



**Vol. 25, No 3, 4**  
**Julio - Diciembre 2017**

# CIENTIFICA



**An International Refereed Scientific Journal**  
**of the Facultad Experimental de Ciencias**  
**at the Universidad del Zulia**

Esta publicación científica en  
formato digital es continuidad  
de la revista impresa

Depósito Legal: pp 199302ZU47

ISSN: 1315-2076

CIENCIA 25 (3,4), 120 - 128, 2017  
Maracaibo, Venezuela

## Parámetros tecnológicos novedosos del exudado gomoso de un espécimen venezolano de *Anacardium occidentale*

María Leal<sup>1,3\*</sup>, Maritza Martínez<sup>1</sup>, Ángel Morillo<sup>2</sup>

1. Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales “Dra. Gladys León de Pinto”, Facultad de Humanidades y Educación, La Universidad del Zulia, Venezuela.
2. Laboratorio de Polímeros, Departamento de Química, Facultad Experimental de Ciencias, La Universidad del Zulia, Venezuela.
3. Laboratorio de Química Analítica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

Recibido: 09-10-2017 Aceptado: 16-10-2017

### Resumen

Se determinaron parámetros físico-químicos de interés tecnológico (no clásicos) para la goma de un espécimen venezolano de *A. occidentale*. Se evaluó la solubilidad en distintos solventes, el índice de hinchamiento, el pH a temperatura ambiente, la distribución de pesos moleculares por SEC, la morfología de superficie por SEM y estudios de viscosidad en solución. La goma en estudio es muy soluble en agua (96,03%), lo cual se corresponde con un índice de hinchamiento bajo (apenas duplica su volumen en agua). La microscopía SEM reveló una morfología amorfa, tipo coral, para la goma cruda. Los estudios de viscosidad demostraron que las moléculas adoptan dos tipos de conformación en solución: extendida (rod-like), en agua y en NaCl 0,1 M, y en “ovillo al azar” en NaCl 1M. El ion  $Ca^{+2}$  ejerce un mayor efecto salino, y por tanto intercatenario, que el ion  $Al^{+3}$ . La capacidad emulsionante se relacionó con la presencia de complejos AGPs y/o grupos hidrófobos en la estructura de la goma. Los parámetros físico-químicos de *A. occidentale* podrían ser tomados en cuenta para su uso a nivel industrial, en las áreas cosméticas, farmacológica, alimenticia, entre otras.

**Palabras clave:** Anacardiaceae, *A. occidentale*, exudado gomoso, parámetros físico-químicos.

### Novel technological parameters for the gum exudate of a venezuelan specimen of *Anacardium occidentale*

#### Abstract

Physicochemical parameters of technological interest (not classic) for the gum of a Venezuelan specimen of *A. occidentale* were determined. The solubility in different solvents, swelling index, pH at room temperature, molecular weight distribution by SEC, surface morphology by SEM, and viscosity studies in solution were determined. The gum in study is very soluble in water (96.03 %), which corresponds with an index of swelling down (scarcely it duplicates its volume in water). The microscopy SEM revealed an amorphous morphology, type coral, for the original gum. The studies of viscosity demonstrated that the molecules adopt two types of conformation in solution: extended (rod-like) in water and in NaCl 0.1 M, and “random coil” in NaCl 1M. The  $Ca^{+2}$  exerts higher saline effect, and therefore interchain one, than  $Al^{+3}$ . The emulsifying capacity was related to the presence of AGPs complexes and/or hydrophobic groups in the structure of the gum. The physicochemical parameters of *A. occidentale* could be take in account for using to industrial level.

**Key words:** Anacardiaceae, *A. occidentale*, gums exuded, physicochemical parameters.

\* Correo-e: mgleal@uce.edu.ec

### Introducción

Los exudados gomosos son polímeros complejos de amplia aplicabilidad industrial y tecnológica [1]. Los parámetros fisicoquímicos son rasgos particulares de los exudados gomosos que los identifican y sirven de criterio para su aplicación a nivel industrial, en diversas áreas [2,3]. Tradicionalmente éstos se han determinado usando metodologías clásicas (como composición de azúcares neutros y ácidos, solubilidad, tipos de enlaces) para carbohidratos [4]. Durante la última década, se han considerado otros parámetros fisicoquímicos, de interés tecnológico, tales como solubilidad en distintos solventes, valor de pH, comportamiento reológico, propiedades emulsionantes, entre otros, que puedan ser medidos con técnicas más modernas [5,6].

