
	Grave o con incapacidad temporal	24	100.0%				
	Muy Grave o incapacidad permanente parcial o invalidez	0	0.0%	25	25	25	0.000
	Fallecimiento o muerte	0	0.0%				
	Total	24	100.0%				

Fuente: La Autora

Una inspección a las puntuaciones originales en esta fase (ver Tabla 11) destaca una importante discrepancia al realizar una valoración por ambos métodos. En el método Biogaval, una tasa de 29,2% de fallecimiento en los casos evaluados y un 66% con secuelas importantes, en tanto que por el método GTC 45 la valoración del 100% de los casos se encasilla en la categoría “Grave”.

Tabla 14. Puntuaciones Convertidas Fase de Estimación del Máximo Daño

		f	%	Mínimo	Máximo	Media	DE
Biogaval	1:Leve Sin Secuelas	0	0.0%				
Convertido	importantes						
Alcance del Daño	2:Moderado Con	1	4.2%	2	4	3.250	0.532
	Secuelas Significativas						
	3:Grave Con Secuelas y	16	66.7%				
	Amenazas						
	4:Fallecimiento	7	29.2%				
	Total	24	100.0%				
GTC 45	1:Leve Sin Secuelas	0	0.0%				
Convertido	importantes						
Alcance del Daño	2:Moderado Con	24	100.0%	2	2	2.00	0.000
	Secuelas Significativas						
	3:Grave Con Secuelas y	0	0.0%				
	Amenazas						
	4:Fallecimiento	0	0.0%				
	Total	24	100.0%				

Fuente: La Autora

La Tabla 15 resume los estadísticos descriptivos para las variables de las cuatro fases por ambos métodos en sus puntuaciones originales y convertidas. Estos valores son los considerados para realizar la equiparación de las puntuaciones basados en el método lineal de la teoría clásica

(Martinez Arias & Hernandez Ll, 2006). Un aspecto importante a resaltar son los descriptivos correspondientes a la cuantificación del Máximo riesgo y el Máximo Daño por el método GTC 45. En el caso particular del Daño, este se comporta como una constante que se ubica en el nivel grave con una calificación constante de 25 puntos, lo que lo hace con variabilidad cero, anulando este elemento. La información pertinente a cómo se obtienen las medias (\bar{x}) y desviaciones estándar (DE), para cada una de las variables se encuentra contenida en la Tabla 6.

Equiparamiento de Variables con Medias y Desviación estándar

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de las puntuaciones Originales y Convertidas por Biogaval y GTC45

	Mínimo	Máximo	Media	DE
Biogaval Original: % cumplimiento medidas higiénicas	-2	0	-.875	.448
Evaluación Inicial Biogaval Convertido	1	3	1.875	.448
GTC45 Original: Nivel de deficiencia	6	10	6.50	1.794
Evaluación Inicial GTC45 Convertido	1	3	1.875	.448
Biogaval Original: Nivel de Exposición	2	5	3.875	1.329
Exposición al Riesgo Biogaval Convertido	2	4	3.375	.924
GTC 45 Original: Frecuencia de realización de tareas	1	4	2.875	1.329
Exposición al Riesgo GTC45 Convertido	1	4	2.875	1.329
Biogaval Original: Incidencia Año anterior	2	5	3.542	1.103

	Mínimo	Máximo	Media	DE
Estimación del Máximo Riesgo Biogaval Convertido	2	4	3.250	.737
GTC 45 Original: Nivel de Probabilidad (NDxNE)	6	24	16.25	7.719
Estimación del Máximo Riesgo GTC45 Convertido	2	4	3.542	1.351
Biogaval Original: Clasificación del Daño	2	5	4.208	.658
Estimación del Máximo Daño Convertido	2	4	3.25	.532
GTC 45 Original: Nivel de Consecuencias	25	25	25.00	.000
Estimación del Máximo Daño GTC45 Convertido	2	2	2.00	.000

Fuente: La Autora

Se aplica la ecuación de las Formas Equiparadas por el Método Lineal o Ecuación 1, tanto para los métodos originales de Biogaval y GTC 45; como para las variables convertidas de Biogaval y GTC 45, tal como está establecido para la Tabla 16.

Tabla 16. Aplicación de las Formas Equiparadas

Componente	Ecuación	Modelo para el Índice de Equiparamiento de Riesgo Biológico (IRB)
% de cumplimiento reflejado como medidas higiénicas (Biogaval) vs Nivel de Deficiencia (GTC 45).	$\frac{x - (-0.07)}{0.448} = \frac{y - 6.5}{1.794}$	
Frecuencia de Exposición de tareas (Biogaval) vs Nivel de Exposición (GTC 45).	$\frac{x - 3.87}{1.329} = \frac{y - 2.875}{1.329}$	IRB= -VI+ER+EMR+AD
Tasa de Incidencia (Biogaval) vs Nivel de Probabilidad (GTC 45).	$\frac{x - 3.542}{1.103} = \frac{y - 16.25}{7.719}$	
Daño (Biogaval) vs Nivel de Consecuencia (GTC 45)	$\frac{x - 4.208}{0.650} = \frac{y - 25}{0.0}$	
I Valoración Inicial (VI)	$\frac{x + 1.875}{0.440} = \frac{y - 1.075}{0.440}$	
II Exposición al riesgo (ER)	$\frac{x - 3.375}{0.924} = \frac{y - 2.075}{1.329}$	
III Estimación del Max Riesgo (EMR)	$\frac{x - 3.250}{0.737} = \frac{y - 3.542}{1.351}$	IRB= -VI+ER+EMR+AD
IV Alcance del Daño (AD)	$\frac{x - 3.250}{0.532} = \frac{y - 2}{0}$	

Fuente: La Autora

Por ejemplo, para el laboratorio de Sanidad Vegetal se aplicaría la ecuación de la siguiente manera para los métodos originales:

Equiparación de la variable Medidas Higiénicas (Biogaval) y Nivel de Deficiencia (GTC 45):

$$\frac{-1 + 0,875}{0,440} = \frac{6 - 6,5}{1,794}$$

$$-0,279 - (-0,279) = 0,0$$

Equiparación de la variable Nivel de Exposición (Biogaval) y Frecuencia de Realización de Tareas (GTC 45):

$$\frac{5 - 3,875}{1,329} = \frac{4 - 2,875}{1,329}$$

$$0,8496 - 0,8465 = 0,0031$$

Equiparación de la variable Incidencia del Año Anterior (Biogaval) y Nivel de Probabilidad (GTC 45):

$$\frac{2 - (3,542)}{1,103} = \frac{24 - 16,25}{7,719}$$

$$-1,4 - 1,004 = -2,404$$

Equiparación de la Clasificación del Daño (Biogaval) y Nivel de Consecuencias (GTC 45):

En el caso concreto de la Ecuación de la Fase IV de medición del alcance del daño, se obtiene que la medición por el método GTC 45 es constante en todos los casos y se encasilla en la categoría “Grave” con una puntuación equivalente de 25 puntos, lo que hace su variabilidad nula.

En consecuencia, para esta fase, la ecuación de la equiparación se realiza sobre las medidas convertidas y la ecuación derivada es:

$$\frac{X - 4.21}{0.658} = 2$$

$$\frac{4 - 4.208}{0.658} = \frac{25 - 25}{0}$$

$$-0.469 - 2 = -2,316$$

Teniendo en cuenta que el método propone una ecuación de tipo lineal así:

$$\text{Riesgo Biológico} = 0,000 + 0,0031 + (-2,404) + (-2,316)$$

$$\text{Riesgo Biológico para el Laboratorio de Saneamiento Vegetal} = -4,717$$

De la determinación del Índice de Equiparamiento para el Riesgo Biológico en los dos métodos originales se obtiene la media (\bar{x}) y la desviación estándar (DE). Ver Tabla 17. Índice de Riesgo Biológico para método Original y Convertido.

Tabla 17. Índice de Riesgo Biológico para método Original y Convertido.

No	Laboratorio	IRB	
		Original	Convertido
1	SANIDAD VEGETAL	-4,717	-4,6751
2	BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	-5,8225	-4,6751
3	SUELOS AGRÍCOLAS	-6,82	-4,6751
4	SUELOS CALIDAD AMBIENAL	-6,0446	-3,1825
5	BANCO DE CEPAS	-3,8431	-1,8379
6	MICROBIOLOGÍA APLICADA	-5,1355	-1,8256
7	MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	-3,5798	-1,745
8	BIOTECNOLOGÍA GENERAL	-5,9134	-3,3182
9	BIOPROCESOS	-5,9109	-3,3182
10	NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS	-3,5798	-1,745
11	NUTRICIÓN DE PECES	-4,0955	-2,4852
12	PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS	-5,0043	-1,9614
13	PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LACTEOS	-8,0438	-3,8411
14	CIENCIA BÁSICA AGROINDUSTRIAL	-3,5798	-1,745
15	ANATOMÍA Y FISIOLÓGÁ ANIMAL	-0,2419	1,4915
16	PECES ORNAMENTALES	-3,1864	-1,1284
17	REPRODUCCIÓN Y CITOGENÉTICA	-3,5798	-4,7058
18	AGUAS DE EXTENSIÓN	-1,7976	1,4109
19	AGUAS DE CALIDAD AMBIENTAL	-0,5027	-3,0425
20	OPERACIONES UNITARIAS	-2,5755	-0,0817
21	LIMNOLOGÍA	-1,7976	1,4109
22	FISICOQUÍMICO DE AGUAS CALIDAD AMBIENTAL	-2,5755	-0,0817
23	BIOLOGÍA MOLECULAR	-5,9134	-3,3182
24	CUARTO DE RESIDUOS	-1,0197	1,0811
	Media (x)	-3,97	-1,9998
	Desviación Estandar (DE)	2,0427	2,0156

Fuente: La autora

De todos los valores obtenidos por cada uno de los laboratorios y se obtiene la Figura 2:

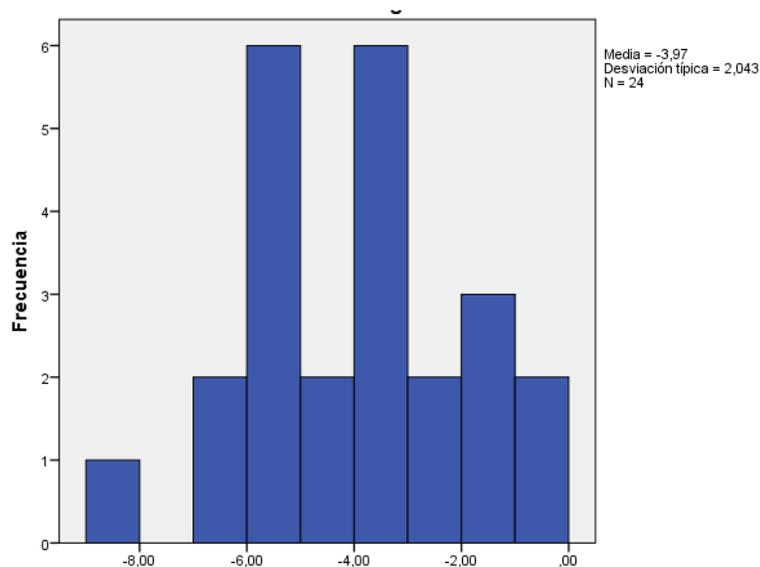


Figura 2. Índice de Equiparamiento del Riesgo Biológico para Métodos Originales

Se aplica la misma Ecuación 1, pero en éste caso, se aplica para el método convertido de la siguiente manera:

Equiparación de la Evaluación Inicial para Biogaval convertido y GTC 45 convertido:

$$\frac{2 - 1,875}{0,448} = \frac{2 - 1,875}{0,448}$$

$$0,290 - 0,290 = 0,000$$

Equiparación para la Exposición al Riesgo para Biogaval convertido y GT 45 convertido:

$$\frac{4 - 3,375}{0,924} = \frac{4 - 2,875}{1,329}$$

$$0,6764 - 0,0465 = -0,170$$

Equiparación para la Estimación del Máximo Riesgo para Biogaval convertido y GTC 45 convertido:

$$\frac{2 - 3,25}{0,737} = \frac{4 - 3,542}{1,351}$$

$$-1,696 - 0,339 = -2,035$$

Equiparación para la Estimación del Máximo Daño para Biogaval convertido y GTC 45 convertido:

$$\frac{3 - 4,208}{0,658} = \frac{2 - 2}{0,0}$$

$$-2,469 - 0 = -2,469$$

Teniendo en cuenta que el método propone una ecuación de tipo lineal así:

$$\text{Índice de Equiparamiento para el Riesgo Biológico por el Método Convertido} = 0 + (-0,1701) + (-2,035) + (-2,469) \quad)$$

$$\text{Índice de Equiparamiento para el Riesgo Biológico en el laboratorio de Saneamiento Vegetal} = -4,675$$

De la determinación del Índice de Equiparamiento del Riesgo Biológico para los dos métodos convertidos, se obtiene la media (x) y la desviación estándar (DE) de todos los valores obtenidos por cada uno de los laboratorios y se obtiene la siguiente Figura 3:

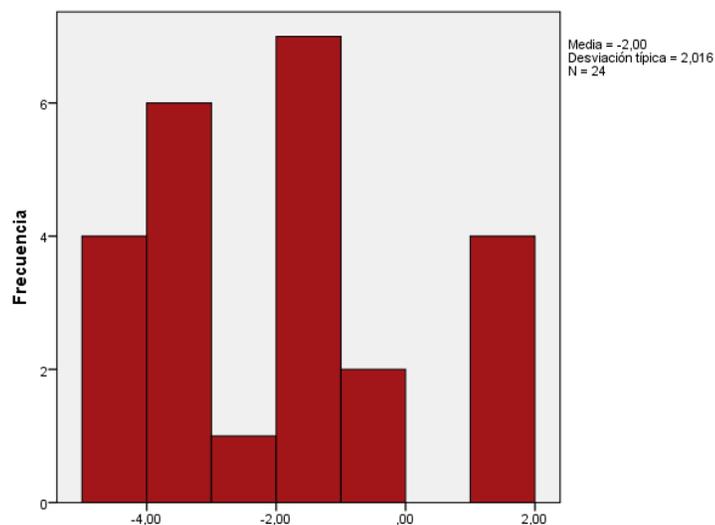


Figura 3. Índice de Equiparamiento para el Riesgo Biológico para Métodos Convertidos

La Figura 2 y 3 muestra los histogramas de frecuencias que representa la distribución del índice de Riesgo Biológico considerando las puntuaciones equiparadas por ambos métodos, la primera grafica del original y la segunda del convertido. El valor medio de la sumatoria de las puntuaciones tipificadas en cada una, supera la variabilidad en más de 2 puntos.

