

# LA CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA: UNA ALTERNATIVA VIGENTE EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

Yeraldin Vallejo-Rosero<sup>\*1</sup>, Luis Barrios-Correa<sup>\*2</sup>, Jorge Anaya-Gil<sup>\*3</sup>

La cromatografía de capa fina (TLC) surgió en los años 50, y recibió gran acogida en sus primeros años gracias a su versatilidad y eficacia, no obstante, los avances en nuevas tecnologías ocasionaron que la cromatografía de capa fina se reemplace progresivamente, razón por la cual se busca la manera de acoplar la TLC a técnicas más sofisticadas y robustas que mantengan su vigencia en el mercado. En la actualidad, la TLC es una técnica que bien manejada permite determinar la pureza e identificación de materias primas de numerosos medicamentos de acuerdo a las especificaciones de la farmacopea, además de ser usada en análisis rápidos para la detección de drogas y análisis de variada complejidad. En el presente ensayo, se demostrará que la TLC es una técnica versátil, accesible y segura para realizar análisis químicos con alto rendimiento si se tiene en cuenta los conocimientos básicos y la experticia para su ejecución.

**Palabras clave:** Cromatografía en capa fina, modificaciones, industria farmacéutica, análisis químico.

## INTRODUCCIÓN


La cromatografía en capa fina (TLC, del inglés Thin Layer Chromatography) es una técnica analítica rápida y sencilla que consiste en la separación de los componentes de una muestra debido a su migración diferencial a través de una capa delgada de adsorbente, generalmente sostenido por una superficie plana inerte. Esta herramienta se basa en el principio de adsorción entre dos fases, en donde la separación

Thin layer chromatography (TLC) emerged in the 50's, receiving great acceptance in its early years thanks to its versatility and efficiency. However, advances in new technologies caused thin layer chromatography to be progressively replaced, which is why we are looking for ways to couple TLC to more sophisticated and robust techniques in order to maintain its validity in the market. Nowadays, TLC is a technique that, when well-managed, allows the determination of purity and identification of raw materials of numerous drugs according to pharmacopoeia specifications, besides being used in rapid analysis for the detection of drugs and analyses of varied complexity. In the present assay, it will be demonstrated that TLC is a versatile, accessible and safe technique to perform chemical analyses with high performance if a basic knowledge and expertise for its execution are taken into account.

**Keywords:** Thin layer chromatography, modifications, pharmaceutical industry, chemical analysis.

se realiza de acuerdo con los coeficientes de reparto de las moléculas de la muestra<sup>1</sup>. La TLC permite determinar el grado de pureza de un compuesto, identificar y comparar analitos y realizar el seguimiento de una reacción, razón por la que es ampliamente usada. Asimismo, esta técnica es de fácil comprensión y ejecución, lo que permite separaciones en corto tiempo, versátiles y de bajo costo<sup>2</sup>. Si bien esta técnica es una de las más útiles en el análisis químico cualitativo, es considerada anticuada según algunos investigadores, razón por la que tiende a subestimarse su utilidad. Dicha perspectiva puede estar relacionada a la falta de capacitación de quienes la usan, inadecuada estandarización de las metodologías,

<sup>1</sup> [yvallejor@unicartagena.edu.co](mailto:yvallejor@unicartagena.edu.co)  <https://orcid.org/0000-0002-8781-196X>

<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-6428-540X>

<sup>3</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7775-165X>

\*Grupo de Investigación de Productos Naturales, Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Universidad de Cartagena. Cartagena 130015, Colombia.



1. Sgariglia, M. Soberón, J., Sampietro, D. & Vattuone, M. *Cromatografía: Conceptos y Aplicaciones*. Arakuku. 2010, 2(1), 1–6.
2. Corzo, A. *Técnicas de análisis en química orgánica: Cromatografía*. In Universidad Nacional de Santiago del Estero– UNSE. 2019. p 45.
3. Zhang, Z., Liu, J., Liu, R., Sun, J. & Wei, G. *Thin layer chromatog-*

problemas de separación de los analitos y disminución de la sensibilidad debidos a efectos ambientales<sup>3</sup>, además de la alta manipulación de la muestra por no ser una técnica estandarizada e, incluso, intereses comerciales que buscan promocionar otras técnicas de separación con características similares, pero a un alto costo<sup>4,5</sup>. Otros autores destacan la poca practicidad para preparar las muestras, puesto que podría asumirse que dicho proceso es más tedioso (asociado a la falta de instrumentos lo suficientemente automatizados que disminuyan el error humano) en comparación con otras técnicas analíticas.

