



ESPECTROSCOPIA RAMAN Y SU APLICACION EN MEDICINA

Autor: Isabel M^a Peláez Lorente

Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

INTRODUCCION

Al incidir la luz con la muestra, se produce una interacción entre el fotón de la luz incidente y las moléculas de la muestra, dispersando este fotón con 3 frecuencias distintas:

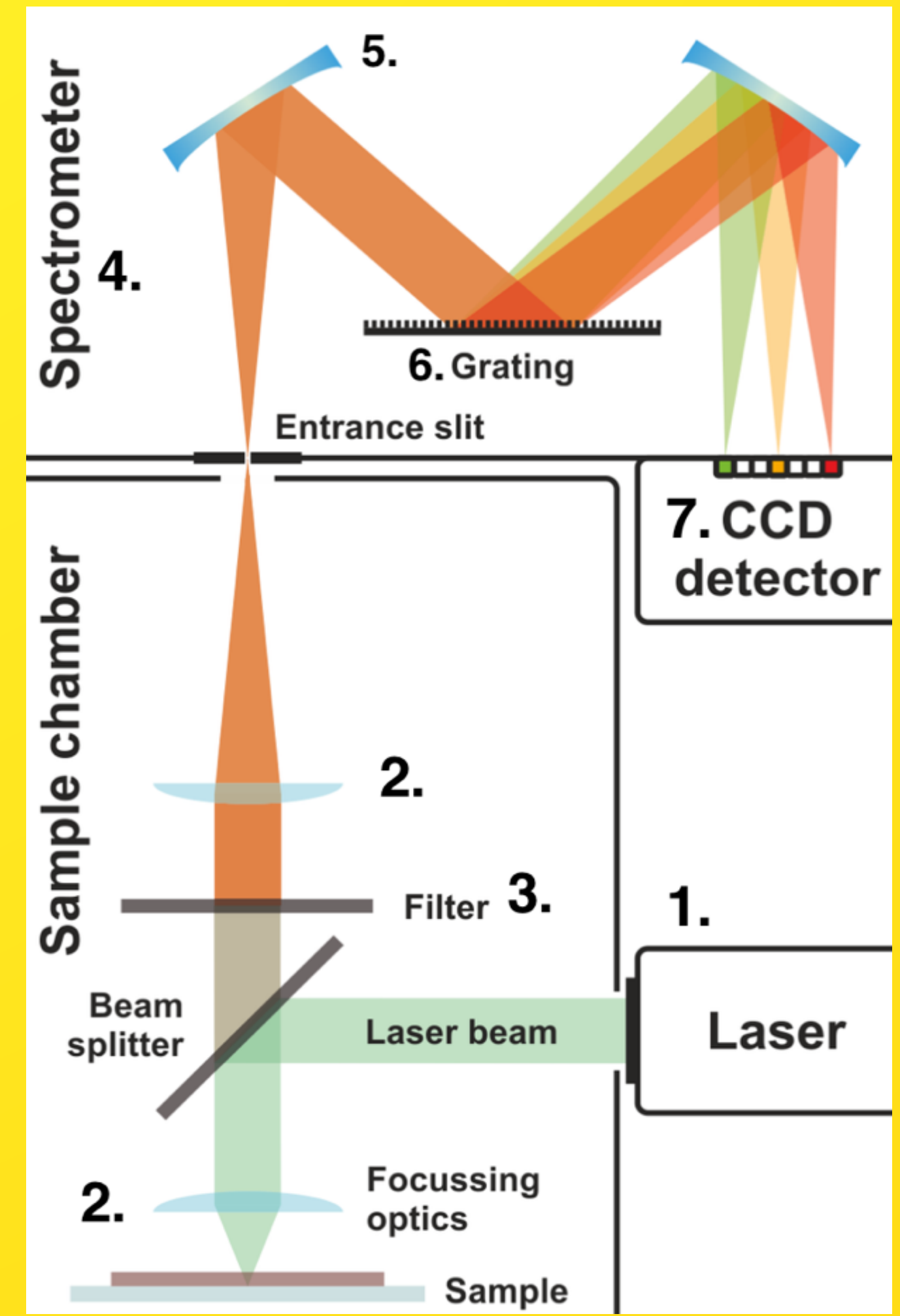
1. Dispersión Rayleigh (elástica): fenómeno más común. El fotón se dispersa con la misma energía que la del fotón incidente.
2. Dispersión Raman (inelástica): la energía del fotón incidente y el emitido es distinta, se puede dispersar con menor energía (Líneas Stokes) o con mayor energía (Líneas anti-Stokes)

La dispersión Raman es independiente a la frecuencia del haz incidente. Es un efecto muy débil. Se miran las líneas Stokes pues son las más fuertes.