*Anacardium occidentale* exuda goma con propiedades fisicoquímicas interesantes. Bose y Biswas, 1970 [7], purificaron y caracterizaron la goma de *A. occidentale* usando técnicas inmunoquímicas e hidrolíticas, y reportaron la presencia de ácido galacturónico. Anderson y Bell, 1975 [8], identificaron glucosa y ácido glucurónico, en vez de su epímero en C-4, en su estructura usando metodología clásica para carbohidratos en una muestra proveniente de Madras, India. Gyedu-Akoto y col., 2008 [9], realizaron un estudio comparativo de los parámetros fisicoquímicos clásicos, además de pH, % de fenoles y contenido mineral, de las gomas procedentes de Ghana, África, considerando como criterios la edad del árbol y su ubicación geográfica. Recientemente, en 2013, Mothe y de Freitas [10] extrajeron, purificaron y caracterizaron la goma de un espécimen del Brasil usando técnicas modernas, no clásicas, GC-MS, FTIR, NMR, TG/DTG. Por otra parte, León de Pinto y col. [11] determinaron los parámetros fisicoquímicos clásicos para la goma de un espécimen venezolano de *A. occidentale* (Cabimas, Estado Zulia), incluyendo contenido mineral por EAA, mientras que Clamens y col. [12] reportaron una solubilidad en agua del 50%.

El objetivo de esta investigación es determinar los parámetros fisicoquímicos, de interés tecnológico (no clásicos), para la goma de un espécimen venezolano de *A. occidentale*.

### Materiales y métodos

#### Origen y purificación de la goma

La goma de *Anacardium occidentale* (“merrey”) se recolectó de un espécimen ubicado en el Municipio Mara, Estado Zulia. Se estimuló la producción del exudado mediante la práctica de heridas a nivel del tallo, aproximadamente a 1,30 mts de altura.

La goma se recolectó (cada 15 días), durante dos períodos de sequía consecutivos (Enero-

Marzo), se limpió manualmente, para eliminar restos vegetales, y se almacenó en envases de vidrio previamente limpios y secos. La goma recolectada se pesó, se disolvió y se prepararon soluciones acuosas (3% m/v). Esta solución se filtró y se dializó (48 h) en membranas SpectraPor VWR Scientific (12000/14000 kDa) contra agua de chorro circulante, y se liofilizó (72h) en un liofilizador LABCONCO, Freeze dry System FREEZONE 6, para la obtención del polímero purificado.

#### Composición de azúcares neutros y ácidos de la goma de *A. occidentale*

Para la identificación de azúcares neutros, la muestra (100 mg) se hidrolizó ( $H_2SO_4$ , 10 mL, 1N, 100 °C, 8h), neutralizó con  $BaCO_3$ ; desionizó con resina Amberlite IR-120 ( $H^+$ ), redujo en volumen, y se separó mediante cromatografía de papel. La identificación se hizo en papel Whatman N° 1, comparando la movilidad cromatográfica de los azúcares presentes con la movilidad de los patrones correspondientes. La cromatografía preparativa se hizo en papel Whatman 3 MM. Se usó como fase móvil los siguientes sistemas de solventes (v/v): (A) ácido acético, acetato de etilo, ácido fórmico y agua (3:18:1:4); (B) benceno, butanol, piridina y agua (1:5:3:3). La composición de los azúcares neutros se determinó por el método de fenol-ácido sulfúrico, Dubois, y col. [13]. Los azúcares separados (2 mL), se trataron con ácido sulfúrico concentrado (3 mL) y una solución de fenol (1 mL, 5 % m/v); la absorbancia del cromóforo formado se midió a 490 nm. La cuantificación se hizo mediante curvas de calibración de cada uno de los azúcares presentes en la goma objeto de estudio.

Para la cuantificación de los azúcares ácidos, se aplicó el método de m-hidroxibifenil-ácido sulfúrico, Blumen Krantz and Asboe-Hansen [14]. La muestra (0,2 mg/mL; 500  $\mu$ L), se enfrió (~ 5 °C), se le añadió la solución de tetraborato de sodio (0,15% m/v; 3 mL); y se calentó (100 °C, 5 min). Se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente, y se añadió la solución de metahidroxibifenilo (0,0125 M; 50  $\mu$ L), se dejó reposar (5 min. 25 °C) y finalmente la absorbancia del cromóforo formado se midió a 520 mn.

