

DETECCIÓN DE AFLATOXINAS EN MUESTRAS AMBULATORIAS DE SOLUCIÓN OLEOSAS DE CANNABIS DE LIMA METROPOLITANA MEDIANTE DETECTOR DE FLUORESCENCIA POR CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA (FL-HPLC)

Daice Huachaca Lagos^a, Américo Castro Luna^{*a}, Norma Ramos Cevallos^a, Felix Castillo Morales^a, Arcadio Zuñiga Santi^a, Adil Barrientos Amau^a, Maricielo Puma Puma^a, Sofía Otori Querevalu^a

RESUMEN

En este estudio se identificó y cuantificó cinco muestras de soluciones oleosas de cannabis que fueron colectadas en forma ambulatoria del centro de Lima, Perú, para poder realizar el análisis se realizó mediante cromatografía líquida con detector de fluorescencia (HPLC-FL) el análisis requirió de un estándar que contiene mix de cuatro aflatoxinas las cuales son aflatoxinas G1, B1, G2 y B2, A partir del estándar de aflatoxinas de una concentración de 2,6 ug/mL (mix de AFB1, AFB2, AFG1 y AFG2) 1ug/mL de AFB1, 1ug/mL de AFG1, 0.3 ug/mL de AFB2 y 0.3 ug/mL de AFG2, los resultados obtenidos en las muestras analizadas no contienen aflatoxinas, El control de calidad es de suma importancia para verificar que las formulaciones con cannabis puedan tener una dosis adecuada, se debe controlar la dosis adecuada, la contaminación por microorganismos, micotoxinas como las aflatoxinas, plaguicidas entre otros, para poder evitar consecuencias peligrosas para la salud se debe cumplir las normas de seguridad y un control de calidad respectivo.

Palabras clave: Aflatoxinas, Cannabis, Cromatografía líquida, Fluorescencia.

DETECTION OF AFLATOXINS IN AMBULATORY SAMPLES OF CANNABIS OIL SOLUTION FROM LIMA METROPOLITANA BY FLUORESCENCE LIQUID CHROMATOGRAPHY DETECTOR (FL-HPLC)

ABSTRACT

In this study we identified and quantified five samples of oily solutions of cannabis that were collected on an outpatient basis from the center of Lima, Perú, in order to perform the analysis was performed by liquid chromatography with fluorescence detector (HPLC-FL) analysis required a standard containing a mix of four aflatoxins which are aflatoxins G1, B1, G2 and B2, From the standard aflatoxins of a concentration of 2,6 ug/mL (mix of AFB1, AFB2, AFG1 and AFG2) 1ug/mL of AFB1, 1ug/mL of AFG1, 0.3 ug/mL of

^a Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Jr. Puno N.º 1002, Lima, Perú.

^{*}Autor de correspondencia: acastrol@unmsm.edu.pe

AFB2 and 0.3 ug/mL of AFG2, the results obtained in the analyzed samples do not contain aflatoxins. Quality control is of utmost importance to verify that the formulations with cannabis can have an adequate dose, the adequate dose, contamination by microorganisms, mycotoxins such as aflatoxins, pesticides, among others, must be controlled in order to avoid dangerous consequences for health, safety standards and the respective quality control must be complied with.

Keywords: Aflatoxins, Cannabis, Liquid chromatography, Fluorescence.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el 17 de noviembre del 2017 se aprueba la ley “N.º 30681 LEY QUE REGULA EL USO MEDICINAL Y TERAPÉUTICO DEL CANNABIS Y SUS DERIVADOS Artículo 1. Objeto de la Ley La presente ley tiene por finalidad garantizar el derecho fundamental a la salud y permitir el acceso, exclusivamente para uso medicinal y terapéutico, del cannabis y sus derivados”¹. Teniendo en cuenta ello, es importante el conocimiento y/o control de los contaminantes que se hagan presente en las muestras de cannabis. Uno de los contaminantes microbianos son las aflatoxinas, estas son micotoxinas producidas por hongos del género *Aspergillus*².