Esta dispersión es característica de la sustancia en particular que se esté observando. Se representa en el espectro Raman.

El funcionamiento de un espectrómetro Raman es:

- a) Fuente de excitación: usando un láser (luz monocromática, de alta intensidad, muchos fotones por haz de láser).
- b) Lentes: concentra el haz de láser sobre la muestra.
- c) Filtros: retienen la dispersión Rayleigh y aíslan la dispersión Raman.
- d) Espectrómetro: formado por una lente colimadora, que dirige la luz hacia la rejilla de difracción, pasa por otra lente colimadora, que dirige las distintas longitudes de onda hacia el hueco de salida.
- e) Detector: convierten los fotones que llegan en una señal que se pasa al ordenador para digitalizarla.



OBJETIVOS

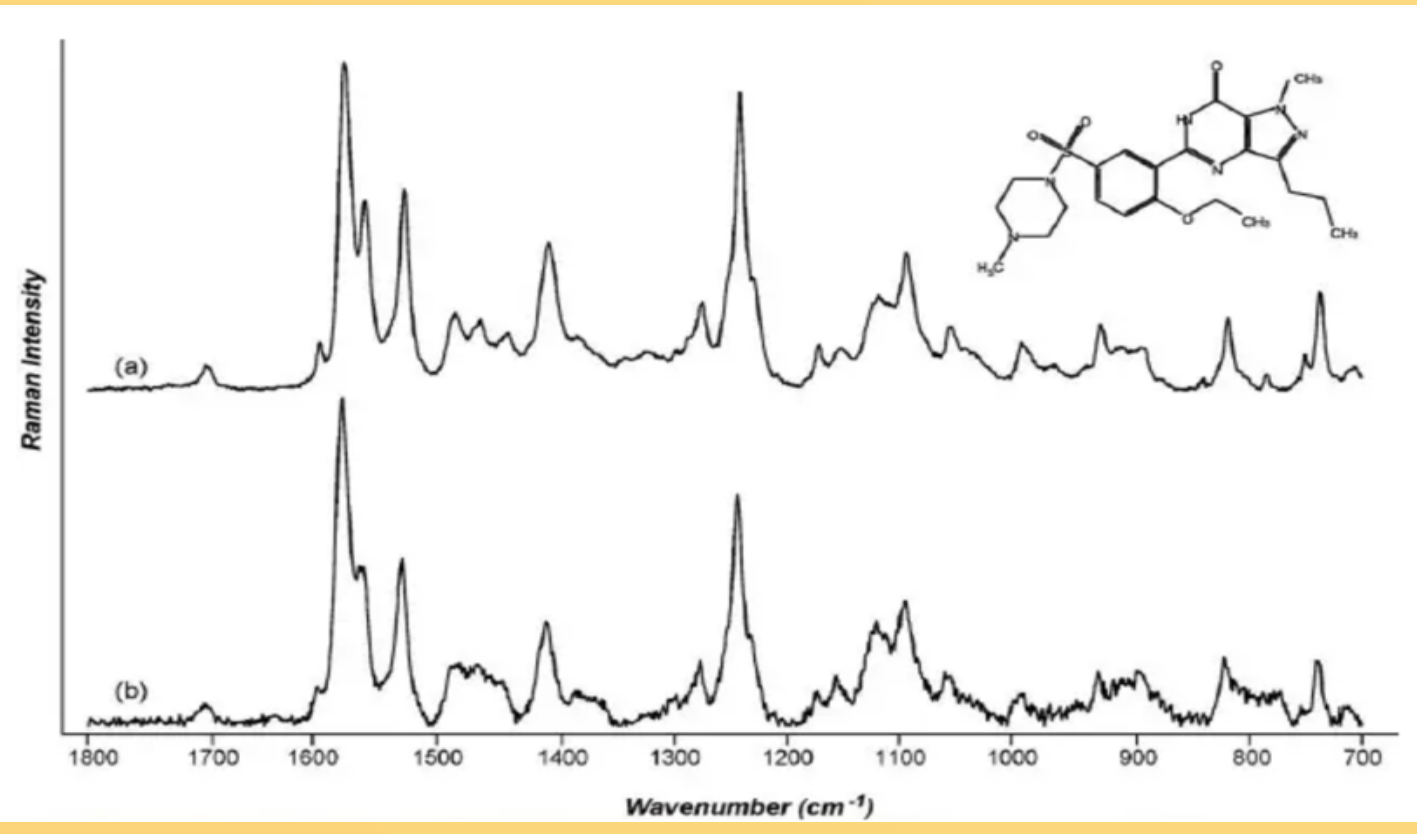
Demostrar la utilidad de esta técnica con ejemplos concretos, tanto en la industria farmacéutica, como en la medicina forense o en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades como el cáncer.

