

## COMPARACIÓN DE ESPECTROS FTIR DE PLANTAS PURGANTES [ALOE VERA LINNEO. ALOE BARBADENSIS MILLER, RHEUM PALMATUM (RUIBARBO), RHAMNUS PURSIANA (CÁSCARA SAGRADA) Y CASSIA SP. (SEN)]

F. Saavedra N.<sup>1</sup>, N. Ale B.<sup>2</sup>, G. Gordillo R.<sup>3</sup>, M. Rodríguez B.<sup>4</sup>, J. Apesteguía I.<sup>5</sup> y B. Jurado T.<sup>6</sup>

### RESUMEN

Por FTIR se identifica al grupo funcional carbonilo C=O de los derivados antraquinónicos en macerados acuosos y alcohólicos de plantas purgantes como aloes (*Aloe vera* L., *Aloe barbadensis* Miller), sen (*Cassia* sp.), ruibarbo (*Rheum palmatum*) y cáscara sagrada (*Rhamnus pursiانا*), sin separación previa de los componentes por métodos cromatográficos u otros métodos físico químicos.

Se demuestra que los máximos de absorción para el grupo carbonilo C=O de los derivados antraquinónicos en macerados acuosos y alcohólicos de Aloe vera L. y Aloe barbadensis Miller -interactúan con sales inorgánicas durante una semana-, conforme transcurre el tiempo, estos máximos se desplazan a zonas de mayor frecuencia.

Este procedimiento puede recomendarse para la detección de los derivados antraquinónicos en extractos y preparados galénicos encapsulados de las plantas purgantes mencionadas.

**Palabras Clave:** Espectro FTIR de Aloe vera Linneo. *Aloe barbadensis* Miller, *Rheum palmatum* (ruibarbo), *Rhamnus pursiانا*.

### ABSTRACT

Carbonyl group is identified by FTIR from anthraquinone derivatives in aqueous and alcoholic macerates of purgative plants like aloe (*Aloe vera* L., *Aloe barbadensis* Miller), sen (*Cassia* sp.), ruibarbo (*Rheum palmatum*) and cascara sagrada (*Rhamnus pursiانا*) without prior separation of the components by chromatographic or other physicochemical method.

It is shown that the maxima absorptions of carbonyl group C=O from anthraquinone derivatives in aqueous and alcoholic macerates interact with inorganic salts for a week, as time pass, maxima are displacing to higher frequency zones.

This procedure could be recommended for anthraquinone derivatives detection in extracts and galenic prepared capsules of mentioned purgative plants.

**Keywords:** FTIR spectra, Aloe vera, Cassia sp., *Rheum palmatum*, *Rhamnus pursiانا*

### 1. INTRODUCCIÓN

Se acrecienta un renovado interés por los productos naturales, especialmente por las plantas medicinales, las cuales son utiliza-

das para la terapia -alternativa o complementaria- de diferentes dolencias del hombre desde antes del descubrimiento de los medicamentos de síntesis contemporáneos, por este motivo, es importante la búsqueda

1 Laboratorio de Química Básica y Aplicada, Laboratorio de Bioquímica, Facultad de Farmacia y Bioquímica. [fesn@gmail.com](mailto:fesn@gmail.com); [fsaavedran@unmsm.edu.pe](mailto:fsaavedran@unmsm.edu.pe)

2 Laboratorio de Química Analítica e Instrumentación, Facultad de Química e Ing. Química. [nalebunmsm@yahoo.es](mailto:nalebunmsm@yahoo.es)

3 Laboratorio de Química Básica y Aplicada, Laboratorio de Bioquímica, Facultad de Farmacia y Bioquímica. [ggordillo@unmsm.edu.pe](mailto:ggordillo@unmsm.edu.pe)

4 Facultad de Química e Ing. Química. [angelrodbest@yahoo.com](mailto:angelrodbest@yahoo.com)

5 Laboratorio de Química Básica y Aplicada, Facultad de Farmacia y Bioquímica. [japesteguiai@unmsm.pe](mailto:japesteguiai@unmsm.pe)

6 Laboratorio de Química Básica y Aplicada, Facultad de Farmacia y Bioquímica. [bjuradot@unmsm.edu.pe](mailto:bjuradot@unmsm.edu.pe)

de métodos analíticos de rápida ejecución para identificar los principios biológicamente activos presentes en las especies vegetales medicinales sin separación previa y aislamiento de sus componentes por métodos instrumentales.