En 1960, a raíz de la muerte de pavipollos, evento relacionado a la ingesta de harina de maní contaminada por *Aspergillus flavus*, se descubrió la existencia de las aflatoxinas, encontrándose posteriormente una gran variedad, de entre las cuales destacan B1, B2, G1, G2, cuya presencia en alimentos representan un problema a nivel mundial por su carácter altamente tóxico, cancerígeno y teratógeno³. Siendo que La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó a las aflatoxinas como carcinógenos humanos⁴, y así mismo proporciona evidencia científica sobre los efectos nocivos en la salud por la exposición a las aflatoxinas⁵. Estas aflatoxinas se forman en condiciones de temperatura, humedad y precipitaciones idóneas para la proliferación de hongos; además pueden aparecer en el cultivo, cosecha y almacenamiento de productos agrícolas⁶, y mayormente se encuentran en los cereales tales como maíz, arroz, trigo, soja, frutos secos y productos lácteos⁷.

El análisis de aflatoxinas en Perú, se realiza mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (LC-MS/MS) en muestras de páprika en polvo, paprika entera, nueces, castañas, cacao y cereales⁸. El análisis de aflatoxinas en soluciones oleosas de cannabis es más desafiante debido a la complejidad y la naturaleza de la muestra, utilizando métodos que permitan comprobar que las concentraciones de aflatoxinas se encuentren debajo de los límites reglamentarios permitidos (20 ppb)⁹.

Los detectores de fluorescencia (FL) miden la emisión óptica de luz mediante moléculas de soluto después de haber sido excitadas a una longitud de onda de mayor energía y puede ser muy sensible para compuestos que tienen fluorescencia nativa o que pueden hacerse fluorescente mediante derivatización¹⁰. Esta técnica ha demostrado ser muy importante y eficaz para ayudar a convertir a los analitos en formas activas fluorescentes y hacerlos más sensibles a la técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)¹¹. La técnica HPLC es una herramienta analítica que puede detectar, separar y cuantificar el principio activo, sus diversas impurezas y degradantes, y además cuenta con diversos parámetros cromatográficos de optimización¹². El objetivo de este trabajo fue determinar la concentración de aflatoxinas presentes en muestras oleosas de *Cannabis*

sativa comercializada en Lima metropolitana mediante Detector de Fluorescencia por Cromatografía Líquida (FL-HPLC).

PARTE EXPERIMENTAL

Colecta de las muestras

Las cinco muestras oleosas de *Cannabis sativa* fueron adquiridas de comerciantes ambulatorios en distintos puntos de Lima Metropolitana. En la Tabla 1 se detalla la codificación utilizada, así como los datos encontrados en las etiquetas de los productos adquiridos.

Tabla 1. Datos de las muestras de soluciones oleosas de *Cannabis sativa*.

Muestra	Nombre	Lote	Fecha de vencimiento
N° 1	Extracto estandarizado de cannabidiol (CBD) <i>Cannabis sativa</i>	1014225	S/F
N° 2	Aceite Medicinal Natural CBD	S/L	F.P:03-05-2023 FV:05-03-2025
N° 3	ACEITE MEDICINAL NATURAL CBD	S/L	F.P:03-06-2023 FV:03-06-2025
N° 4	ACEITE MEDICINAL C.B.D MUNDO CANNABIS	Q74	S/F
N° 5	Extracto estandarizado de cannabidiol (CBD) <i>Cannabis Sativa</i>	S/L	S/F

Preparación del estándar

Para la preparación de la curva de calibración se realizó una solución a partir del estándar de aflatoxinas de concentración 2,6 µg/mL (1µg/mL de AFB1; 1µg/mL de AFG1; 0,3 µg/mL de AFB2 y 0,3 µg/mL de AFG2). Se analizaron cinco diluciones de este estándar de aflatoxinas totales, desde 0,65 µg/mL hasta 13,0 µg/mL. Posteriormente se realizó la derivatización de estas soluciones.

Preparación de las muestras

Se pesó 5 g de las muestras oleosas correspondientes, que fueron colocadas en una fiola de 100 mL. Estas fueron aforadas con el diluyente, para luego ser homogeneizadas y agitadas durante 30 minutos utilizando un agitador magnético. Se eluyeron las muestras a través de la columna de inmunoafinidad, para finalmente realizar el proceso de derivatización para cada una de las cinco muestras.