METODOLOGIA



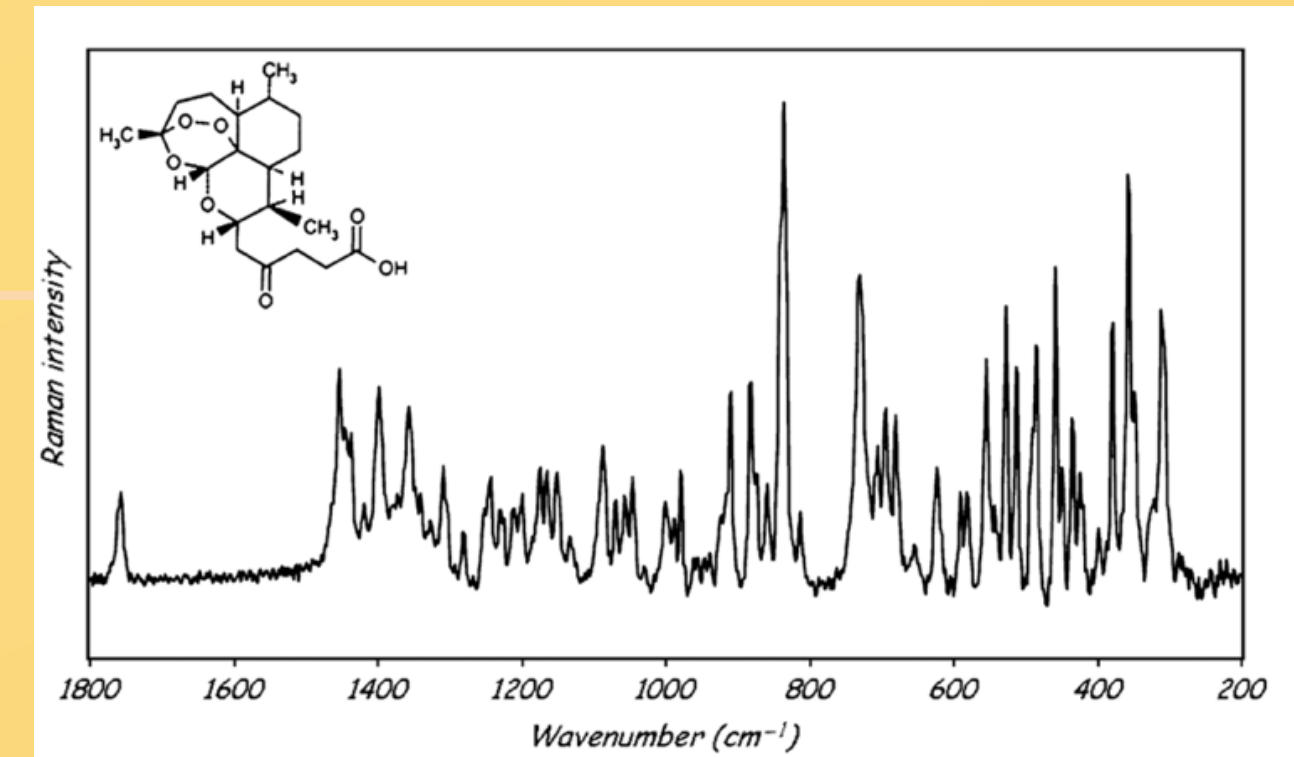