En virtud de lo anterior, en el presente artículo se pretende dar a conocer los atributos que han permitido a esta técnica perdurar a través de los años, así como las diversas alternativas y nuevas aplicaciones que se han desarrollado basados en esta herramienta analítica para que esta se mantenga vigente en los análisis de rutina de la industria farmacéutica y otras áreas de la química.

## Desarrollo histórico de la cromatografía en capa fina

Los primeros usos de la cromatografía se considera que se remontan al año 1900, cuando se empezaron a llevar a cabo separaciones de pigmentos vegetales<sup>1</sup>. En el año 1940 apareció la cromatografía de reparto, la cual permitió la separación de sustancias mediante diferenciación en los coeficientes de reparto (que es el cociente entre las concentraciones de la sustancia en las dos fases de la mezcla formada por los dos disolventes inmiscibles en equilibrio); para el año 1949 se consideró la adición de aglutinantes a los adsorbentes, lo que a su vez permitió su fijación en soportes de vidrio, siendo este uno de los inicios de las placas de TLC utilizadas hoy en día<sup>2</sup>. Paulatinamente la técnica tuvo gran acogida y desarrollo, puesto que se logró conocer de manera más precisa la ubicación de las muestras dentro de cada placa lo que a su vez permitió la evaluación cualitativa de los analitos, logrando así identificar y determinar la pureza de las sustancias objeto de estudio. Lo anterior significó un avance para establecer el número de componentes en una mezcla, verificar la identidad de una sustancia en particular, supervisar el progreso de una reacción o inclusive verificar la eficacia de una purificación<sup>6</sup>. Poco tiempo después, surgió una técnica mejorada a la que se la denominó HPTLC (Cromatografía

en capa fina de alto rendimiento) y que se basa en el uso gel de sílice 60 (o silicagel 60) optimizado con un tamaño de partícula significativamente menor que el utilizado para la TLC clásica. Esto permite una mayor densidad de empaque y una superficie más lisa. Por tanto, la difusión de la muestra se reduce, lo que da como resultado bandas o manchas más compactas. Además, el tamaño de partícula más pequeño y la capa más delgada aumentan significativamente la sensibilidad de detección y la velocidad de análisis, ya que el analito entra en contacto más eficazmente con la placa lo que aumenta su especificidad y mejora la separación<sup>7</sup>.

## Fundamentos de la cromatografía en capa fina

La técnica se basa en la separación de los analitos mediante las diferencias de velocidad a la que estos son transportados por una fase móvil líquida a través de una fase fija o estacionaria (la placa de TLC). La separación de los componentes de la muestra se da principalmente por el fenómeno de la adsorción de tal modo que un compuesto de la fase líquida entra en contacto con el sólido adsorbente y se adhiere a la superficie del mismo mediante una fuerza física, sin implicar intercambio de electrones, lo que lo hace reversible. Antes de comenzar el proceso, primero se introduce un pequeño volumen del solvente o mezcla de solventes que constituyen la fase móvil en un recipiente cerrado y se espera a que se sature el ambiente. En ese momento se introduce la fase estacionaria, donde se ha aplicado previamente la muestra (**figura 1a**), a través de la cual circulará la fase móvil debido al fenómeno de capilaridad, lo que conllevará un reparto diferencial de los productos que están presentes en la muestra entre el solvente y el adsorbente (**figura 1b**). Una vez el frente del solvente alcance el límite de la placa, los puntos procedentes de la muestra separados (**figura 1c**) se visualizan por absorbancia o fluorescencia, ya sea nativa o mejorada con agentes de visualización. Finalmente, los productos pertinentes se identifican por sus colores característicos o fluorescencia combinados con los valores del factor de retención ( $R_f$ , **figura 1d**), los cuales, al ser comparados con un patrón de referencia permiten la tipificación de sustancias que forman la muestra, identificando así los compuestos de interés y las interferencias<sup>8</sup>. Por tanto, el parámetro cromatográfico utilizado en la TLC será la relación con el avance del frente de la fase móvil, el cual puede estar determinado por factores como las variaciones de temperatura en el ambiente, la variabilidad de las placas elaboradas por diferentes compañías e incluso la calidad y pureza de los reactivos utilizados para el análisis. Por tal motivo, es recomendable el uso de patrones

raphy coupled with surface-enhanced Raman scattering as a facile method for on-site quantitative monitoring of chemical reactions. *Anal. Chem.* **2014**, *86*(15), 7286–7292.