#### Solubilidad en distintos solventes

La solubilidad, a 20 °C, de la goma de *Anacardium occidentale*, en agua y en diferentes solventes orgánicos (acetona, etanol, cloroformo), se determinó gravimétricamente por diferencia de peso. Se prepararon soluciones de las gomas (1% m/v; 15 mL) y se colocaron en un baño de agua termostatizado (12h; 20 °C) con agitación constante

y luego se centrifugaron (15 min; 8000 rpm). Se tomó 5 mL del sobrenadante y se secó en una estufa (125 °C; 12 h). El porcentaje de solubilidad se calculó como sigue:

$$\%S = \frac{g \text{ (residuo)} \times vol(slcn)}{g \text{ (muestra)} \times vol(alicuota)} \times 100 \quad (1)$$

### Medidas de pH

Se prepararon soluciones (10 mL; 1% m/v) de la goma en estudio, en agua bidestilada (pH=7), y se midió el pH de la solución a 25 °C en un pHmetro marca OAKTON 500 Series.

### Índice de Hinchamiento (Swelling Index)

Se pesaron 5 g de la goma en estudio (cruda y pulverizada) en cilindros graduados de 50 mL y se midió el volumen ocupado. Se adicionó 40 mL de agua destilada, y se dejó en reposo por 24 horas. Se decantó el sobrenadante y se midió el volumen ocupado por el sedimento. El índice de hinchamiento se calculó mediante la siguiente formula:

$$\Phi = V_2/V_1 \quad (2)$$

Donde:

$V_2$  = Volumen ocupado por la goma después de la hidratación

$V_1$  = Volumen ocupado por la goma antes de la hidratación

### Morfología de Superficie

Los rasgos morfológicos de la goma de *A. occidentale*, cruda, pulverizada y liofilizada, se estudiaron por Microscopia Electrónica de Barrido (MEB). Se colocó 100 µg de cada muestra sobre un recipiente de aluminio y se introdujo en el Microscopio Electrónico de Barrido (Marca FEI, modelo Quanta 200), provisto de un cañón de emisión de campo y resolución mínima de 1,2 nm. La muestra se introdujo bajo el modo ambiental (muestras biológicas), a baja presión. Se tomaron micrografías a 400x, 1500x, 3000x.

### Estudios de viscosidad en solución

- Determinación de la viscosidad intrínseca  $[\eta]$  y cálculo de la constante de Huggins ( $K_H$ )

La viscosidad intrínseca  $[\eta]$  de la goma en estudio, se determinó usando un viscosímetro UBHELODE, el cual se mantuvo sumergido

en un baño termostatizado a 25°C, se usó NaCl 0,1 N como solvente y se preparó una solución madre de la goma de *A. occidentale* con una concentración de 0,025 g/mL con agitación constante (12 h). Se prepararon diluciones sucesivas de la solución madre, hasta alcanzar 5 puntos. Luego se graficó  $\eta_{red}$  vs C y a partir de la ecuación de Huggins [13] se determinaron la  $[\eta]$  y la constante de Huggins ( $K_H$ )

$$\eta_{red} = K_H [\eta]^2 C + [\eta] \quad (3)$$

Dónde:

$$\eta_{red} = \frac{\eta_p}{C} \rightarrow \eta_p = \frac{t - t_o}{t_o}$$

$\eta$  = Viscosidad intrínseca

C = Concentración

- Determinación de la constante de rigidez ( $\beta$ )

Se determinaron las  $[\eta]$  del exudado gomoso en estudio, a diferentes fuerzas iónicas del solvente NaCl (0,01; 0,1; 1M). El gráfico  $[\eta]$  vs  $1/\sqrt{I}$  permite calcular la constante de rigidez ( $\beta$ ) a partir de la ecuación (4).

$$S = \beta([\eta]_{0,1})^v \quad (4)$$

- Determinación de la constante de solapamiento de las cadenas (b) y del factor de dependencia de la concentración

El parámetro de solapamiento de cadenas "b" se calculó a partir de la pendiente de la gráfica de doble logaritmo  $\log \eta_{red}$  vs  $\log C$  (power law graphic) [13] y el factor de dependencia de la concentración, cuando el gráfico anterior sugiere una conformación en "ovillo al azar", se determinó a partir de la pendiente de la gráfica de  $\log (\eta_{red})$  vs  $\log (\eta^*C)$ .

- Efecto de las sales sobre la viscosidad intrínseca

Se determinaron las viscosidades intrínsecas de la goma en estudio en soluciones de sales de diferentes cationes a la misma fuerza iónica (I): NaCl 1M, CaCl<sub>2</sub> 0,334 M, AlCl<sub>3</sub> 0,170 M. Luego se elaboraron las respectivas gráficas de Huggins, para determinar  $[\eta]$  y ( $K_H$ ); se comparó con la curva para el agua (sin sal).