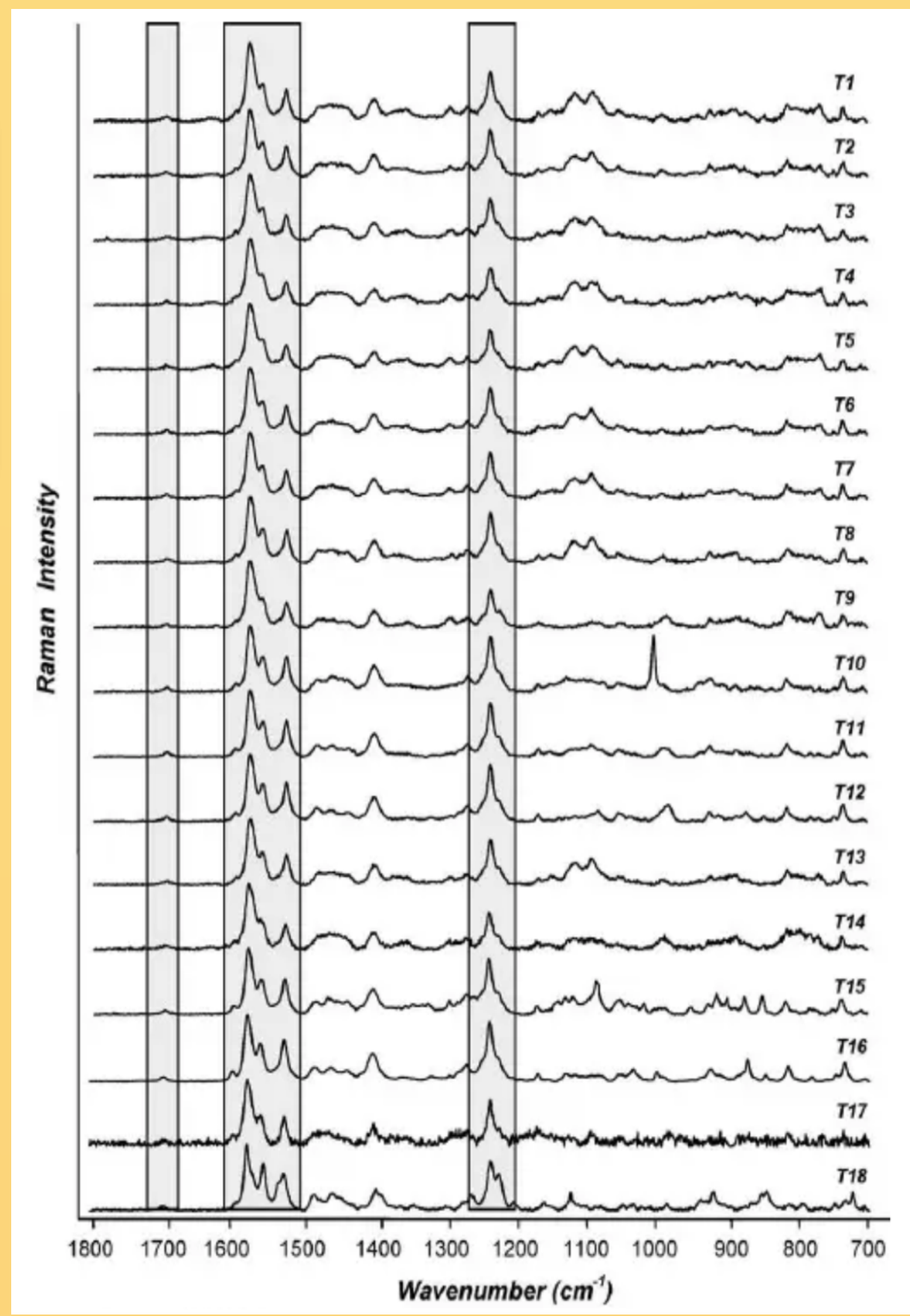
RESULTADOS Y DISCUSION