4. Vásquez, M.; Ramos, B. Validación de un método analítico por TLC-scanner para la determinación de pureza radioquímica del pertecnetato de sodio <sup>99m</sup>Tc solución inyectable. *Inf. Cient. Tec.* **2016**, *16*(2), 15-21.
5. Poole, C. F. Thin-layer chromatography: Challenges and opportunities. *J. Chromatogr. A.* **2003**, *1000*(1–2), 963–984.
6. Pyka, A. Detection progress of selected drugs in TLC. *Biomed Res.*

*Int.* **2014**, ID 732078.

7. Merck. History of Thin-Layer Chromatography. (n.d.)
8. Spangenberg, B., Poole, C. F., & Weins, C. *Quantitative thin-layer chromatography: a practical survey*. Springer Science & Business Media **2011**.
9. Zevallos, D. Estudio fitoquímico cualitativo preliminar y cuantifi-

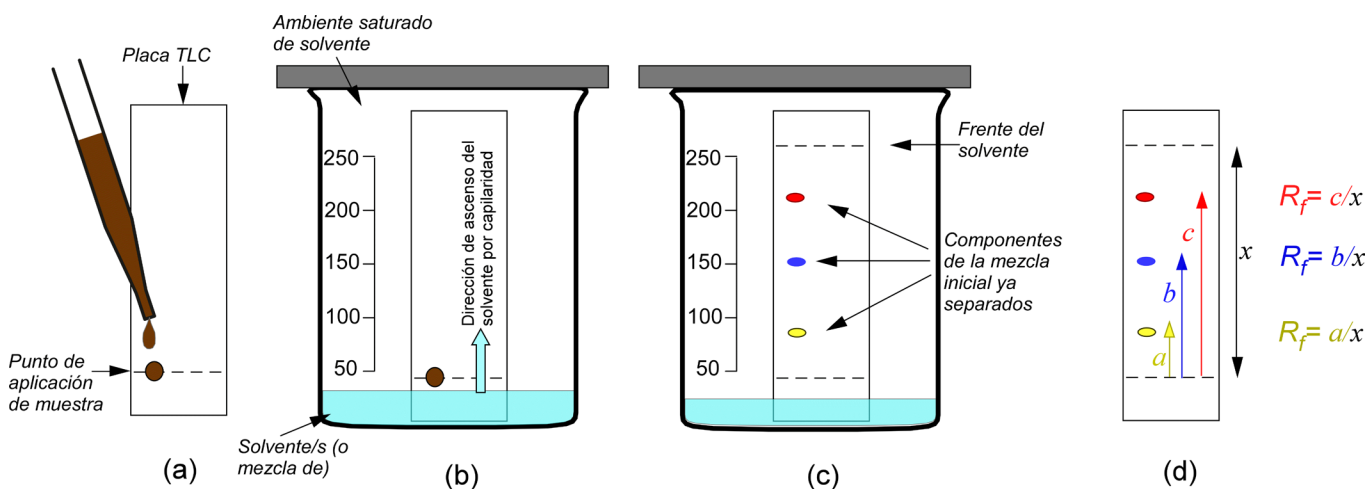


Figura 1. Pasos básicos de una cromatografía en capa fina.

de referencia para los análisis con placas en capa fina, con el fin de garantizar la identificación de las sustancias objeto de estudio<sup>9</sup>.

Debido a que el fenómeno en el cual se basa la técnica es la adsorción, existen en el mercado diferentes tipos de adsorbentes como son: la sílice, la alquilsílice (C8 o C18), la alúmina, la celulosa y la poliamida<sup>10</sup>, lo que le confiere una mayor versatilidad y aplicabilidad a la técnica para analizar sustancias en matrices complejas (como la que se muestra en la **figura 2**). Incluso hoy en día se cuenta con placas revestidas previamente con productos fluorescentes que permiten visualizar los compuestos mediante la exposición de las placas a la luz ultravioleta (UV). En aquellos casos en los cuales los compuestos no absorban la luz UV o no tengan un color distinguible, el revelado de la placa requerirá de un agente revelante<sup>11</sup>.