### Distribución de masas molares e índice de polidispersidad

La goma original (10 g/L), se disolvió en la fase móvil, se agitó (5 h), se filtró a través de membranas de 0,45 µm, y se inyectó (100 µL) al cromatógrafo. La separación de las diferentes fracciones se hizo mediante dos columnas acopladas en serie: OHPACK SB 804 y HQ 806. Se usó una solución de nitrato de litio (0,1 mol/L) como fase móvil, a una velocidad de flujo de 0,5 mL/min. La detección se realizó mediante la utilización de dos detectores: "Multi Angle Laser Light Scattering" (MALLS), provisto de una celda K5 con 18 fotodiodos y un láser de Helio-Neón (690 nm) (Wyatt Technology Inc.) y un refractómetro diferencial (RD) (ERC 7515A).

La determinación absoluta de la masa molecular promedio en masa (Mw) y en número (Mn) así como su distribución se realizó por combinación de la cromatografía de exclusión (SEC) con dos diferentes detectores. La señal obtenida por MALLS, representa la distribución de masas molares; y la señal obtenida por RD, es proporcional a la concentración de las poblaciones moleculares separadas.

### Determinación de las propiedades tensoactivas y emulsionantes

- Medidas de tensión superficial

La actividad superficial de la goma en estudio se determinó por el método del anillo, en un tensiómetro CSC-Du Nouy N° 70535, a fin de observar sus propiedades como posibles agentes emulsionantes. Para ello, se preparó una solución madre (50 mL; 1% m/v) de la goma en agua destilada. De esta solución concentrada, se prepararon diluciones a 2, 4, 8, 16, 32 y 64x en el mismo solvente. Se dejaron en reposo (24 h) para la estabilización de la interface líquido-aire.

- Capacidad emulsionante

Para medir la capacidad emulsionante, se prepararon soluciones de la goma (1; 2,5 y 5 % m/v) en agua desionizada y se ajustó el pH=7. Se prepararon emulsiones goma/aceite (160:40) para cada concentración de la goma, en una licuadora (industrial) a máxima velocidad (1 min). La emulsión resultante se centrifugó (8000 rpm; 10 min) y la capacidad emulsionante se calculó como el índice porcentual del volumen emulsionado entre el volumen total.

$$\%CE = \frac{Vol(emul)}{Vol(Total)} 100 \quad (5)$$

- Estabilidad como emulsionante primario

Para determinar la estabilidad de la emulsión, las emulsiones preparadas se colocaron en un baño de maría (80 °C; 30 min) y luego se centrifugaron (8000 rpm; 10 min). La estabilidad de la emulsión se calculó como el índice porcentual del volumen emulsionado inicial entre el volumen emulsionado luego del calentamiento.

$$\%EE = \frac{Vol(emul)1}{Vol(emul)2} 100 \quad (6)$$

### Resultados y discusión

La composición de azúcares y los parámetros físico-químicos de la goma de *A. occidentale* se muestran en las Tablas 1 y 2, respectivamente:

**Tabla 1.** Composición de azúcares neutros y ácidos de la goma de *A. occidentale*

Monosacárido	% m/m
Galactosa <sup>a</sup>	46
Glucosa <sup>b</sup>	9
Arabinosa <sup>a</sup>	20
Ramnosa <sup>a</sup>	8
Ácidos urónicos <sup>c</sup>	17
Total	100

<sup>a</sup>Dubois, y col., 1956 <sup>b</sup>Glucosa oxidasa, Barham y Trinder, 1972 <sup>c</sup>Blumenkrantz-Asboe, 1973.

### Composición de Azúcares neutros y ácidos

La goma de *A. occidentale*, en estudio, está constituida por galactosa, glucosa, arabinosa, ramnosa y ácido glucurónico, Tabla 1. La proporción de azúcares ácidos (ácido glucurónico) es mayor que la correspondiente a especímenes reportados para la India (6,2 %) <sup>8</sup> y Brazil (6,3 %) [14]; de igual forma no se detectó manosa. La relación Gal/Arab (2,3) es semejante a la descrita por Anderson y Bell (1995), quienes propusieron un núcleo Arabinogalactan Tipo II para esta goma, similar al descrito para la goma arábiga [15-17].