Una primera observación que se deriva de ésta distribución es la amplia variación de los casos que va desde -8 a 0 puntos en los métodos originales, lo cual indica altas discrepancias entre las observaciones para los métodos Biogaval y GTC45. En cambio para el método convertido los puntos van de -4,7 a 2; en éste método la distribución de las colas en la gráfica de distribución normal no están tan lejos con respecto al 0, como en los métodos originales, lo cual evidencia una disminución de la discrepancia en el método convertido.

Finalmente, se determina el Riesgo Biológico para el nuevo método, teniendo en cuenta las puntuaciones obtenidas en el método convertido, es decir, retomando nuevamente el laboratorio de Sanidad Vegetal en la Tabla 16. Promedios de las Variables Convertidas para hallar el Riesgo

Biológico por el Método Convertido, en el cual se obtienen también los promedios de la escala convertida para los métodos Biogaval y GTC 45. Es decir:

Valoración Inicial:

Escala Convertida Biogaval=2

Escala Convertida GTC 45=2

Promedio VI=2

Exposición al Riesgo:

Escala Convertida Biogaval=4

Escala Convertida GTC45 =4

Promedio Exposición al Riesgo=4

Estimación del Riesgo:

Escala Convertida Biogaval=2

Escala Convertida GTC45=4

Promedio Estimación del Riesgo=3

Alcance del Daño:

Escala Convertida Biogaval=3

Escala Convertida GTC45=2

Promedio Alcance del Daño=2,5

Riesgo Biológico para el Método Convertido $= -2+4+3+2,5=7,5$

De la misma manera se halla el Riesgo Biológico para cada uno de los laboratorios de la sede, tal como lo muestra la siguiente Tabla 18.

Tabla 18. Promedios de las Variables Convertidas para hallar el Riesgo Biológico por el Método Convertido

Laboratorio	VI	EXP. R	EST. R	AD	Riesgo biológico método convertido	
Sanidad Vegetal	2	4	3	2,5	7,5	Alto
Bioteconología Vegetal	2	4	3	2,5	7,5	Alto
Suelos Agrícolas	1	4	3	2,5	8,5	Potencial
Suelos Calidad Ambiental	2	3,5	2,5	2,5	6,5	Alto
Banco de Cepas	3	4	2,5	2,5	6	Alto
Microbiología Aplicada	2	3,5	3	2,5	7	Alto
Microbiología Ambiental	2	1,5	2,5	2,5	4,5	Medio
Bioteconología General	2	4	3,5	2,5	8	Potencial
Bioprocesos	1	4	3,5	2,5	9	Potencial
Nutrición animal y análisis de alimentos	2	1,5	2,5	2,5	4,5	Medio
Nutrición de Peces	1	1,5	3	2,5	6	Alto
Planta Agroindustrial de Cárnicos	2	4	4	2,5	8,5	Potencial
Planta Agroindustrial de Lácteos	2	4	4	2	8	Potencial
Ciencia Básica Agroindustrial	2	1,5	2,5	2,5	4,5	Medio
Anatomía y Fisiología animal	2	1,5	3	3	5,5	Alto
Peces Ornamentales	1	1,5	3,5	2,5	6,5	Alto
Reproducción y Citogenética	2	1,5	4,5	2,5	6,5	Alto
Aguas de Extensión	2	3,5	3,5	3	8	Potencial
Aguas de Calidad Ambiental	2	4	6	3	11	Potencial
Operaciones Unitarias	2	4	4	3	9	Potencial
Limnología	2	3,5	3,5	3	8	Potencial
Fisicoquímico de Aguas Calidad Ambiental	2	4	4	3	9	Potencial
Biología Molecular	2	4	3,5	2,5	8	Potencial
Cuarto de Residuos	2	2,5	3,5	3	7	Alto

Fuente: La Autora

Teniendo en cuenta, que la mayoría de los valores estaban sobre 4,5 y que en todos los laboratorios había algún grado de exposición o no cumplían a cabalidad en la Valoración Inicial, se hizo necesario tener en cuenta la mínima posibilidad de riesgo encontrado, la cual se cumplía si:

Valoración Inicial =4

Exposición al Riesgo=1

Estimación del Riesgo =1

Alcance del Daño =1

En éste caso el Riesgo Biológico para éste método sería -1

En el caso de un laboratorio tenga el máximo riesgo biológico, aplicaría de la siguiente manera:

Valoración Inicial=1

Exposición al Riesgo=4

Estimación del Riesgo =4

Alcance del Daño =4

En éste caso el Riesgo Biológico para éste método sería 11.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza una aproximación a una función de distribución del Índice de Riesgo, por medio de datos empíricos y las categorías para clasificar el riesgo serían las siguientes:

-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Al aplicar el método de los cuartiles, el riesgo Biológico sería de la siguiente manera:

Categoría	Rango
Bajo	$\leq 1,5$
Medio	1,5 – 4,9
Alto	5,0 – 7,9
Potencial	$\geq 8,0$

Tabla 19. Categorías de las variables para el método convertido

Valoración inicial	Exposición al riesgo	Estimación del riesgo	Alcance del daño
1: Bajo	1: Raramente	1: Bajo	1: Leve
2: Medio	2: Ocasionalmente	2: Medio	2: Moderado
3: Alto	3: Regularmente	3: Alto	3: Grav
4: Potencial	4: Amenaza	4: Potencial	4: Fallecido

La Tabla 19. Muestra las diferentes categorías que se pueden encontrar en los cuatro niveles obtenidos de la distribución de los cuartiles a partir de la media y la distribución estándar de todas las combinaciones posibles y que al final pueden generar varios resultados en la evaluación del Riesgo Biológico. Esto con el fin de obtener los rangos de distribución del Riesgo Biológico para el método Convertido el cual se evidencia su aplicación en la Tabla 20.

Tabla 20. Categorías de distribución del Riesgo Biológico para el método Convertido

Categoría	Rango	Frecuencia	%
Potencial	≥ 8 .	11	45,8
Alto	5,0 – 7,9	10	41,66
Medio	1,6 -4,9	3	12,5
Bajo	$\leq 1,5$	0	0
TOTAL		24	100

Teniendo en cuenta lo anterior, alrededor del 45% (n=11) laboratorios se encuentran en riesgo Potencial por exposición al riesgo biológico y se hace necesario de tomar medidas inmediatas. Esto puede deberse a que las medidas de Valoración Inicial no son las adecuadas, es decir no cumple en gran parte en la practicas y procedimientos relacionados con bioseguridad, puede deberse también a que el tiempo de exposición es muy elevado o los microorganismos con los que de manera intencional se trabaja generen un riesgo alto de aparición de enfermedad causando un daño considerable al personal expuesto.

El 41,66% (n=10) laboratorios se encuentran en riesgo Alto para riesgo biológico y se deben tomar precauciones para mejorar las condiciones del laboratorios.

7. Discusiones

Según las actividades desarrolladas por los asistentes, más del 70% de los asistentes se encuentra expuesto de manera directa al riesgo biológico.

La prueba de Fisher no mostró asociación estadística, entre los síntomas clínicos evaluados a los asistentes como cefalea, faringitis, otitis, infecciones respiratorias como bronquitis o bronconeumonía y salpullido en el cuerpo; con la exposición al riesgo biológico, pero al aplicar el estadístico de Riesgo (Odds Ratio), el cual indica el tamaño del efecto, y se determinó que los asistentes expuestos de manera directa al riesgo biológico tienen 3,75 veces más de padecer cefalea y 2,7 veces más de padecer faringitis a repetición, que aquellos que no se encuentran expuestos al riesgo biológico.

Las manifestaciones clínicas estudiadas pueden estar relacionadas a la presencia de esporas de hongos como *Fusarium spp*, *Penicillium spp* y *Aspergillus spp*, como desencadenantes de alergias respiratorias las cuales pueden manifestarse como inflamación de vías respiratorias altas (faringitis) y/o rinosinusitis (cefalea).

Una de las formas de exposición al riesgo biológico ocurre por la manipulación intencional de los microorganismos y en los laboratorios de Campos Eliseos la exposición al riesgo ocurre en el 73 % de los laboratorios.

La presencia de las manifestaciones clínicas antes presentadas, se sustentan en mayor medida, cuando se realiza la evaluación del riesgo biológico por el método Biogaval, en la cual se puede corroborar el hecho que el mayor riesgo se encuentra relacionado con la exposición a las esporas de hongos miceliares como *Fusarium spp*, *Penicillium spp*, *Aspergillus spp*, *Curvularia spp* entre

otros, especialmente en laboratorios de microbiología, biotecnología, manipulación de vegetales y sus derivados, producción de alimentos para animales y cuarto de residuos.

Los esquemas de vacunación se encuentran incompletos para la gran mayoría de los asistentes, lo cual aumenta el riesgo de padecer enfermedades para las que incluso se tiene protección inmunológica por medio de vacunas. Aun así, el esquema de vacunación no alcanza a proteger de microorganismos que pueden causar enfermedades graves como es el caso de los hongos miceliares tales como el *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Curvularia spp*, etc así como las bacterias que se manipulan en los diferentes laboratorios de la sede.

De manera simultánea se puede concluir para los laboratorios de la sede Campos Elíseos, que, en materia de infraestructura, gestión de residuos y exigencia de elementos de protección personal se cumple en más de un 80%, aspecto favorable, teniendo en cuenta la inversión realizada por la institución educativa a la Facultad de Ciencias Agrarias, especialmente en esta sede.

Las muestras de aguas a las que se les realiza el análisis en los laboratorios por lo general no son aptas para consumo humano o que presentan índices de contaminación Potenciales, por lo que la predisposición es mayor para ciertos microorganismos transmitidos por éste tipo de vector inanimado.

A pesar de que las bacterias generan enfermedades infecciosas que pueden incluso ser incapacitantes, el riesgo es menor debido a que el mecanismo de transmisión en muchos de estos microorganismos no es por vía inhalatoria, lo cual disminuye el riesgo.

El tener un porcentaje de cumplimiento mayor en prácticas y procedimientos permite disminuir el riesgo de aparición de ciertas enfermedades infecciosas. Este aspecto se evidenció por el método de Biogaval y por la Guía Técnica colombiana 45.

La frecuencia de realización de tareas o nivel de exposición es un aspecto fundamental en la aparición del riesgo de padecer infección ocupacional, pero se hace importante tener en cuenta el tiempo que se labora en el laboratorio con respecto al número de horas que debe cumplir el asistente. Esto con el fin de obtener una medida más objetiva en cuanto al tiempo de exposición en el laboratorio asignado; más cuando se debe tener en cuenta que algunos asistentes deben asistir dos o más laboratorios durante su jornada de trabajo.

Un aspecto relevante en la probabilidad de aparición de una enfermedad, tal como lo plantea la Guía Técnica Colombiana 45, está dado en el método Biogaval por la incidencia de la infección de los microorganismos. Esto plantea una dificultad, debido a que, a nivel regional y nacional, la investigación es muy limitada y no se conocen datos de presencia de infección por ciertos microorganismos en las publicaciones de revistas o boletines epidemiológicos que en el caso de Norte de Santander que los reportes se limitan a aquellas enfermedades de las cuales se lleva a cabo vigilancia epidemiológica durante todo el año.

El análisis comparativo permitió vislumbrar las discrepancias y debilidades de las metodologías propuestas en la evaluación del Riesgo biológico. Cabe destacar que estas discrepancias significativas y en algunas variables logran visualizarse en al menos el 40% de los casos. Esta situación permite justificar el diseño de un nuevo método para la evaluación del riesgo biológico.

La Guía Técnica Colombiana 45 permite valorar el riesgo en cada uno de los laboratorios, pero no es concluyente en cuanto a especificar como medir el nivel de deficiencia de medidas preventivas y como tal puede aumentar el riesgo a la cual se encuentran expuesto el personal que allí labora, en gran medida porque la valoración que se lleva a cabo no permite ser minucioso en cuanto a la valoración de condiciones de trabajo, aspecto que fue sugerido por Solans y que lo plantea Llorca Rubio y colaboradores así como el Manual de Bioseguridad de la Organización Mundial de la Salud.

Así mismo, GTC 45 no sugiere hacer un reconocimiento del tipo de microorganismos que se manipulan en cada uno de los laboratorios, dejando a la subjetividad del evaluador éste aspecto y que inclusive Solans lo sugiere por medio de un estudio básico en la cual se incluyan mediciones de concentración ambiental de algunos microorganismos. Este último aspecto genera una serie de discusiones en parte porque todos los microorganismos presentan un nivel de riesgo, mecanismo de transmisión, foco de infección, vía de transmisión y condiciones del huésped en éste caso del trabajador son diferentes en cada caso (Solans L., 2016b).

En el caso de Solans (2016), quien sugiere la evaluación del riesgo biológico, teniendo en cuenta métodos cualitativos como es el modelo NTP 833 el cual evalúa los microorganismos dependiendo si son infecciosos o no infecciosos y el método Biogaval que incluye variables como el conocimiento claro de los microorganismos que se manipulan, vías de transmisión, daño, tasa de incidencia, frecuencia de realización de tareas y las medidas higiénicas adoptadas; lo anterior genera inquietud de los motivos por los cuales no se sugiere un método similar al utilizado en Colombia como es el GTC 45.

La interpretación por los métodos GTC 45 y Biogaval no son compatibles, siendo en algunos casos contradictorias lo que se traduce en imprecisiones semánticas a la hora de valorar

cuantitativamente el Riesgo Biológico. Inclusive el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo no recomienda la utilización del modelo utilizado en Colombia como la Guía Técnica Colombiana 45, que actualmente se utiliza y al contrario, aprueba, como lo plantea Solans la utilización del método NTP 833 y el método Biogaval. (Solans L., 2016b)

Plantear un nuevo método tomando como base un método con un amplio margen de subjetividad como lo es GTC 45 y el método Biogaval, permite en primer lugar superar las discrepancias que se generen entre los dos métodos y aumentar la validez de la evaluación del riesgo biológico ya que se puede participar más de un observador y el método propuesto permitiría integrar las visiones de ambos observadores.