## Ventajas y desventajas de la cromatografía en capa fina

Entre las ventajas de los análisis por TLC se encuentran las siguientes: uso de pequeñas cantidades de reactivos, estándares y muestras; identificación de diferentes compuestos en una misma corrida, la detección de sustancias en condiciones severas de separación sin riesgo de dañar o afectar algún tipo de instrumento (es decir, permite el uso de reactivos nocivos o corrosivos que podrían afectar equipos estandarizados); el fácil transporte a diferentes zonas donde se requiera hacer algún tipo de análisis y se carezca de los

recursos necesarios para la adquisición de una técnica más sofisticada; el análisis simultáneo de la muestra y el patrón de referencia; además de ofrecer una relativa facilidad para ajustar y acondicionar los parámetros operativos, tal como ocurre en el caso de las muestras complejas (generalmente difíciles de separar) en donde se pueden separar utilizando diferentes disolventes o mediante modificaciones de pH del medio.

Es menester mencionar las limitaciones que posee esta técnica, entre las cuales tenemos la limitada especificidad y la baja sensibilidad en comparación con otras técnicas analíticas, la existencia de sustancias que no son fluorescentes (por ejemplo, los alcanos) o el hecho de que moléculas con estructura o polaridad similar no pueden ser separadas o

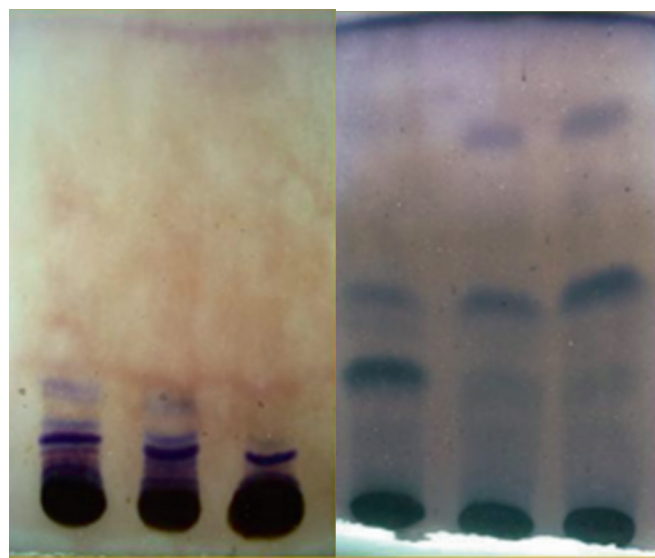


Figura 2. TLC de la monitorización de la extracción exhaustiva del extracto etanólico de la resina de *Hymenaea courbaril* L. Revelado con vainillina en  $H_2SO_4$ , utilizando fase móvil diclorometano: éter de petróleo 6:4.

cación de flavonoides y taninos del extracto etanólico de hojas de *Desmodium vargasianum* Schubert. *Rev. Soc. Quím. Perú.* **2018**, *84*(2), 175-182.

10. Kumar, S., Jyotirmayee, K. y Sarangi, M. Thin layer chromatography: a tool of biotechnology for isolation of bioactive compounds from medicinal plants. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* **2013**, *18*(1), 126-132.