Derivatización

Todas las muestras fueron sometidas a un proceso de derivatización utilizando como reactivo una solución de ácido trifluoroacético:ácido acético:agua (2:1:7). Se transfirió 200 uL de la muestra a un vial de 1,5 mL; al que se adicionaron 700 uL de reactivo de derivatización. Se cerró el vial y se agitó en Vortex, para posteriormente ser calentado a 65 °C durante 10 minutos en baño maría. Una vez enfriado el vial, se inyectó 50 uL del producto en el equipo de HPLC-FL.

Condiciones cromatográficas

Se utilizó un equipo de Cromatografía líquida de alta resolución con detector de fluorescencia (HPLC-FL). Las muestras fueron eluidas a través de una columna RP-18 de 12.5 cm x 4 mm x 5 um (L1), utilizando como fase móvil una mezcla isocrática agua:metanol (60:40) que fue inyectada a una velocidad de 0,8 mL por minuto (mL/min). La longitud de onda de excitación fue de 365 nm, mientras la de emisión fue de 450 nm.

Determinación de la concentración de aflatoxinas

Una vez culminado el análisis cromatográfico, se utilizaron los datos obtenidos para el cálculo del contenido de aflatoxinas presente en cada una de las muestras.

$$\text{Contenido de aflatoxinas (ug/kg)} = \frac{C_{\text{smp}} \left(\frac{\text{ng}}{\text{mL}} \right) \times \text{Solvente (mL)} \times \text{elución (mL)}}{\text{peso muestra (g)} \times \text{alícuota (mL)}}$$

Donde:

Peso muestra: peso en gramos de la muestra analizada (5 g)

Solvente: cantidad de solvente para la extracción (100 mL)

Elución: volumen colectado al eluir por la columna de inmunoafinidad (1 mL)

C_{smp}: concentración de aflatoxina calculada por regresión lineal

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La legalización del cannabis requiere de métodos analíticos adecuados para garantizar la seguridad pública. En el cannabis pueden existir muchos contaminantes, entre ellos se encuentran los metales pesados como arsénico (As), mercurio (Hg), plomo (Pb) y cadmio (Cd), así como las aflatoxinas, ocratoxina A, plaguicidas, entre otros contaminantes biológicos¹³. Las aflatoxinas son metabolitos secundarios derivados de la difuranocumarina, generados por hongos del grupo *Aspergillus*, en especial *Aspergillus*

flavus y *Aspergillus parasiticus*, y se consideran contaminantes nocivos por su capacidad para dañar el hígado, afectar el sistema inmunológico y provocar cáncer^{14; 15}. Se clasifican en cuatro tipos generalmente, aflatoxina B1 (AFB1), aflatoxina B2 (AFB2), aflatoxina G1 (AFG1) y aflatoxina G2 (AFG2); siendo la AFB1 la más tóxica y catalogada como carcinógeno del Grupo I por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC)¹⁶. Por lo que, la presencia de aflatoxinas constituye un riesgo importante, sobre todo en formulaciones no reguladas que podrían estar bajo condiciones de almacenamiento y procesamiento inadecuadas. En la tabla 2 se detallan los datos obtenidos tras el análisis cromatográfico por HPLC-FL de los estándares y muestras problemáticas.

Tabla 2. Datos del análisis de las muestras de aceite de cannabis para la cuantificación de aflatoxinas.

Sample ID	Área del pico				
	AFLAT. G1	AFLAT. B1	AFLAT. G2	AFLAT. B2	AFLAT. TOTAL
FM	0	0	0	0	0
BLANCO	0	0	0	0	0
STD 1	61789	94621	23526	41875	221811
STD 1	61970	97865	23951	42256	226042
STD 2	129435	227189	53972	93355	503951
STD 2	128431	228935	53289	92980	503635
STD 3	241230	429917	102365	168568	942080
STD 3	243481	438745	105541	164589	952356
STD 4	541300	981025	229158	367560	2119043
STD 4	540669	979956	222596	378224	2121445
STD 5	1297890	2487662	588963	975708	5350223
STD 5	1330530	2490517	583568	971289	5375904
MP1	0	0	0	0	0
MP1	0	0	0	0	0
MP2	0	0	0	0	0
MP2	0	0	0	0	0
MP3	0	0	0	0	0
MP3	0	0	0	0	0
MP4	0	0	0	0	0
MP4	0	0	0	0	0
MP5	0	0	0	0	0
MP5	0	0	0	0	0
FM	0	0	0	0	0