El ajuste de las discrepancias, se evidencia al hacer un equiparamiento de la medición del porcentaje de cumplimiento de medidas higiénicas (Biogaval) vs el nivel de deficiencia (GTC45) al hallar el método convertido. En éste caso se puede detectar que la diferencia es de 0, en parte a que para los dos métodos se utiliza la Encuesta de determinación de Prácticas y Procedimientos en Bioseguridad. Queda la inquietud, sobre si el resultado sería el mismo si la determinación del Nivel de Deficiencia se llevara a cabo sin la Encuesta de Prácticas y Procedimientos, tal como se lleva de manera rutinaria al aplicar el método GTC 45.

La puesta en evidencia de estas inconsistencias pone de manifiesto la realización de ajustes en la medida del riesgo biológico, estos ajustes se basan en el establecimiento de una escala común que hace interpretable el Riesgo Biológico considerando ambas metodologías.

El método de equiparamiento ha sido ampliamente utilizado en estudios de psicología, dentro de la rama de las ciencias sociales llamada psicometría; pero en éste trabajo permite evidenciar otra área del estudio como es la seguridad y salud en el trabajo que aunque es joven en nuestro

país, las normas y reglamentaciones que se encuentran sustentando la seguridad y salud en el trabajo, ha tomado fuerza desde el punto de vista legal.

Igualmente, se hace necesario profundizar en el análisis del riesgo biológico, siendo un área sin muchos estudios no solo a nivel nacional sino a nivel latinoamericano y las deficiencias mostradas por el GTC45 dejan entrever que hace falta profundizar en éste campo de acción profesional.

En la medición del riesgo Biológico, no se tuvo en cuenta las variables vacunación y mecanismo de transmisión. La vacunación no fue pertinente en especial porque los microorganismos que se manipulan en los laboratorios de la sede no se previenen por medio de vacunas como ocurre con los hongos tipo *Aspergyllus spp*, *Penicillium spp*, entre otros; en este sentido la vacunación no serviría como factor de protección.

En el caso del mecanismo de transmisión podría ayudar a corregir tal como lo hace el método Biogaval y sería importante porque dependiendo del mecanismo de transmisión aumentaría o no el riesgo de aparición de una enfermedad.

La obtención de una medida de Riesgo Biológico ajustada facilita la interpretación del mismo y aumenta la validez en su apreciación en los casos analizados. La distribución del riesgo obtenido en ésta muestra se realizó a partir de un modelo lineal, sería importante considerar otro tipo de consideración a partir de un modelo no lineal como logístico.

Así mismo, es importante destacar, que se requiere de una muestra más grande o trabajar con datos simulados para hallar la verdadera distribución matemática del método propuesto. El método híbrido contempla variables o dimensiones comunes para ambos métodos, descartando otras como son la vacunación y el mecanismo de transmisión.

El método propuesto también se encasilla en categorías cualitativas y establece unas nuevas categorías como son riesgo Potencial, riesgo alto, riesgo medio y riesgo bajo.

8. Recomendaciones

Es importante mejorar en aspectos como la gestión documental en especial en protocolos de manejo en materia de bioseguridad, limpieza y desinfección de áreas, esterilización, transporte de muestras de tipo biológico.

Es responsabilidad de la ARL, en este caso POSITIVA, apoyar al Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo SGSST de la Universidad Francisco de Paula Santander en la Vigilancia epidemiológica a todos los trabajadores (asistentes, docentes, estudiantes practicantes, personal de servicios generales, etc), en especial en la detección temprana de enfermedades infecciosas de tipo laboral por medio de un seguimiento constante. Más si se tiene en cuenta, que estas enfermedades pueden pasar desapercibidas durante largos periodos de tiempo y muchas veces cuando se lleva a cabo el diagnóstico ya es demasiado tarde.

El sistema de Vigilancia Epidemiológico debe estar encaminado a una valoración médica constante, exámenes de laboratorio preventivos y en caso de sospecha de infección (cuadro hemático, examen de esputo, baciloscopia, raspado de piel y KOH), así mismo se hace necesario hacer seguimiento de sintomatología así sea esta inespecífica, siempre con miras a prevenir enfermedades que puedan generar complicaciones a corto, mediano y largo plazo.

Es importante hacer capacitación constante en medidas preventivas, utilización de elementos de protección personal y reporte de accidentes durante la jornada laboral.

Se debe capacitar al personal que manipula de manera intencional y deliberada los microorganismos, en aspectos como patogenia y epidemiología de los microorganismos que normalmente se manipulan en cada uno de los laboratorios.

La implementación de una encuesta para determinar el cumplimiento de aspectos relevantes como son infraestructura, utilización de elementos de protección persona, prácticas y procedimientos en los laboratorios así como los manuales de procedimientos en cada área, permite disminuir la subjetividad al hacer la evaluación del riesgo biológico.

La ejecución de este tipo de proyectos dentro de la población universitaria, permite un mayor y mejor conocimiento de aspectos que son relevantes a la hora de establecer políticas que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y la comunidad en general de la Universidad Francisco de Paula Santander, y permitir el reconocimiento regional, nacional e internacional de la institución. Un ejemplo de ello se observó al momento de la visita de pares académicos con miras a acreditación del programa de Ingeniería Biotecnológica, en la cual se dio aviso a los resultados de la encuesta en cuanto a señalización en materia de riesgo biológico y la necesidad inmediata de mejorar esta situación. Como consecuencia, la impresión fue positiva en cuanto a Seguridad y Salud Laboral.

En cuanto al método propuesto se requiere hacer estudios en una muestra más grande o trabajar con datos simulados para hallar la verdadera distribución matemática del modelo propuesto.

Al realizar las observaciones por dos métodos diferentes se aumenta la validez de la evaluación del riesgo biológico al participar más de un observador y el método propuesto permitiría integrar las visiones de ambos observadores.

El presente proyecto permite dejar abierta la posibilidad de una nueva línea de investigación con miras a desarrollar nuevos métodos de evaluación que finalmente disminuyan la subjetividad de métodos como el GTC 45 y mejore la viabilidad de los resultados.

Referencias Bibliográficas

- Aguillar, E., Barrio, R, & Merino, M. (2016). Validation of a questionnaire about the perception occupational biohazard in Spanish companies. *International Journal of occupational safety and ergonomics*, 22(4), 541–49. <https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1090108>.
- Angoff, W. (1971). *Scales, Norms and Equivalent Scores*. Washington: Educational Measurement.
- Brennan, R. & Michael, K. (2004). *Test equating: Methods and Practices*. Iowa: Springer.
- Celis de la Rosa, A. (s.f). *Metodología de la Investigación*. México: Manual Moderno.
- Cepyme Aragón. (2003). *Procedimientos basados en las normas OSHAS 18000 para su implementacion en PYMES del subsector fabricacion de productos metálicos*. Recuperado de: http://www.conectapyme.com/files/publica/OHSAS_completo.pdf.
- Cobos, D., Vasquez, Y., Coello, D. & Almaguer, D. (2014). Aplicación de la metodología para la evaluación del riesgo biológico en el Centro para la Investigación y Rehabilitación de las Ataxias Hereditarias, Cuba. Una forma de vigilancia en Bioseguridad. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 60(237), 620–26.
- Congreso de Colombia. (1979). Ley 9 de 1979. Recuperado de: <http://www.redlactea.org/wp-content/uploads/decretos/L9.pdf>.
- Congreso de Colombia. (2012). Ley 1562 del 11 de julio del 2012. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>.

Contreras, Z., Ramirez, P. & Bermudez, V. (2017). Asociación entre la exposición al riesgo biológico y signos y síntomas clínicos en asistentes de laboratorio. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 36(2), 49–57.

De la Hoz, F. (2014). Protocolo de Vigilancia en Salud Pública. Sarampion y rubeola. Recuperado de: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20Sarampion%20Rubeola.pdf>.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2010). Guía Técnica Colombiana 45. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Recuperado de: <http://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2011). Norma Técnica Colombiana ISO 31000. Gestión del Riesgo. Principios y directrices. Recuperado de: https://sitios.ces.edu.co/Documentos/NTC-ISO31000_Gestion_del_riesgo.pdf.

Instituto Nacional de Salud. (2016). Boletín Epidemiológico. Recuperado de: <http://www.ins.gov.co/boletinepidemiologico/Boletn%20Epidemiolgico/2016%20Bolet%20C3%ADn%20epidemiol%20C3%B3gico%20semana%2052%20-.pdf>.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (1997). Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos,. Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/agen_bio.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (1995). Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, recuperado de: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/LeyPrevencion/PDFs/leydeprevencionderiesgoslaborales.pdf>.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (1977). Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (1997). Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/664_97/PDFs/realdecreto6641997de12demayoprotecciondelostrabajadores.pdf.

Llorca, J., Benavent, S., Laborda, R. & Soto, P. (2004). Manual Práctico para la Evaluación del Riesgo Biológico en Actividades Laborales Diversas. Recuperado de: http://www.ladep.es/ficheros/documentos/BIOGAVAL_2004.pdf.

LLorca, J., Soto, P., Laborda, R. & Benavent, S. (2013). Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas. Recuperado de: <http://www.higieneambiental.com/sites/default/files/images/pdf/biogaval2013.pdf>.

Martinez, M. & Hernandez, M. (2006). Psicometría. Madrid: Alianza.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). Decreto 55 del 2015. Recuperado de: https://www.arlsura.com/files/decreto55_15.pdf.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1994). Decreto 1295 de 1994, 41405. Recuperado de: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_1295_1994.html.

Ministerio del Trabajo. (2014). Decreto 1443 del 2014. Recuperado de:
https://www.arlsura.com/files/decreto1443_14.pdf.

Ministerio del Trabajo. (2015). Decreto 1072 del 2015. Recuperado de:
https://www.arlsura.com/files/decreto1072_15.pdf.

Narvaez, Yelitza. (2013). Evaluación del riesgo biológico en los laboratorios ubicados en la sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Organización Mundial de la Salud. (15 septiembre 2016). Enfermedad del Virus de Zika. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/zika/es/>.

Organización Mundial de la Salud. (17 abril 2017). “Chikungunya”. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs327/es/>.

Organización Mundial de la Salud. (2005). Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Ginebra: OMS.

Orozco, M. (2013). Accidentalidad por riesgo biológico en los estudiantes de enfermería de la Universidad de Ciencias aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Revista U.D.C.A Actualidad &Divulgación Científica, 16(1), 27–33.

Pacheco, J. (2007). La equiparación de puntuaciones en procesos de comparación de pruebas diferentes. 5, 153–56.

Presidencia de la República. (2009). Decreto 2566 de 2009. Recuperado de: <http://www.oiss.org/estrategia/DECRETO-2566-DE-2009-sobre-Tabla.html>.

Restrepo, A. (s.f). Enfermedades infecciosas. Bogotá: Centro de Investigaciones Biológicas.

Restrepo, A., Robledo, J., Leiderman, E., Restrepo, M., Botero, D. & Bedoya, V. (2003).
Enfermedades Infecciosas. Medellín: Corporacion para Investigaciones Biológicas.

Servicio de Salud de Castilla la Mancha. (2017). Auxiliar de Enfermería. Servicio de Salud de
Castilla de la Mancha (SESCAM). Temario Común y Test. Primera. Sevilla: Ediciones
Radio, S. Coop. And.

Snashall, D. (1996). Occupational infections. ABC of Work Related Disorders. BMJ Journal,
31(313), 551–554

Solans, X. (2016). Exposición a agentes biológicos. Consideraciones para la realización de la
evaluación de riesgos. Recuperado de:
www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/sst_86_enlaces.pdf.

Anexo 1. Encuesta de evaluación de prácticas y procedimientos relacionados con bioseguridad y riesgo biológico

NOMBRE DEL LABORATORIO:			
NOMBRE DEL ASISTENTE O ENCARGADO:			
FECHA:			
Edad: _____ Sexo: _____			
EPS: _____ ARL: _____			
Tiempo que lleva laborando como asistente en éste laboratorio (en meses): _____			
Total de horas laborales en la semana: _____			
Tiempo en horas que permanece en éste laboratorio durante la semana: _____			
Marque SI o NO a si usted tiene el esquema de vacunación (verificar con el carnet de vacunación de cada personal):			
VACUNA CON ESQUEMA COMPLETO		SI	NO
Sarampión y rubeola (dosis única en los últimos 9 años)			
Toxoide tetánico y diftérico (en especial en mujeres en edad fértil)			
Esquema completo contra hepatitis B (de no tener el esquema completo escriba cuantas dosis se ha aplicado)			
Fiebre amarilla (en los últimos 9 años)			
Influenza			
Nombre los procesos y procedimientos que se llevan a cabo en el laboratorio:			

Ha presentado accidentes durante el tiempo que lleve trabajando, SI___ NO___, que le ocurrió: _____			

Se reportó el accidente ante la ARL: _____			
Se realizó la investigación del accidente: _____			
Se le ha diagnosticado enfermedad laboral, SI___ NO___ CUAL _____			
Ha presentado los siguientes síntomas durante el tiempo que lleva trabajando en la institución:			
Dolor de cabeza	SI	NO	
Salpullido en el cuerpo	SI	NO	
Infección de garganta a repetición	SI	NO	
Infección de oído a repetición	SI	NO	
Bronquitis o Bronconeumonía	SI	NO	
Alergias Respiratorias	SI	NO	
OTRAS Y ESPECIFIQUE CUALES			
RESUELVA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS MARCANDO SI O NO O EN EL CASO QUE SEA NECESARIO NO APLICA			
ITEM A EVALUAR: INFRAESTRUCTURA	SI	NO	NO APLICA
Diligenciado por: Asistentes y ejecutores del proyecto			
El suministro de agua es constante y fluido.			
El laboratorio cuenta con energía eléctrica.			

