



Universidad César Vallejo

**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Biosensores para la detección de contaminantes agrícolas
que afecta la seguridad alimentaria: Revisión sistemática**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Canchari Chuchon, Noemi Herlinda (orcid.org/0000-0002-8633-3484)

Ñaupá Talavera, Luis Enrique (orcid.org/0000-0003-0450-1964)

ASESOR:

Dr. Espinoza Farfán, Eduardo Ronald (orcid.org/0000-0003-4418-7009)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedicamos esta investigación se la dedicamos a nuestras familias quienes nos brindan todo el apoyo necesario guiándonos a ser perseverantes, a mis amigos y maestros quienes han venido aportando en nuestra formación profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, damos gracias a Dios por habernos dado una familia maravillosa, por ser siempre un ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándonos a valorar el sacrificio del día a día.

A todos ellos les dedicamos este trabajo de investigación, porque han fomentado en nosotros el deseo de superación y triunfo en la vida, esperamos siempre contar con su apoyo.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tabla	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGIA	15
3.1. Tipo de investigación y diseño	15
3.2. Categoría, subcategoría y matriz de categorización.....	15
3.3. Escenario de estudio	15
3.4. Participantes	16
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.6. Procedimiento	16
3.7. Rigor científico	18
3.8. Método de análisis de información	19
3.9. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
V. CONCLUSIONES	29
VI. RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Lista del mecanismo de efectos de toxicidad.</i>	<u>11</u>
<i>Tabla 2. Tipos de biosensores</i>	<u>14</u>
<i>Tabla 3. Biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios</i>	<u>20</u>
<i>Tabla 4. Biosensores más aplicados para la detección de contaminantes plaguicidas</i>	<u>22</u>
<i>Tabla 5. Contaminantes agrícolas</i>	<u>25</u>

índice gráfico

<i>Gráfico 1. Procedimiento de selección de artículos</i> _____	17
<i>Gráfico 2. Porcentaje de contaminantes plaguicida</i> _____	27
<i>Gráfico 3. Porcentaje de contaminantes veterinarios</i> _____	27

índice de figuras

<i>Figura 1. El suelo como reservorio de COP y fuente de exposición</i> _____	10
<i>Figura 2. Diferentes tipos de biosensores</i> _____	13

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la importancia de los biosensores aplicados para la detección de contaminantes agrícolas que afectan la inocuidad de los alimentos; para lo cual se aplicó una metodología de tipo básica, con un diseño sistemático, donde se recolectaron 75 artículos científicos, de los cuales 41 se sumaron al estudio.

A través de los resultados se obtuvo que los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios en los sectores agrícolas que afectan la seguridad alimentaria son los fluorométricos y electroquímicos. Esto se debe a que, dado que los contaminantes veterinarios como los organofosforados (OP) a menudo se mezclan en la agricultura, los aptasensores recientes han tendido a detectar múltiples organofosforados simultáneamente. Los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes plaguicidas en los sectores agrícolas que afectan la inocuidad de los alimentos son electroquímicos con un 41% de aplicación (11 de 27), electroquímicos con un 30% (8 de 27), colorimétricos con un 15%. (4 de 27) y, por último, SERS y ECL con un 7% cada uno.

Palabras clave: biosensores , veterinario, agrícola, pesticidas, alimentos

Abstract

The objective of this study was to determine the importance of biosensors applied for the detection of agricultural contaminants that affect food safety; for which a basic methodology was applied, with a systematic design, where 75 scientific articles were collected, of which 41 were added to the study.

The results showed that the most widely used biosensors for the detection of veterinary contaminants in the agricultural sectors that affect food safety are fluorometric and electrochemical. This is because veterinary contaminants such as organophosphates (OP) are often mixed in agriculture, and recent aptasensors have tended to detect multiple organophosphates simultaneously. The most widely applied biosensors for the detection of pesticide contaminants in agricultural sectors affecting food safety are electrochemical with 41% application (11 out of 27), electrochemical with 30% (8 out of 27), colorimetric with 15% (4 out of 27) and finally SERS and ECL with 7% each. The most studied agricultural contaminants affecting food safety are acetamiprid, malathion in pesticide contaminants and kanamycin, chloramphenicol in veterinary contaminants.

Keywords: biosensors, veterinary, agricultural, pesticides, foods

INTRODUCCIÓN

Debe enfatizarse el hecho de que numerosos países sudamericanos son exportadores netos de alimentos, es decir, sus exportaciones de alimentos superan sus importaciones de alimentos (Weber R. et al., 2019, p.2). Dado que los alimentos producidos en América del Sur se consumen a nivel mundial, esto es especialmente importante para la seguridad alimentaria local y mundial (Thakur M. et al., 2022, p. 5).

Por ello, la contaminación del agua y los alimentos es una preocupación que afecta la economía y la salud pública de muchos países (Marchiol L., 2018, p.2). La necesidad de una comprensión integral de la contaminación ha sido enfatizada durante mucho tiempo por el movimiento "de la granja a la mesa", cuyo objetivo es comprender la contaminación de los alimentos por el agua, así como lo que ocurre antes, durante y después de la cosecha (Adell Aiko D et al., 2018, pág. 2).

Como resultado, los contaminantes de los alimentos ponen en peligro la salud humana, la cadena alimentaria y la agricultura (Liu Aiping et al., 2018, p. 2). Debido a que los alimentos agrícolas producidos con una enfermedad como virus, bacterias o plagas parasitarias provocan la transmisión de enfermedades, y entre ellas se encuentran las transmisiones de sustancias químicas que al ser consumidas son nocivas para la salud humana, los alimentos agrícolas son fuente de transmisión de enfermedades (Aidara K t al., 2016, p.7).

Los pesticidas, los medicamentos veterinarios y las micotoxinas son ejemplos de contaminantes de bajo peso molecular (o moléculas de hapteno) que pueden ser perjudiciales para la salud humana si están presentes en alimentos, piensos y productos agrícolas. Estos contaminantes tienen un peso molecular inferior a 1000 Da. seguridad alimentaria (Dias Leticia de A. et al., 2020, p.1).

Como no subestiman los factores que determinan el destino ambiental y la toxicidad de los plaguicidas, se han puesto en marcha sistemas de registro y seguimiento de plaguicidas creados en Europa o Estados Unidos, así como en países de América Latina y el Caribe. uso de plaguicidas en sus países de origen (Vryzas Z. et al., 2020, p.4).

Debido a la necesidad crítica de detectar con sensibilidad estos contaminantes, se han desarrollado varias técnicas para su evaluación precisa. (Zhang Y. et al., 2019, p.1).

Sin embargo, los métodos como el análisis de seguridad alimentaria convencional generalmente carecen de la capacidad de identificar rápidamente los contaminantes en grandes muestras de alimentos en el sitio. (Kim Dabid et al., 2020, p.3). Por lo tanto, existe una necesidad apremiante de crear sistemas de detección in situ sensibles, fáciles de usar y precisos para los contaminantes de los alimentos.

Como resultado, se pueden detectar pesticidas y medicamentos veterinarios usando biosensores ópticos y electroquímicos. (Chen Jinri et al., 2022, p.2).

Dicho esto, el presente estudio plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la importancia de los biosensores aplicados para la detección de contaminantes agrícolas que afectan la seguridad alimentaria?

Asimismo, para desarrollar el problema del trabajo de investigación se elaboraron las siguientes preguntas específicas:

PE1: ¿Cuáles son los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios en los sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria?

PE2: ¿Cuáles son los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes plaguicidas en los sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria?

PE3: ¿Cuáles son los contaminantes agrícolas más estudiados que afectan la seguridad alimentaria?

De igual forma se elaboró el siguiente objetivo general: Determinar la importancia de los biosensores aplicados para la detección de contaminantes agrícolas que afectan la inocuidad de los alimentos.

Mientras que para desarrollar el objetivo principal se plantearon los siguientes objetivos específicos:

OE 1: Clasificar cuáles son los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios en los sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria

OE 2: Clasificar cuáles son los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes plaguicidas en los sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria

OE 3: Identificar cuáles son los contaminantes agrícolas más estudiados que afectan la seguridad alimentaria

La importancia de que los alimentos a consumir estén en perfectas condiciones, y que haya suficiente disponibilidad para la población es un tema que enmarca a la sociedad y se considera un problema tanto social como de salud; Por esta razón, la presente investigación El objetivo de este trabajo es evaluar investigaciones recientes basadas en los principios de detección de biosensores para la detección de contaminantes agrícolas, como los pesticidas, que representan una amenaza para la seguridad alimentaria. Este estudio se justifica teóricamente porque recopilará estudios prácticos internacionales recientes. (Adell Aiko D. et al., 2018, p.3).

Además, la finalidad con la que se realiza este trabajo es brindar métodos de detección de contaminantes agrícolas económicos, exactos, prácticos y eficientes para detectar contaminantes agrícolas, por lo que el trabajo se enfoca en el beneficio social y de salud de la población.

II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con la búsqueda de una solución al desafío de investigación sobre la importancia de los biosensores aplicados para la detección de toxinas agrícolas que afectan la seguridad alimentaria, a continuación se enumeran las aplicaciones más destacadas de dichos biosensores en el mundo. continuación:

Bahreyni A, et al., (2018, p.1); Desarrolló una prueba fluorométrica basada en aptámeros durante su investigación para la detección muy precisa y específica del insecticida neonicotinoide acetamiprid . La estrategia se basa en un aptámero contra acetamiprid , numerosas cadenas complementarias (CS) y nanopartículas de oro (AuNP). donde se unirán cuando se agregue acetamiprid al aptámero y formen CS2 marcado con fluoresceína CS1 (FAM) (como un dsDNA). Debido a que el dsDNA marcado con FAM no se une a AuNP (un potente extintor) y permanece libre en el medio ambiente, la intensidad de la fluorescencia es alta. El enfoque puede identificar acetamiprid en el rango de concentración de 5 a 50 nM con un límite de detección de 2 nM .

Wang Hai Bo et al., (2018, p.2); Además, desarrollaron una plataforma de biodetección de fluorescencia multipropósito sin etiquetas utilizando poli(adenina) (poli A) nanogrupos de oro moldeados con ADN (ADN -AuNC), que tienen excelentes propiedades fluorescentes, y láminas de MnO₂, que tienen un fuerte enfriamiento. propiedades. La fluorescencia de AuNC- DNA se redujo como resultado de la excelente capacidad de extinción de las láminas de MnO₂. ADN monocatenario: el AuNC se absorbió físicamente en la superficie de las láminas de MnO₂ por las nucleobases del ADN monocatenario y el plano basal de esas láminas. Los AuNC de ADN pudieron hibridarse con el ADN objetivo y crear estructuras de ADN dúplex de doble cadena cuando el ADN objetivo estaba presente, lo que condujo a su desorción de las láminas de MnO₂. Por lo tanto, se recuperó la señal de fluorescencia del sistema. Similar a esto, los complejos aptámero - sustrato se formaron cuando el sustrato objetivo estaba presente, lo que provocó que las AuNC de ADN brillaran.

Saberi Zeinab R. et al., (2019, p.1); En su artículo, propone una fluorométrica Técnica basada en aptámeros para la detección precisa del plaguicida acetamiprid . Puntos de carbono catiónico generados hidrotérmicamente (cCD) de bromuro de cetrimonio con

fluorescencia azul (CTAB). El acetamiprid cargado negativamente los aptámeros se unen a la superficie de los CCD cuando están presentes debido a la atracción electrostática. Esto provoca una supresión parcial de la fluorescencia de los cCD (las mejores observaciones se realizaron en longitudes de onda de excitación/emisión de 360/445 nm). Similar a la configuración anterior, la adición de acetamiprid demuestra que el aptámero se une a acetamiprid como diana con una afinidad fuerte y específica. Como resultado, la fluorescencia está relacionada con los niveles de acetamiprid . El aptasensor es más sensible que las técnicas utilizadas actualmente, con un límite de detección de 0,3 nM y un rango dinámico de 1,6 a 120 nM .