En este sentido, el análisis FTIR ha demostrado ser útil para detectar al grupo funcional carbonilo C=O en preparados acuosos y alcohólicos de *Aloe vera L.* y *Aloe barbadensis Miller* <sup>[1]</sup>, descartando la premisa de que el agua y etanol son disolventes inadecuados para el análisis en infrarrojo y menos para analizar mezclas <sup>[2]</sup>.

Asimismo, los espectros FTIR de residuos sólidos obtenidos de la interacción de sales inorgánicas -  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ , y  $\text{AgNO}_3$ - con los macerados acuosos y alcohólicos de *Aloe vera L.* y *Aloe barbadensis Miller* ricos en heterósidos antraquinónicos, así como los espectros IR de dichos macerados (exentos de sales) conservados en frascos oscuros herméticamente cerrados por diferente periodo de tiempo, hasta por un año, presentan el pico característico para el grupo funcional carbonilo C=O en el rango  $1600 \text{ cm}^{-1}$   $1700 \text{ cm}^{-1}$ ; demostrándose de esta manera, la elevada sensibilidad de la espectroscopia en infrarrojo para detectar este grupo funcional en los derivados antraquinónicos mezclados con numerosas sustancias <sup>[1]</sup>.

En este trabajo se comparan los espectros FTIR de recientes macerados acuosos y alcohólicos de *Aloe vera L.* y *Aloe barbadensis Miller* obtenidos por interacción con las sales inorgánicas mencionadas líneas arriba, con la finalidad de estudiar la influencia del tiempo en la formación intensidad y desplazamiento de los máximos de absorción para el grupo funcional carbonilo. También se comparan los espectros FTIR de macerados acuosos y alcohólicos recientes de sen, ruibarbo y cáscara sagrada.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

**Materiales.-** Hojas de sábila *Aloe vera* Linneo y *Aloe barbadensis* Miller, polvo de hojas secas de sen, raíz de ruibarbo, corteza de cáscara sagrada. Sales inorgánicas  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ , y  $\text{AgNO}_3$ . Etanol 96°, agua destilada, materiales de vidrio.

**Equipos.-** Para los espectros FT-IR, equipo Impat 410 (Nicolet) de la Unidad de Servicios de Análisis Químico, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (USAQ).

### Preparación de los macerados acuosos y alcohólicos e infusiones

El procedimiento se realizó de acuerdo a un trabajo descrito anteriormente<sup>1</sup>.

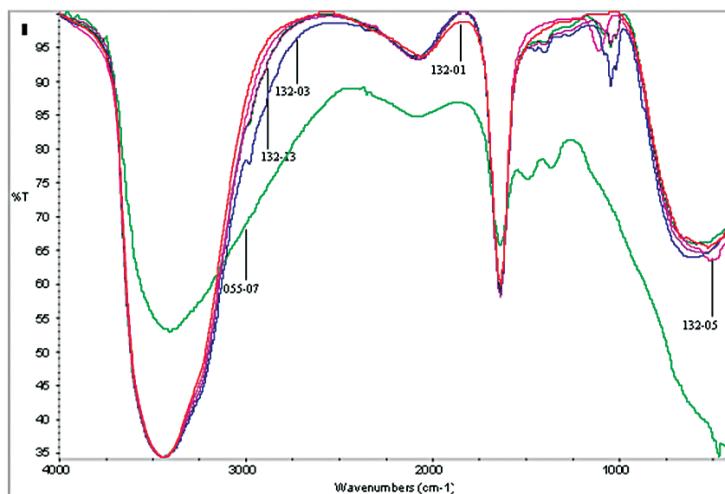
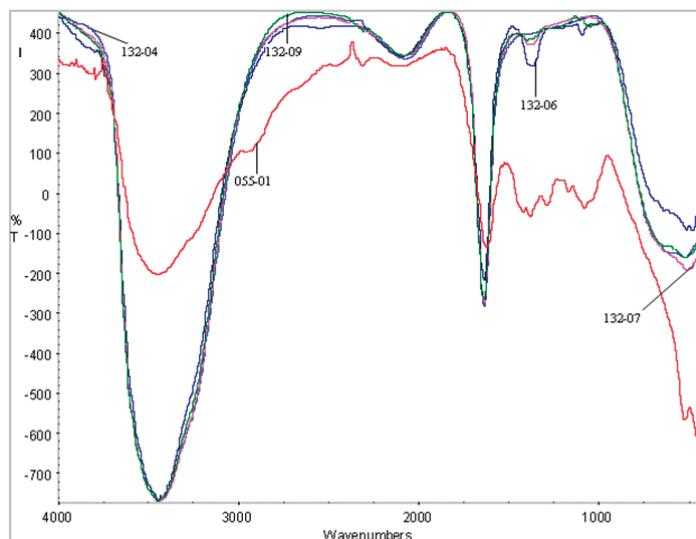