Los pisos son: Impermeables. Sólidos. De fácil limpieza Antideslizantes			
Las paredes: Son impermeables. Sólidas Resistentes a factores ambientales. De fácil limpieza.			
En el área donde se realiza esterilización: Se encuentra separada del resto del laboratorio.			
Los techos son: Sólidos De fácil limpieza. Impermeables.			
Existe un área exclusiva para el lavado del material.			
Existe un área exclusiva para el lavado de manos del personal.			
El área de lavado de manos se encuentra a la salida del laboratorio			
Existe una ducha manual o lavaojos.			
La iluminación del laboratorio es adecuada.			
La ventilación del laboratorio es adecuada.			
Al ingreso del laboratorio se observa la señalización adecuada del signo de peligro biológico en la puerta.			
El acceso al laboratorio se encuentra limitado y restringido al personal autorizado.			
La estantería del laboratorio se encuentra fijada con firmeza.			
Existe depósito de materiales y reactivos independiente.			
Los mesones del laboratorio: Son impermeables Son sólidos Son resistentes a factores ambientales.			
El mesón donde se encuentra la centrífuga es sólido.			
La centrífuga está cubierta de plástico u otro material lavable.			
El laboratorio cuenta con escalera o rampa: Elaborada en material antideslizante en todo el recorrido.			
Cuenta con pasamanos desde el principio hasta el final del recorrido			
Los procesos relacionados con microbiología se encuentran delimitados por medio de una barrera física en una sección independiente			
El área administrativa se encuentra separada del área técnica por una barrera física.			
El área de almacenamiento de residuos peligrosos, biosanitarios, anatomopatológicos y cortopunzantes se encuentra: Cubierto para protección de aguas lluvias. Con iluminación adecuada Con ventilación adecuada. Paredes lisas de fácil limpieza con ligera pendiente al interior. Elementos que impidan el acceso a vectores y roedores.			

ITEM A EVALUAR: DOTACIÓN Y EQUIPOS Diligenciado por: Asistentes en entrevista por los ejecutores del proyecto	SI	NO	NO APLICA
Se exige de manera constante el uso de:			
Guantes			
Gorro			
Tapabocas			
Bata de laboratorio			
Gafas			
Se tiene disponibilidad de manera constante de:			
Jabón detergente			
Desinfectante			
Jabón antibacterial para lavado de manos			
Se cuenta con cámara de seguridad biológica			
Se cuenta con material adecuado para el envío de muestras biológicas			
Existen dispositivos mecánicos de pipeteo disponibles para todo el personal.			
Funcionales y en uso			
Existe botiquín de primeros auxilios.			
Hay recipientes para:			
Residuos químicos debidamente rotulados.			
Residuos biológicos debidamente rotulados			
Objetos cortantes y punzantes debidamente marcados.			
Usted se encuentra previamente vacunado			
ITEM A EVALUAR: DOCUMENTACIÓN			
Dirigido a: Asistentes en Entrevista con los ejecutores del proyecto			
Existe un documento escrito sobre:			
Normas de bioseguridad			
Limpieza			
Desinfección			
Esterilización			
Manejo de residuos			
Transporte de muestras de tipo biológico			
Primeros auxilios			
Formatos de reporte de eventos adversos (accidentes, salpicaduras, pinchazos, etc)			
ITEM A EVALUAR: PRACTICAS Y PROCEDIMIENTOS GENERALES	SI	NO	NO APLICA
Dirigido a: Asistentes en Entrevista con los ejecutores del proyecto			
Los alimentos de consumo humano se guardan en un sitio diferente al laboratorio.			
Los hornos microondas y las neveras de uso, están claramente rotulados "Prohibida la preparación de alimentos. Uso exclusivo del laboratorio"			
Los cultivos y otros desechos biológicos se esterilizan antes de eliminarlos.			
Los materiales descontaminados fuera del laboratorio se transportan en recipientes cerrados y duraderos, conforme la norma.			
Los desechos mixtos se descontaminan biológicamente antes de ser eliminados como residuos químicos u de otro tipo.			

ITEM A EVALUAR: HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	SI	NO	NO APLICA
Existen extintores en el laboratorio, apropiados para el tipo de riesgo			
Existe plan de emergencias y desastres para el laboratorio			
Se ha capacitado al personal en emergencias y desastres			
En caso de accidentes de trabajo, sabe el protocolo a seguir			
Conoce el Panorama de riesgo para éste laboratorio			

OBSERVACIONES: _____

Anexo 2. Consentimiento informado**CONSENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A LOS ASISTENTES DE LOS
LABORATORIOS DE LA SEDE CAMPOS ELÍSEOS DE LA UNIVERSIDAD
FRANCISCO DE PAULA SANTANDER****CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo: _____, asistente de laboratorios de la Sede Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander, estoy de acuerdo en participar en la Encuesta de Evaluación de Prácticas y Procedimientos Relacionadas con Bioseguridad y Riesgo Biológico la cual hace parte del proyecto “Propuesta de método fundamentado estadísticamente para la Evaluación del riesgo biológico en laboratorios de Campos Elíseos de la Universidad Francisco de Paula Santander”, proyecto adscrito al Fondo de Investigaciones de la Universidad FINU. Se me ha explicado minuciosamente los objetivos y procedimientos del estudio y mi incorporación será voluntaria. Por tanto al firmar este documento, autorizo a que la información aquí consignada pueda ser usada con fines de investigación.

Sin otro en particular,

Firma del Asistente de Laboratorio

Firma del Investigador

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
<i>Bacillus anthracis</i>	Animales herbívoros domesticos y salvajes	Neumonía, linfangitis mesentérica y peritonitis, septicemia t meningitis	Cutánea, aérea y digestiva, contacto con esporas presentes en los tejidos de animales, cuero y otros productos.	Personas que trabajen con cuero de animales.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Clostridium tetani</i>	Suelo, polvo casero, agua dulce y de mar a partir de esporas, la forma vegetativa es habitante normal del tracto digestivo en animales y humanos.	Tétano	Contacto con heridas, punción o laceración de la piel	Comunidad en general	Se presentó 1 caso en el departamento del Norte de Santander (I.N.S., 2016, p. 21), es decir, 0,07 casos por 100.000 habitantes
<i>Clostridium perfringens</i>	Bacterias saprófitas en el suelo, tracto gastrointestinal de animales y humanos en membranas mucosas.	Mionecrosis o gangrena gaseosa e intoxicaciones alimentarias	En la gangrena gaseosa la fuente de infección es el suelo o el tracto gastrointestinal. En la colitis pseudomembranosa la causa más frecuente es la diarrea adquirida en el hospital.	Comunidad en general	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Clostridium botulinum</i>	Suelo, sedimentos marinos, superficies de frutas, pescados y mariscos.	Intoxicación por la toxina botulinica	Ingestión de la toxina, una herida infectada con el agente causal, colonización del tracto digestivo por el germen.	Comunidad que se encuentre expuesta a jamones, embutidos o conservas preparadas domésticamente.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Actinomices</i>	Anaerobios obligados o facultativos, distribución mundial. Habitante inocuo de mucosa oral, intestinal y vaginal.	Actinomycosis cerico-facial, actinomycosis torácica, actinomycosis abdominal	Por fuente endógena a menudo sistémica debido a un proceso inflamatorio crónico.	Comunidad en general, no existe diferencia en cuanto ocupación.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Escherichia coli</i>	Ambiente, suelos, aguas, plantas y tracto gastrointestinal de animales y humanos	Enfermedad diarreica, bronconeumonía, meningitis, septicemia	Contacto directo con alimentos contaminados	Comunidad en general, hospitales	Asociada a Enfermedad Diarreica Aguda, pero no hay reportes en adultos, 'solo en niños que no son motivo de la población en estudio. Se conocieron 153 casos de Enfermedades Transmitidas por Alimentos durante 2016 en Norte de Santander.(I.N.S., 2016, p. 31)

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
<i>Salmonella typhi</i>	Anaerobios facultativos, tracto gastrointestinal de animales domésticos, reptiles, pájaros e insectos, reside en el tracto biliar	Fiebre entérica o tifoidea, colangitis aguda,	Contacto con personas que tengan fiebre tifoidea o sea portador crónico, agua y comida contaminada con excretas humanas o de aves.	Comunidad en general, contacto con portadores de fiebre tifoidea	3,6 casos por 100.000 habitantes en Norte de Santander durante el 2016. Es el departamento con más alta incidencia durante el año estudiado.(I.N.S., 2016, p. 33)
<i>Salmonella paratyphi</i>	Anaerobios facultativos, tracto gastrointestinal de animales domésticos, reptiles, pájaros e insectos, reside en el tracto biliar	Fiebre tifoidea o tifoidea, osteomielitis	Contacto con personas que tengan fiebre tifoidea o sea portador crónico, consumo de agua y comida contaminada con excretas humanas	Comunidad en general, contacto con portadores de fiebre tifoidea	
<i>Salmonella typhimurium</i>	Anaerobios facultativos, tracto gastrointestinal de animales domésticos, reptiles, pájaros e insectos, reside en el tracto biliar	Enteritis, fiebre tifoidea, osteomielitis	Contacto con personas que tengan fiebre tifoidea o sea portador crónico, consumo de agua y comida contaminada con excretas humanas	Comunidad en general, contacto con portadores de fiebre tifoidea	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Shigella spp.</i>	Superficie de sanitarios contaminados, elementos que pasen a personas enfermas	Colitis aguda, disentería	Contacto persona a persona, por ruta oro fecal y raramente por agua y alimentos contaminados	Comunidad en general	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Anaerobios facultativos, tracto biliar, alcanzando los intestinos	Neumonía lobar adquirida en la comunidad, bronconeumonía, bronquitis, neumonía y bacteriemia	Infección de catéteres, cirugías u otros procedimientos invasivos.	Alcohólicos, diabéticos y pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Proteus spp</i>	Ambiente, suelos, aguas, plantas y tracto gastrointestinal de animales y humanos	Infecciones de heridas, neumonía y septicemias	Contacto directo con portadores	Comunidad en general, hospitales	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Animales domésticos, patógeno intracelular facultativo, tracto gastrointestinal. La rata doméstica es un reservorio importante a nivel mundial.	Enterocolitis, bacteriemias, complicaciones como endocarditis, meningitis, abscesos hepáticos y esplénicos, aneurisma nicótico	Consumo de comidas, agua y leche contaminada, la transmisión persona a persona ocurre esporádicamente. Es una zoonosis asociada a la transmisión por picadura de pulga o por ingestión de tejidos animales contaminados.	Veterinarios, carniceros, trabajadores de mataderos y de establos	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Vibrio cholerae</i>	Aerobias y anaerobias facultativas, habitantes de agua salada	Diarrea, septicemia	Alimentos y agua contaminados o por vía orofecal	Niños mayores de 2 años	No es de reporte obligatorio. No se conocen casos durante el año 2016
<i>Bordetella pertussis</i>	Aerobios obligados	Tosferina, complicaciones como neumonía, otitis media, encefalopatía, hemorragias subconjuntivales, prolapso rectal, etc.	Aerosoles generados por una persona enferma	Niños menores de 1 año y adultos	177 casos probables (12,94 casos por 100.000 hab.) y 18 casos confirmados (1,3 casos por 100.000 habitantes)

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
					(I.N.S., 2016, p. 22)
<i>Pseudomona spp</i>	Aeróbicos, distribución mundial, ambiente de preferencia agua, suelo y platas	En pacientes enfermos colonizan ocasionando foliculitis y otitis externa, queratitis, osteomielitis del calcáneo, neumonías	Ambientes hospitalarios en relación con respiradores, jabones líquidos, desinfectantes, soluciones oftálmicas y comida (frutas y verduras)	Oportunistas en pacientes inmunocomprometidos o hospitalizados	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Mycobacterium bovis</i>	Aerobio obligado	Tuberculosis	Contacto con individuos altamente infectantes, inhalación, ingestión e inoculación directa. Aerosoles por una persona enferma	Población de jóvenes y en la vejez, con patologías asociadas como desnutrición, alcoholismo, uremia, diabetes mellitus, tratamientos con esteroides e inmunosupresores	29,5 habitantes casos por 100.000 habitantes (I.N.S., 2016, p. 48)
<i>Coxiella burnettii</i>	Distribución mundial, artrópodos y animales silvestres	Fiebre Q	Inhalación de productos animales contaminados	Comunidad en general	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Chlamydia psittaci</i>	Distribución mundial, pájaros, ovejas y gatos	Neumonía.	Aerosoles originados en secreciones y productos de animales infectados	Comunidad en general	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Brucella mellitensis</i>	Animales domésticos en zonas rurales, ganado caprino	Hepatitis granulomatosa, artritis supurativa, sacroilitis o espondilitis, osteomielitis, tendinitis y bursitis, meningoencefalitis, meningitis o mielitis, uveítis, papilitis, queratitis, iridociclitis, retinitis y atrofia del nervio óptico, endocarditis	Consumo de alimentos contaminados, contacto directo con los animales y sus productos, del ganado por medio de la leche cruda o sus derivados, contacto con la piel o lesiones o por vía oral, algunas veces puede entrar en forma conjuntiva y por aerosoles.	Veterinarios, carniceros, trabajadores de mataderos y de establos	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Brucella suis</i>	Animales domésticos en zonas rurales, cerdos.				
<i>Brucella abortus</i>	Animales domésticos en zonas rurales, ganado bovino				
<i>Listeria monocytogenes</i>	Aeróbica o anaeróbica facultativa, distribución mundial, tubo digestivo de animales silvestres y domésticos de todo tipo: mamíferos, aves, peces, crustáceos y ácaros.	Listeriosis, granulomatosisinfantiséptica y meningoencefalitis o meningitis neonatal, meningitis, meningoencefalitis, cerebritis, septicemia y endocarditis, adenitis, conjuntivitis, artritis, osteomielitis.	Vía oral o ingestión de alimentos contaminados con heces fecales a través del suelo, leche cruda, carnes, huevos, vegetales y manos sucias	Pacientes inmunodeprimidos, recién nacidos de madres infectadas, veterinarios o laboratoristas	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Francisella tularensis</i>	Aerobio, agua, barro o cadáveres en descomposición, animales domésticos silvestres, roedores, carnívoros y aves	Neumonía, disnea, cianosis, pericarditis, peritonitis, meningitis, osteomielitis.	Picadura de artrópodos, vía oral, ingestión carne contaminada, agua o productos de animales, inhalación de aerosoles contaminados.	Cazadores, carniceros, veterinarios y amas de casa	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Leptospira interrogans</i>	Distribución mundial, animales domésticos y salvajes, excretan el microorganismos durante años por la orina y esta contamina suelo, agua o	Neuritis óptica, iridociclitis, encefalitis, mielitis o neuropatía periférica, enfermedad de weil, leptospirosisanicterica, meningitis aséptica,	Contagio directo o indirecto, penetran por las mucosas conjuntival, oral o nasal o por lesiones en piel. Contagio directo por carne y derivados contaminados	Trabajadores de alcantarillas, mineros, obreros de pesquerías, matarifes, carniceros,	Menos de 1 caso por 100.000 habitantes.(I.N.S.,