Yang Qian et al., (2019, p.1); Sugiere un aptámero fluorescente multicolor. nanosonda para expandir y amplificar la señal sin necesidad de enzimas. Donde la interacción se utiliza para localizar de forma más rápida, sensible y selectiva una variedad de fármacos. Y es que el ADN monocatenario que ha sido marcado con colorante fluorescente (ssDNA) es eliminado de forma muy eficiente por las características de los MOF 2D, y que la fluorescencia que contiene conduce a una mejora en la relación señal-ruido. relación debido a su poder de reducción. Su fluorescencia se recuperó virtualmente por completo cuando el ADN monocatenario marcado con colorante fluorescente adsorbido se fusionó con su correspondiente ADN monocatenario marcado con colorante fluorescente para crear una doble hélice de ADN bicatenario. Conclusión: El aptasensor desarrollado fue capaz de detectar residuos de antibióticos en concentraciones tan bajas como 1,5 pM CAP, 2,4 pM OTC y 1 pM KANA (S/N = 3).

Zhao Yunwei et al., (2021, p.1); ha desarrollado una tecnología de detección de fluorescencia sencilla para el ensayo de acetamiprid basada en uniones de tres vías (TWJ) de ADN, que puede proporcionar una señal de fluorescencia triple. La estructura está formada por tres moléculas de ADN monocatenario, o ssDNA , cada una de las cuales tiene un gen con una secuencia cuádruple G en cada extremo. Se produjo una cadena de ADN de cadena sencilla después de la adición de acetamiprid a un gen de ADN de cadena doble que contenía un aptámero . Este ADN puede unirse al ADN de TWJ y, dado que los extremos de los tres pares de ADN están cerca uno del otro, pueden combinarse para formar tres unidades cuádruple G.

Madianos Leonidas et al., (2018, p.2); Un impedimétrico sin etiquetas El investigador describe un aptasensor para la detección simultánea y altamente selectiva de dos pesticidas en su esfuerzo de estudio. El sensor se basa en películas bidimensionales de ácidos nucleicos específicos del objetivo y nanopartículas de platino autoensambladas producidas a temperatura ambiente mediante pulverización catódica con magnetrón (también conocidas como aptámeros). Se han producido recubrimientos de nanopartículas de platino sobre sustratos de SiO₂ con patrones de electrodos interdigitados. Para facilitar el depósito e inmovilización del aptámero , la superficie del dispositivo ha sufrido una modificación química. El acetamiprid y la atrazina se recolectaron y detectaron de manera más efectiva usando dos diseños de aptámeros distintos. La impedancia de la película de nanopartículas para cargar el transporte es responsable del cambio en la impedancia del aptasensor que resulta de eventos de unión exitosos entre el aptámero y el objetivo. En comparación con los aptasensores interdigitados "desnudos" , la incorporación de la película de nanopartículas en la fabricación del aptasensor mejora significativamente el rendimiento del dispositivo y permite la detección altamente sensible y selectiva de acetamiprid y atrazina hasta $0,6 \times 10^{-11}$ M y $0,4 \times 10^{-10}$ M, respectivamente. .

XuYiwei et al., (2020, p.1); Se desarrolló un nuevo aptasensor electroquímico extraordinariamente poroso que ha sido mejorado con oro aptámero para detectar acetamiprid en frutas y verduras. para determinar si el acetamiprid está presente en frutas y verduras. El procedimiento consistió en realizar un experimento electroquímico en una estación de trabajo con tres electrodos: un electrodo de Au (AuE) con un diámetro de 2 mm que sirvió como electrodo de trabajo, un electrodo de alambre de platino sirvió como contraelectrodo y un Ag/ AgCl (KCl saturado).) electrodo sirvió como electrodo de referencia. Utilizando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo JSM-7001F, se examinó la morfología de la HPG y se descubrió su composición química. Se creó un aptasensor sin etiquetas ABA/HPG/ AuE basado en la electrodeposición HPG y el autoensamblaje del aptámero y se puso en uso para medir cuantitativamente el acetamiprid en los productos agrícolas. ABA/HPG/ AuE mostró una respuesta EIS sensible a acetamiprid , mientras que los hallazgos usando HPG con cualidades excepcionales y un aptámero con alta afinidad no mostraron esto. El valor de

Ret mostró una sólida relación lineal con la concentración de acetamiprid en el rango de 0,5-300 nmol /L, con un LOD de 0,34 nmol /L. Las recuperaciones de la aplicación para encontrar acetamiprid en muestras de frutas y verduras fueron del 93,3% al 107,5%.

Yi Jiangle et al., (2020, p.2); En un nuevo aptasensor electroquímico sin etiquetas basado en un electrodo poroso tridimensional (3D-CS/ rGO /GCE) para la detección de residuos de acetamiprid , la señal de detección la producía el propio ADN. El electrodo poroso se fabricó por electrodeposición in situ y luego se examinó mediante SEM, voltamperometría cíclica y espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) (EIS). De acuerdo con estos resultados, el electrodo poroso tiene una estructura nanoporosa homogénea , una conductividad de área activa alta y una conductividad de área activa superior, lo que mejora la eficiencia de transmisión de las señales de corriente. Para mejorar la carga de aptámero de acetamiprid en el electrodo, se utilizó 3D-CS/ rGO /GCE. El método de autoensamblaje de ADN se utilizó para aumentar las cantidades de ADN en el ínterin. La corriente electroquímica mejoró mucho debido al aumento de las cantidades de grupos fosfato del efecto sinérgico anterior, y el análisis de voltamperometría de onda cuadrada (SWV) de los residuos de acetamiprid reveló una buena sensibilidad con un rango lineal de 0,1 pM a 0,1 M y un límite de detección de 71,2 fM.

Shi Xiaojie et al., (2020, p.1); En su trabajo, se desarrolló un nuevo método de amplificación de señal dual para aptasensores que utilizan grafeno reducido en nanopartículas de plata y nanocompuestos de oro azul de Prusia para la detección de acetamiprid . Se aplicaron nanopartículas de óxido de plata de grafeno reducido (rGo-AgNP), que tienen una gran área de superficie específica para la posterior inmovilización y amplificación de la señal actual, a una superficie de electrodo de carbono vítreo desnudo para aumentar la sensibilidad de los aptasensores . El catalizador de la reacción redox, las nanopartículas de oro azul de Prusia (PB-AuNP) , se inmovilizó, lo que mejoró en gran medida la sensibilidad y la salida de la señal eléctrica del aptasensor . El experimento de prueba mostró que cumplía con los requisitos de la gran mayoría de las pruebas diarias de hortalizas de hoja con un límite de detección de 0,30 pM (S/N = 3). Además, en circunstancias ideales, el aptasensor propuesto demostró un amplio rango de detección lineal de 1 pM a 1 M. Además, este aptasensor demostró excelente

estabilidad y selectividad para la detección de acetamiprid sin la interferencia de otros pesticidas.

Guo Yemin et al., (2021, p.1); Utilizó la propiedad de luminiscencia del luminol y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) como co-reactivo en su investigación para desarrollar un aptasensor ultrasensible y selectivo de electroquimioluminiscencia (ECL) con nanoestructura de aptámero Au-tetraédrico (Au-TAN) para la detección de acetamiprid . Luego aplicó el Au-TAN preparado a los sistemas de luminiscencia. Mediante el uso de una conexión Au-S, el material Au-TAN se desarrolló para alterar la superficie de un electrodo. Cuando se fija a la superficie del electrodo de trabajo, Au-TAN no solo puede aumentar la funcionalidad del aptámero sino también sus capacidades de detección. Además, las nanopartículas de Au (AuNP) hechas de Au-TAN pueden catalizar H_2O_2 , mejorando el rendimiento de la luminiscencia de este aptasensor . optimizar el pH de la solución tampón, la concentración de H_2O_2 y la concentración de Au-TAN. El límite de detección del aptasensor para acetamiprid en circunstancias ideales fue de 0,0576 pM (S/N = 3), que fue inferior al de los aptasensores anteriores .

Luego de la presentación de los hallazgos, se esboza la problemática que abarca los estudios, comenzando por la contaminación agrícola; dado que las infecciones transmitidas por alimentos pueden ser intencionales o no intencionales y tener múltiples orígenes (Cui feiyun et al., 2018, p.3). Las fitotoxinas , que se producen de forma natural, la contaminación bacteriana, el uso incorrecto de pesticidas y medicamentos veterinarios, la adición de productos químicos durante el procesamiento, así como los nuevos riesgos químicos emergentes , son algunas de estas fuentes (Hu Xindi et al., 2016, p.2).

El crecimiento esperado de la población mundial de 8.500 millones en 2030 a 9.800 millones en 2050 presentaría dificultades para el uso de los recursos naturales y la producción de alimentos (Parisi C. et al., 2016, p .3).

Otros problemas importantes son la disminución de la superficie terrestre, la escasez de alimentos y cultivos, la competencia por los recursos naturales y el enfoque en aumentar el rendimiento de los cultivos en condiciones ambientales adversas (Alvarado Katherine et al., 2019, p.3) .

Sin embargo, la contaminación de los alimentos durante la fabricación y el almacenamiento es otra preocupación mundial (Pandey Shailesh et al., 2018, p.2).

Además, la contaminación puede afectar a los alimentos de tres maneras: física, química y microbiológicamente, y en varias fases, incluida la recolección, limpieza, transformación, tránsito y almacenamiento (Landrigan Philip J. et al., 2018, p.1). En consecuencia, estas contaminaciones alimentarias pueden dar lugar a numerosas enfermedades graves, en particular las de origen alimentario (Wang Peiwen et al., 2018, p.3).

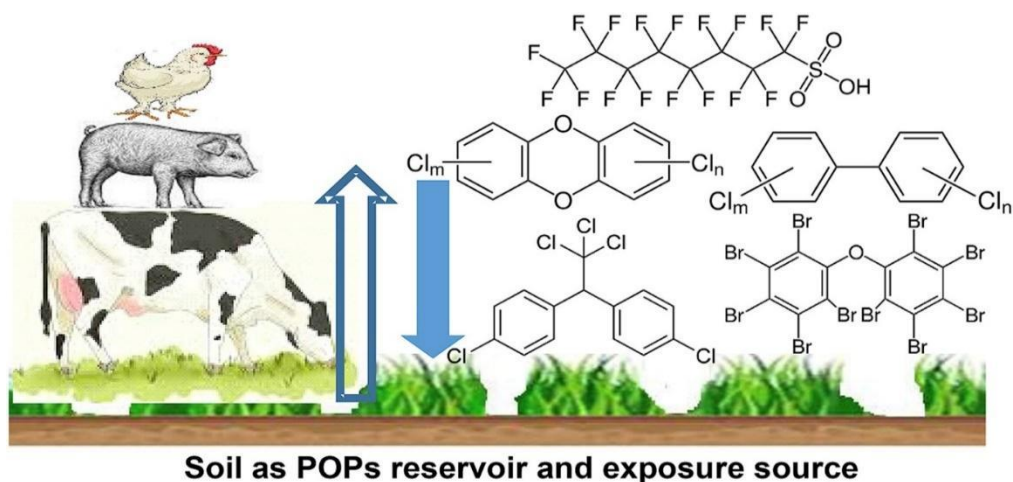
Los agroquímicos están frecuentemente relacionados con la contaminación química debido al uso extensivo de fertilizantes y pesticidas en esta industria (Charbgo F. et al., 2016, p.2).

Entre los contaminantes de origen químico como pesticidas o medicinas animales, se puede decir que su presencia se encuentra en vegetales y carnes animales debido al uso que se ejerce sobre ellos y ocasionan intoxicaciones severas o daños a largo plazo (Marchiol L., 2018 , p.1).