Fig. 1. Espectros FTIR recientes de macerados acuosos y alcohólicos de Aloe Barbadensis Miller por interacción con  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{FeCl}_3$  comparados con espectro FTIR del sólido residual de  $\text{AgNO}_3$  obtenido del macerado alcohólico con la misma planta.

Tabla 1. Espectros FTIR recientes de macerados acuosos y alcohólicos de Aloe barbadensis Miller por interacción con  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{FeCl}_3$  comparados con espectro FTIR del sólido residual de  $\text{AgNO}_3$  obtenido del macerado alcohólico con la misma planta

Código	Especie	Tiempo con sal	Estado Final	C=O cm <sup>-1</sup>	%T
132 - 01	Aloe Barbadensis Miller	$\text{FeCl}_3$ 07 días	Sol. acuosa	1636,91	35,0
132 - 03	Aloe Barbadensis Miller	$\text{FeCl}_3$ 07 días	Sol. alcohólica	1637,97	12,0
132 - 05	Aloe Barbadensis Miller	$\text{CuSO}_4$ 07 días	Sol. acuosa	1637,05	39,0
132 - 13	Aloe Barbadensis Miller	$\text{CuSO}_4$ 07 días	Sol. alcohólica	1637,07	16,0
055 - 07	Aloe Barbadensis Miller	$\text{AgNO}_3$ 07 días	Polvo oscuro cierto brillo	1638,30	63,0



**Fig. 2.** Espectros FTIR recientes de macerados acuosos y alcohólicos de Aloe Barbadensis Miller por interacción con  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  y  $\text{AgNO}_3$  comparados con el espectro FTIR del sólido residual de  $\text{FeCl}_3$  obtenido del macerado alcohólico con la misma planta

**Tabla 2.** Espectros FTIR recientes de macerados acuosos y alcohólicos de Aloe Barbadensis Miller obtenido por interacción con  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  y  $\text{AgNO}_3$  comparados con el espectro FTIR del sólido residual de  $\text{FeCl}_3$

Código	Especie	Tiempo con sal	Estado Final	C=O $\text{cm}^{-1}$	%T
132 - 04	Aloe Barbadensis Miller	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ 07 días	Sol. acuosa	1636,30	29,0
132 - 06	Aloe Barbadensis Miller	$\text{AgNO}_3$ 07 días	Sol. alcohólica	1636,59	53,0
132 - 07	Aloe Barbadensis Miller	$\text{AgNO}_3$ 07 días	Sol. acuosa	1636,43	43,0
132 - 09	Aloe Barbadensis Miller	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ 07 días	Sol. alcohólica	1637,35	23,0
055 - 01	Aloe Vera L.	$\text{FeCl}_3$ 07 días	Polvo oscuro cierto brillo	1622,17	63,0