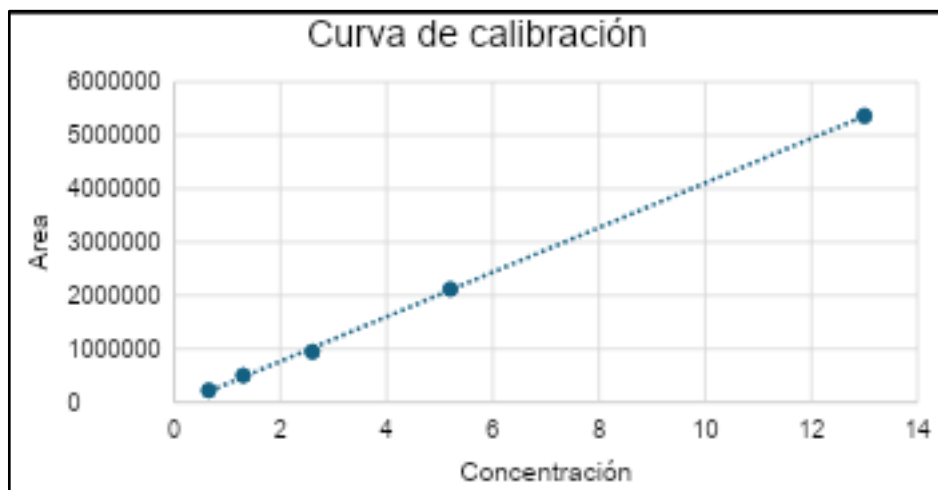


Figura 1. Curva de calibración de aflatoxinas totales para cuantificación de aflatoxinas.

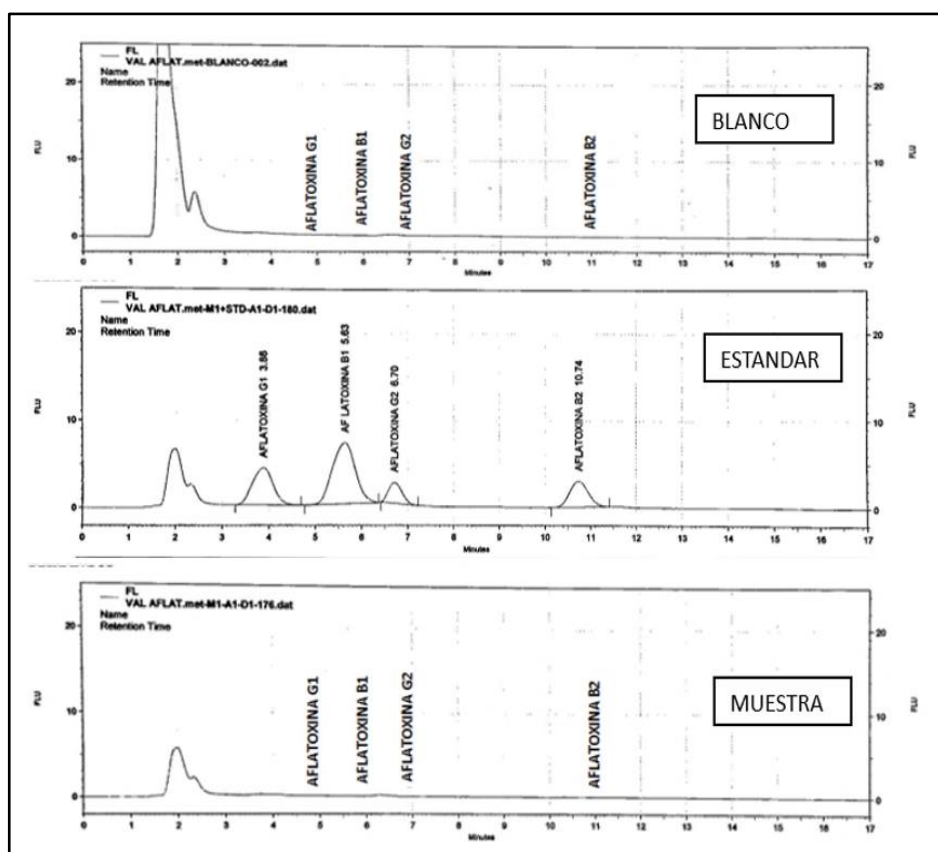


Figura 2. Cromatograma del blanco, mix de estándar de aflatoxinas y muestra problema.