Para satisfacer la creciente demanda agrícola, se utilizan insecticidas y medicinas para animales (Duhan Joginder S. et al., 2017, p.1). Sin embargo, no se pueden utilizar de forma inadecuada en la agricultura ya que se pasan por alto sus efectos perjudiciales sobre la seguridad alimentaria (Nern C. et al., 2016, p.3).

Ante esto, el suelo actúa como reservorio de estos contaminantes y fuente de exposición, como se muestra en la Figura 1.

Figura No. 1. El suelo como reservorio de COP's y fuente de exposición



Extraído de: Weber R. et al., 2019

En particular, contaminantes como los organoclorados (OCP) y otros contaminantes orgánicos persistentes (COP), presentes en los seres vivos, generan efectos negativos irreversibles, así como en el medio ambiente (Weber R. et al., 2019, p. 2).

Los contaminantes del suelo más peligrosos y principales son los contaminantes orgánicos persistentes (COP), que incluyen PCDD/F y PCB (Ali Qurban et al., 2021, p.1). Los animales productores de alimentos como el pollo, la carne de res, las ovejas y las cabras pueden contaminar el suelo cuando pastan o viven al aire libre (Ali Athmar A. et al., 2020, p.3).

Además, estos COP se bioacumulan y pueden contaminar las comidas elaboradas con animales, exponiendo indirectamente a los humanos a ellos (Chen Ming et al., 2016, p.1). Es así como se documentaron numerosos casos de contaminación por plaguicidas de frutas y verduras (Arachchillaya B. et al., 2018, p.2).

Ante esto, se debe señalar que varios productos químicos pueden ser categorizados como químicos peligrosos, ya que generan diversos casos de intoxicación por su toxicidad en los recursos suelo, agua y aire; trayendo consigo nuevas preocupaciones ambientales que pueden generarse en la estructura del material (Feagin T. et al., 2018, p.3). Este químico venenoso puede alterar específicamente la estructura de los sistemas biológicos y afectar el crecimiento y la reproducción (Chang Hualin et al., 2021, p.3).

Por lo tanto, en la Tabla 1 se puede encontrar un resumen de los mecanismos que sustentan los impactos perjudiciales de los contaminantes químicos en los peces, las plantas y los microorganismos.

Tabla N°1. Lista de mecanismos de efectos de toxicidad

ORGANISMO	TIPOS DE ESPECIES	EFFECTOS DE LOS MECANISMOS DE TOXICIDAD
Pescado	Pez cebra embriones	Disminución del crecimiento y muerte de las larvas.
	Carpita cabezona	Mortalidad y motilidad
	Mojarra Azul	Cambio de células de un tipo a otro
	Salmónidos	Diferentes valores de ATP
Plantas	Chino repollo	Producción micronúcleos, genotoxicidad .
	Avena	Variación en los niveles de crecimiento, peso y actividad enzimática.
Bacterias	bacterias nitrificantes	El nivel de microorganismos para modificar C, Ni y S, así como el desarrollo enzimático y microbiano, la actividad de captación de glucosa, la respiración.
	Nitrobacter Nitrosomonas	

Extraído de: Oconnor James et al., 2022

En vista de lo anterior, además, casi todos los contaminantes mencionados una vez presentes en los humanos no son fáciles de degradar, por lo que su eliminación o la de sus residuos tienden a acumularse rápidamente, generando enfermedades graves como el cáncer (Behera L. et al. , 2022, p. 11). Estos deben mantenerse alejados porque pueden liberar iones metálicos dañinos como As , Hg, Pb y Cd, entre otros, que son comunes en el suelo y el agua (Fei Xufeng et al., 2022, p.4).

Debido a esto, los retardantes de llama bromados, como las sustancias alquílicas perfluoradas y polifluoradas (PFAS), los éteres de difenilo polibromados (PBDE) y las parafinas cloradas de cadena corta (SCCP) (PBDE) , que últimamente provocan una gran contaminación de los suelos y otras matrices ambientales, se han generados en cantidades masivas y liberados al medio ambiente (Della Rossa P. et al., 2022, p.3).

Estudios recientes sobre aves de corral y carne de res han demostrado que niveles inesperadamente bajos de PCB y PCDD/F en el suelo pueden dar como resultado comidas que excedan los límites reglamentarios (Zhang Ke et al., 2022, p.2).

Además, las infecciones accidentales o no intencionales causadas por bacterias, hongos y mohos se conocen como contaminación microbiológica (Tang Jiayi et al., 2019, p.3). Salmonella y Escherichia coli son los microorganismos más frecuentes causantes de contaminación. La contaminación por Salmonella y E. coli es frecuentemente causada por el descuido de los trabajadores y consumidores de alimentos (Williams N. et al., 2022, p.3). Por ejemplo, la mala gestión y mantenimiento de los alimentos podría dar lugar a la producción de toxinas que aceleran la descomposición de los alimentos (Lyszczarz S. et al., 2021, p.2).

Además, la contaminación de los productos agrícolas puede resultar de cualquier proceso de fabricación, incluida la incorporación de materiales extraños como vidrio, plástico o compuestos metálicos. Este es el caso de los suministros de alimentos que pueden poner en peligro la salud de los consumidores cuando se agregan contaminantes a los alimentos como resultado de un descuido por parte de los productores de alimentos o del equipo (Qin Guwei et al., 2021, p. 3).

Las enfermedades relacionadas con los alimentos pueden ser causadas por la contaminación durante la producción o la manipulación incorrecta de los alimentos y tienen un efecto perjudicial tanto en la salud de la población como en la economía (Deng F. et al., 2020, p. 1). El problema se ve agravado por el uso indebido de productos químicos particulares, la insuficiencia del equipo de detección y los desafíos asociados con el monitoreo y la notificación de alimentos contaminados (Pedro S. et al., 2021, p.1).

La cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) es un método que se ha utilizado en numerosas investigaciones y métodos para encontrar y detener la contaminación química en los alimentos (Jyoti A. y Tomar R., 217, p.4 Espectrometría de absorción atómica (AAS), Plasma acoplado inductivamente La espectrometría de emisión atómica (ICP-AES) y la espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente son solo algunos de los métodos disponibles (ICP-MS) (Kurth Katherine et al., 2021, p. 3). Pero el negocio de los alimentos recientemente captó el interés de muchos expertos, donde

los avances en nanotecnología, biometría y materiales están impulsando la necesidad de biosensores (Gao H. et al., 2019, p.2). Además, este nuevo método analítico es portátil y fácil de usar para la identificación de sustancias in situ y tiene varias ventajas para el análisis de alimentos (Li Ying et al., 2021, p.3).

Por sus propiedades, los biosensores facilitan la detección de contaminantes alimentarios, la detección de enfermedades vegetales y agrícolas, y la evaluación del valor nutricional de las plantas (Xie Miaoqia et al., 2022, p.2). Todos los biosensores se pueden clasificar en tres grupos principales, como se muestra en la Figura 2: basados en receptores, basados en modos/transductores y nanobiosensores (Zhang Yang et al., 2019, p.4).

Figura N°2. Diferentes tipos de biosensores



Extraído de: Patra Jayanta K. et al., 2019

Los biosensores también son los instrumentos preferidos en el entorno moderno debido a su alta sensibilidad, simplicidad, exactitud, precisión y rápido tiempo de respuesta (Sanford Aimee A. et al., 2021, p.1).

Asimismo, a través de la Tabla 2, se muestran con mayor detalle los tipos de biosensores con sus respectivas descripciones.

Tabla N°2. Tipos de biosensores

Biosensores	Descripción
Biosensor de base enzimática	Basado en técnicas de inmovilización de enzimas (oxididasas, aminooxidasas, polifenoloxidasas, oxidorreductasas y peroxidasas) que se adsorben mediante enlaces iónicos, fuerzas de Van der Waals o enlaces covalentes.
Biosensor basado en microbios o en células	Las fuentes de estos sensores son de origen vegetal y animal, y el analito objetivo puede servir como sustrato o inhibidor de estos métodos.
Basado en organelos biosensor	Los sensores se fabrican a partir de componentes intercelulares (mitocondrias, cloroplastos, membranas y microsomas) con alta estabilidad, mayor tiempo de detección y baja especificidad.
Inmunosensores biosensor	El mecanismo de estos sensores se basa en la afinidad de los anticuerpos hacia sus antígenos particulares. Por ejemplo, la interacción de los anticuerpos con los componentes del sistema inmunitario del huésped se produce cuando se une explícitamente a determinados contaminantes o patógenos.
Biosensor de ADN	Se basa en el reconocimiento del ácido nucleico de una sola hebra y en las características de unión a su hebra correspondiente en una muestra determinada. La interacción se produce cuando el enlace de hidrógeno estable se forma entre las dos hebras de ácidos nucleicos.
Biosensor magnético	Se basa en los principios del efecto de magnetorresistencia con sensibilidad y tamaño específicos para la detección de nanopartículas en el medio microfluídico.
Térmico calorimétrico biosensor	o Asimilación de los componentes del biosensor en un transductor.
Biosensor óptico	Se trata de fuentes de luz y una gran cantidad de materiales ópticos para generar un haz de luz con características específicas. A continuación, la luz se transmite a un agente modulador (el tipo de cabezal sensor modificado), que se conecta al fotodetector.

Extraído de: Gazel N. y Yildiz H., 2017

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Dado que este estudio fue una revisión sistemática, empleó un estilo fundamental de investigación que depende de la búsqueda y el examen de los investigadores sobre inquietudes teóricas para obtener conocimientos nuevos o ambiguos sobre un tema determinado (Howard D. et al., 2016, p.23).

Un estudio o compilación de investigación adicional, generalmente de literatura revisada por pares, pero ocasionalmente incluye investigaciones no académicas (Simasatitkul A. et al., 2013, p.5). Aquí se toman en consideración los metanálisis, las revisiones sistemáticas y las revisiones narrativas, ordenadas de la más estructurada a la menos estructurada (Papadopoulos A. et al., 2010, p. 760). En la presente investigación se ha utilizado un diseño de investigación sistemático.

A través de la recopilación e incorporación de investigaciones anteriores, el diseño de investigación sistemática busca definir el estado actual del conocimiento y las necesidades específicas de investigación. Tanto la literatura gris como la literatura revisada por pares pueden contener evidencia relevante (Sovacool B. et al., 2018, p.28).

3.2. Categoría y Subcategoría y matriz de categorización

En el estudio se tuvieron en cuenta tres categorías: tipos de biosensores utilizados con mayor frecuencia para detectar contaminantes veterinarios, tipos de biosensores utilizados con mayor frecuencia para detectar contaminantes de pesticidas y tipos de biosensores utilizados con mayor frecuencia para detectar contaminantes agrícolas. Estas categorías se desarrollaron de acuerdo con las preguntas de los problemas específicos del estudio, mientras que las subcategorías representaron las divisiones de estos problemas específicos. Según el anexo 1.

3.3. escenario de estudio

Dado que se trata de una revisión sistemática, los estudios no se realizaron en un entorno físico; más bien, se tomaron en consideración los entornos utilizados por los

investigadores que fueron estudiados. El entorno del estudio consta de varios lugares donde los investigadores realizaron sus estudios experimentales. En estas áreas, se propusieron utilizar biosensores para la detección de contaminantes agrícolas.

Encuentro entre ellos; laboratorios, campos agrícolas, parcelas de estudio, entre otros.