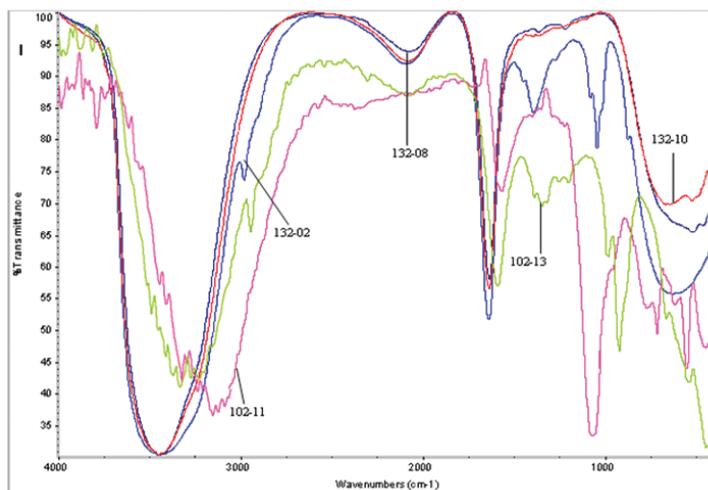


Fig. 3. Espectros FTIR recientes de macerados acuosos y alcohólicos de Aloe vera L. por interacción con  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  y  $\text{AgNO}_3$  comparados con espectro FTIR de macerados acuoso y alcohólico de Aloe vera L. con  $\text{CuSO}_4$  guardados 12 meses

Tabla 3. Espectros FTIR recientes de macerados acuosos y alcohólicos de Aloe vera L. por interacción con  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  y  $\text{AgNO}_3$  comparados con espectro FTIR de macerados acuoso y alcohólico de Aloe vera L. con  $\text{CuSO}_4$  guardados 12 meses

Código	Especie	Tiempo con sal	Estado Final	C=O $\text{cm}^{-1}$	%T
132 - 02	Aloe vera L.	$\text{AgNO}_3$ 07 días	Sol. alcohólica	1638,83	34,0
132 - 08	Aloe vera L.	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ 07 días	Sol. acuosa	1636,59	54,0
132 - 10	Aloe vera L.	$\text{AgNO}_3$ 07 días	Sol. acuosa	1637,14	57,0
102 - 11	Aloe vera L.	$\text{CuSO}_4$ 07 días	Sol. acuosa 12 meses	1641,19	25,0
102 - 13	Aloe vera L.	$\text{CuSO}_4$ 07 días	Sol. alcohólica 12 meses	1641,18	20,0

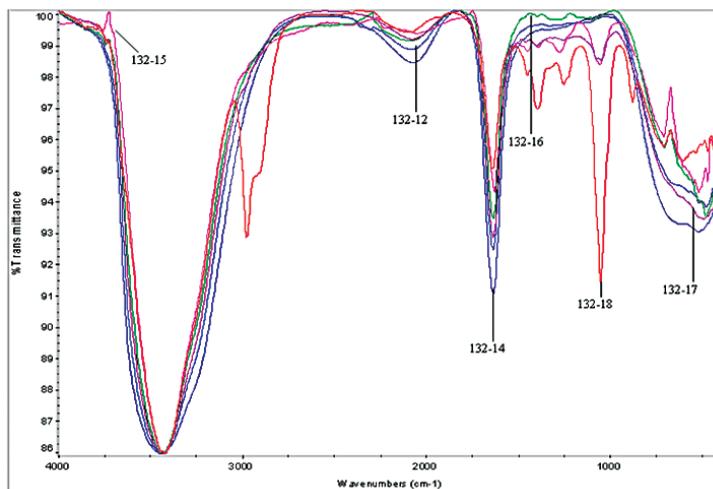


Fig. 4. Espectros FTIR recientes de macerados acuosos y alcohólicos de sen, ruibarbo y cáscara sagrada comparados entre si.

Tabla 4. Espectros FTIR recientes de macerados acuosos y alcohólicos de sen, ruibarbo y cáscara sagrada comparados entre si.