En el presente estudio, se realizó la detección de aflatoxinas en muestras ambulatorias de soluciones oleosas de cannabis. Por lo que, se utilizó un estándar certificado con concentraciones definidas de cada aflatoxina ($2,6 \mu\text{g/mL}$ en total; con $1 \mu\text{g/mL}$ de AFB1 y AFG1; y $0,3 \mu\text{g/mL}$ de AFB2 y AFG2), permitiendo establecer un límite de detección confiable. La metodología se realizó de acuerdo a la normativa oficial AOAC 994,03; Norma ICONTEC, NTC 1232, la cual corresponde a la determinación de aflatoxinas en cereales y alimentos por Cromatografía líquida de alta eficiencia con detector de fluorescencia (HPLC-FL)¹⁷. La ausencia de aflatoxinas en las muestras sugiere que los

aceites de cannabis evaluados no estuvieron expuestos a contaminación fúngica significativa en su producción y almacenamiento, lo cual es un hallazgo positivo desde el punto de vista de la seguridad del consumidor. Como se puede observar en los cromatogramas descritos en la figura 2, hubo ausencia de aflatoxinas en las cinco muestras oleosas de *Cannabis sativa*.

Las variedades de *Aspergillus* tienen la capacidad de generar aflatoxinas y ocratoxina A (OTA). No obstante, a pesar de que investigaciones anteriores han señalado que *A. flavus* y *A. parasiticus* pueden sintetizar aflatoxinas en muestras de cannabis libre de gérmenes, estas micotoxinas rara vez se encuentran en análisis de control¹⁸. Esta irregularidad podría deberse a varios motivos, como la abundancia de cepas no productoras de toxinas en los cultivos de cannabis, condiciones ambientales poco propicias para la formación de micotoxinas, el efecto inhibitor de los terpenos de la flores sobre el crecimiento de hongos, o la posible descomposición de compuestos por parte de la planta o sus microorganismos asociados¹⁹.

En la investigación realizada por Burchicio *et al.* (2022), se examinaron las aflatoxinas (AF) y la ocratoxina A (OTA) en 142 muestras de cannabis ilegal decomisadas en el mercado local mediante cromatografía líquida de alta eficacia con un detector de fluorescencia. Las AF se transformaron antes de su detección utilizando una celda Kobra. No se encontró contaminación por AF (LOD=0,04 ug/Kg) en ninguna de las muestras estudiadas. Por otro lado, se halló OTA en alrededor de un tercio de las muestras, con una concentración promedio de 4,30 ug/Kg²⁰.

En el estudio de Wilcox *et al.* (2020) se analizaron 5 muestras de productos de cannabis a las cuales se les realizó la elución de aflatoxinas por columnas de inmunoafinidad multi anticuerpo y comparadas con un sistema automatizado con cartuchos de inmunoafinidad reutilizables en línea que posteriormente fueron analizadas mediante detección por fluorescencia mediante cromatografía líquida, el valor obtenido para la muestra de aceite que contiene 2,75% de cannabidiol (CBD) fue de 0,3 ug/Kg en el primer método y en el segundo 0,1 ug/Kg, observándose la constante de concentraciones bajas de aflatoxinas en muestras comercializadas de cannabis. Analizando la metodología, en este caso las condiciones de extracción fueron diferentes, aunque el metanol - agua es el disolvente de aflatoxinas por excelencia, se optó por una extracción con acetonitrilo - agua, además en la LC se utilizó la programación de dos fases móviles para mejorar la forma de los picos y garantizar una mejor separación de las aflatoxinas individuales, en este estudio se cumplió con un porcentaje de recuperación de 76 a 120%, y las desviaciones estándar estuvieron entre 0,8 y 6,6%²¹.