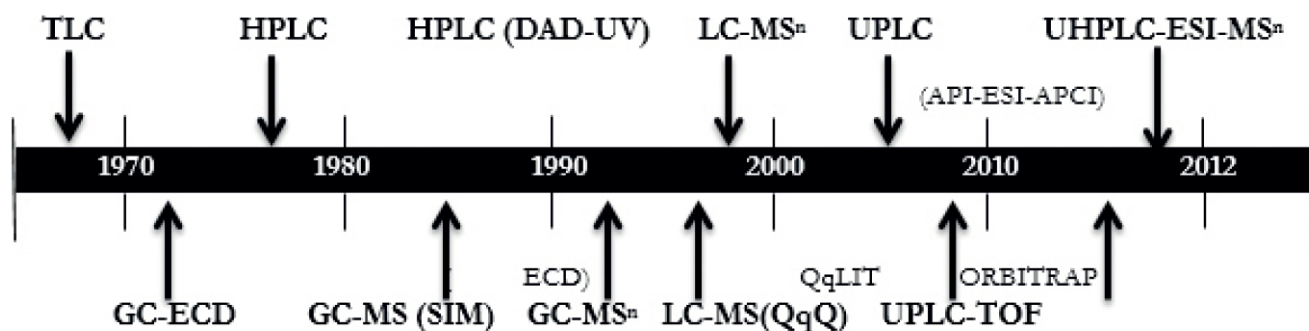


detectadas de manera adecuada<sup>11</sup>. Otras dificultades que presenta esta técnica frente a otras más novedosas son: el limitado control del flujo de solvente (fase móvil) en las separaciones (la técnica carece de instrumentación que controle la velocidad y el tiempo al cual se efectúa una separación eficiente), la dificultad de cuantificación de los analitos (esta se debe complementar con otras técnicas analíticas las cuales, generalmente, no se llevan a cabo en tiempo real) e incluso el incremento del tiempo en ciertos análisis, lo que se suma a la falta de perspectivas que se tiene en torno al rendimiento en las separaciones<sup>5</sup>. Además, la incorrecta aplicación de la técnica analítica generada por una adición del solvente y la colocación inmediata de la placa de TLC sin permitir la saturación del medio, ocasiona que no se presente un equilibrio de la atmosfera dentro del recipiente lo que puede dar lugar a resultados inconsistentes<sup>12</sup>. En este sentido, es importante analizar el impacto que genera la evolución natural de las técnicas de análisis en el entorno académico, científico e industrial, ¿por qué se han desplazado totalmente ciertos métodos que son eficaces, por nuevas tecnologías? ¿La innovación necesariamente requiere la retirada definitiva de métodos que eran parte de nuestros análisis y daban buenos resultados? Aunque no hay una respuesta definitiva para esta pregunta, no se puede negar que es de esperar que un método más conveniente o fiable para una separación determinada desplace con el tiempo a las técnicas habituales en la medida que su aplicación sea más difundida y los costos de adquisición y operación sean más bajos. En consecuencia, hoy en día la cromatografía en

capa fina ha ido perdiendo terreno en el laboratorio analítico frente a técnicas cromatográficas de amplio alcance (**figura 3**), que tienen la capacidad de detectar y cuantificar muestras más complejas<sup>13</sup>.

### Modificaciones de la TLC

Es importante resaltar que el uso de técnicas complementarias a la TLC ha permitido que los análisis sean realizados con mayor comodidad, eficiencia y precisión, lo que a su vez genera reproducibilidad y confiabilidad. En 2003, Poole<sup>5</sup> propuso ciertas variaciones que hicieran a la TLC una técnica más apetecida para los investigadores, dentro de las cuales se pueden mencionar: uso de TLC con flujo neumático o electrostático con detección continua en línea o análisis de imágenes; TLC bidimensional con análisis de imágenes *in situ*; TLC combinada con espectrometría de masas *in situ*; desarrollo de métodos asistidos por ordenador basados en estructuras; y detección de actividad biológica de algunos analitos para la evaluación de la calidad como método alternativo de revelado<sup>5,11</sup>. Las diferentes técnicas que se pueden acoplar a la TLC hacen que esta ofrezca mayor versatilidad al momento de realizar análisis y pueda convertirse en una alternativa deseable para analizar compuestos. Tal es el caso de la cromatografía en capa fina bidimensional donde se puede hacer la corrida en una dirección con la primera fase móvil y luego girar la placa 90° para correr nuevamente la muestra usando una fase móvil diferente<sup>11</sup>. Lo anterior permite obtener



**Figura 3.** Evolución de las técnicas analíticas relacionadas con la cromatografía TLC: Cromatografía en Capa Fina. GC-ECD. Cromatografía de gases con detector de captura de electrones. HPLC: Cromatografía líquida de alta eficiencia, GC-MS (SIM): Cromatografía de gases con detector de masas. HPLC (DAD-UV): Cromatografía líquida de alta eficiencia. Detector de arreglo de diodos- detector ultravioleta. GC-MS: Cromatografía de gases con detector de masas. LC-MS: Cromatografía Líquida- Espectrometría de Masas Tandem. LC-MS(QqQ): Cromatografía Líquida- Espectrometría de Masas (triple cuadrupolo). UPLC: Cromatografía líquida de ultra alta resolución. UPLC-TOF: Cromatografía líquida de ultra alta resolución-tiempo de vuelo. UHPLC-ESI-MS: Cromatografía líquida de ultra alta presión acoplada espectrometría de masas en tándem con ionización por electrospray. Reproducida de Talero-Pérez YV, Medina OJ, Rozo-Núñez W. Técnicas analíticas contemporáneas para la identificación de residuos de sulfonamidas, quinolonas y cloranfenicol. Universitas Scientiarum. 2014, 19(1). 11-28. Licencia CC-By-NC-ND. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC19-1.taci>

11. Renger, B. Contemporary Thin-Layer Chromatography in Pharmaceutical Quality Control. *J. AOAC Int.* **1998**, 81(2), 333-339.  
 12. Silver B. Let Us Teach Proper Thin Layer Chromatography Technique. *J. Chem. Educ.* **2020**, 97,4217-4219.