3.4. Participantes

Son las plataformas virtuales Sciencedirect , Scopus y ResearchGate , siendo estas las encargadas de la búsqueda, recopilación y obtención de las diversas literaturas añadidas al estudio. Por esta razón, los participantes en una revisión son una clave importante para el desarrollo del estudio, ya que la selección adecuada debe ser de páginas indexadas y confiables para dar mayor peso a la información obtenida.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

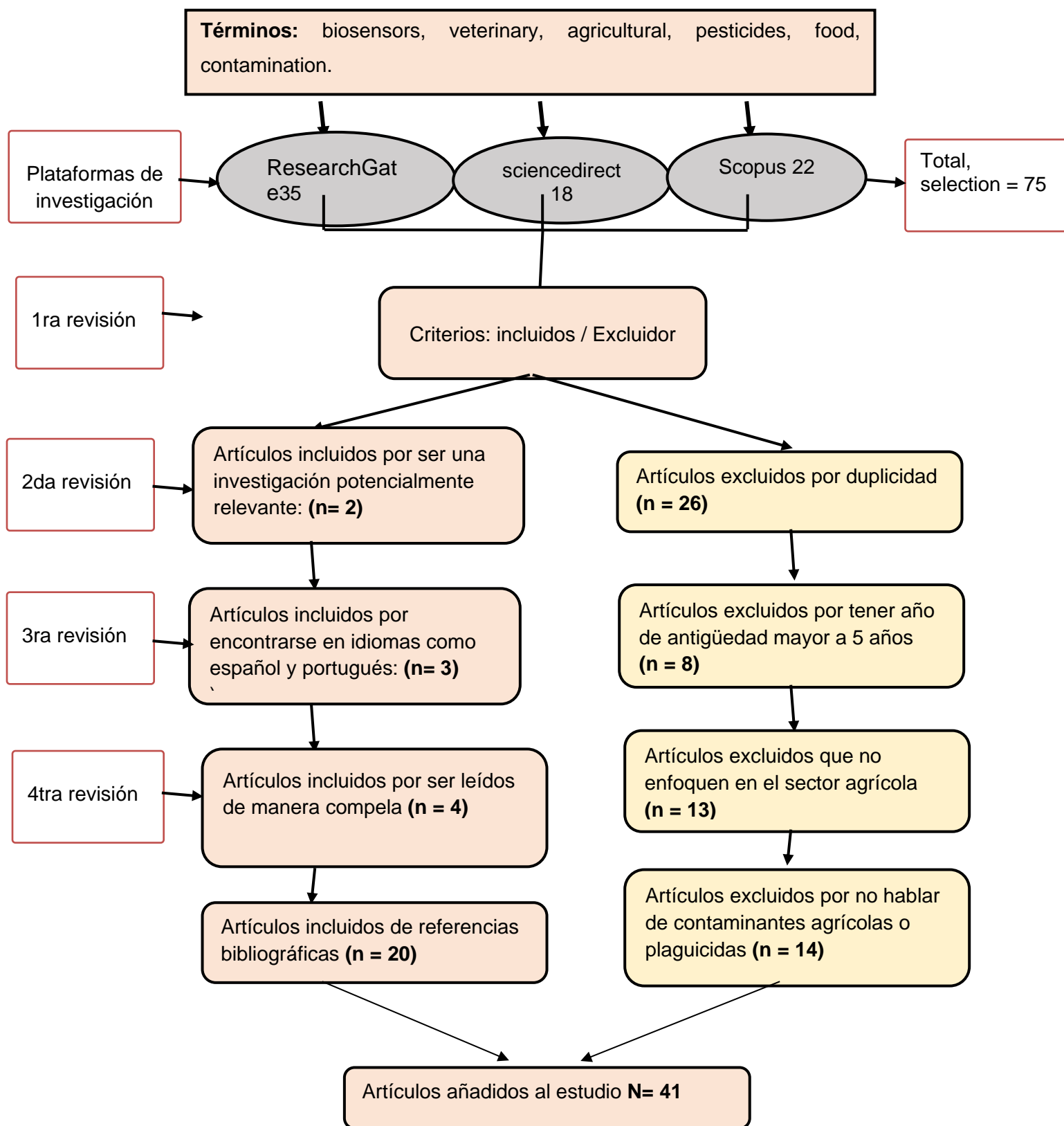
La técnica utilizada fue el análisis documental, ya que es una estrategia para aplicarlo a estudios cualitativos, que permite recopilar y analizar estudios sobre el tema que se busca resolver. Siendo los estudios que aplican biosensores los que fueron analizados y seleccionados.

Asimismo, el instrumento de recolección de datos utilizado fue el archivo propuesto en el anexo 2, el cual permite extraer información relevante del documento original, donde se encontraban los datos registrados; Datos del autor, datos del estudio como: nombre, año, metodología, tipos de biosensores, tipos de plaguicidas agrícolas, resultados y conclusiones. Esto permite una fácil recuperación de la información original.

3.6. Proceso

El procedimiento constó de 4 etapas, las cuales permitieron, a través de criterios de inclusión y exclusión, descartar y aumentar el número de estudios a elegir para el desarrollo del trabajo; donde los portales web fueron Sciencedirect , Scopus y ResearchGate . Ver Gráfico 1.

Gráfico N° 1. Procedimiento de selección de artículos



elaboración propia

3.7. rigor científico

En este trabajo se obtuvo rigor científico buscando cumplir con 4 criterios de investigación; siendo descrito por Cadena Iñiguez P. et al., (2017, p.5), como se muestra a continuación:

La definición de confiabilidad es "el grado de consistencia o confiabilidad con que un instrumento mide el atributo con el que está diseñado para medir", y este criterio determina la consistencia de un sujeto cuando es observado por varios participantes o por el mismo observador en varios momentos. veces. Además, no hay mucha diferencia entre estas definiciones en términos de sus diversas perspectivas filosóficas. Los dos primeros apuntan a la independencia del investigador, mientras que el tercero reconoce la participación activa del investigador; sin embargo, todos hacen referencia a la confianza del investigador en la recopilación de datos. Se aplicó este criterio porque se buscó obtener la consistencia del estudio, para lo cual se tomó la confirmación de que los artículos utilizados son de páginas indexadas que presentan un valor alto.

El tamaño de la muestra es directamente proporcional a la fiabilidad deseada en la investigación social cuantitativa, por lo que para que los resultados sean más fiables es necesario aumentar el tamaño de la muestra. Al comparar los resultados de numerosas investigaciones, se determinó que esta condición se había cumplido al confirmar que los resultados eran comparables.

Así mismo se aplicó el criterio de credibilidad o valor de verdad, siendo este criterio el que pretende aproximar la solución en relación al problema, así mismo, este criterio permite contrastar los resultados que se generan comparando los resultados generados por otros. investigadores

La aplicación de los instrumentos es un criterio que depende del tipo de estudio que se esté realizando. En este criterio, la observación participante es útil porque analiza la coherencia y precisión de la justificación proporcionada para los resultados, lo que permite que los instrumentos se apliquen a otros estudios en el mismo contexto o similar.

3.8. Método de análisis de información

La comparación de varias teorías para ver cuál explica mejor una colección específica de evidencia real se conoce como triangulación teórica. La matriz a priori fue la que mejor permitió articular los objetivos del estudio, resultando en resultados precisos y organizados.

Estas son las categorías: tipos de biosensores más populares para detectar contaminantes veterinarios, tipos de biosensores más populares para detectar contaminantes de pesticidas y tipos de biosensores más populares para estudiar contaminantes agrícolas.

Mientras que las subcategorías fueron: Fluorimetría , Electroquímica, Colorimétrica, Fluorimetría , Electroquímica, Colorimétrica, Contaminantes plaguicidas, Contaminantes veterinarios.

3.9. Aspectos éticos

La investigación realizada fue elaborada aplicando la veracidad y contrastando la veracidad de la información, así mismo, se respetó la guía actualizada brindada por la Universidad Cesar Vallejo, y cada información fue debidamente citada a través de la norma ISO 690, respetando así el derecho de autoría de varios autores.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de biosensor utilizado para encontrar pesticidas y contaminantes veterinarios en áreas agrícolas que afectan la seguridad alimentaria, así como los tipos de contaminantes agrícolas más frecuentes, es importante para la detección de contaminantes agrícolas que afectan la seguridad alimentaria. las cuales se crearon las tablas 3, 4 y 5 para el estudio.

Siendo que en la tabla 3 se detallan los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios, tomando como criterio el tipo de muestra y el contaminante objetivo.

Tabla N°3. Biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios

<i>biosensor Escribe</i>	<i>Contaminante</i>	<i>Muestra Escribe Aplicado</i>	<i>Referencia</i>
<i>fluorométrico</i>	cloranfenicol	muestras de leche	Liu Sha et al., (2020, p.1)
<i>fluorométrico</i>	cloranfenicol	muestras de leche	Mamá Pengfei et al., (2020, p.1)
<i>fluorométrico</i>	tetraciclina	Leche	He Yue et al., (2020, p.1)
<i>fluorométrico</i>	oxitetraciclina	Leche	Bahreyni A. et al., (2021, p.2)
<i>fluorométrico</i>	ampicilina	suero humano enriquecido	Esmaelpourfarkhani M. et al., (2020, p.2)
<i>fluorométrico</i>	enrofloxacin	Leche polvo	Zhang Jian et al., (2020, p.1)
<i>electroquímico</i>	tobramicina	Suero y leche humana	Wang S. et al., (2019, p.1)
<i>fluorométrico</i>	ofloxacin	Agua del grifo, agua de río y orina artificial	Yi et al., (2019, p.2)
<i>electroquímico</i>	cloranfenicol	Leche	Roushani M. et al., (2019, p.1)
<i>electroquímico</i>	kanamicina	Fortificado leche y yogur	Kulikova T. et al., (2020, p.1)
<i>electroquímico</i>	kanamicina	Muestras de carne de pescado + muestras de leche	Yao et al., (2020, p.1)
<i>electroquímico</i>	kanamicina	Leche muestras	Cheng et al., (2020, p.1)

<i>colorimétrico</i>	estreptomina kanamicina	Leche real y río Xiangjiang	Wang et al., (2020, p.2)
<i>colorimétrico</i>	cloranfenicol	pollo y sólido Leche	Wu Yang Yang et al., (2019, p.1)
<i>colorimétrico</i>	kanamicina	beber agua y leche	Abedalwafa M. et al., (2020, p.1)

Hasta la fecha, algunos investigadores se han dedicado a construir aptasensores para detectar residuos veterinarios y mejorar la sensibilidad de los ensayos. Por lo tanto, en la Tabla 3 se describen los estudios que presentan pruebas de medición de contaminantes veterinarios; de donde se aprendió que los biosensores fluorométricos y electroquímicos son los más utilizados para la detección de contaminantes veterinarios en los sectores agrícolas que afectan la seguridad alimentaria.

Los aptasensores modernos han sido capaces de detectar simultáneamente muchos organofosforados, como profenofos , forato , isocarbofos , ometoato y otras mezclas. Esto se debe a que los contaminantes veterinarios, como los organofosforados (OP), suelen estar entremezclados en la agricultura. Esto es respaldado por Zhang Jia et al., (2022, p.2), quienes afirman que estas técnicas de detección tienen la capacidad de monitorear residuos veterinarios y tienen resistencias, selectividad y sensibilidad extremadamente altas.

Según Liu Sha et al. (2020, p. 3), se demostró que a niveles eléctricos diferenciales de voltaje, Cd²⁺ y Pb²⁺ pueden producir picos de corriente DPV únicos como trazadores de señales, lo que permite la detección simultánea de kanamicina y estreptomina. Dado que las nanofibras de carbono y los nanotubos de carbono grafitados de pared múltiple (CNF AuNP) pueden mejorar la superficie y reunir más elementos, Zhang Jian et al. (2020, p. 5) mencionan que esto se logró gracias a los nanocompuestos.

Jiang et al. (2020, p. 3) han sugerido un ensayo fluorométrico para la medición cuantitativa de tres OP en vegetales utilizando NH₂-MNP recubiertos con CS marcados con mercaptol como transportador de separación y 6-FAMaptamer como sonda de fluorescencia. Liu Sha et al., 2020, p.1, Ma Pengfei et al., 2020, p.1, He Yue et al., 2020, p.1, Bahreyni A et al., 2021, p.2, Esmaelpourfarkhani M et al., 2020, p.2, Zhang Jian et al., y otros respaldan la afirmación realizada (2020, p.1).