Industria Farmacéutica



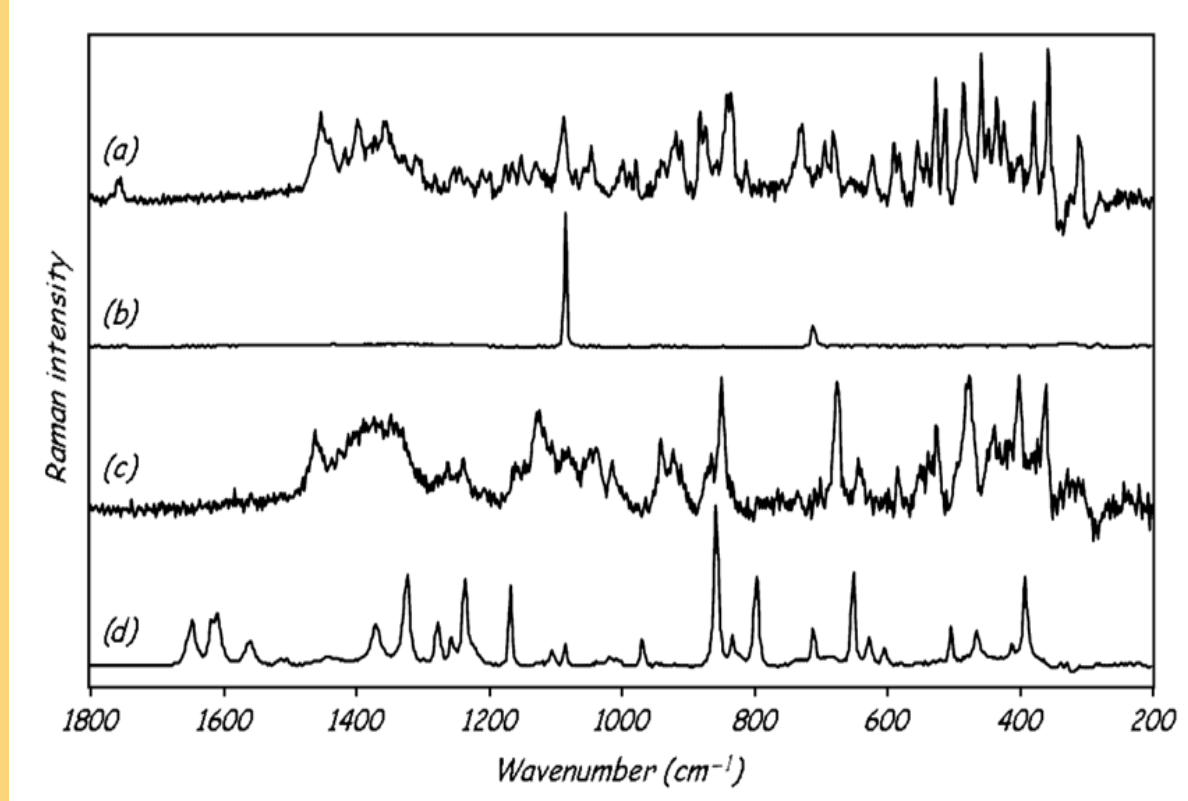
Falsificaciones de Viagra®:

Las muestras 9-12 y 14-18, se pueden diferenciar del comprimido original de Viagra®; mientras que los comprimidos 1-8 y 13 tienen el mismo espectro Raman que la Viagra®.