Existen diversas técnicas cromatográficas para determinar la cantidad de contaminantes en muestras de cannabis; además, otros métodos como el inmunoensayo enzimático para medir la aflatoxina B1²². Sin embargo, los métodos más utilizados son la cromatografía líquida (LS) acoplada a espectrometría de masas (MS), y la cromatografía de gases (GC) acoplada a MS²³. Por ejemplo en el estudio de Serafimovska *et al.* (2021), se analizó la concentración de aflatoxinas en muestras de flores, las flores enriquecidas con aflatoxinas y posteriormente en el extracto descarboxilado con etanol al 96%, analizadas mediante el método analítico LC/MS/MS, en las muestras de flores no se obtuvo cantidades significativas de aflatoxinas, pero en el extracto se encontró una mayor concentración de aflatoxinas en comparación con la muestra enriquecida además se demostró que el método LC/MS/MS es reproducible, sensible, rentable y eficaz para la determinación de aflatoxinas en extractos de cannabis. Se considera importante el control de las aflatoxinas durante el cultivo, cosecha y poscosecha ya que cantidad de aflatoxinas en estas etapas

comprometen la cantidad fuera de los límites permitidos en los productos derivados de ellas²⁴.

CONCLUSIONES

Se realizó la identificación y cuantificación de soluciones oleosas de cannabis mediante cromatografía líquida con detector de fluorescencia (HPLC-FL). El análisis realizado a las muestras analizadas, no reportaron presencia de aflatoxinas, dando un resultado negativo por debajo del límite de detección de 2,6 µg/mL.

AGRADECIMIENTO

Agradecer al Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales "Juan de Dios Guevara" y al Grupo de Investigación Recursos Naturales "RENATU" por brindar los laboratorios y equipos necesarios para realizar la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. El peruano. Ley que regula el uso medicinal y terapéutico del cannabis. Viernes 17 noviembre [Internet]. 2017;ley 30681:3 y 4. [citado 18 mayo 2025]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-regula-el-uso-medicinal-y-terapeutico-del-cannabis-y-ley-n-30681-1587374-1/>.
2. Dryburgh LM, Bolan NS, Grof CPL, Galettis P, Schneider J, Lucas CJ, et al. Cannabis contaminants: sources, distribution, human toxicity and pharmacologic effects. *Br J Clin Pharmacol*. 2018 Nov;84(11):2468-2476. doi: 10.1111/bcp.13695.
3. Pickova D, Ostry V, Toman J, Malir F. Aflatoxins: History, Significant Milestones, Recent Data on Their Toxicity and Ways to Mitigation. *Toxins (Basel)*. 2021 Jun 3;13(6):399. doi: 10.3390/toxins13060399.
4. Organización Mundial de la Salud. Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volumen 56. Lyon, France: IARC Press; 1993. Aflatoxinas; págs. 245–395.
5. Wild CP, Miller JD, Groopman JD. Control de las micotoxinas en los países de ingresos bajos y medios. IARC. Informes de Grupos de Trabajo N°9. 2015. 9 p.
6. Jallow A, Xie H, Tang X, Qi Z, Li P. Worldwide aflatoxin contamination of agricultural products and foods: From occurrence to control. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2021 May;20(3):2332-2381. doi: 10.1111/1541-4337.12734.
7. Leask E, Gibb RC, Laidlaw JP. Aflatoxin. *Lancet*. 1964 May 16;1(7342):1090.
8. SENASA. Método de ensayo: determinación de aflatoxinas en alimentos por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masa en tándem (LC-MS/MS) [Internet]. 2022. [citado 10 jun 2025]. Disponible en: https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2022/09/MET-UCCIRT-Res-16_6-Aflatoxinas.pdf.