Para localizar 4 PO, Fu et al. (2021, p.3) sugirió un método que usa DPV, indicando que la densidad de los objetivos y las respuestas electroquímicas muestran que los OP tienen grandes correlaciones lineales inversas.

Sin embargo, al desarrollar la Tabla 4 y utilizando como criterio el tipo de muestra utilizada y el contaminante objetivo, en los sectores agrícolas que afectan la seguridad alimentaria, se caracterizaron los biosensores más populares para detectar la contaminación por pesticidas.

Tabla N° 4. Los biosensores más utilizados para la detección de contaminantes plaguicidas.

<i>biosensor Escribe</i>	<i>Contaminante</i>	<i>Muestra Escribe Aplicado</i>	<i>Referencia</i>
<i>fluorométrico</i>	Acetamiprid	Tocar agua	Bahreyni A, et al., (2018, p.1)
<i>fluorométrico</i>	Acetamiprid	Verdura	Wang Hai Bo et al., (2018, p.2)
<i>fluorométrico</i>	Acetamiprid	agua , tomates	Saberi Zeinab R. et al., (2019, p.1)
<i>fluorométrico</i>	Acetamiprid	No mostrado	Yang Qian et al., (2019, p.1)
<i>fluorométrico</i>	Acetamiprid	agua de lago , manzana extracto	Zhao Yunwei et al., (2021, p.1)
<i>fluorométrico</i>	malatión	Tocar agua y matcha	Chen Quansheng et al., (2020, p.1)
<i>fluorométrico</i>	malatión	agua , tierra , jugo	Bala Rajni et al., (2018, p.2)
<i>fluorométrico</i>	carbendazim	Agua	Su Lantian et al., (2020, p.1)
<i>fluorométrico</i>	Detección simultánea de múltiples plaguicidas organofosforados Triclorfón glifosato malatión	lechuga , zanahoria muestras	Jiang Mingdi et al., (2020, p.1)
<i>fluorométrico</i>	clorpirifos diazinón malatión	12 muestras de frutas y verduras	Cheng Nan et al., (2018, p.1)

<i>fluorométrico</i>	isocarbofos	chino repollo manzana	Li Xiaotong et al., (2018, p.1)
<i>electroquímico</i>	carbendazim	No mostrado	Madianos Leónidas et al., (2018, p.2)
<i>electroquímico</i>	carbendazim	Agua	Madianos Leónidas et al., (2018, p.2)
<i>electroquímico</i>	carbendazim	frutas verduras	xu Yiwei et al., (2020, p.1)
<i>electroquímico</i>	carbendazim	Té	yo Jiangle et al., (2020, p.2)
<i>electroquímico</i>	carbendazim	lechuga , colza	Shi Xiaojie et al., (2020, p.1)
<i>electroquímico</i>	atrazina	No mostrado	Madianos L. et al., (2018, p.1)
<i>electroquímico</i>	atrazina	Agua	Madianos L. et al., (2018, p.1)
<i>electroquímico</i>	carbofurano	verduras y frutas	Li F. et al., (2018, p.1)
<i>colorimétrico</i>	atrazina	agua , manzana	Bala Rajni et al., (2018, p.2)
<i>colorimétrico</i>	malatión	suero humano	Abnous K. et al., (2018, p.1)
<i>colorimétrico</i>	isocarbofos	Verduras	Wang Rong Hua et al., (2019, p.1)
<i>colorimétrico</i>	clorpirifo	Río agua	Weerathunge P. et al., (2019, p.2)
CERVEZAS	carbendazim	jugo de manzana	Sol Yue et al., (2019, p.1)
CERVEZAS	malatión	tocar agua	Nie Yonghui et al., (2018, p.2)
ECL	carbendazim	Verdura	Guo Yemin et al., (2021, p.1)
ECL	carbendazim	Verdura	Li jingxin et al., (2021, p.2)
<i>No mostrado</i>	diazinón	Zumo de manzana, té, agua del grifo	Rong Yawen et al., (2020, p.1)

El control del uso de residuos de antibióticos y técnicas analíticas sensibles para examinar los diversos antibióticos en los antibióticos son objetivos para garantizar la producción de alimentos seguros. Por lo tanto, los ensayos de aptámeros pueden ser cruciales en el desarrollo de un enfoque analítico confiable y sin complicaciones para detectar contaminantes de residuos de pesticidas.

Ante esto, se descubrió a través de los resultados de la Tabla 4 que los biosensores electroquímicos con un 41% de aplicación (11 de 27) y los electroquímicos con un 30% son los biosensores más empleados para identificar contaminantes de plaguicidas en campos agrícolas que tienen impacto en la seguridad alimentaria. % (8 de 27), colorimétrico (15 %) (4 de 27), SERS (7 % cada uno) y ECL (15 %).

El aptasensor sugerido en Shi Xiaojie et al. (2020), que proporcionó una herramienta única para el análisis rápido y económico de pesticidas y propuso un nuevo método para fabricar sensores electroquímicos, también demostró buenas tasas de recuperación en muestras reales, según Shi Xiaojie et al. (2020, p.1).

Por otro lado, los siguientes autores utilizaron un biosensor fluorométrico para identificar contaminantes de plaguicidas: Bahreyni A, et al., (2018, p.1), Wang Hai Bo et al., (2018, p.2), Saberi Zeinab R. et al., (2019, p.1), Yang Qian et al., (2019, p.1), Zhao Yunwei et al., (2021, p.1), Chen Quansheng et al., (2020, p.1), Bala Rajni et al., (2018, p.2), Su Lantian et al., (2020, p.1), Jiang Mingdi et al., (2020, p.1), Cheng Nan et al., (2018, p.1), Li Xiaotong et al., (2018, p.1).

Pero esto se basa en la observación realizada por Tao Zui et al. (2020, p. 4), quienes afirman que los diversos nanomateriales empleados en sensores colorimétricos mejoran la señal debido a sus propiedades enzimáticas. Por ejemplo, los nanocompuestos de Au-MoS₂ con mayor actividad de peroxidasa se utilizan en aptasensores colorimétricos.

La amplificación de las señales de detección y la mejora de la sensibilidad son los focos principales de los aptasensores utilizados en biosensores colorimétricos para la detección de residuos de plaguicidas, según Zhao H. et al. (2020, pág. 3); apoyando la citada afirmación.

Finalmente, se identificaron los contaminantes agrícolas que afectan la inocuidad de los alimentos más estudiados, mediante la elaboración de la tabla 5, donde se aplicaron los criterios del tipo de contaminante y el tipo de muestra.

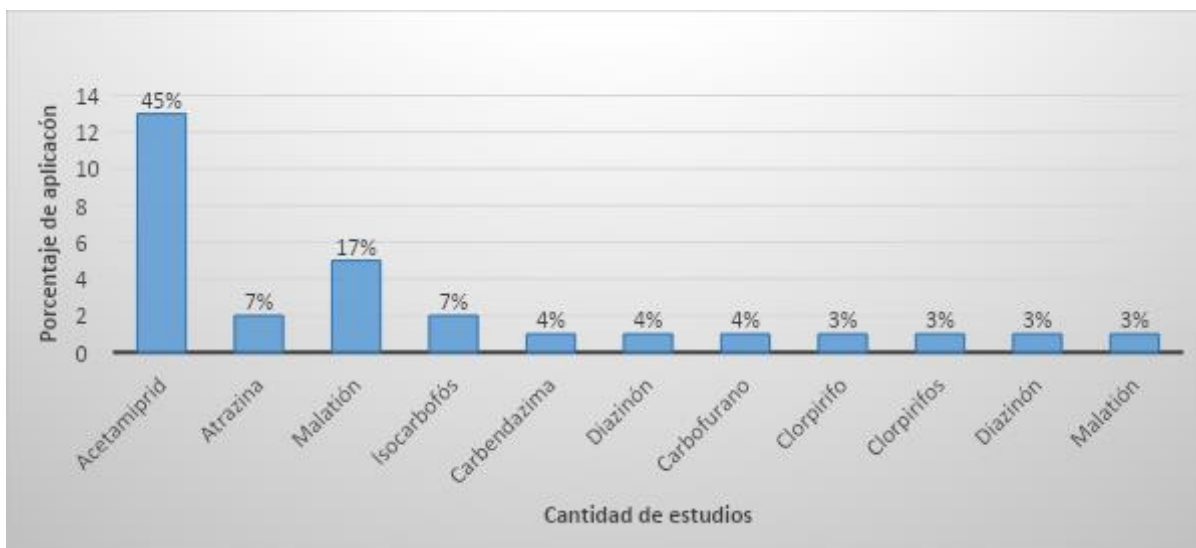
Tabla N° 5. Agrícola contaminantes

CONTAMINANTES PLAGUICIDAS		
Contaminante	Muestra Escribe Aplicado	Referencia
Acetamiprid	Tocar agua	Bahreyni A, et al., (2018, p.1)
	Verdura	Wang Hai Bo et al., (2018, p.2)
	agua , tomates	Saberi Zeinab R. et al., (2019, p.1)
	No mostrado	Yang Qian et al., (2019, p.1)
	agua de lago , manzana extracto	Zhao Yunwei et al., (2021, p.1)
	No mostrado	Madianos Leónidas et al., (2018, p.2)
	Agua	Madianos Leónidas et al., (2018, p.2)
	frutas verduras	xu Yiwei et al., (2020, p.1)
	Té	yo Jiangle et al., (2020, p.2)
	lechuga , colza	Shi Xiaojie et al., (2020, p.1)
	agua de manzana	Sol Yue et al., (2019, p.1)
	Verdura	Guo Yemin et al., (2021, p.1)
	Verduras	Li jingxin et al., (2021, p.2)
Atrazina	No mostrado	Madianos L. et al., (2018, p.1)
	Agua	Madianos L. et al., (2018, p.1)
Malatión	Cocinando agua	Chen Quansheng et al., (2020, p.1)
	agua , tierra , jugo	Bala Rajni et al., (2018, p.2)
	agua , manzana	Bala Rajni et al., (2018, p.2)
	suero humano	Abnous K. et al., (2018, p.1)
	tocar agua	Nie Yonghui et al., (2018, p.2)
Isocarbofós	chino repollo manzana	Li Xiaotong et al., (2018, p.1)
	Verduras	Wang Rong Hua et al., (2019, p.1)
Carbendazim	Agua	Su Lantian et al., (2020, p.1)
Diazinón	té, jugo de manzana y agua regular	Rong Yawen et al., (2020, p.1)
Carbofurano	verduras y frutas	Li F. et al., (2018, p.1)
Clorpirifo	Río agua	Weerathunge P. et al., (2019, p.2)
Detección simultánea de múltiples plaguicidas organofosforados	lechuga , zanahoria muestras	Jiang Mingdi et al., (2020, p.1)

Triclorfón	Glifosato		
Malatión			
clorpirifos		12 muestras de frutas y verduras	Cheng Nan et al., (2018, p.1)
diazinón			
malatión			
CONTAMINANTES DE PLAGUICIDAS VETERINARIOS			
Contaminante	Muestra	Escribe Aplicado	Referencia
Cloranfenicol	muestras de leche		Liu Sha et al., (2020, p.1)
	Muestras de leche y agua de río		Mamá Pengfei et al., (2020, p.1)
	leche y pollo muestras		Wu Yang Yang et al., (2019, p.1)
	Leche		Roushani M. et al., (2019, p.1)
Tetraciclina	Leche		He Yue et al., (2020, p.1)
Oxitetraciclina	Leche		Bahreyni A. et al., (2021, p.2)
Ampicilina	suero humano enriquecido		Esmaelpourfarkhani M. et al., (2020, p.2)
Enrofloxacina	suero polvo		Zhang Jian et al., (2020, p.1)
Tobramicina	salina y leche materna		Wang S. et al., (2019, p.1)
Ofloxacina	Agua de río, agua del grifo y orina sintética		Yi et al., (2019, p.2)
Kanamicina	Beber leche y agua		Abedalwafa M. et al., (2020, p.1)
	leche y yogur enriquecidos		Kulikova T. et al., (2020, p.1)
	pez carne y leche		Yao et al., (2020, p.1)
	leche de verdad		Cheng et al., (2020, p.1)
	Río Xiangjiang y leche real		Wang et al., (2020, p.2)

Según la tabla 5, los contaminantes plaguicidas más recurrentes son Acetamiprid , Atrazina, Malatión, Isocarbofos , Carbendazim , Diazinón , Carbofurano y Clorpirifo ; mientras que los contaminantes veterinarios más estudiados que afectan la seguridad alimentaria son: Cloranfenicol, Tetraciclina, Oxitetraciclina , Ampicilina, Enrofloxacina , Tobramicina, Ofloxacina y Kanamicina.