Código	Especie	Estado Final	C=O cm <sup>-1</sup>	%T
132 – 15	Ruibarbo	Sol. alcohólica	1629,30	90,5
132 – 12	Cáscara sagrada	Sol. acuosa	1636,58	73,0
132 – 14	Ruibarbo	Sol. acuosa	1636,17	55,0
132 – 16	Sen	Sol. acuosa	1636,06	91,0
132 – 17	Sen	Sol. alcohólica	1635,92	81,0
132 – 18	Cáscara sagrada	Sol. alcohólica	1640,63	95,0

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Identificación de antraquinonas y derivados antracénicos de *Aloe vera L.*, *Aloe barbadensis Miller*, *Rheum palmatum (Ruibarbo)* y *Cassia sp. (sen)*.

Se utilizó la reacción de Bortgranger característica para identificar derivados antraquinónicos presentes en extractos vegetales [3].

a) En la figura 1 se presentan los espectros FTIR superpuestos de los macerados acuosos y alcohólicos de *Aloe barbadensis Miller*, después de interactuar estas soluciones durante una semana con  $\text{FeCl}_3$  al 1% o con  $\text{CuSO}_4$  al 2%, cuyos máximos de absorción para el grupo carbonilo C=O a  $1636,91 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1637,97 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1637,05 \text{ cm}^{-1}$  y  $1637,07 \text{ cm}^{-1}$  se presentan en la Tabla 1 destacando la similitud y armoniosa superposición de los mismos. El espectro FTIR (código 132-11) del macerado alcohólico de *Aloe barbadensis Miller* -exento de sales inorgánicas-, no se grafica en la figura 1 sin embargo, es semejante a los descritos y para el grupo carbonilo presenta un máximo de absorción a  $1636,99 \text{ cm}^{-1}$ ; todos los espectros mencionados presentan máximos de absorción para el grupo carbonilo en la misma región ( $1600 \text{ cm}^{-1}$ ), además, presentan un máximo cóncavo armonioso en la zona  $3446,12 \text{ cm}^{-1}$  –  $3448,12 \text{ cm}^{-1}$  que corresponde a la sumatoria de los grupos OH fenólicos y de los solventes utilizados. En esta figura el espectro FTIR de comparación corresponde al sólido residual de  $\text{AgNO}_3$  después de interactuar esta sal con el macerado alcohólico de *Aloe barbadensis Miller* durante una semana, originándose un máximo de absorción para el grupo carbonilo C=O a  $1638,30 \text{ cm}^{-1}$  y un máximo de absorción para los grupos OH a  $3409,48 \text{ cm}^{-1}$ , el cual es de menor intensidad –respecto a los espectros antes mencionados-, por tratarse de una muestra sólida, este máximo correspondería a cierta agua intersticial y de cristalización además, por los grupos OH fenólicos de los derivados antraquinónicos residuales presentes en la muestra, es decir, se concluye que la interacción de estas sales inorgánicas durante

una semana con los macerados acuosos y alcohólicos de *Aloe barbadensis Miller*, no influye en el desplazamiento de los máximos de absorción para el grupo carbonilo.

Sin embargo, los máximos de absorción FTIR para el grupo carbonilo en *Aloe barbadensis Miller* pueden experimentar desplazamientos por tratarse de variedades recolectadas en diferentes latitudes y diferentes etapas de crecimiento además, cuando los componentes de la planta son separados por cromatografía, experimentan la interacción de los disolventes polares utilizados sin embargo, los máximos de absorción para el grupo carbonilo siempre son definidos, semejantes y se hallan en la zona correspondiente, entre  $1595,0 \text{ cm}^{-1}$  y  $1633,6 \text{ cm}^{-1}$  [4].

El estudio de *Aloe barbadensis Miller* de otra región (Falcón-Venezuela) utilizando cromatografía en columna y mezclas de solventes –hexano, cloroformo, metanol-, de diferente polaridad permite separar tres fracciones las cuales presentan máximos de absorción para el grupo carbonilo entre  $1644,28 \text{ cm}^{-1}$  y  $1646,27 \text{ cm}^{-1}$  [5].

b) En la figura 2 se presentan los espectros FTIR superpuestos de los macerados acuosos y alcohólicos de *Aloe barbadensis Miller*, después de interactuar estas soluciones durante una semana con  $\text{AgNO}_3$  1% o con  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  2%; destacando la nitidez de los máximos de absorción para el grupo carbonilo C=O; con la sal de plata en medio acuoso se presenta a  $1636,43 \text{ cm}^{-1}$  y en solución alcohólica a  $1636,59 \text{ cm}^{-1}$ ; para las soluciones con la sal de bismuto los picos se hallan a  $1636,30 \text{ cm}^{-1}$  y  $1637,35 \text{ cm}^{-1}$  respectivamente.