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
	alimentos.	miocarditis.	después del sacrificio.	veterinarios.	2016, p. 54)
<i>Aspergillus spp</i>	Distribución mundial, aire, restos vegetales, granos de cereales, materia orgánica en descomposición, abonos, plantas, flores, filtros de aires acondicionados, paredes o techos de lugares húmedos, polvo, alimentos y cortinas de baño.	Aspergilosis, sinusitis, endocarditis, lesiones cutáneas, óseas, del SNC, otitis externas, micotoxicosis, asma aspergilar, aspergilosis broncopulmonar, aspergilosisintracavitaria, aspergilosis pulmonar invasora, aspergilosis pulmonar semi-invasora o necrotizante, aspergilosis cerebral y meníngea, aspergilosisosea, ocular y cutánea, infecciones caovasculares	Vía oral, por inhalación de esporas, por alimentos contaminados	Pacientes neutropénicos, trasplantados o con otras condiciones de base.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Candida albicans</i>	Biota humana normal, fómites, animales y materiales orgánicos, habitante del tubo digestivo, vagina y piel periorificial.	Candidiasis orofaríngeas, cutánea, genitales, esofágica y gastrointestinal, mucocutaneocrónica, diseminada.	Transmisión horizontal por manos de personal o fómites en salas de hospitalización.	Pacientes hospitalizados, inmunocomprometidos y con cirugías extensas.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Cryptococcus neoformans</i>	Regiones tropicales y subtropicales, excremento de aves, árboles	Criptococosis pulmonar, meníngea (meningitis, meningoencefalitis, lesiones pseudotumorales, oftalmoplejia), de otros órganos especialmente de la piel (celulitis, úlceras, tumor, vesículas)	Vía aérea inhalación de blastoconidias	Pacientes con trastorno inmune (lupus, artritis reumatoide y sarcoidosis) pacientes con inmunodepresión.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Coccidioides immitis</i>	Continente americano, algunos países centrales y de sur américa, suelo	Coccidioidomicosis primaria (neumonía), coccidioidomicosis pulmonar crónica, neumonía difusa, coccidioidomicosis diseminada	Vía inhalatoria	Agricultores, actividades de cavación y remoción de tierra, arqueología.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Histoplasma capsulatum var. Capsulatum</i>	Suelos contaminados por heces de aves y murciélagos, gallineros, silos, árboles huecos, riberas de rios	Histoplasmosis primaria, diseminada progresiva y pulmonar cónica, histoplasmosis residual.	Vía inhalatoria, por aerosoles	Agricultores, granjeros, constructores, exploradores, espeleólogos	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Trichophyton spp y Epydermophyton spp</i>	Países cálidos y húmedos	Tineacapitis (plaga gris, querion, tinea en "puntos negros", favus), tineabarbae, tineacorposis, tineacurris, tineapedis, tineamanus, tineanguium.	Contacto hombre a hombre o por fómites	Población inmunodeprimidos, veterinarios y granjeros	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Rhinosporidium seeberi</i>	Protista acuático, material particulado (polvo, arena)	Lesiones polipoides, pedunculadas y papilomatosas, disfagia y disnea, conjuntivitis	R. seeberi, impide precisar la ruta de entrada del parásito, se sospecha que sea por trauma y en contacto con fuentes húmedas.	Frecuentemente en adultos, afecta mas a hombres que a mujeres, población de zonas rurales y que trabajen o vivan cerca de agua dulce desprovistas de corriente	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Entamoebahistolitica</i>	Hombre, algunos animales (monos, perros, cerdos, etc), los quistes están presente por un tiempo en agua y	Colitis amibiana no disintérica, colitis amibianadisintérica, colitis cangrenosa, perforación amibiana, apendicitis amibiana,	Vía oral (ingesta del quiste), alimentos contaminados (agua, alimentos crudos, insectos, manos, etc)	Comunidad general, especialmente niños y ancianos.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
	suelo.	ameboma, absceso hepático amebiano.			
<i>Giardia lamblia</i>	Agua de acueductos deficientes, perros y gatos	Giardiasis: malabsorción intestinal, dolor abdominal, diarrea.	Contacto persona a persona (manos, alimentos contaminados),.	Comunidad general, se presenta principalmente en niños	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Balantidium coli</i>	Cerdos	Colitis, síndromedisentérico, úlceras en el colón.	Persona a persona (por quites), vía oral	Veterinarios, personas que trabajan con suelos contaminados con heces de cerdo.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Chlamydia psittaci</i>	Felinos, aguas y suelo contaminados	Toxoplasmosis: adquirida en el embarazo por contacto con heces fecales de gato, intraocular y ganglionar en pacientes inmunocomprometidos	Ingesta de excretas de felinos, ingestión de quistes en carnes crudas especialmente de cerdo, transplacentaria, inoculación accidental en laboratorio, manipulación de animales infectados y trasfusiones y trasplantes de tejidos.	Mujeres embarazadas que no hayan estado en contacto con el parásito y pacientes inmunocomprometidos.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Plasmodium vivax</i> y <i>Plasmodium falciparum</i>	Mosquito Anopheles y seres humanos infectados.	Malaria	Persona a persona, picadura del mosquito Anopheles	Personas que se encuentren en zona endémica de Plasmodium spp	Índice Parasitario Anual (IPA) por 1000 Hab, con incidencia nacional de 7,6 casos por 1000 Hab durante el 2016. (I.N.S., 2016, p. 106)
<i>Leishmania spp</i>	Animales silvestres, lugares húmedos, árboles, socavones de minas, cuevas de animales, zonas con vegetación densa y clima tropical	Leishmania cutánea Leishmania mucocutánea	Picadura del insecto (Lutzomyia)	Actividades en el bosque caza, pesca.	En Norte de Santander 350 casos por 100000 Hab. Con 937 casos de Leishmania cutánea, 4 casos de leishmania mucosa y no se presentaron casos de leishmania visceral. (I.N.S., 2016, p. 104)
<i>Toxocara canis</i>	Larvas intestinales del perro	Toxocariasis o síndrome de migración larvaria visceral. Síndrome de Loeffler (síntomatología pulmonar)	Ingestión de huevos embrionados.	Niños menores de 10 años,	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Toxocara cati</i>	Larvas intestinales del gato				
<i>Legionella spp.</i>	Suelos contaminados con heces fecales o suelos abonados.	Cutánea por ingreso de las larvas, pulmonares (síndrome de Loeffler), intestinales (dolor epigástrico, náuseas, pirosis y diarrea) y anemia.	Penetración de la larva por la piel	Agricultores o personas que trabajan la tierra y trabajadores de minas	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Necator americanus</i>					

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
<i>Strongyloides stercoralis</i>	Suelos contaminados con heces fecales o suelos abonados.	Lesiones cutáneas por ingreso de las larvas, invasión pulmonar (síndrome de Loeffler), forma intestinal crónica.	Penetración de la larva por la piel	Agricultores o personas que trabajan la tierra y trabajadores de minas	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Trichuris trichiura</i>	Terrenos húmedos y sombreados.	Dolor abdominal tipo cólico y diarrea. Prolapso rectal. Anemia y enflaquecimiento.	Por vía oral, lo cual sucede al ingerir huevos embrionados; estos llegan a la boca con tierra, aguas, alimentos, etc.	Comunidad en general.	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Terrenos húmedos y sombreados.	Enfermedad intestinal, respiratorias, alergias, invasión de otros órganos (visceras y sistema nervioso central), desnutrición.	Se transmiten a través de ingesta de aguas, alimentos y suelos contaminados con heces fecales que contienen huevos embrionados.	Comunidad general	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Ascaris suum</i>	Materia fecal de cerdos		Se transmiten a través de ingesta de materias fecales, alimentos y agua contaminada		
<i>Taeniasolium</i>	Hombre, intermediarios los cerdos y vacas	Neuroisticercosis, enfermedad gastrointestinal, desnutrición	Ingesta de carne de cerdo cruda o mal cocida contaminada por cisticercos y la transmisión de persona a persona por ingesta de huevos.	Comunidad general	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Taenia saginata</i>	Hombre, intermediarios los cerdos y vacas	Teniosis, desnutrición	Ingesta de carne de res parasitada, cruda o mal cocida	Comunidad general	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Hymenolepis nana</i>	Ratas	Enfermedad intestinal, desnutrición.	Ingesta de huevos de personas parasitadas y ocasionalmente de artrópodos	Comunidad general	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Hymenolepis diminuta</i>			ingesta de artrópodos q sirven de huéspedes intermediarios		
<i>Echinococcus granulosus</i>	Perros y animales carnívoros	Hidatidosis o quiste hidatídico	Ingesta de heces fecales de todos los animales	Campesinos	No es de reporte obligatorio, pero se reportan casos
<i>Fasciola hepatica</i>	Distribución mundial, animales herbívoros principalmente ovejas y vacas, el hombre es un huéspedaccidental	Granuloma hepático	Ingesta de berros y plantas crudas que crecen en el agua	Agricultores o personas que trabajan la tierra.	No es de reporte obligatorio, pero se reportan casos
<i>Fiebre por dengue</i>	En el mosquito Aedes aegypti y el	Fiebre dengue o dengue clásico, hemorrágico y	Picadura del mosquito Aedes aegypti	Comunidad general	200 casos por 100.000 habitantes. Se

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
<i>Dengue en la forma severa</i>	ser humano.	síndrome de choque del dengue (SCD)			presentaron 2757 casos de dengue clásico y 24 casos de dengue grave en el departamento Norte de Santander durante el 2016.(I.N.S., 2016, p. 100)
<i>Fiebre amarilla</i>	Primates no humanos, el hombre es un reservorio accidental	Cuadro febril inespecífico, fiebre hemorrágica y hepatopatía	Picadura de vectores infectados	Comunidad general	Según el Boletín Epidemiológico Nacional del 2016 no se reportaron casos de Fiebre Amarilla en el Territorio Nacional.
<i>Poliovirus</i>	Humanos	Poliomielitis no paralítica, paralítica, espinal, bulboparalítica	Vía digestiva y posiblemente respiratoria	Principalmente en niños menores de 5 años, siendo más frecuente en hombres	Asociados con el Enterovirus a casos de Parálisis Flácida Aguda. 1,45 casos por 100.000 habitantes menores de 15 años en el 2016.(I.N.S., 2016, p. 16)
<i>Hepatitis A</i>	Agua	Hepatitis A aguda y crónica	Vía fecal-oral por agua contaminada	Comunidad general	En el territorio nacional 7,0 casos por cada 100000 habitantes en el departamento Norte de Santander. El nivel más alto de todos los departamentos a nivel nacional.(I.N.S., 2016, p. 34)
<i>Paramyxoviridae</i> (de la Hoz, 2014, p. 8)	Seres humanos, aire	Sarampion	Por medio de gotitas expulsadas del aparato respiratorio (toser o estornudar) o suspendidas en el aire las cuales entran en contacto con las vías respiratorias superiores o la conjuntiva de la persona susceptible.	Comunidad general, siendo el hombre el único huésped natural.	0,95 casos por 100.000 habitantes en Norte de Santander.(I.N.S., 2016, p. 19)
<i>Rubivirus, familia Togaviridae</i> (de la	Seres humanos, aire	Rubeola	Contacto directo con secreciones nasales o faríngeas de personas infectadas. Dispersión de partículas virales en ambientes cerrados y hacinados como	Comunidad general, reclusos, niños	0,95 casos por 100.000 habitantes en Norte de Santander.(I.N.S.,

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
Hoz, 2014, p. 10)			reclusiones militares, escuelas, jardines infantiles, clínicas, entre otros. Los niños con SRC albergan gran cantidad de virus en sus secreciones nasofaríngeas y en la orina, y sirven como medio de infección para sus contactos.		2016, p. 19)
<i>Rotavirus</i>	Conejos	Gastroenteritis viral	Ingesta de alimentos y agua contaminados con heces fecales de pacientes enfermos	Comunidad general, principalmente en niños	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Coronavirus</i>	Agua y pacientes infectados	Gastroenteritis viral	Ingesta de alimentos y agua contaminados con heces fecales de pacientes enfermos	Comunidad general, principalmente en niños	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Adenovirus</i>	Distribución mundial, ambiente	Neumonías en pacientes hospitalizados, faringitis agudas debriles, fiebre faringoconjuntival, queratoconjuntivitis epidémica, conjuntivitis folicular aguda, infecciones del sistema nervioso central	Aerosoles, fómites, secreciones conjuntivales y heces	Comunidad general, principalmente en niños	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Virus respiratorio sincitial</i>	Distribución mundial, causante de epidemias anualmente durante el invierno, temporada de lluvias en países ubicados en el trópico.	Enfermedad respiratoria inferior severa en lactantes y niños. Bronqueolitis y neumonitis en niños	contacto directo por secreciones nasofaríngeas que llevan a la autoinoculación	Comunidad general, principalmente en niños menores de 3 años, ancianos, personas susceptibles	No es de reporte obligatorio pero se reportan casos
<i>Influenza A</i>	Aves	Neumonía.	Vía respiratoria, contacto con secreciones o fómites	Comunidad general	Se reportaron 140 ingresos por consulta externa y por urgencias por 100.000 habitantes y 60 urgencias por cada 100.000 habitantes en el departamento de Norte de Santander. (I.N.S., 2016, p. 11)
<i>Varicela zoster</i>	Crece en fibroblastos de piel y células de melanomas humanos.	Varicela en niño sano (brote eritematovesicular precedido de un síndrome catarral); Varicela en inmunodeficientes (enfermedad más severa y progresiva); Varicela neonatal.	Aerosoles respiratorios del excretor, contacto estrecho y frecuente.	Comunidad general, más severa en adultos	Se presentaron 4820 casos en el departamento durante el año 2016. (I.N.S., 2016, p. 26)
<i>Rabia</i>	Mamíferos especialmente perros	Rabia humana, pródromos, rabia encefálica o furiosa, rabia parálitica o muda	Mordedura	Comunidad general	Se presentaron 6 casos durante el 2016 en el departamento de Norte de