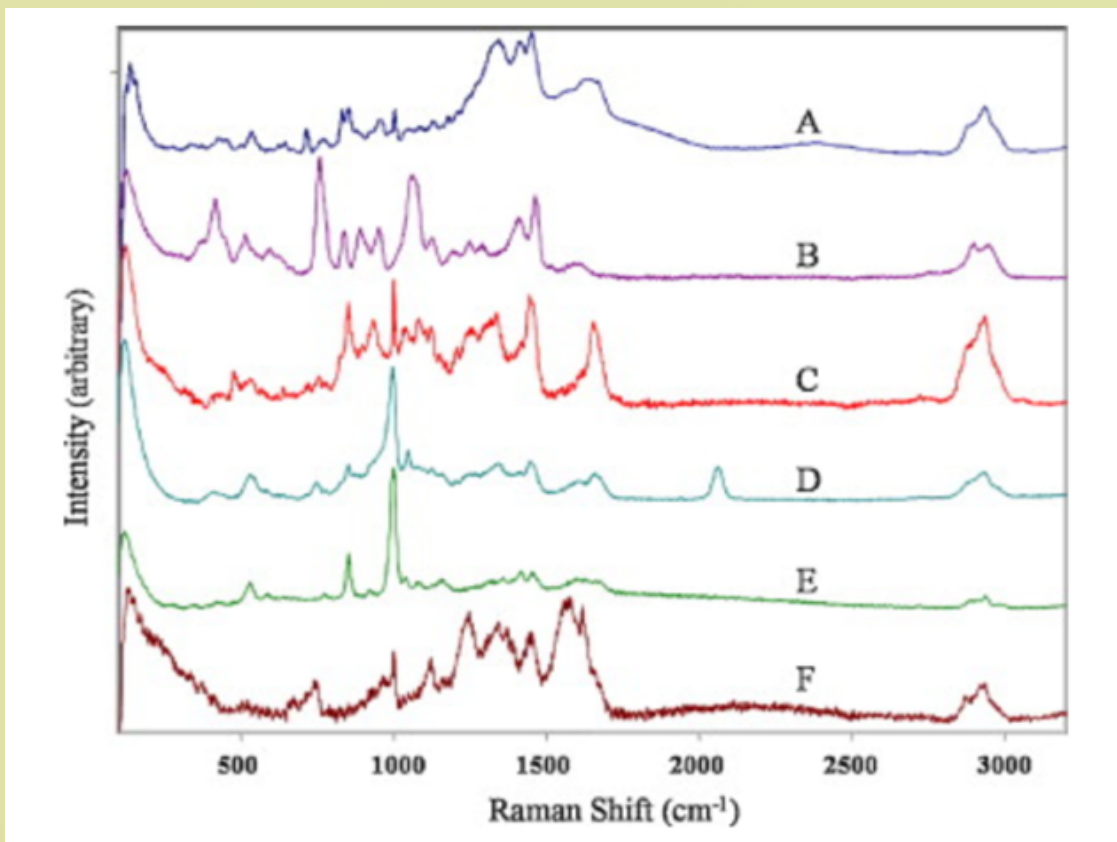


Falsificaciones de Antimaláricos:

- Grupo A: mismo espectro que el artesunato.
- Grupo B: mismo espectro que el CaCO₃.
- Grupo C: picos que no coinciden (675, 1200-1600, 1300 cm⁻¹) y ausencia del pico 1757 cm⁻¹.
- Grupo D: picos característicos del paracetamol.