**Tabla 2.** Parámetros fisicoquímicos de la goma de *Anacardium occidentale*

Parámetro		Valor
pH		6,5
Solubilidad en distintos solventes (%)	Agua	96,03
	Acetona	64,91
	Etanol	21,85
	Cloroformo	18,18
Índice de Hinchamiento ( $\Phi$ )	Goma cruda	2,1
	Goma molida	1,3
	Goma purificada	0
Estudios de viscosidad en solución	Viscosidad intrínseca (mL/g) (NaCl 0,1 M)	3,79
	Índice de Huggins (NaCl 0,1 M)	9,70
	Constante de rigidez ( $\beta$ )	0,21
	Parámetro de solapamiento de cadenas ("b")	0,38 (Agua)
		0,42 (NaCl 0,1 M)
Factor de dependencia de la concentración	1,2 (NaCl 1 M)	
Distribución de masa molares e índice de polidispersidad (R=65%)	Mn	$7,0 \times 10^4$
	Mw	$1,05 \times 10^5$
	Ip	1,5
Tensoactividad		62,90 Dinas/cm
Tensoactividad y propiedades emulsionantes	Capacidad emulsionante (%CE)	3,3% (1 % m/v) 27% (2,5 % m/v)
	Estabilidad de la emulsión (%EE)	100% (1 % m/v) 100% (2,5 % m/v)

## Medidas de pH

El pH de la goma en estudio, al 1% en agua, es ligeramente ácido, Tabla 2, lo cual sugiere un alto grado de disociación [18]. También es indicativo de que los grupos carboxílicos se encuentran predominantemente disociados en solución (1% en agua) posiblemente neutralizados con metales [18]. Este parámetro podría propiciar su uso en la preparación de aderezos para ensaladas. Además, el conocimiento del pH de la goma en la industria farmacéutica es importante para determinar si es apropiada para una formulación dado que, la estabilidad y actividad fisiológica de la mayoría de las preparaciones, depende de este parámetro [6].

## Solubilidad en distintos solventes

La solubilidad en agua, a temperatura ambiente, es de 96,03%, más alta que la reportada para la goma arábica (50%) [19], Tabla 2, lo cual indica que el proceso de disolución es casi completo. Esta propiedad está relacionada con la presencia, en la periferia, de grupos polares que rompen los puentes de hidrógeno que se establecen entre las moléculas de agua [20]. La goma de *A. occidentale*, está constituida por azúcares neutros y ácidos, Tabla 1, fuentes de estos grupos hidrófilos que contribuyen a su solubilidad.

Por otra parte, se observa que el orden de solubilidad de esta goma en solventes orgánicos, Tabla 2, se corresponde con el orden de polaridad: acetona>etanol>cloroformo. Este hecho también se relaciona con la presencia de grupos hidrófilos expuestos en la periferia del polímero. La información obtenida, en relación con la solubilidad en los solventes orgánicos, constituiría un criterio importante al momento de ensayar el uso de esta goma en la industria farmacéutica, por ejemplo, como excipiente en la preparación de tabletas<sup>[6]</sup>.

## Índice de Hinchamiento

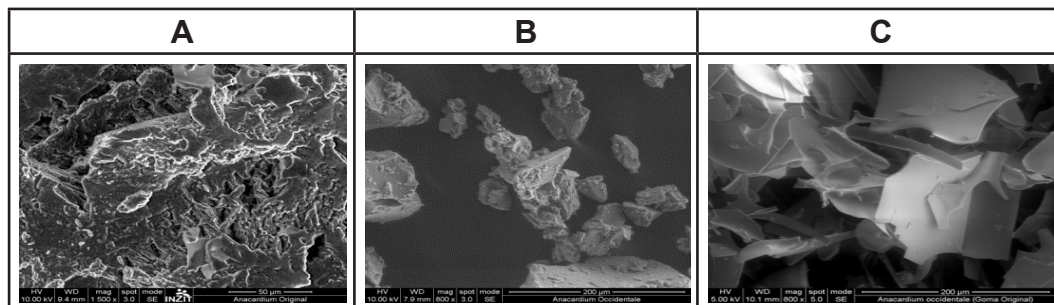
La goma cruda (sin pulverizar) apenas duplica su volumen en agua; mientras que en su forma pulverizada prácticamente no experimenta hinchamiento, en concordancia con su alto porcentaje de solubilidad, Tabla 2.

## Morfología de Superficie

Las micrografías para la goma de *A. occidentale* sometida a diferentes procesos físicos, Fig. 1, describen los cambios topográficos en la morfología asociados a las modificaciones que sufre el polímero al ser sometido a los mismos [21], y se relacionan con otras propiedades fisicoquímicas, como por ejemplo la capacidad de la goma para absorber agua.