Nombre	Hábitat	Enfermedades relacionadas	Forma de transmisión	Población que afecta	Incidencias
					Santander.(I.N.S., 2016, p. 56)
<i>Togaviridae</i>	Humanos	“Chikunguya”: Enfermedad vírica transmitida al ser humano por mosquitos infectados. Además de fiebre y flertes Dolores articulares produce otros síntomas tales como Dolores musculares, Dolores de cabeza, náuseas, cansancio y erupciones cutáneas.(O.M.S, 2017)	Transmitido por mosquitos del género Aedes	Comunidad en general	Menos de 20 casos por 100.000 habitantes en el departamento del Norte de Santander. Se presentaron 180 casos confirmados por clínica, 2 casos confirmados por laboratorio, y 9 casos sospechosos. (I.N.S., 2016, p. 104)
<i>Zika</i>	Humanos y Macacos	Fiebre no muy elevada, exantema, conjuntivitis, Dolores musculares y articulares, malestar o cefaléas que Suelen durar entre 2 y 7 días.	Transmitidos por mosquitos del género Aedes	Comunidad en general	Mas de 1000 casos por 100.000 habitantes en epidemia durante el 2016 en Norte de Santander. En Post epidemia se presentaron 18,2 casos por 100.000 habitantes a nivel nacional y mas de 20 casos por 100.000 habitantes, durante el 2016 en Norte de Santander.(O.M.S, 2016)

Fuente: La autora

Anexo 4. Base de datos de los asistentes de la sede de Campos Elíseos

ASISTENTE DEL LABORATORIO	Edad	Sexo	AFIILIACIÓN EPS	EXP. DIR. RIESGO BIOLÓGICO	SARAMPION- RUBEOLA	TOXOIDE TETÁNICO	HEPATITIS B	FIEBRE AMARILLA	INFLUENZA	DOLOR DE CABEZA	SALPULLIDO CUERPO	INFECCIÓN DE GARGANTA	INFECCIÓN DE OIDO	INFECCIÓN RESPIRATORIA	ALERGIA RESPIRATORIA
BANCO DE CEPAS	30	FEMENINO	NUEVA EPS	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	NO	NO
LABORATORIO DE AGUAS	35	FEMENINO	COOMEVA	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO
LABORATORIO DE AGUAS	30	FEMENINO	NUEVA EPS	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
LABORATORIO DE AGUAS	52	MASCULINO	CAFESALUD	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI
CUARTO DE RESIDUOS	55	MASCULINO	CAFESALUD	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
OPERACIONES UNITARIAS	33	FEMENINO	COOMEVA	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
MICROB. APLICADA Y AMBIENTAL	28	FEMENINO	CAFESALUD	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI
BIOTECNOLOGÍA GENERAL	29	FEMENINO	CAFESALUD	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI
NUTR ANIMAL, PECES, FIS ANIMAL	31	FEMENINO	CAFESALUD	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO
PLANTA AGROINDUSTRIA CAR Y LAC	33	MASCULINO	NUEVA EPS	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CIENCIAS BÁSICAS AGROIND	51	FEMENINO	NUEVA EPS	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI
BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	32	FEMENINO	COOMEVA	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO
BIOPROCESOS	32	MASCULINO	COOMEVA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR	28	MASCULINO	NUEVA EPS	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO
SUELOS AGRÍCOLAS	53	FEMENINO	NUEVA EPS	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
LIMNOLOGÍA	33	MASCULINO	CAFESALUD	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SUELSO CALID AMBIENTAL	22	FEMENINO	CAFESALUD	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI
FISICOQUÍMICOS AGUA	32	FEMENINO	CAFESALUD	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI
SANIDAD VEGETAL	43	FEMENINO	NUEVA EPS	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI

Anexo 5. Procesos y procedimientos realizados en los laboratorios de Campos Elíseos

LABORATORIO	PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS
Sanidad ambiental	Preparación de medios de cultivo, descarte de material contaminado, esterilización de material de vidriería, siembra de microorganismos, control e inventario de equipos, materiales y reactivos.
Biotecnología vegetal	Preparación de medios de cultivo, esterilización de material gastable, preparación de soluciones, preparación de hormonas, revisión del funcionamiento de los equipos, siembra de material vegetal establecido, limpieza y desinfección de áreas, asistir prácticas de laboratorio de biotecnología y agronomía, apoyo a semilleros de investigación.
Suelos agrícolas	Análisis químico de suelos
Suelos calidad ambiental	Análisis fisicoquímico de suelo, textura, capacidad de intercambio iónico, materia orgánica, determinación de cationes (K, Mg, Ca), determinación de fósforo, pH, conductividad, densidades, acidez intercambiable, preparación de material y reactivos para salida de campo.
Banco de cepas	Mantenimiento de cepas (bacterias, hongos miceliarios y levaduriformes, actinomiceto, etc) mediante repiques sucesivos en medios selectivos, identificación y conservación.
Planta agroindustrial de cárnicos	Elaboración de todo tipo de derivados cárnicos.
Planta agroindustrial de lácteos	Fabricación de derivados lácteos.
Ciencia básica agroindustrial	Prácticas de bioquímica, prácticas de microbiología prácticas de harinas y aceites, desarrollo de tesis de ingeniería agroindustrial y pruebas de energía.

LABORATORIO	PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS
Microbiología aplicada	Preparación de medios de cultivo y material de vidrio, siembra de microorganismos, visualización de microorganismos en diferentes medios de cultivo, inactivación de material biológico, manejo de equipos.
Microbiología ambiental	Preparación de medios de cultivo, preparación de material de vidrio, siembra de microorganismos, visualización de microorganismos en diferentes medios de cultivo, inactivación de material biológico, manejo de equipos.
Biotecnología general	Preparación de medios de cultivo y material de vidrio, métodos de siembra de microorganismos, visualización de microorganismos en diferentes medios de cultivo, inactivación de material biológico, manejo de equipos de laboratorio.
Bioprocesos	Preparación de material estéril, lavado de material de descarte, siembra de microorganismos.
Nutrición animal y análisis de alimentos	Preparación de muestras para consumo animal (secado-molienda-análisis) a partir de muestras de origen animal y vegetal. Elaboración de concentrados para animales monogástricos. Asistencia de prácticas de laboratorio para nutrición, monogástrica y rumiantes. Apoyo de prácticas a la materia de biorremediación y química ambiental. Servicio de extensión para análisis bromatológicos.
Nutrición de peces	Alimento de peces de consumo, lavado de tanques, limpieza de filtros, laboratorio para desarrollo de tesis, practicantes y estudiantes de acuicultura y nutrición aplicada.
Anatomía y fisiología animal	Asistencia a prácticas de laboratorio de anatomía y fisiología animal, acuicultura, reproducción animal, nutrición aplicada.
Peces ornamentales	Mantenimiento y alimentación de peces ornamentales, lavado y sifoneo de acuarios, verificación de la calidad de agua.

LABORATORIO	PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS
Reproducción y citogenética	Análisis de láminas al microscopio, aplicación de técnicas para la obtención de cromosomas de peces y bovinos. Lavado de material de vidrio, asistencia de prácticas para las materias de genética y reproducción.
Aguas de extensión	Esterilización de materiales y equipos, ingreso y suministro de equipos, control de equipos, análisis microbiológico de aguas, recepción de muestras, análisis fisicoquímicos (pH, turbiedad, sulfatos, DT, DC, OH, SST, ST, SS, NO ₃ , NO ₂ , Fe ⁺² , DQO, DBO ₂ entre otros)
Aguas de calidad ambiental	Análisis microbiológico de aguas (filtración por membrana y número más probable, preparación de material y reactivos para salidas.
Operaciones unitarias	Práctica relacionada con la transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa a partir de equipos con sistemas de control.
Limnología	Docencia y lectura de muestras de agua para la visualización de macroinvertebrados.
Fisicoquímico de aguas calidad ambiental	Análisis fisicoquímico de aguas (acidez y alcalinidad), dureza, DBO ₅ , DQO, Sólidos, jarras, demanda de cloro, pH, temperatura, conductividad de campo y monitoreo de fuentes hídricas e industrial.
Biología molecular	Extracción de ADN humano, vegetal y de hongos, extracción de ARN bacteriano, Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), electroforesis en geles de agarosa con bromuro de etidio y gel red, electroforesis en geles de poliacrilamida, cultivo de células de sangre (citogenética) transformación de <i>Escherichia coli</i> resistente a antibióticos, esterilización de material y preparación de reactivos.
Cuarto de residuos	Almacenar residuos peligrosos, neutralizar residuos líquidos químicos.

Fuente: La autora.

LABORATORIO	INFRAESTRUCTURA																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NA	SI	SI	SI	SI	SI	SI
BIOPROCESOS	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO	NA	NO																				
BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NR	NO	SI	NA	SI	SI	SI	SI	SI	SI												
SUELOS AGRÍCOLAS	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NA	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NA	NA	NO	NA	NA	SI	NA	NA	SI	NA	NA	
LIMNOLOGÍA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NA	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
SUELOS CALIDAD AMBIENTAL	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	NA	NA	SI	NO	NA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
FISICOQUÍMICO AGUAS CALID AMB	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NA	NA	SI	NO	SI							
SANIDAD VEGETAL	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NA	NA	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI														

No de cumplimiento	% de cumplimiento	puntaje Biogaval	LABORATORIO	%FRECUENCIA DE REALIZACIÓN DE TAREAS	Puntaje frecuencia Biogaval
58	79,5	-2	BANCO DE CEPAS	90	5
55	75,3	-1	LABORATORIO DE AGUAS EXTENSIÓN	75	4
62	84,9	-2	LABORATORIO DE AGUAS CAL. AMB.	90	5
48	65,8	-1	CUARTO DE RESIDUOS	50	3
45	61,6	-1	OPERACIONES UNITARIAS	90	5
50	68,5	-1	MICROBIOLOGÍA APLICADA K	75	4
54	74,0	-1	MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL K	25	2
54	74,0	-1	BIOTECNOLOGÍA GENERAL	90	5
37	50,7	-1	NUTR ANIMAL Y ANAL ALIMENTOS	33	2
43	58,9	-1	REPRODUCCIÓN Y CITOGENÉTICA	33	2
37	50,7	-1	ANATOMÍA DE LA FISIOLOGÍA AN	33	2
25	34,7	0	NUTRICIÓN DE PECES	33	2
28	38,9	0	PECES ORNAMENTALES	33	2
56	77,8	-1	PLANTA AGROINDUSTRIAL CARNICOS	90	5
56	77,8	-1	AGROINDUSTRIA LÁCTEA	90	5
37	50,7	-1	CIENCIAS BÁSICAS AGROINDUSTRI	25	2
51	69,9	-1	BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	90	5
24	32,9	0	BIOPROCESOS	87	5
58	79,5	-1	BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR	90	5
36	49,3	0	SUELOS AGRÍCOLAS	90	5
44	60,3	-1	LIMNOLOGÍA	75	4
39	53,4	-1	SUELOS CALIDAD AMBIENTAL	70	4
43	58,9	-1	FISICOQUÍMICO AGUAS CALID AMB	90	5
52	71,2	-1	SANIDAD VEGETAL	90	5

Anexo 7. Asociación del riesgo biológico con signos y síntomas manifestados por los asistentes de laboratorios de la sede Campos Elíseos de la U.F.P.S

Sintomatología	EXPOSICIÓN AL RIESGO BIOLÓGICO		P de Fischer	OR	IC 95% OR
	SI	NO			
Cefalea	12	7	<i>0.305</i>	3.75	0.45-31.6
Faringitis	11	8	<i>0.345</i>	2.7	0.33-21.97
Infecciones Respiratorias	1	16	<i>0.529</i>		
Otitis	2	17	<i>0.532</i>	1.17	0.94-1.45
Salpullido	3	16	<i>0.376</i>	1.27	0.97-1.67
Alergias respiratorias	7	12	<i>0,634</i>	1.12	0.31-4.04

Fuente: La autora

Anexo 8. Evaluacion del riesgo biológico por el metodo Biogaval en cada laboratorio de la sede Campos Elíseos

LABORATORIOS DONDE SE TRABAJA CON PLANTAS O SUS DERIVADOS													
LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	MH	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
SANIDAD VEGETAL	Tétanos	<i>Clostridium tetani</i>	4	1	2	3	5	-1	3	0	17	Verde	Rojo
	Histoplasmosis	<i>Histoplasma capsulatum</i>	4	3	1	5	5	-1	3	2	24	Rojo	Rojo
	Coccidiomicosis	<i>Coccidioides immitis</i>	4	3	1	5	5	-1	3	2	24	Rojo	Rojo
	Angiostrongiliasis	<i>Angiostrongylus cantonensis</i>	3	1	1	5	5	-1	2	0	17	Verde	Rojo
	Aspergilosis	<i>Aspergillus spp</i>	4	3	2	5	5	-1	3	2	25	Rojo	Rojo
BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	Tétanos	<i>Clostridium tetani</i>	4	1	2	1	4	-1	3	0	10	Verde	Verde
	Histoplasmosis	<i>Histoplasma capsulatum</i>	4	3	1	5	4	-1	3	2	23	Rojo	Rojo
	Coccidiomicosis	<i>Coccidioides immitis</i>	4	3	1	5	4	-1	3	2	23	Rojo	Rojo
	Aspergilosis	<i>Aspergillus spp</i>	3	3	1	5	4	-1	2	2	18	Rojo	Rojo
	Dermatitis micótica	<i>Candida albicans</i>	4	1	1	5	4	-1	3	0	21	Rojo	Rojo
	Brucelosis	<i>Brucella spp.</i>	4	1	1	5	4	-1	3	0	21	Rojo	Rojo
	Fiebre Q	<i>Coxiella burnetti</i>	3	1	1	5	4	-1	2	0	16	Verde	Rojo
	Angiostrongiliasis	<i>Angiostrongylus cantonensis</i>	3	1	1	5	5	-1	2	0	17	Verde	Rojo
LABORATORIOS DONDE SE TRABAJA CON SUELOS													
LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	MH	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
SUELOS AGRÍCOLAS	Tétanos	<i>Clostridium tetani</i>	4	1	2	1	5	0	4	1	12	Verde	Verde
	Histoplasmosis	<i>Histoplasma capsulatum</i>	4	3	1	5	5	0	4	3	29	Rojo	Rojo
	Coccidiomicosis	<i>Coccidioides immitis</i>	4	3	1	5	5	0	4	3	29	Rojo	Rojo
	Angiostrongiliasis	<i>Angiostrongylus cantonensis</i>	3	1	1	5	5	0	3	1	22	Rojo	Rojo
SUELOS CALIDAD AMBIENTAL	Tétanos	<i>Clostridium tetani</i>	4	1	2	1	5	-1	3	0	11	Verde	Verde
	Histoplasmosis	<i>Histoplasma capsulatum</i>	4	3	1	5	5	-1	3	2	24	Rojo	Rojo
	Coccidiomicosis	<i>Coccidioides immitis</i>	4	3	1	5	5	-1	3	2	24	Rojo	Rojo
	Angiostrongiliasis	<i>Angiostrongylus cantonensis</i>	3	1	1	5	5	-1	2	0	17	Verde	Rojo