Ciencia Forense



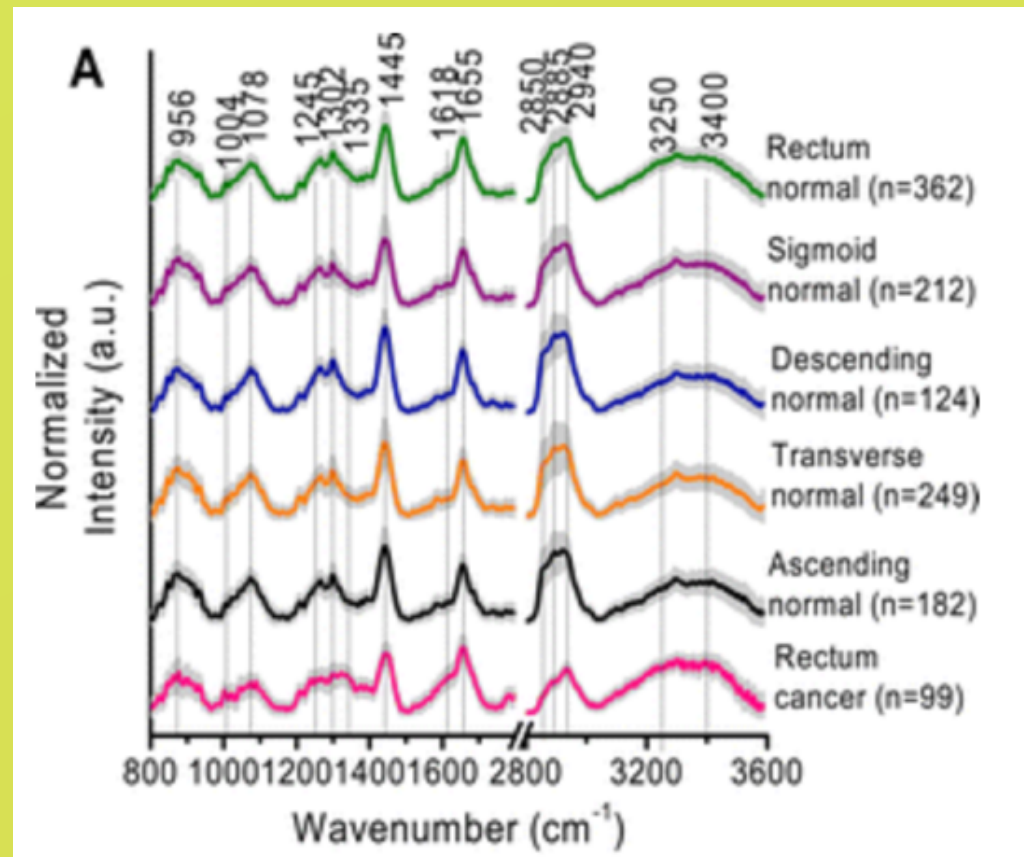
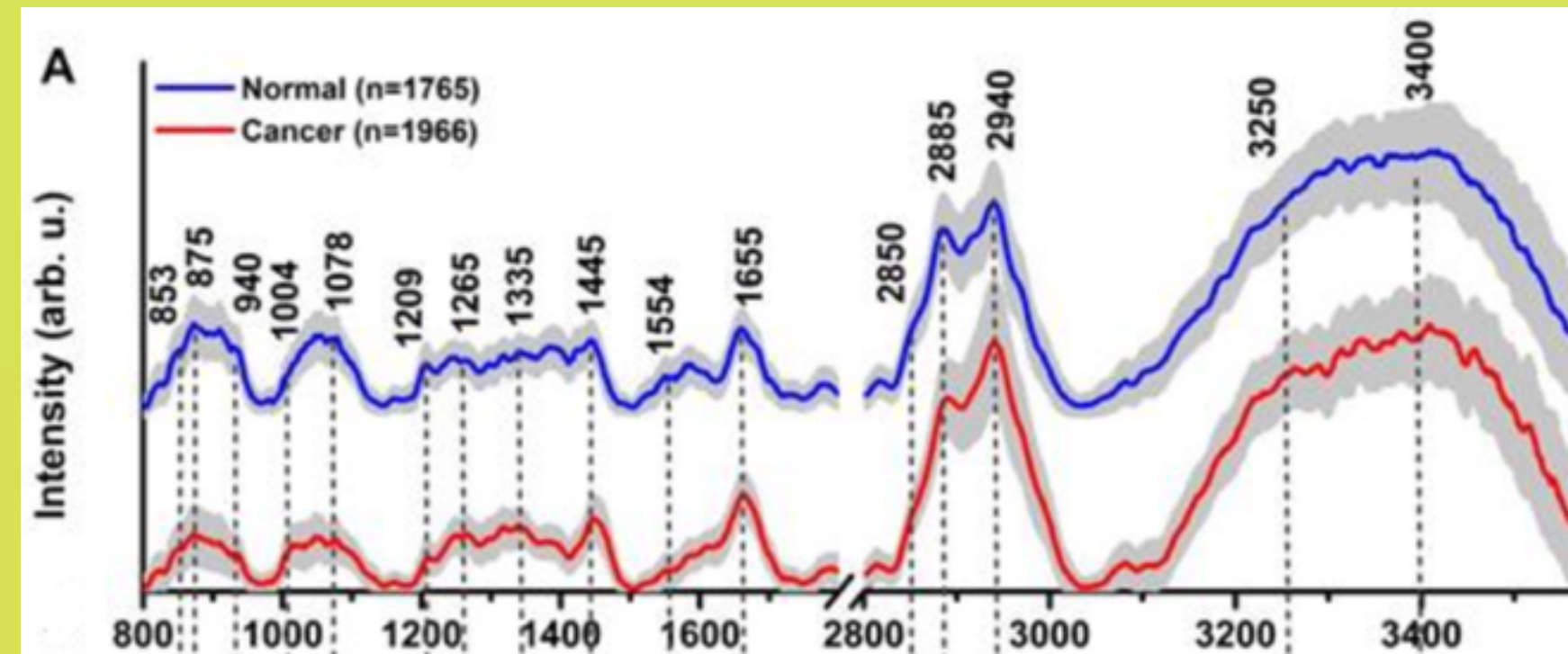
- Semen humano (A): formado por triptófano (1342cm⁻¹), ácido cítrico (960cm⁻¹), fructosa (831cm⁻¹) y ácido ascórbico (620cm⁻¹).
- Semen canino (B): las diferencias con el humano son los picos a 760cm⁻¹ (más intenso aquí por el triptófano) y 1061cm⁻¹ (más intenso también por glucosa y fructosa).
- Fluido vaginal (C): pico característico a 1001cm⁻¹ debido a la urea y/o fenilalanina.
- Saliva (D): a 2065cm⁻¹ pico característico. Formado por lisozima (1343, 1449 y 1660cm⁻¹), amilasa y lipasa (1000cm⁻¹, que contiene fenilalanina).
- Sudor (E): pico muy alto a 1000cm⁻¹, corresponde a la urea.
- Sangre (F): su espectro coincide con el de la hemoglobina, pues esta forma parte del 95% de la sangre.