Para comparar, a estos cuatro espectros se superpone el espectro FTIR del sólido residual de  $\text{FeCl}_3$  -polvo gris-, luego de interactuar esta sal con el macerado acuoso de *Aloe vera L.* durante una semana, presentando para el grupo carbonilo un máximo a  $1622,17 \text{ cm}^{-1}$ , es decir, a pesar de que la muestra de comparación sólida proviene de sal inorgánica diferente y del macerado

con otra variedad de aloe -en la figura 2-, puede observarse que los cinco máximos de absorción para el grupo carbonilo C=O se superponen armoniosamente en la misma región, además, en la zona 3400-3450  $\text{cm}^{-1}$  la intensidad de absorción de la muestra sólida es menor (T =58%), lo cual puede atribuirse a trazas de agua intersticial y absorción de los grupos OH fenólicos de los derivados antraquinónicos residuales presentes en la muestra de comparación.

c) En la figura 3 se presentan los espectros FTIR superpuestos de los macerados acuoso y alcohólico de *Aloe vera L.*, después de interaccionar estas soluciones con  $\text{AgNO}_3$  durante una semana - 1 gr. de sal por 100 ml de solución -, destaca la coincidencia en la superposición de los máximos de absorción para el grupo carbonilo C=O en medio acuoso a 1637,14  $\text{cm}^{-1}$  y en solución alcohólica a 1638,83  $\text{cm}^{-1}$ . Con la sal de bismuto  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{gr}$  de  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  en 100 ml. de macerado acuoso de la misma planta-, el pico de absorción se presenta a 1636,59  $\text{cm}^{-1}$ , coincidiendo en forma e intensidad con los dos espectros descritos anteriormente.

En este caso, para comparar se superponen los espectros FTIR de los macerados acuoso y alcohólico de *Aloe vera L.* guardados en frascos ámbar herméticamente cerrados bajo refrigeración después de interaccionar con  $\text{CuSO}_4$  durante una semana -2gr de sal por 100 ml de macerado-, luego filtrados y guardados en las mismas condiciones por doce meses. Ambos espectros se desplazan a mayor longitud de onda, al parecer, los derivados antraquinónicos forman quelatos con el cobre, con máximo de absorción para el grupo carbonilo a 1641,19  $\text{cm}^{-1}$  (T=76%) -solución acuosa- y 1641,18  $\text{cm}^{-1}$  (T=45%) -solución alcohólica-, por su forma son semejantes, sin embargo, la intensidad del pico de absorción para el grupo carbonilo es mayor para el preparado alcohólico. Asimismo, en la zona de máxima absorción para los grupos OH -disolventes utilizados y compuestos fenólicos de la planta-, ambos máximos presentan desplazamiento hacia menor longitud de onda respecto a los pre-

parados relativamente frescos quizás, por formación de puentes hidrógeno (ver fig3).

Por otro lado, observando la figura 3, para el preparado acuoso de cobre destaca un máximo de absorción a 1074,78  $\text{cm}^{-1}$  (T=22%) zona de absorción IR del sulfato de cobre anhidro [6] y del solvente utilizado [7].

d) En la figura 4 se superponen los espectros FTIR obtenidos con los macerados acuosos y alcohólicos de ruibarbo, cáscara sagrada y sen - exentos de tratamiento con sales inorgánicas-, cuyos máximos de absorción para el grupo funcional carbonilo C=O individualmente figuran en la tabla 4, destacando la similitud en su forma y armoniosa superposición, el rango varía entre 1629,30  $\text{cm}^{-1}$  y 1640,63  $\text{cm}^{-1}$ . En la región característica para las asociaciones poliméricas de los grupos hidroxilo todos los espectros se superponen armoniosamente en forma de bandas redondeadas a 3419,63  $\text{cm}^{-1}$ -3448,18  $\text{cm}^{-1}$  originadas por los disolventes -agua, alcohol- y polifenoles de las plantas analizadas [8].