13. Saavedra, V. I. G., González, P. S. C., Peña, M. E. E., Verdugo, A. D. I., Lagos, C. D. C. R., y Oppenheimer, C. R. W. Historia, presente y proyecciones de la Farmacopea. *An real acad. Farm.* **2016**, 82(3) 283-296

separaciones mejoradas de los analitos presentes en una muestra, los cuales, posteriormente, pueden cuantificarse por otros métodos analíticos. Por ejemplo, es posible cuantificar los componentes de una mezcla de fármacos aplicando densitometría en TLC<sup>14</sup>. Esta técnica brinda un enfoque muy simple para cuantificar fármacos y estándares separados mediante las placas de TLC a través de las densidades ópticas de las bandas de medición, cuantificándose cada compuesto mediante la comparación con una curva del estándar de referencia, que ha sido preparado bajo las mismas condiciones<sup>8</sup>. Así, es posible llevar a cabo ensayos cuantitativos, a la vez que aprovechar las ventajas que brinda la TLC sobre otras técnicas de separación como el hecho de no requerir un preacondicionamiento de la fase estacionaria ni de largos pasos de lavado que en ocasiones requieren ciertos tipos de muestras, lo que la convierte en una buena alternativa para controlar la estabilidad de productos farmacéuticos tanto en estudios de preformulación como en preparaciones finales.

Otras de las técnicas que se han utilizado junto a la TLC como complemento son la espectroscopía infrarroja (IR), la espectroscopía Raman y la espectrometría de masas. Dentro de estas tecnologías, se ha prestado especial atención a la dispersión de Raman amplificada en superficie (SERS) cuando a las placas de TLC se les agregan nanopartículas de oro o plata. El uso de SERS acoplado a TLC es de interés debido a su alta sensibilidad, su elevada especificidad, su capacidad de detección simultánea de análisis múltiples y su aplicabilidad a diversas configuraciones de analitos, incluyendo muestras líquidas, en polvo, gaseosas y sólidas como los alimentos y obras de arte. La TLC complementada con SERS permite el manejo de la separación y detección en la misma placa, así como la diferenciación de los compuestos parcialmente separados mediante la identificación de sus bandas características de Raman. Este método proporciona información completa y precisa sobre el avance de reacciones químicas específicas, sin que falten sustancias que incluso son invisibles a simple vista<sup>15</sup>. Con este complemento en TLC es posible analizar muestras más complejas de manera eficaz y lograr resultados óptimos.

## Cromatografía de capa fina en la industria farmacéutica

En 1950 un trabajo pionero abrió un camino para la TLC en el ámbito farmacéutico, gracias a que en la farmacopea británica se incluyera esta técnica para la detección y control de impurezas como parte del control de calidad de preparaciones

farmacéuticas<sup>13</sup>. Aunque la técnica en su versión más simple es considerada semicuantitativa, los procedimientos establecidos en la farmacopea van directamente dirigidos a aspectos cualitativos, limitando su uso y credibilidad por no considerarse lo suficientemente exacto y sensible<sup>15</sup>.

La mayoría de los análisis establecidos por la farmacopea para analizar la aplicación de buenas prácticas de manufactura, parámetros de desempeño, controles en proceso y control de calidad de ingredientes activos, productos intermedios y productos finales, están basadas en cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), cromatografía de gases (GC), y espectroscopía UV-VIS, IR, de absorción y emisión atómica, de llama, entre otras<sup>14</sup>; lo que ha producido un desplazamiento en el uso de la TLC. En la industria farmacéutica la cromatografía en capa fina indudablemente será considerada como una técnica menos sensible, menos selectiva y con resultados poco precisos, por lo que sigue siendo un desafío combinar la TLC con técnicas de detección más eficientes para una mejor caracterización y reproducibilidad de los resultados. Tal es el caso de interconectar la TLC con la espectrometría de masas (MS), lo cual no ha resultado tan simple como con otros tipos de cromatografía en sistemas GC-MS o LC-MS, debido a que las moléculas del analito permanecen adsorbidas en el lecho de gel TLC después de la separación, en lugar de ser eluidas de la columna por un flujo de gas (en GC-MS) o líquido (en LC-MS). En otras palabras, es necesario que los analitos que han sido adsorbidos en las placas de TLC sean extraídos, para posteriormente analizarse por espectrometría de masas<sup>8</sup>.