Aplicaciones Biomédicas

Al comparar los espectros, el azul (sin cáncer) y rojo (cáncer); en el espectro de los que tienen cáncer, los picos a 853 cm⁻¹ y 875 cm⁻¹ son más bajos, debido a la disminución de los niveles de colágeno. Mayor intensidad en el pico 1335cm⁻¹ en el cáncer, aumento del ADN; y también mayor intensidad en 1265cm⁻¹ y 1445cm⁻¹ debido a la deformación de proteínas y lípidos respectivamente.

Diagnóstico in vivo del cáncer colorrectal. Se comparan los espectros de distintas partes del colon sin cáncer y de un recto con cáncer.

El pico entre 3250 cm⁻¹ y 3400 cm⁻¹ es más intenso en las partes con cáncer pues está asociado a las proteínas.



CONCLUSION

Es una técnica **rápida, no destructiva, no necesita grandes cantidades de muestra**, se puede realizar **"in vivo"** y **específica**.
 Posible utilidad: investigación procesos cancerosos: cambios biomoleculares característicos de células cancerosas.
 Podemos esperar que en un futuro, esta técnica se acabe implementando.

BIBLIOGRAFIA

- de Veij, M., Vandenabeele, P., Hall, K. A., Fernandez, F., Green, M. D., White, N. J., Moens, L. (2007). Fast detection and identification of Counterfeit antimalarial tablets by Raman spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*, 38(2), 181-187.
- de Veij, M., Deneckere, A., Vandenabeele, P., de Kaste, D., & Moens, L. (2008). Detection of Counterfeit Viagra with Raman Spectroscopy. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 46(2), 303-309.
- Virkler, K., & Lednev, I.K. (2008). Raman spectroscopy offers great potential for the nondestructive confirmatory identification of body fluids. *Forensic science international*, 181(1-3), e1-e5.
- Lin, K., Zheng, W., Lim, C. M., & Huang, Z. (2017). Real-time In vivo Diagnosis of Nasopharyngeal Carcinoma Using Rapid Fiber-Optic Raman Spectroscopy. *Theranostics*, 7(14), 3517-3526.