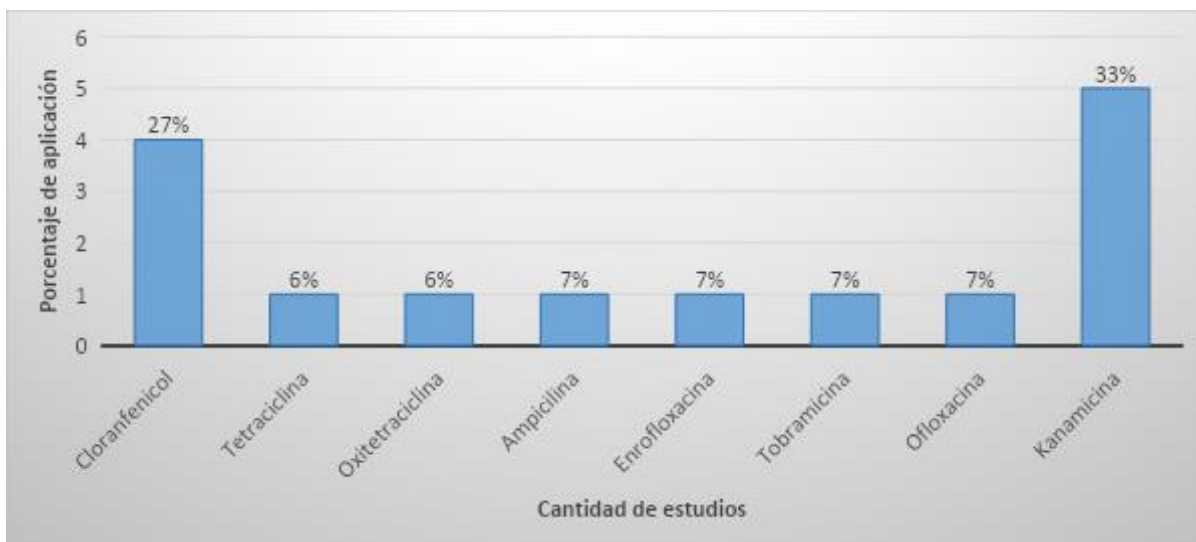
Gráfico No. 2. Porcentaje de contaminantes de plaguicidas



elaboración propia

Según el gráfico 2 con respecto a la tabla 5, el 45% del total de plaguicidas contaminantes es acetamiprid .

Gráfico No. 3. Porcentaje de contaminantes veterinarios



elaboración propia

Según el gráfico 3 con respecto a la tabla 5, el 33% del total de contaminantes veterinarios es kanamicina y el 27% cloranfenicol.

Por estas razones, según los gráficos 2 y 3, los contaminantes agrícolas que afectan la seguridad alimentaria más estudiados son el acetamiprid , el malatión en los contaminantes de plaguicidas y la kanamicina, cloranfenicol en los contaminantes veterinarios.

Pero, además, la mayor parte del trabajo que se realiza se centra en la contaminación por plaguicidas, ya que los OP se encuentran en la agricultura, se aplican los diversos aptámeros para encontrar plaguicidas organofosforados junto con otros contaminantes y combinaciones. Por ejemplo Bala Rajni et al., (2018, p.2), utilizando aptámeros , péptidos catiónicos y nanopartículas de plata, se proporcionó un método ultrasensible de detección de malatión. Debido a sus interacciones electrostáticas, el péptido catiónico agregó los AgNP cargados negativamente , lo que provocó que el color de la muestra cambiara de amarillo a naranja.

El aptámero también se alejó del ADNc cuando el pesticida estaba presente, lo que permitió capturar y registrar la señal de fluorescencia (Jiang M. et al., 2020, p.4).

Esto es apoyado por Guo Yemin et al., (2021, p.1); quien menciona que el acetamiprid se encuentra dentro de la clasificación de insecticidas que se utilizan comúnmente para reemplazar los compuestos organofosforados, debido a su bajo nivel de toxicidad; Por ello, la detección de este compuesto químico es importante, además de que se ha tomado para estudiar otros posibles contaminantes en los alimentos.

Por lo tanto, investigaciones como las de Abnous K. et al. (2018, p. 1) encontraron que la liberación de CS marcada con FAM inducida por el objetivo se introdujo luego en la fase II (los AuNP modificados con GN y los SWNT alterados con CN sirvieron como extintores), lo que resultó en una caída notable en la fluorescencia y cuantificación cuantitativa de acetamiprid .

Pero Chen Quansheng et al., (2020, p.1), afirma en su trabajo de investigación que, entre los pesticidas, el malatión es uno de los pesticidas que causa mayor contaminación de agua y alimentos; siendo así fabricados métodos para la detección de malatión. Así también; Bala Rajni et al., (2018, p.2), Abnous K. et al., (2018, p.1), Nie Yonghui et al., (2018, p.2), Li Xiaotong et al., (2018 , p.1).

V. CONCLUSIONES

Con el fin de hacer biosensores que puedan mejorar la superficie y capturar materiales adicionales lo suficientemente sensibles para detectar la contaminación de los alimentos, se puede concluir que la importancia de los biosensores utilizados para detectar contaminantes agrícolas es reducir los cambios generados negativamente en la seguridad alimentaria. También se concluyó que se debe seleccionar la afinidad de los aptámeros que presenten reconocimiento. Las conclusiones que se enumeran a continuación son similares:

- Los biosensores fluorométricos y electroquímicos son el método más utilizado para encontrar contaminantes veterinarios en sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria.

- Los biosensores electroquímicos, electroquímicos y colorimétricos han sido los más utilizados para detectar contaminantes plaguicidas en sectores agrícolas que tienen un impacto en la seguridad alimentaria, representando el 41% (11 de 27 aplicaciones), el 30% (8 de 27 aplicaciones) y 15% (4 de 27 aplicaciones) respectivamente. SERS y ECL se han utilizado un 7% cada uno.

- El acetamiprid, el malatión en los contaminantes de pesticidas y la kanamicina, el cloranfenicol en los contaminantes veterinarios, son los contaminantes agrícolas más investigados que tienen un impacto en la seguridad alimentaria. Además, debido a que los OP se mezclan con frecuencia en la agricultura, las investigaciones se centran principalmente en la contaminación por plaguicidas. Sin embargo, los nuevos aptasensores demuestran una mejor detección de pesticidas.

VI. RECOMENDACIONES

Se prevé que esta tecnología se utilice para detectar simultáneamente antibióticos y otros analitos mediante la modificación de los aptámeros correspondientes, ya que los nanocompuestos, como los nanotubos de carbono, aumentan la superficie y recolectan más elementos.

aptámeros de cambio de estructura (SSA) proporcionan un componente de detección viable para la creación de sensores, por lo que se recomienda producir SSA mediante ingeniería posterior a la selección o tecnologías de selección de aptámeros in vitro .

Para aumentar la detección de contaminantes agrícolas por amplificación de señal, se recomienda comparar los biosensores más estudiados con nuevos aptámeros .

Finalmente, si bien el uso de aptámeros tiene una serie de ventajas, como el monitoreo rápido de muchos contaminantes presentes en la inocuidad de los alimentos, se recomienda más trabajo a nivel internacional y nacional para avanzar en la comprensión del campo de los aptámeros .

REFERENCIAS

1. ABEDALWAFI, Mohamed Awad , et al. Un método de determinación colorimétrica basado en tiras de aptasensor para la kanamicina utilizando nanofibras de acetato de celulosa decoradas con bioconjugados de nanopartículas de ADN y oro . *Microquímica Acta* , 2020, vol. 187, núm. 6, pág. 1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00604-020-04348-x>
2. ABNOUS, Khalil, et al. Un ensayo colorimétrico de agregación de nanopartículas de oro para el malati3n basado en el ensamblaje de la estructura de horquilla inducida por el objetivo de hebras complementarias de aptámero . *Microquímica Acta* , 2018, vol. 185, núm. 4, pág. 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00604-018-2752-3>
3. ADELL, Aiko D., et al. Investigación sobre los principales patógenos transmitidos por el agua y los alimentos en América del Sur: avances y lagunas. *Opini3n actual en ciencia de los alimentos*, 2018, vol. 20, pág. 38-43. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.03.001>
4. AIDARA-KANE, Awa; TRITSCHER, Angélica; MIYAGISHIMA, Kazuaki. La OMS y su papel como organizaci3n internacional que influye en la políti3ca alimentaria mundial. 2016. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03255-8>
5. ALI, Athmar A., et al. Aplicaci3n de biosensores para la detecci3n de bacterias pat3genas en alimentos: una revisi3n. *Biosensores* , 2020, vol. 10, no 6, pág. 58. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/bios10060058>
6. ALI, Qurban , et al. Avances en investigaci3n y aplicaciones de la tecnología de biosensores para el diagn3stico de pat3genos en agricultura sostenible. *Investigaci3n sobre ciencias ambientales y contaminaci3n*, 2021, vol. 28, nº 8, pág. 9002-9019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12419-6>

7. ALVARADO, Katherine, et al. Nanobiotecnología en el sector agrícola: Visión general y nuevas aplicaciones. Revista de Biomateriales y Nanobiotecnología , 2019, vol. 10, nº 02, pág. 120. Disponible en: <https://doi.org/10.4236/jbnb.2019.102007>
8. BAHREYNI, Amirhossein , et al. fluorométrico aptasensing del insecticida neonicotinoide acetamiprid mediante el uso de múltiples cadenas complementarias y nanopartículas de oro. Microquímica Acta , 2018, vol. 185, núm. 5, pág. 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00604-018-2805-7>
9. BAHREYNI, Amirhossein , et al. Una estrategia de detección fluorescente para la detección ultrasensible de oxitetraciclina en la leche basada en un conjugado de perla magnética- aptámero , cadena complementaria de aptámero y PicoGreen . espectroquímica Acta Parte A: Espectroscopia molecular y biomolecular , 2021, vol. 246, pág. 119009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.119009>
10. BALA, Rajni , et al. Un aptasensor basado en nanosonda de plata supersensible para la detección económica de residuos de malatión en muestras de agua y alimentos. espectroquímica Acta Parte A: Espectroscopia molecular y biomolecular , 2018, vol. 196, pág. 268-273. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2018.02.007>
11. BEHERA, Lopamudra , et al. Papel de los consorcios microbianos en la remediación de la contaminación del suelo, el agua y el medio ambiente causada por el uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura: Oportunidades y desafíos. Desarrollos nuevos y futuros en biotecnología microbiana y bioingeniería, 2022, p. 399-418. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85577-8.00019-6>
12. CHARBGOO, Fahimeh , et al. Aplicación de nanopartículas en el diseño de aptasensores de alta sensibilidad . TrAC Tendencias en química analítica, 2016, vol. 85, pág. 85-97. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.trac.2016.08.008>