Fuente: La autora

LABORATORIOS DONDE SE TRABAJA MICROBIOLOGÍA

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	MH	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
BANCO DE CEPAS	Infecciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	5	5	-2	-1	-1	3	Verde	
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	3	5	5	-2	-1	-1	4		
		<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Dermatomycosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	5	-2	0	-1	8		
		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Infecciones oportunistas	<i>Serratia marcescens</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
		<i>Pseudomona aeuruginosa</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
Sin enfermedad conocida	<i>Bacillus thuringensis</i>	1	1	1	5	5	-2	-1	-1	2	Rojo		
Alergias respiratorias por hongos y micotoxinas	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Fusarium spp.</i> <i>Curvularia spp.</i> , etc	4	3	3	5	5	-2	2	1	21			
MICROBIOLOGÍA APLICADA	Infecciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	4	2	-1	0	0	5	Verde	
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	3	4	2	-1	0	0	6		
		<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	4	2	-1	1	0	8		
	Dermatomycosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	4	2	-1	1	0	9		
		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	4	2	-1	1	0	8		
	Infecciones oportunistas	<i>Serratia marcescens</i>	2	1	1	4	2	-1	1	0	8		
		<i>Pseudomona aeuruginosa</i>	2	1	1	4	2	-1	1	0	8		
Sin enfermedad conocida	<i>Bacillus thuringensis</i>	1	1	1	4	2	-1	0	0	4	Rojo		
Alergias respiratorias por hongos y micotoxinas	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Fusarium spp.</i> <i>Curvularia spp.</i> , etc	4	3	3	4	2	-1	3	2	20			

Fuente: La autora

LABORATORIO DONDE SE TRABAJA MICROBIOLOGÍA														
LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	M	H	D Corr egid o=	T Corr egid a	Ries go	Nivel de Acción Bioló gica (NAB)	Límite de Acción Bioló gica (LEB)
MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	Infecciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	5	2	-1	0	0	0	5		
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	3	5	2	-1	0	0	0	6		
		<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	0	9		
	Dermatomicosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	2	-1	1	0	0	10		
		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	0	9		
	Infecciones oportunistas	<i>Serratia marcenses</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	0	9		
		<i>Pseudomona aeruginosa</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	0	9		
Sin enfermedad conocida	<i>Bacillus thurigenis</i>	1	1	1	5	2	-1	0	0	0	4			
Alergias respiratorias por hongos y micotoxinas	<i>Aspergillus spp, Penicillium spp, Fusarium spp, Curvularia spp, etc</i>	4	3	3	5	2	-1	3	2	2	23			
BIOTECNOLOGÍA GENERAL	Infecciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	5	5	-1	0	0	0	8		
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	3	5	5	-1	0	0	0	9		
		<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	0	12		
	Dermatomicosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	5	-1	1	0	0	13		
		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	0	12		
	Infecciones oportunistas	<i>Serratia marcenses</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	0	12		
		<i>Pseudomona aeruginosa</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	0	12		
Sin enfermedad conocida	<i>Bacillus thurigenis</i>	1	1	1	5	5	-1	0	0	0	7			
Alergias respiratorias por hongos y micotoxinas	<i>Aspergillus spp, Penicillium spp, Fusarium spp, Curvularia spp, etc</i>	4	3	3	5	5	-1	3	2	2	26			
BIOPROCESOS	Infecciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	5	5	0	1	1	1	13		
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	3	5	5	0	1	1	1	14		
		<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	5	0	2	1	1	17		
	Dermatomicosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	5	0	2	1	1	18		
		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	5	5	0	2	1	1	17		
	Infecciones oportunistas	<i>Serratia marcenses</i>	2	1	1	5	5	0	2	1	1	17		
		<i>Pseudomona aeruginosa</i>	2	1	1	5	5	0	2	1	1	17		
Sin enfermedad conocida	<i>Bacillus thurigenis</i>	1	1	1	5	5	0	1	1	1	12			
Alergias respiratorias por hongos y micotoxinas	<i>Aspergillus spp, Penicillium spp, Fusarium spp, Curvularia spp, etc</i>	4	3	3	5	5	0	4	3	3	31			

Fuente: La autora

LABORATORIO DONDE SE REALIZAN ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES DE PRODUCCIÓN

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	MH	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS	Alergias respiratorias por hongos. Presencia de micotoxinas	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Fusarium spp.</i> <i>Curvularia spp.</i> , etc	4	3	3	5	2	-1	3	2	20		
	Dermatomicosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	2	-1	1	0	9		
NUTRICIÓN DE PECES	Alergias respiratorias por hongos. Presencia de micotoxinas	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Fusarium spp.</i> <i>Curvularia spp.</i> , etc	4	3	3	5	2	-1	3	2	20		
	Dermatomicosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	2	-1	1	0	9		

Fuente: La autora

LABORATORIOS DONDE SE REALIZAN PROCESOS DE AGROINDUSTRIA

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	M	H	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
PLANTA AGROINDUSTRIAL CÁRNICOS	Infecciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	5	5	-1	0	0	0	8	[Color scale: Green (low risk) to Red (high risk)]	
		<i>Escherichia coli</i>	1	1	3	5	5	-1	0	0	0	9		
	Diarreas	<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	0	12		
		<i>Brucella mellitensis</i>	1	1	1	5	5	-1	0	0	0	7		
	Brucelosis	<i>Brucella abortus</i>	1	1	1	5	5	-1	0	0	0	7		
		<i>Brucella suis</i>	1	1	4	1	5	-1	0	0	0	10		
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium bovis</i>	2	3	4	1	5	-1	1	2	2	13		
		<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	2	3	1	5	5	-1	1	2	2	14		
	Fiebre Q	<i>Coxiella burnetti</i>	2	3	1	5	5	-1	1	2	2	14		
	Erisipeloide	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	4	1	1	5	5	-1	3	0	0	22		
	Dermatitis micótica	<i>Candida albicans</i>	4	1	1	5	5	-1	3	0	0	22		
	Alergias respiratorias	<i>Aspergillus spp</i>	4	3	3	5	5	-1	3	2	2	26		
PLANTA AGROINDUSTRIA LACTEOS	Infecciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	5	5	-1	0	0	0	8		
		<i>Brucella mellitensis</i>	1	1	1	5	5	-1	0	0	0	7		
	Brucelosis	<i>Brucella abortus</i>	1	1	1	5	5	-1	0	0	0	7		
		<i>Brucella suis</i>	1	1	4	5	5	-1	0	0	0	10		
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium bovis</i>	2	3	1	1	5	-1	1	2	2	10		
		<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	2	3	1	1	5	-1	1	2	2	10		
CIENCIA BÁSICA AGROINDUSTRIAL	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	3	5	2	-1	0	0	0	6		
		<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	0	9		
	Brucelosis	<i>Brucella mellitensis</i>	1	1	1	5	2	-1	0	0	0	4		
		<i>Brucella abortus</i>	1	1	1	5	2	-1	0	0	0	4		
	Tuberculosis	<i>Brucella suis</i>	1	1	1	1	2	-1	0	0	0	4		
		<i>Mycobacterium bovis</i>	2	3	1	1	2	-1	1	2	2	7		
	Erisipeloide	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	2	3	1	1	2	-1	1	2	2	7		
		<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	4	1	1	5	2	-1	3	0	0	19		
	Dermatitis micótica	<i>Candida albicans</i>	4	1	1	5	2	-1	3	0	0	19		
	Alergias respiratorias	<i>Aspergillus spp</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Sacharomyces spp, etc</i>	4	3	3	5	2	-1	3	2	2	23		

Fuente: La autora

LABORATORIOS DONDE SE LLEVA A CABO MANIPULACIÓN DE ANIMALES

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	M	D Corr egid o	T Corr egid a	Ries go	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
ANATOMÍA Y FISIOLÓGIA ANIMAL	Carbunco	<i>Bacillus anthracis</i>	5	3	1	1	2	-1	4	2	10		
	Brucelosis	<i>Brucella melitensis</i>	1	1	1	5	2	-1	0	0	4		
	Rabia	<i>Virus de la rabia</i>	5	1	1	1	2	-1	4	0	8		
	Quiste hidatídico	<i>Echinococcus granulosus</i>	4	1	1	5	2	-1	3	0	19		
	Toxocariasis	<i>Toxocara canis</i>	1	1	1	5	2	-1	0	0	4		
	Estrongiloidiasis	<i>Ancylostoma duodenale</i>	1	1	1	5	2	-1	0	0	4		
	Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	1	1	1	5	2	-1	0	0	4		
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium bovis</i>	3	3	1	1	2	-1	2	2	8		
	Muermo	<i>Pseudomona mallei</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	9		
	Fiebre Q	<i>Coxiella burnetti</i>	2	3	1	5	2	-1	1	2	11		
	Virus del dengue	<i>Dengue</i>	1	1	5	5	2	-1	0	0	8		
		<i>Dengue grave</i>	5	1	4	5	2	-1	4	0	27		
	Paludismo	<i>Plasmodium vivax</i>	3	1	3	5	2	-1	2	0	16		
		<i>Plasmodium falciparum</i>	4	1	1	5	2	-1	3	0	19		
	Leishmaniasis	<i>Leishmaniasis Cutánea</i>	4	1	4	5	2	-1	3	0	22		
<i>L. Mucosa</i>		4	1	1	5	2	-1	3	0	19			
	<i>L. Visceral</i>	4	1	1	5	2	-1	3	0	19			
	Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	4	1	1	5	2	-1	3	0	19		
PECES ORNAMENTALES	Infeciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	5	2	0	1	1	10		
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium spp</i>	2	3	4	1	2	0	2	3	11		
		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	5	2	0	2	1	14		
	Infeciones oportunistas	<i>Serratia marcescens</i>	2	1	1	5	2	0	2	1	14		
		<i>Pseudomona aeuruginosa</i>	2	1	1	5	2	0	2	1	14		
		<i>Proteus spp</i>	1	1		2	0	0	1	1	4		
	Dermatomycosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	2	0	2	1	15		
	Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	4	1	1	5	2	0	4	1	24		
Estreptococosis	<i>Streptococcus spp</i>	2	1	1	5	2	0	2	1	14			
REPRODUCCIÓN Y CITOGENÉTICA		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	9		
	Infeciones oportunistas	<i>Serratia marcescens</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	9		
		<i>Pseudomona aeuruginosa</i>	2	1	1	5	2	-1	1	0	9		
		<i>Proteus spp</i>	1	1		2	-1	-1	0	0	4		
	Dermatomycosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	2	-1	1	0	10		
	Alergias respiratorias	<i>Aspergillus spp, Penicillium spp, Sacharomyces spp, etc</i>	4	3	3	5	2	-1	3	2	23		

Fuente: La autora

LABORATORIO DONDE SE MANIPULAN MUESTRAS DE AGUA

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	MH	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
AGUAS DE EXTENSIÓN	Neumonía	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	2	5	4	-1	0	0	7		
	Diarreas	<i>Yersinia enterocolitica</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Disentería bacilar	<i>Shigella spp.</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Diarreas	<i>Clostridium perfringens</i>	4	1	1	5	4	-1	3	0	21		
	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	5	1	1	5	4	-1	4	0	26		
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	4	3	4	1	4	-1	3	2	14		
	Carbunco	<i>Bacillus anthracis</i>	5	3	1	5	4	-1	4	2	28		
	Actinomicosis	<i>Actinomyces spp</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Infecciones oportunistas	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	4	1	1	5	4	-1	3	0	21		
	Poliomielitis	<i>Poliovirus</i>	4	1	1	1	4	-1	3	0	9		
	Hepatitis	<i>Virus de la Hepatitis A</i>	4	1	3	5	4	-1	3	0	23		
	Diarreas	<i>Rotavirus</i>	2	1	5	5	4	-1	1	0	15		
	Infecciones respiratorias	<i>Adenovirus</i>	1	1	3	5	4	-1	0	0	8		
	Zika	<i>Flavivirus</i>	4	1	5	5	4	-1	3	0	25		
	Chikunguya	<i>Alfavirus</i>	4	1	5	5	4	-1	3	0	25		
	Dengue	<i>Dengue</i>	2	1	5	5	4	-1	1	0	15		
	Micosis	<i>Tricophyton spp.</i>	4	1	2	5	4	-1	3	0	22		
	Amebiasis intestinal	<i>Entamoeba histolítica</i>	1	1	2	5	4	-1	0	0	7		
	Giardiasis	<i>Giardia intestinalis</i>	1	1	2	5	4	-1	0	0	7		
	Balantidiasis	<i>Balantidium coli</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Anquilostomiasis	<i>Ancylostoma duodenale</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Toxocariasis	<i>Toxocara spp</i>	1	1	1	5	4	-1	0	0	6		
	Ictericia Obstructiva	<i>Fasciola hepática</i>	4	1	1	5	4	-1	3	0	21		
	Teniasis	<i>Hymenolepis nana</i>	2	1	1	5	4	-1	1	0	11		
	Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	4	1	1	5	4	-1	3	0	21		
	Quiste hidatídico	<i>Echinococcus spp</i>	4	1	1	5	4	-1	3	0	21		