En la zona de absorción para los alcoholes son interesantes los picos para los preparados alcohólicos 1049,02  $\text{cm}^{-1}$  (T=97%) para el sen, 1050,29  $\text{cm}^{-1}$  (T=91.5) para cáscara sagrada y 1056,53  $\text{cm}^{-1}$  (T=99,1%) para ruibarbo, diferenciándose la mayor intensidad del máximo de cáscara sagrada quizás, porque sen y ruibarbo se caracterizan por la presencia de diantronas -senósidos y palmidinas respectivamente- estructuras antraquinónicas enlazadas en el C 10, sen y ruibarbo como laxantes son inactivos y en el tracto digestivo son metabolizados por bacterias intestinales para originar un producto laxante, en cambio, cáscara sagrada consta básicamente de antronas como aloe emodina, fisiona libre y en combinaciones o-glucosídicas denominados cascarósidos [9], de tal manera que a nivel del carbono 10 estas antronas posiblemente, interaccionen con el etanol favoreciendo la formación de enlaces C=O [9].

#### 4. CONCLUSIONES

El análisis cualitativo del grupo carbonilo C=O por FTIR de derivados antraquinónicos en macerados acuosos y alcohólicos de Aloe vera L. y Aloe barbadensis Miller-previa interacción con sales inorgánicas-, demuestra que con el transcurso del tiempo los máximos de absorción del grupo funcional se desplazan a zonas de mayor frecuencia.

En macerados acuosos y alcohólicos -relativamente frescos-, de sen (Cassia sp.), rubarbo (Rheum palmatum) y cáscara sagrada (Rhamnus purshiana) por FTIR se identifica el grupo carbonilo C=O.

Este sencillo procedimiento se puede recomendar para la detección de los derivados antraquinónicos en extractos y preparados encapsulados de las plantas purgantes mencionadas.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Saavedra F., Ale N., Gordillo G., Apesteigua A., Jurado B. Revilla A. 2010 Análisis por espectroscopía UV y FTIR de macerados acuosos y alcohólicos de Aloe vera L. y Aloe barbadensis Miller. Interacción con sales inorgánicas. Revista de la Sociedad Química del Perú, V.76, N°3, Pág.242-260.
- [2] Dyer J.R. 1973. Aplicaciones de espectroscopía de absorción en compuestos orgánicos. Edit. Prentice-Hall International Englewood Cliffs, N.J. USA Pág. 24-29.
- [3] Gibaja S. 1998. Pigmentos naturales quinónicos. Fondo Editorial UNMSM. Lima-Perú Pág. 81, 82, 93, 100, 102,122.125,126.
- [4] Rajendran A., Narayanan V. Gnanavel I. 2007 Separation and Characterization of the Phenolic Anthraquinones from Aloe vera. Journal of Applied Sciences Research, 3(11): 1407-1415.
- [5] Prato María de Rosario, Ávila Ramona, Donquis Carmen, Medina Edgar y Reyes Rosa 2008. Antraquinonas en Aloe vera Barbadensis de zonas semiáridas de Falcón, Venezuela, como inhibidores de la corrosión. Multiciencias, V.8,Nº2,Pág.148-154.
- [6] NIST Chemistry WebBook.
- [7] E.Pretsch, T.Clerc, J.Seibl, W. Simon. Tablas para la elucidación estructural de compuestos orgánicos por métodos espectroscópicos. Edit. Alhambra Madrid 1980 pp. 21, 267, 274.
- [8] Castells J., Camps F. Elucidación estructural de compuestos orgánicos por métodos espectroscópicos T. Edit. Alhambra, S.A. Madrid 1970, T.II, V.2, Pág. 11.
- [9] [ocw.eafit.edu.co/ingenieria-de.../lectura-guia-9-fonometria-del-infrarrojo](http://ocw.eafit.edu.co/ingenieria-de.../lectura-guia-9-fonometria-del-infrarrojo)