13. CHEN, Jinri , et al. Biosensor fluorescente basado en FRET y montaje de horquilla catalítica para la detección sensible de ácido polisiálico mediante el uso de un nuevo aptámero de ADN cribado . *Talanta* , 2022, vol. 242, pág. 123282. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2022.123282>
14. CHEN, Ming; QIN, Xiaosheng ; ZENG, Guangming . La liberación de nanotubos de carbono de pared simple afecta los procesos de oxidación catalizados por enzimas microbianas de contaminantes orgánicos y compuestos modelo de lignina en la naturaleza. *Quimiosfera*, 2016, vol. 163, pág. 217-226. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.031>
15. CHENG, Nan, et al. Aptasensor basado en un nanopar fluoróforo- desactivador y un lector de espectro de teléfono inteligente para la cuantificación in situ de plaguicidas múltiples. *Biosensores y Bioelectrónica*, 2018, vol. 117, pág. 75-83. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2018.06.002>
16. CHEN, Quansheng , et al. Detección ultrasensible de residuos de malatión utilizando un sensor de fluorescencia de conversión ascendente basado en FRET en alimentos. *espectroquímica acta Parte A: Espectroscopia molecular y biomolecular* , 2020, vol. 241, pág. 118654. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118654>
17. CUI, Feiyun , et al. Biosensor de glucano impedimétrico sin etiquetas para la evaluación cuantitativa de interacciones entre bacterias patógenas y manosa. *Biosensores y Bioelectrónica*, 2018, vol. 103, pág. 94-98. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2017.11.068>
18. DELLA ROSSA, Pauline , et al. Un nuevo método para codiseñar sistemas agrícolas a escala territorial -Aplicación para reducir la contaminación por herbicidas en Martinica. *Sistemas Agrícolas*, 2022, vol. 196, pág. 103337. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103337>

19. DENG, Fucai , et al. Contaminación de piretroides en suelos agrícolas del delta del río Yangtze, China. *Ciencia del medio ambiente total*, 2020, vol. 731, pág. 139181. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139181>
20. DIAS, Leticia de A., et al. Destino de residuos de plaguicidas en biocamas : estado del arte y perspectivas futuras en América Latina. *Quimiosfera*, 2020, vol. 248, pág. 126038. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126038>
21. DUHAN, Joginder Singh, et al. Nanotecnología: La nueva perspectiva en la agricultura de precisión. *Informes de biotecnología*, 2017, vol. 15, pág. 11-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2017.03.002>
22. ESMAELPOURFARKHANI, Masoomah , et al. Un novedoso aptasensor fluorescente de apagado para la detección de ampicilina basado en diimida de ácido perilentetracarboxílico y nanopartículas de oro. *Biosensores y Bioelectrónica*, 2020, vol. 164, pág. 112329. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112329>
23. FEAGIN, Trevor A.; MAGANZINI, Nicolás ; SOH, Hyongsok Tom. Estrategias para crear aptámeros de cambio de estructura . *Sensores ACS*, 2018, vol. 3, nº 9, pág. 1611-1615. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acssensors.8b00516>
24. FEI, Xufeng , et al. Análisis de fuente y evaluación de riesgo orientada a la fuente de contaminación por metales pesados en suelos agrícolas de diferentes calidades de tierra cultivada. *Revista de Producción más Limpia*, 2022, vol. 341, pág. 130942. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130942>
25. GAO, Hualong , et al. Diseño universal de aptámeros de cambio de estructura con funcionalidad de informes de señales. *Química analítica*, 2019, vol. 91, no 22, pág. 14514-14521. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.9b03368>
26. GAZEL, Nilay ; YILDIZ, Huseyin Bekir . Biosensores basados en enzimas en la industria alimentaria a través de modificaciones superficiales (Capítulo 7). Disponible en : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820591-4.00007-4>

27. GUO, Yemin , et al. Nueva nanoestructura de aptámero Au-tetraédrico para la detección de acetamiprid por electroquimioluminiscencia . Revista de materiales peligrosos, 2021, vol. 401, pág. 123794. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123794>
28. HE, Yue, et al. Aptasensor colorimétrico para la detección de ocratoxina A basado en la agregación de nanopartículas de oro inducida por enzimas. Revista de materiales peligrosos, 2020, vol. 388, pág. 121758. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121758>
29. HOWARD, Débora. Supervisión federal de EE. UU. de materiales biológicos y el IBC. En Garantizar la Bioseguridad Nacional. Prensa Académica, 2016. p. 23-40. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801885-9.00002-0>
30. HU, Xindi C., et al. Detección de sustancias de poli y perfluoroalquilo (PFAS) en el agua potable de EE. UU. vinculada a sitios industriales, áreas de entrenamiento militar contra incendios y plantas de tratamiento de aguas residuales. Cartas de ciencia y tecnología ambiental, 2016, vol. 3, no 10, pág. 344-350. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.6b00260>
31. JIANG, Mingdi , et al. Ensayo de fluorescencia para tres pesticidas organofosforados en productos agrícolas basado en una sonda de aptámero de marcado de fluorescencia asistida magnéticamente. Química de los alimentos, 2020, vol. 307, pág. 125534. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125534>
32. JYOTI, Anurag; TOMA, Rajesh Singh. Detección de bacterias patógenas mediante nanobiosensores . Cartas de química ambiental, 2017, vol. 15, nº 1, pág. 1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10311-016-0594-y>
33. KIM, Dabin , et al. Desarrollo de ensayo de aptámero de sustitución rápida sin equilibrio para la detección ultrarrápida de ésteres de ácido ftálico. Talanta , 2020, vol. 219, pág. 121216. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121216>

34. KULIKOVA, Tatiana, et al. Determinación impedimétrica de kanamicina en leche con aptasensor basado en compuesto de negro de carbón -oligolactida . *Sensores*, 2020, vol. 20, no 17, pág. 4738. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/s20174738>
35. KURTH, Katherine, et al. Contaminación por *Toxoplasma gondii* en una instalación de agricultura animal: evaluación de indicadores de contaminación ambiental, animal agrícola y de vida silvestre. *Revista internacional de parasitología: parásitos y vida silvestre*, 2021, vol. 16, pág. 191-198. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2021.09.009>
36. LANDRIGAN, Philip J., et al. La Comisión Lancet sobre contaminación y salud. *La lanceta*, 2018, vol. 391, núm. 10119, pág. 462-512. Disponible en : [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)
37. LI, Falan , et al. Aptasensor multiplexado basado en etiquetas de iones metálicos para la detección simultánea de múltiples residuos de antibióticos en la leche. *Biosensores y Bioelectrónica*, 2018, vol. 115, pág. 7-13. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2018.04.024>
38. LI, Jingxian , et al. Determinación de acetamiprid mediante electroquimioluminiscencia aptasensor modificado por MoS₂QDs-PATP/PTCA y NH₂-UiO-66. *Microquímica Acta* , 2021, vol. 188, nº 2, pág. 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00604-021-04706-3>
39. LI, Xiaotong , et al. Isocarbofos fluorescentes sin etiquetas ni enzimas aptasensor basado en MWCNTs y G- quadruplex . *Talanta* , 2018, vol. 188, pág. 232-237. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.05.092>
40. LI, Ying, et al. Aptasensores fluorescentes : estrategias de diseño y aplicaciones en el análisis de la contaminación química de los alimentos. *Química Analítica*, 2021. Disponible en : <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.1c04294>
41. LIU, Aiping , et al. Inmunoensayo no competitivo para la detección de contaminantes de bajo peso molecular en alimentos, piensos y productos

agrícolas: una minirevisión. Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos, 2018, vol. 71, pág. 181-187. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.014>

42. LIU, Sha , et al. Un biosensor fluorescente radiométrico basado en MOF de circonio-porfirina para la detección rápida y ultrasensible de cloranfenicol. Biosensores y Bioelectrónica, 2020, vol. 149, pág. 111801. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111801>
43. ŁYSZCZARZ, Stanisław , et al. Efecto del uso del suelo agrícola y forestal sobre la acumulación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en relación con las propiedades del suelo y posibles fuentes de contaminación. Ecología y gestión forestal, 2021, vol. 490, pág. 119105. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119105>
44. MA, Pengfei , et al. Aptasensor de fluorescencia de cambio de estructura para la detección sensible de cloranfenicol. Microquímica Acta , 2020, vol. 187, nº 9, pág. 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00604-020-04471-9>
45. MARCHIOL, Luca. Nanotecnología en la agricultura: nuevas oportunidades y perspectivas. Nuevas visiones en ciencia vegetal, 2018, vol. 9, pág. 121-132. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=1y6RDwAAQBAJ&lpq=PA121&ots=Hasv_UnwO0&lr&hl=es&pg=PA121#v=onepage&q&f=false
46. MADIANOS, Leónidas, et al. Aptasensor de nanopartículas impedimétricas para la detección selectiva y libre de pesticidas. Ingeniería Microelectrónica, 2018, vol. 189, pág. 39-45. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.mee.2017.12.016>
47. MADIANOS, L., et al. Un impedimétrico altamente sensible aptasensor para la detección selectiva de acetamiprid y atrazina basado en microhilos formados por nanopartículas de platino. Biosensores y Bioelectrónica, 2018, vol. 101, pág. 268-274. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2017.10.034>

48. NERÍN, Cristina; AZNAR, Margarita; CARRIZO, Daniel. Contaminación de alimentos durante el proceso de elaboración de alimentos. *Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos*, 2016, vol. 48, pág. 63-68. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.12.004>
49. NIE, Yonghui , et al. Sensor basado en aptámero sin etiquetas para la detección específica de residuos de malatión mediante dispersión Raman mejorada en la superficie. *espectroquímica Acta Parte A: Espectroscopia molecular y biomolecular* , 2018, vol. 191, pág. 271-276. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2017.10.030>
50. O'CONNOR, James, et al. Contaminantes físicos, químicos y microbianos en la gestión de residuos de alimentos para su aplicación en el suelo: una revisión. *Contaminación ambiental*, 2022, pág. 118860. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118860>
51. PANDEY, Shailesh , et al. Nanopesticidas : oportunidades en la protección de cultivos y riesgos ambientales asociados. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias, India Sección B: Ciencias biológicas*, 2018, vol. 88, nº 4, pág. 1287-1308. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40011-016-0791-2>
52. PAPADOPOULOS, Athanasios I.; STIJEPOVIC, Mirko ; LINKE, Patricio. Sobre el diseño sistemático y la selección de fluidos de trabajo óptimos para ciclos orgánicos de Rankine. *Ingeniería térmica aplicada*, 2010, vol. 30, núm. 6-7, pág. 760-769. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2009.12.006>
53. PARISÍ, Claudia; VIGANI, Mauro; RODRÍGUEZ-CEREZO, Emilio. Nanotecnologías agrícolas: ¿cuáles son las posibilidades actuales?. *NanoToday* , 2015, vol. 10, no 2, pág. 124-127. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2014.09.009>
54. PATRA, Jayanta Kumar ; MAHATO, Dipendra Kumar ; KUMAR, Pradeep . Tecnología de biosensores: herramientas científicas avanzadas, con especial referencia a los nanobiosensores y los biosensores basados en plantas y

alimentos. En *Nanomateriales en Plantas, Algas y Microorganismos*. Prensa Académica, 2019. p. 287-303. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811488-9.00014-7>

55. PEDRO, S., et al. Contaminación química y microbiológica en lapas (*Patella aspera*) de la costa portuguesa. *Control de alimentos*, 2021, vol. 119, pág. 107492. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107492>
56. QIN, Guowei , et al. Contaminación por metales pesados del suelo y seguridad alimentaria en China: Efectos, fuentes y tecnología de eliminación. *Quimiosfera*, 2021, vol. 267, pág. 129205. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129205>
57. RONG, Yawen , et al. Detección rápida y sensible de diazinón en alimentos basada en el FRET entre nanopartículas de conversión ascendente dopadas con tierras raras y óxido de grafeno. *espectroquímica Acta Parte A: Espectroscopia molecular y biomolecular* , 2020, vol. 239, pág. 118500. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118500>
58. ROUSHANI, Mahmoud, et al. Detección impedimétrica ultrasensible de cloranfenicol basada en aptámero MIP usando un electrodo de carbón vítreo modificado por 3-ampy-RGO y nanopartícula de plata. *Coloides y superficies B: biointerfaces* , 2019, vol. 183, pág. 110451. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110451>
59. RUSIÑOL, Marta, et al. Contaminación microbiológica del agua de riego convencional y regenerada: evaluación y medidas de gestión. *Ciencia del medio ambiente total*, 2020, vol. 710, pág. 136298. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136298>
60. SABERI, Zeinab ; REZAEI, Behzad ; ENSAFI, Ali Ashgar . Aptasensor fluorométrico sin etiqueta para la detección del pesticida acetamiprid mediante el uso de puntos de carbón catiónico preparados con bromuro de cetrimonio .