9. Performance H, Chromatography L. Ochratoxin A in Cannabis by LC Using Prominence-i and the RF-20Axs Fluorescence Detector:19–21.
10. Swartz M. HPLC detectors: a brief review. *J Liq Chromatogr Relat Technol.* 2010; 33(9-12):1130-1150. doi: 10.1080/10826076.2010.484356.
11. Muhammad N, Hussian I, Ali A, Hussain T, Intisar A, Ul Haq I, et al. A comprehensive review of liquid chromatography hyphenated to post-column photoinduced fluorescence detection system for determination of analytes. *Arab J Chem.* 2022;15(9):104091. doi: 10.1016/j.arabjc.2022.104091.
12. Gupta V, Jain AD, Gill NS, Gupta K. Development and validation of HPLC method - a review. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences.* 2012; 2(4): 17-25.
13. Dryburgh LM, Bolan NS, Grof CPL, Galettis P, Schneider J, Lucas CJ, et al. Cannabis contaminants: sources, distribution, human toxicity and pharmacologic effects. *Br J Clin Pharmacol.* 2018;84(11):2468-76. Disponible en: doi: 10.1111/bcp.13695.
14. Gwinn KD, Leung MCK, Stephens AB, Punja ZK. Fungal and mycotoxin contaminants in cannabis and hemp flowers: implications for consumer health and directions for further research. *Front Microbiol.* 2023 Oct 19;14:1278189. doi: 10.3389/fmicb.2023.1278189.
15. Working I. IARC Monographs on the evaluation of Carcinogenic Risks to Humans [Internet]. Nih.gov. International Agency for Research on Cancer; 2025 [citado 6 mar 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK419324/>
16. IARC. Some Naturally Occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins [Internet]. [citado 21 mayo 2025]. Disponible en: <http://publications.iarc.who.int/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Some-Naturally-Occurring-Substances-Food-Items-And-Constituents-Heterocyclic-Aromatic-Amines-And-Mycotoxins-1993>
17. AOAC. Determinación de aflatoxinas en cereales y alimentos por cromatografía líquida de alta eficiencia HPLC. AOAC Official Method 994.03. ICONTEC NTC 1232.
18. Jameson LE, Conrow KD, Pinkhasova DV, Boulanger HL, Ha H, Jourabchian N, et al. Comparison of State-Level Regulations for Cannabis Contaminants and Implications for Public Health. *Environ Health Perspect.* 2022 Sep;130(9):97001. doi: 10.1289/EHP11206.
19. Palumbo JD, O’Keeffe TL, Abbas HK. Microbial interactions with mycotoxigenic fungi and mycotoxins. *Toxin Rev.* 2008;27(3-4):261–85. doi: 10.1080/15569540802416301.
20. Buchicchio L, Asselborn L, Schneider S, van Nieuwenhuyse A, Moris G, Schummer C. Investigation of aflatoxin and ochratoxin A contamination of seized cannabis and cannabis resin samples. *Mycotoxin Res.* 2022 Feb;38(1):71-78. doi: 10.1007/s12550-022-00449-z.
21. Wilcox J, Pazdanska M, Milligan C, Chan D, MacDonald SJ, Donnelly C. Analysis of Aflatoxins and Ochratoxin A in Cannabis and Cannabis Products by LC–Fluorescence Detection Using Cleanup with Either Multiantibody Immunoaffinity Columns or an Automated System with In-Line Reusable Immunoaffinity Cartridges. *J AOAC Int.* 2020;103(2):494-503. doi: 10.5740/jaoacint.19-0176.

22. Nardo FD, Cavallera S, Baggiani C, Chiarello M, Pazzi M, Anfossi L. Enzyme Immunoassay for Measuring Aflatoxin B1 in Legal Cannabis. *Toxins (Basel)*. 2020 Apr 20;12(4):265. doi: 10.3390/toxins12040265.
23. López-Ruiz R, Marín-Sáez J, Garrido Frenich A, Romero-González R. Recent applications of chromatography for analysis of contaminants in cannabis products: a review. *Pest Manag Sci*. 2022 Jan;78(1):19-29. doi: 10.1002/ps.6599.
24. Serafimovska T, Stefanovski S, Erler J, Keskovski Z, Stefkov G, Mitevska M, et al. Does Cannabis Extract Obtained From Cannabis Flowers With Maximum Allowed Residual Level of Aflatoxins and Ochratoxin a Have an Impact on Human Safety and Health? *Front Med (Lausanne)*. 2021 Nov 15;8:759856. doi: 10.3389/fmed.2021.759856.1