Cabe recordar que la cromatografía en capa fina también es frecuentemente utilizada y ampliamente promovida por la Oficina de la Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) para la detección de numerosos estupefacientes o drogas en general<sup>16</sup>. Por otro lado, los laboratorios móviles globales como el Mini laboratorio del Global Pharma Health Fund (GPHF) utilizan este sencillo método para un tamizaje rápido, tanto para productos que declaran la sustancia activa como aquellos que no, o para determinar el perfil de impureza similar al del producto farmacéutico estándar de origen conocido y legal<sup>17</sup>. Con ello se puede corroborar que la TLC y sus complementos permiten análisis sencillos, pero de gran importancia, en medicamentos así como en otros tipos de muestras que requieren un proceso de seguimiento y

2014. *45(11-12)*, 1147-1152.

14. Hsu, K., Chan, Y., Chen, H., Lin, S., & Cheng, K. Tyrosinase-based TLC Autography for anti-melanogenic drug screening. *Sci. Rep.* **2018**, *8(1)*, 2–11.
15. Cañamares, M. V., Reagan, D. A., Lombardi, J. R., & Leona, M. TLC-SERS of mauve, the first synthetic dye. *J. Raman Spectrosc.*

16. UNODC, Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito. *Métodos recomendados para la identificación y el análisis de las piperazinas en los materiales incautados*. Naciones Unidas: Nueva York, **2013** y “Métodos recomendados para la identificación y el análisis de las catinonas sintéticas en los materiales incautados”. Naciones Unidas: Nueva York, **2016**
17. Mendoza Ulloa, G. Evaluación Cualitativa de 10-gingiol por HPLC TLC en matriz vegetal y producto terminado durante el periodo febrero-agosto 2013. [Trabajo de grado, Química farmacéutica]. Universidad autónoma de Nicaragua UNAN-LEÓN. **2013**.

cumplimiento de especificaciones de calidad.

Dado que los principales productos de degradación de fármacos pueden ser separados por TLC, se plantea que esta técnica debe ser utilizada como un estudio rutinario en estudios de estabilidad de sustancias activas y productos terminados<sup>18</sup>. Asimismo, las técnicas cromatográficas son útiles en el monitoreo de estudios de degradación forzada (temperatura, humedad, agentes oxidantes y reductores, sustancias acidas y alcalinas, etc.) como parte de la caracterización de nuevas sustancias activas que podrían ser utilizadas en el desarrollo de medicamentos.

Además, la farmacopea de Estados Unidos (USP) establece el uso de la TLC como una técnica para la identificación de materias primas y la detección de impurezas orgánicas en medicamentos (productos terminados), lo que ha permitido que esta forme parte de las técnicas de análisis dentro de la industria farmacéutica. En la **tabla 1** se presentan más ejemplos de investigaciones donde se ha utilizado esta técnica.

Si bien la realización de análisis cuantitativos mediante cromatografía en capa fina acoplada a otras técnicas analíticas tiende a incrementar los costos de operación, se han desarrollado alternativas económicamente factibles, dentro de

las cuales se puede mencionar la fotografía digital combinada con TLC (DE-TLC), la cual permite la ejecución de un análisis cualitativo mejorado, así como un análisis cuantitativo a un menor costo, asociado en parte al costo de este tipo de instrumento (alrededor de los 500 dólares) ya que el software es libre. La DE-TLC calcula la densidad óptica para los valores máximos de densidad en blanco y negro y monocromática, lo cual se usa para crear curvas de calibración. Opcionalmente, exporta todos los valores numéricos subyacentes a un archivo de hoja de cálculo para su posterior análisis<sup>19</sup>.