Microchimica Acta, 2019, vol. 186, núm. 5, pág. 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00604-019-3378-9>

61. SANFORD, Aimee A., et al. RE-SELEX: evolución basada en enzimas de restricción de biosensores aptámeros de cambio de estructura. Ciencias químicas, 2021, vol. 12, núm. 35, pág. 11692-11702. Disponible en: <https://doi.org/10.1039/D1SC02715H>
62. SHI, Xiaojie , et al. Novedoso aptasensor electroquímico con estrategia de amplificación de señal dual para la detección de acetamiprid . Ciencia del medio ambiente total, 2020, vol. 705, pág. 135905. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135905>
63. SIMASATITKUL, Lida; ARPORNWICHANOP, Amornchai ; GANI, Rafiqul . Metodología de diseño para bioprocesamiento: producción de biodiésel y alcoholes grasos. Informática e ingeniería química, 2013, vol. 57, pág. 48-62. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2013.01.018>
64. SOVACOOOL, Benjamín K.; AXSEN, Jonn ; SORRELL, Steve. Promoción de la novedad, el rigor y el estilo en las ciencias sociales de la energía: hacia códigos de práctica para métodos y diseños de investigación apropiados. Investigación energética y ciencias sociales, 2018, vol. 45, pág. 12-42. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.007>
65. SU, Lantian , et al. Aptasensor fluorescente para la detección de carbendazim en muestras acuosas a base de nanopartículas de oro quenching Rhodamine B. Spectrochimica Acta Parte A: Espectroscopia molecular y biomolecular , 2020, vol. 225, pág. 117511. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.117511>
66. SUN, Yue, et al. Un aptasensor mediado por nitrilo para la detección óptica antiinterferente de acetamiprid en jugo de manzana mediante dispersión Raman mejorada en la superficie. Biosensores y Bioelectrónica, 2019, vol. 145, pág. 111672. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111672>

67. TANG, Jiayi , et al. Diagnóstico de la contaminación del suelo mediante índices microbiológicos: Una revisión sobre la contaminación por metales pesados. *Revista de gestión ambiental*, 2019, vol. 242, pág. 121-130. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.061>
68. TAO, Zui , et al. Un método colorimétrico basado en aptámeros para la detección de cadmio utilizando la actividad similar a la peroxidasa mejorada de los nanocompuestos Au-MoS₂. *Bioquímica analítica*, 2020, vol. 608, pág. 113844. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.ab.2020.113844>
69. THAKUR, Meenu ; WANG, Bo; VERMA, Madan L. Desarrollo y aplicaciones de nanobiosensores para industrias agrícolas y alimentarias sostenibles: desarrollos recientes, desafíos y perspectivas. *Tecnología e innovación ambiental*, 2022, pág. 102371. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102371>
70. VRYZAS, Zisis ; RAMWELL, Carmelo; SANS, Carmen. Enfoques de priorización de plaguicidas y limitaciones en los estudios de monitoreo ambiental: de Europa a América Latina y el Caribe. *Medio Ambiente Internacional*, 2020, vol. 143, pág. 105917. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105917>
71. WANG, Hai-Bo, et al. Nanoclusters de Au con plantilla de ADN y láminas de MnO₂: una plataforma de biodetección de fluorescencia universal y sin etiquetas . *Sensores y actuadores B: Química*, 2018, vol. 259, pág. 204-210. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.12.048>
72. WANG, Hualin , et al. Evolución de las composiciones químicas de las aguas subterráneas y caracterización de su contaminación debido a las actividades agrícolas en la llanura de Yinchuan, noroeste de China. *Investigación ambiental*, 2021, vol. 200, pág. 111449. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111449>
73. WANG, Jin Long , et al. Un novedoso aptasensor fluorescente para la detección ultrasensible y selectiva del pesticida acetamiprid basado en el efecto de filtro interno entre las nanopartículas de oro y los puntos de carbono. *Analista*, 2018,

vol. 143, núm. 21, pág. 5151-5160. Disponible en:
<https://doi.org/10.1039/C8AN01166D>

74. WANG, Peiwen , et al. Contaminación por parafina clorada de cadena corta (SCCP) de una planta de producción de CP en China: Dispersión, patrones de congéneres y evaluación de riesgos para la salud. *Quimiosfera*, 2018, vol. 211, pág. 456-464. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.136>
75. WANG, Rong -Hua, et al. Aptasensor bimodal para la detección de isocarbofos en vegetales. *Talanta* , 2019, vol. 205, pág. 120094. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2019.06.094>
76. WEERATHUNGE, Pabudi , et al. Las interacciones dinámicas entre NanoZymes de plata que imitan la peroxidasa y los aptámeros específicos de clorpirifos permiten la detección de pesticidas altamente específicos en el agua del río. *Ley de análisis químico*, 2019, vol. 1083, pág. 157-165. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.07.066>
77. WEBER, R., et al. Evaluación de sitios contaminados con pop y la necesidad de normas estrictas sobre el suelo para la inocuidad de los alimentos para la protección de la salud humana. *Contaminación ambiental*, 2019, vol. 249, pág. 703-715. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.066>
78. WILLIAMS, Nathan LR, et al. Los enfoques microbiológicos moleculares reducen la ambigüedad sobre las fuentes de contaminación fecal e identifican los peligros microbianos dentro de un entorno costero urbanizado. *Investigación sobre el agua*, 2022, pág. 118534. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118534>
79. WU, Yang-yang, et al. Un novedoso aptasensor colorimétrico para la detección de cloranfenicol basado en la agregación de nanopartículas de oro asistida por iones de lantano e imágenes de teléfonos inteligentes. *Química analítica y bioanalítica*, 2019, vol. 411, núm. 28, pág. 7511-7518. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00216-019-02149-7>

80. XIE, Miaoja , et al. Avances recientes en biosensores ópticos y electroquímicos basados en aptámeros para la detección de pesticidas y medicamentos veterinarios. *Control de alimentos*, 2022, vol. 131, pág. 108399. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108399>
81. XU, Yiwei , et al. impedimétrico aptasensor basado en oro de alta porosidad para la detección sensible de acetamiprid en frutas y verduras. *Química de los alimentos*, 2020, vol. 322, pág. 126762. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126762>
82. YANG, Qian, et al. Una plataforma de nanosonda de fluorescencia multicolor que utiliza nanoláminas bidimensionales de estructura orgánica de metal y reemplazo de objetivo asistido por barra de agitación doble para múltiples aplicaciones bioanalíticas. *Materiales e interfaces aplicados de ACS*, 2019, vol. 11, núm. 44, pág. 41506-41515. Disponible en : <https://doi.org/10.1021/acsami.9b12475>
83. YI, Jiangle , et al. Un aptasensor electroquímico sin etiquetas basado en CS/ rGO /GCE poroso 3D para la detección de residuos de acetamiprid . *Biosensores y Bioelectrónica*, 2020, vol. 148, pág. 111827. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111827>
84. ZHANG, Jian, et al. Un aptasensor basado en microelectrodos interdigitados para la detección en tiempo real y de ultratrazas de cuatro plaguicidas organofosforados. *Biosensores y Bioelectrónica*, 2020, vol. 150, pág. 111879. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111879>
85. ZHAN, Jia , et al. Un método analítico genérico y rápido para la determinación integral de medicamentos veterinarios y otros contaminantes en la miel cruda. *Revista de cromatografía A*, 2022, p. 462828. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2022.462828>
86. ZHANG, Ke , et al. Prueba de tratamiento de la contaminación por escorrentía superficial agrícola simulada mediante el uso de un novedoso reactor

concentrador de biomasa. Revista de gestión ambiental, 2022, vol. 304, pág. 114272. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114272>

87. ZHANG, Yang; LAI, Bo Shiun ; JUHAS, Mario. Avances recientes en el descubrimiento y aplicaciones de aptámeros . Moléculas, 2019, vol. 24, nº 5, pág. 941. Disponible en : <https://doi.org/10.3390/molecules24050941>
88. ZHAO, Han, et al. Aptasensor fluorescente amplificado para ensayo de ocratoxina A basado en óxido de grafeno y exonucleasa RecJf . Toxinas, 2020, vol. 12, no 11, pág. 670. Disponible en : <https://doi.org/10.3390/toxins12110670>
89. ZHAO, Yunwei , et al. Un aptasensor fluorescente de fondo bajo para la detección de acetamiprid basado en cuádruplex G formados por uniones de tres vías de ADN y óxido de grafeno. Química Analítica y Bioanalítica, 2021, vol. 413, núm. 8, pág. 2071-2079. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00216-020-03141-2>

ANEXOS

Anexo No. 1: Matriz de categorización apriorística

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2
Clasificar cuáles son los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios en los sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria	¿Cuáles son los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios en los sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria?	Tipos de biosensores más aplicados para la detección de contaminantes veterinarios	fluorimetría Electroquímica colorimétrico (Behera L. et al., 2022, p.11)	Según el tipo de muestra aplicada	Según el objetivo (contaminante)
Clasificar cuáles son los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes plaguicidas en los sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria	¿Cuáles son los biosensores más aplicados para la detección de contaminantes plaguicidas en los sectores agrícolas que afectan a la seguridad alimentaria?	Tipos de biosensores más aplicados para la detección de contaminantes plaguicidas	fluorimetría Electroquímica colorimétrico (Williams N. et al., 2022, p.3)	Según el tipo de muestra aplicada	Según el objetivo (contaminante)
Identificar cuáles son los contaminantes agrícolas más estudiados que afectan a la seguridad alimentaria	¿Cuáles son los contaminantes agrícolas más estudiados que afectan la seguridad alimentaria?	La mayoría estudió agrícola contaminantes	pesticida contaminantes Veterinario contaminantes (Rusiñol Marta et al., 2020, p.2)	Según el tipo de contaminante	Según el tipo de muestra

ANEXOS No. 2: Recopilación de datos instrumento

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
---	---------------------------------------

TÍTULO:

DETALLES DEL AUTOR: NOMBRE(S)		
PÁGINAS UTILIZADAS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACIÓN
TIPO DE INVESTIGACIÓN:		
CÓDIGO:		
PALABRAS CLAVE:		
METODOLOGÍA:		
TIPOS DE BIOSENSORES:		
TIPOS DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS:		
RESULTADOS :		
CONCLUSIONES:		

propio elaboración



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ESPINOZA FARFAN EDUARDO RONALD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Biosensores para la Detección de Contaminantes Agrícolas que Afecta la Seguridad Alimentaria: Revisión sistemática", cuyos autores son CANCHARI CHUCHON NOEMI HERLINDA, ÑAUPA TALAVERA LUIS ENRIQUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 20 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESPINOZA FARFAN EDUARDO RONALD DNI: 40231227 ORCID: 0000-0003-4418-7009	Firmado electrónicamente por: ERESPINOZAF el 30- 12-2022 11:12:50

Código documento Trilce: TRI - 0496440