Fuente: La autora

LABORATORIO DONDE SE MANIPULAN MUESTRAS DE AGUA

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	M	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
AGUAS CALIDAD AMBIENTAL	Neumonía	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	2	5	5	-2	-1	-1	3		
	Diarreas	<i>Yersinia enterocolitica</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Disentería bacilar	<i>Shigella spp.</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Diarreas	<i>Clostridium perfringens</i>	4	1	1	5	5	-2	2	-1	17		
	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	5	1	1	5	5	-2	3	-1	22		
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	4	3	4	1	5	-2	2	1	14		
	Carbunco	<i>Bacillus anthracis</i>	5	3	1	5	5	-2	3	1	24		
	Actinomicosis	<i>Actinomyces spp.</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Infecciones oportunistas	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	4	1	1	5	5	-2	2	-1	17		
	Poliomielitis	<i>Poliovirus</i>	4	1	1	1	5	-2	2	-1	9		
	Hepatitis	<i>Virus de la Hepatitis A</i>	4	1	3	5	5	-2	2	-1	19		
	Diarreas	<i>Rotavirus</i>	2	1	5	5	5	-2	0	-1	11		
	Infecciones respiratorias	<i>Adenovirus</i>	1	1	3	5	5	-2	-1	-1	4		
	Zika	<i>Flavivirus</i>	4	1	5	5	5	-2	2	-1	21		
	Chikunguya	<i>Alfavirus</i>	4	1	5	5	5	-2	2	-1	21		
	Dengue	<i>Dengue</i>	2	1	5	5	5	-2	0	-1	11		
	Micosis	<i>Tricophyton spp.</i>	4	1	2	5	5	-2	2	-1	18		
	Amebiasis intestinal	<i>Entamoeba histolitica</i>	1	1	2	5	5	-2	-1	-1	3		
	Giardiasis	<i>Giardia intestinalis</i>	1	1	2	5	5	-2	-1	-1	3		
	Balantidiasis	<i>Balantidium coli</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Anquilostomiasis	<i>Ancylostoma duodenale</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Toxocariasis	<i>Toxocara spp.</i>	1	1	1	5	5	-2	-1	-1	2		
	Ictericia Obstructiva	<i>Fasciola hepática</i>	4	1	1	5	5	-2	2	-1	17		
	Teniasis	<i>Hymenolepis nana</i>	2	1	1	5	5	-2	0	-1	7		
	Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	4	1	1	5	5	-2	2	-1	17		
	Quiste hidatídico	<i>Echinococcus spp.</i>	4	1	1	5	5	-2	2	-1	17		

Fuente: La autora

LABORATORIO DONDE SE MANIPULA MUESTRAS DE AGUA

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	MH	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Limite de Acción Biológica (LEB)
OPERACIONES UNITARIAS	Neumonía	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	2	5	5	-1	0	0	8		
	Diarreas	<i>Yersinia enterocolitica</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Disentería bacilar	<i>Shigella spp.</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Diarreas	<i>Clostridium perfringens</i>	4	1	1	5	5	-1	3	0	22		
	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	5	1	1	5	5	-1	4	0	27		
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	4	3	4	1	5	-1	3	2	15		
	Carbunco	<i>Bacillus anthracis</i>	5	3	1	5	5	-1	4	2	29		
	Actinomicosis	<i>Actinomyces spp</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Infecciones oportunistas	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	4	1	1	5	5	-1	3	0	22		
	Poliomielitis	<i>Poliovirus</i>	4	1	1	1	5	-1	3	0	10		
	Hepatitis	<i>Virus de la Hepatitis A</i>	4	1	3	5	5	-1	3	0	24		
	Diarreas	<i>Rotavirus</i>	2	1	5	5	5	-1	1	0	16		
	Infecciones respiratorias	<i>Adenovirus</i>	1	1	3	5	5	-1	0	0	9		
	Zika	<i>Flavivirus</i>	4	1	5	5	5	-1	3	0	26		
	Chikunguya	<i>Alfavirus</i>	4	1	5	5	5	-1	3	0	26		
	Dengue	<i>Dengue</i>	2	1	5	5	5	-1	1	0	16		
	Micosis	<i>Tricophyton spp.</i>	4	1	2	5	5	-1	3	0	23		
	Amebiasis intestinal	<i>Entamoeba histolitica</i>	1	1	2	5	5	-1	0	0	8		
	Giardiasis	<i>Giardia intestinalis</i>	1	1	2	5	5	-1	0	0	8		
	Balantidiasis	<i>Balantidium coli</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Anquilostomiasis	<i>Ancylostoma duodenale</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Toxocaríasis	<i>Toxocara spp</i>	1	1	1	5	5	-1	0	0	7		
	Ictericia Obstructiva	<i>Fasciola hepática</i>	4	1	1	5	5	-1	3	0	22		
	Teniasis	<i>Hymenolepis nana</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	4	1	1	5	5	-1	3	0	22		
	Quiste hidatídico	<i>Echinococcus spp</i>	4	1	1	5	5	-1	3	0	22		

Fuente: La autora

LABORATORIO DONDE SE MANIPULAN MUESTRAS DE AGUA

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	M	H	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
LIMNOLOGÍA	Neumonía	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	2	5	4	-1		0	0	7	Verde	Verde
	Diarreas	<i>Yersinia enterocolitica</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Disentería bacilar	<i>Shigella spp.</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Diarreas	<i>Clostridium perfringens</i>	4	1	1	5	4	-1		3	0	21	Verde	Verde
	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	5	1	1	5	4	-1		4	0	26	Verde	Verde
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	4	3	4	1	4	-1		3	2	14	Verde	Verde
	Carbunco	<i>Bacillus anthracis</i>	5	3	1	5	4	-1		4	2	28	Verde	Verde
	Actinomicosis	<i>Actinomyces spp.</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Infecciones oportunistas	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	4	1	1	5	4	-1		3	0	21	Verde	Verde
	Poliomielitis	<i>Poliovirus</i>	4	1	1	1	4	-1		3	0	9	Verde	Verde
	Hepatitis	<i>Virus de Hepatitis A</i>	4	1	3	5	4	-1		3	0	23	Verde	Verde
	Diarreas	<i>Rotavirus</i>	2	1	5	5	4	-1		1	0	15	Verde	Verde
	Infecciones respiratorias	<i>Adenovirus</i>	1	1	3	5	4	-1		0	0	8	Verde	Verde
	Zika	<i>Flavivirus</i>	4	1	5	5	4	-1		3	0	25	Verde	Verde
	Chikunguya	<i>Alfavirus</i>	4	1	5	5	4	-1		3	0	25	Verde	Verde
	Dengue	<i>Dengue</i>	2	1	5	5	4	-1		1	0	15	Verde	Verde
	Micosis	<i>Tricophyton spp.</i>	4	1	2	5	4	-1		3	0	22	Verde	Verde
	Amebiasis intestinal	<i>Entamoeba histolítica</i>	1	1	2	5	4	-1		0	0	7	Verde	Verde
	Giardiasis	<i>Giardia intestinalis</i>	1	1	2	5	4	-1		0	0	7	Verde	Verde
	Balantidiasis	<i>Balantidium coli</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Anquilostomiasis	<i>Ancylostoma duodenale</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Toxocariasis	<i>Toxocara spp.</i>	1	1	1	5	4	-1		0	0	6	Verde	Verde
	Ictericia Obstructiva	<i>Fasciola hepática</i>	4	1	1	5	4	-1		3	0	21	Verde	Verde
	Teniasis	<i>Hymenolepis nana</i>	2	1	1	5	4	-1		1	0	11	Verde	Verde
	Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	4	1	1	5	4	-1		3	0	21	Verde	Verde
	Quiste hidatídico	<i>Echinococcus spp.</i>	4	1	1	5	4	-1		3	0	21	Verde	Verde

Fuente: La autora

LABORATORIO DONDE SE MANIPULAN MUESTRAS DE AGUA

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	M	H	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
FISICOQUÍMICO DE AGUAS DE CALIDAD AMBIENTAL	Neumonía	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	2	5	5	-1		0	0	8	Verde	Verde
	Diarreas	<i>Yersinia enterocolitica</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Disentería bacilar	<i>Shigella spp.</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Diarreas	<i>Clostridium perfringens</i>	4	1	1	5	5	-1		3	0	22	Rojo	Rojo
	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	5	1	1	5	5	-1		4	0	27	Rojo	Rojo
	Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	4	3	4	1	5	-1		3	2	15	Verde	Rojo
	Carbunco	<i>Bacillus anthracis</i>	5	3	1	5	5	-1		4	2	29	Rojo	Rojo
	Actinomicosis	<i>Actinomyces spp.</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Infecciones oportunistas	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	4	1	1	5	5	-1		3	0	22	Rojo	Rojo
	Poliomielitis	<i>Poliovirus</i>	4	1	1	1	5	-1		3	0	10	Verde	Rojo
	Hepatitis	<i>Virus de Hepatitis A</i>	4	1	3	5	5	-1		3	0	24	Rojo	Rojo
	Diarreas	<i>Rotavirus</i>	2	1	5	5	5	-1		1	0	16	Verde	Rojo
	Infecciones respiratorias	<i>Adenovirus</i>	1	1	3	5	5	-1		0	0	9	Verde	Verde
	Zika	<i>Flavivirus</i>	4	1	5	5	5	-1		3	0	26	Rojo	Rojo
	Chikunguya	<i>Alfavirus</i>	4	1	5	5	5	-1		3	0	26	Rojo	Rojo
	Dengue	<i>Dengue</i>	2	1	5	5	5	-1		1	0	16	Verde	Rojo
	Micosis	<i>Tricophyton spp.</i>	4	1	2	5	5	-1		3	0	23	Rojo	Rojo
	Amebiasis intestinal	<i>Entamoeba histolítica</i>	1	1	2	5	5	-1		0	0	8	Verde	Verde
	Giardiasis	<i>Giardia intestinalis</i>	1	1	2	5	5	-1		0	0	8	Verde	Verde
	Balantidiasis	<i>Balantidium coli</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Anquilostomiasis	<i>Ancylostoma duodenale</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Toxocariasis	<i>Toxocara spp.</i>	1	1	1	5	5	-1		0	0	7	Verde	Verde
	Ictericia Obstructiva	<i>Fasciola hepática</i>	4	1	1	5	5	-1		3	0	22	Rojo	Rojo
	Teniasis	<i>Hymenolepis nana</i>	2	1	1	5	5	-1		1	0	12	Verde	Rojo
	Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	4	1	1	5	5	-1		3	0	22	Rojo	Rojo
	Quiste hidatídico	<i>Echinococcus spp.</i>	4	1	1	5	5	-1		3	0	22	Rojo	Rojo

Fuente: La autora

LABORATORIOS DONDE SE TRABAJA CON BIOLOGÍA MOLECULAR

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	MH	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
BIOLOGÍA MOLECULAR	Diarrea	<i>Escherichia coli</i>	1	1	2	5	5	-1	0	0	8		
		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
		<i>Serratia marcenses</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
	Infecciones oportunistas	<i>Pseudomona aeuruginosa</i>	2	1	1	5	5	-1	1	0	12		
		<i>Proteus spp</i>		1	1		5	-1	-1	0	7		
	Dermatotoxicosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	5	-1	1	0	13		
		<i>Aspergillus spp</i>											
	Alergias respiratorias	<i>Penicillium spp, Sacharomyces spp, etc</i>	4	3	3	5	5	-1	3	2	26		

CUARTO DONDE SE ALMACENAN RESIDUOS

LABORATORIO	Enfermedad	Agente Biológico	D	T	I	V	F	MH	D Corregido	T Corregida	Riesgo	Nivel de Acción Biológica (NAB)	Límite de Acción Biológica (LEB)
CUARTO DE RESIDUOS	Estreptococosis	<i>Streptococcus spp</i>	2	1	1	5	3	-1	1	0	10		
	Infecciones estafilocócicas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	2	5	3	-1	0	0	6		
	Brucelosis	<i>Brucella melitensis</i>	1	1	1	5	3	-1	0	0	5		
	Rabia	<i>Virus de la rabia</i>	5	1	1	1	3	-1	4	0	9		
		<i>Klebsiella spp</i>	2	1	1	5	3	-1	1	0	10		
		<i>Serratia marcenses</i>	2	1	1	5	3	-1	1	0	10		
	Infecciones oportunistas	<i>Pseudomona aeuruginosa</i>	2	1	1	5	3	-1	1	0	10		
		<i>Proteus spp</i>		1	1		3	-1	-1	0	5		
	Dermatotoxicosis	<i>Thricophyton spp</i>	2	1	2	5	3	-1	1	0	11		
		<i>Aspergillus spp</i>											
	Alergias respiratorias	<i>Penicillium spp, Sacharomyces spp, etc</i>	4	3	3	5	3	-1	3	2	24		
	Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>	2	1	1	5	3	-1	1	0	10		
	Diarreas	<i>Escherichia coli</i>	1	1	2	5	3	-1	0	0	6		
	Diarreas	<i>Clostridium perfringens</i>	4	1	1	5	3	-1	3	0	20		
	Hepatitis	<i>Virus de la Hepatitis A</i>	4	1	3	5	3	-1	3	0	22		
	Diarreas	<i>Rotavirus</i>	2	1	5	5	3	-1	1	0	14		
	Infecciones respiratorias	<i>Adenovirus</i>	1	1	3	5	3	-1	0	0	7		
	Zika	<i>Flavivirus</i>	4	1	5	5	3	-1	3	0	24		
	Chikunguya	<i>Alfavirus</i>	4	1	5	5	3	-1	3	0	24		
	Dengue	<i>Dengue</i>	2	1	5	5	3	-1	1	0	14		

Fuente: La autora

Anexo 9. Resultados de la evaluación del riesgo biológico en laboratorios por el método GTC 45

LABORATORIO	ND	NE	NP	NC	NR	GRADO	NIVEL DEL RIESGO	SIGNIFICADO
SANIDAD AMBIENTAL	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
SUELOS AGRÍCOLAS	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
SUELOS AMBIENTAL CALIDAD	6	3	18	25	450		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
BANCO DE CEPAS	2	4	8	25	200		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
MICROBIOLOGÍA APLICADA	6	3	18	25	450		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	6	1	6	25	150		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
BIOTECNOLOGÍA GENERAL	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
BIOPROCESOS	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
NUTRICIÓN ANIMAL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS	6	1	6	25	150		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
NUTRICIÓN DE PECES	10	1	10	25	250		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LACTEOS	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica

Fuente: La autora

LABORATORIO	ND	NE	NP	NC	NR	GRADO	NIVEL DEL RIESGO	SIGNIFICADO
CIENCIA AGROINDUSTRIAL BÁSICA	6	1	6	25	150		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA ANIMAL	6	1	6	25	150		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
PECES ORNAMENTALES	10	1	10	25	250		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
REPRODUCCIÓN CITOGÉNÉTICA Y	6	1	6	25	150		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
AGUAS DE EXTENSIÓN	6	3	18	25	450		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
AGUAS DE CALIDAD AMBIENTAL	2	4	8	25	200		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
OPERACIONES UNITARIAS	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
LIMNOLOGÍA	6	3	18	25	450		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
FISICOQUÍMICO DE AGUAS CALIDAD AMBIENTAL	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
BIOLOGÍA MOLECULAR	6	4	24	25	600		I	Situación Crítica
CUARTO DE RESIDUOS	6	2	12	25	300		II	Corregir y adoptar medidas de control inmediato

Fuente: La autora