En concordancia a lo tratado anteriormente, se resalta que la cromatografía en capa fina se enfrenta a una rápida expansión de nuevas ideas, tecnologías y modelos económicos que están creando un cambio profundo en el futuro de la industria. Lo anterior se evidencia con las diferentes modificaciones y asociaciones con otras metodologías que se le están haciendo a esta técnica de manera que esta permanezca vigente en el mercado. Ante este panorama surge el desafío por parte de la academia, las instituciones científicas e industrias, en especial la farmacéutica, de reevaluar los campos de aplicación en donde la TLC brinde sus mejores resultados. La cromatografía en capa fina es un método utilizado en el análisis farmacéutico tanto en su forma clásica semicuantitativa como en sus formas mejoradas al acoplarse

**Tabla 1. Ejemplos de análisis químicos de diferentes muestras mediante cromatografía en capa fina y sus modificaciones.**

Analitos	Aplicación	Referencia
Propóleo	Establecer las propiedades antioxidantes, antibióticas y antivirales.	21
Calidad de medicamentos esenciales en el Hospital nacional de Huehuetenango	Especificar la calidad de los medicamentos que circulan en los centros asistenciales.	18
Metabolitos activos (alcaloides, flavonoides, saponinas, cumarinas y terpenos)	Establecer los elementos activos de la planta y las propiedades antioxidantes	19
10-gingiol	Evaluación cuanti-cualitativa de la matriz vegetal de <i>Zingiber officinalis</i> , y su uso como patrón de referencia para el análisis de Jarabes a base de jengibre.	17
Contaminantes químicos	Aplicación toxicológica en contaminantes químicos	22

18. Sandoval Pérez, A., y Chávez Vásquez, M. Evaluación de la calidad de los medicamentos esenciales, con forma farmacéutica sólida, en el hospital nacional y centros de abastecimiento de la red de servicios de salud de Huehuetenango, por medio de pruebas físicas, desintegración e identificación de principios activos. [Trabajo de grado, Química farmacéutica]. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2017.
19. Zamora Amores, F. Estandarización de la metodología de cromatografía de columna para el aislamiento de metabolitos activos a partir de extractos vegetales. [Trabajo de grado, Bioquímica farmacéutica]. Universidad de Cuenca. 2017

20. Talero Pérez, Y., Medina, J., & Rozo-Núñez, W. Técnicas analíticas contemporáneas para la identificación de residuos de sulfonamidas, quinolonas y cloranfenicol. *Univ. Sci.* 2014, 19(1), 11–29.
21. Bertrams, J., Müller, M., Kunz, N., Kammerer, D. & Stintzing, F. Phenolic compounds as marker compounds for botanical origin determination of German propolis samples based on TLC and TLC-MS. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 2013, 86(1), 143–153.
22. Sogorb, M. y Vilanova, E. Técnicas analíticas de contaminantes químicos: Aplicaciones toxicológicas, medioambientales y alimentarias. Ed. Diaz de Santos, 2015.

con sofisticados instrumentos analíticos como cámaras especiales, o densitómetros, usados para la identificación y el análisis cuantitativo de impurezas de manera más eficiente. Las modificaciones que ha venido adoptando la TLC la convierten en una técnica muy versátil para diversos análisis, por lo que se puede inferir que mientras los defensores de la técnica sigan incursionando en aspectos que mejoren su uso o que disminuyan sus limitantes, esta técnica analítica gozará de larga vida.

## CONCLUSIONES

La cromatografía en capa fina es una técnica que al ser trabajada de manera adecuada puede generar análisis óptimos, con resultados selectivos, eficientes y robustos, que dependiendo de la complejidad de la muestra y el análisis que se deba realizar, puede convertirse en una técnica total o complementaria. El éxito de la aplicación de esta técnica estará dado por el desarrollo de modificaciones y complementariedad con otras herramientas con el fin de ampliar la cantidad de analitos de interés, mejorar los parámetros de desempeño analíticos y su sencillez de aplicación a un costo más bajo. Además, la TLC siempre será una alternativa de reconocimiento de características cualitativas y por qué no, cuantitativas que permitan la identificación, detección y análisis de diversas muestras.

*Recibido: 9 de junio de 2021*

*Aceptado en forma final: 24 de agosto de 2021*

## BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES DE INTERÉS

Sgariglia, M. Soberón, J., Sampietro, D. & Vattuone, M. *Cromatografía: Conceptos y Aplicaciones. Arakuku*. 2010, 2(1), 1–6.

Poole, C. F. *Thin-layer chromatography: Challenges and opportunities. J. Chromatogr. A*. 2003, 1000(1–2), 963–984.

## CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Vallejo-Rosero, Y.; Barrios-Correa, L. y Anaya-Gil, J.: La cromatografía en capa fina: una alternativa vigente en la industria farmacéutica. *Revista de Química*, 2021, 35(2), 19-25. <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/23788>