La goma cruda (sin pulverizar), Fig. 1A, con la mayor capacidad para absorber agua ( $\Phi = 2,1$ ), Tabla 2, muestra una morfología del tipo “coral”, con un aspecto esponjoso, con pequeños poros (agujeros) o cavidades por donde penetra el agua; sin embargo, el valor del índice de hinchamiento implica que la goma solo duplica su volumen en este solvente. La micrografía para la goma pulverizada (proceso físico) (Fig. 1B), con un menor índice de hinchamiento ( $\Phi = 1,3$ ), muestra una morfología

más compacta, con escasa porosidad. Por otra parte, la goma sometida al proceso de purificación (disolución, diálisis y liofilización) cambia su morfología a una de tipo “hoja” (Fig. 1C), en hojuelas o láminas, compacta, en la cual no se observan cavidades donde pueda quedar atrapada el agua; esto explicaría que el polímero purificado pase a la siguiente fase del proceso de disolución, con un porcentaje de solubilidad del 96%, sin hincharse, Tabla 2.

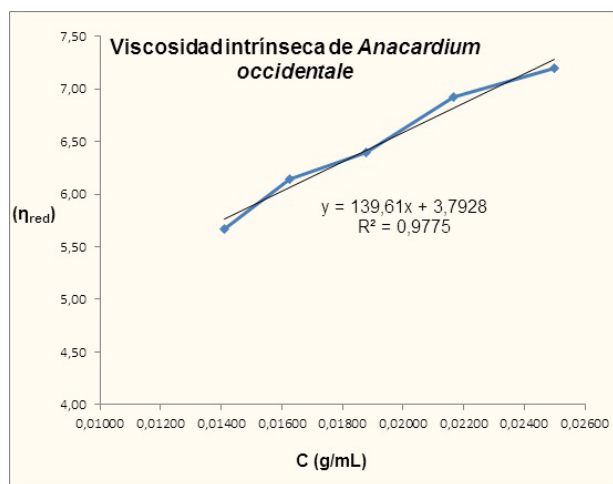


**Figura 1.-** Micrografías de *Anacardium occidentale*: A: Goma original (corte) (1500x); B: Goma original molida (800x); C: Goma original purificada (800x).

### Estudios de viscosidad en solución

- Viscosidad intrínseca y  $K_H$

La viscosidad intrínseca  $[\eta]$  (3,79 mL/g), obtenida por extrapolación de la ecuación de Huggins (3), La Fig. 2, es relativamente baja en comparación con la reportada para gomas de *Sterculia* [22,23] y *Cochlospermum* [24] pero similar a las descritas para exudados gomosos de *Acacia* [25]. La constante de Huggins  $K_H > 1$ , excede el intervalo de valores reportado para un buen solvente y para solventes  $\theta$ , sin embargo, es indicativo de un alto estado de agregación molecular [26].



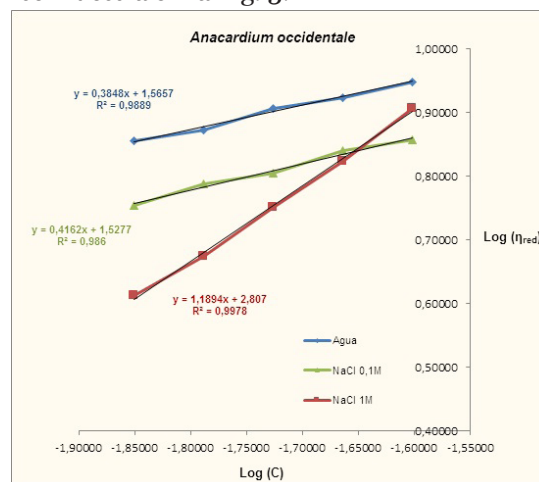
**Figura 2.-** Viscosidad intrínseca de la goma de *A. occidentale* determinada de acuerdo con la ecuación de Huggins (ecuación 3)

- Determinación de la constante de rigidez ( $\beta$ ):

El valor para la constante de rigidez ( $\beta$ ), (0,21) obtenido a partir de la ecuación 4, para la goma de *A. occidentale*, Tabla 2, es similar al reportado para la carboximetilamilosa [27], un polisacárido flexible, lo cual indica que la goma de *A. occidentale* involucra alguna conformación con esta característica, en solución, quizás en “ovillo al azar” [26].

- Parámetro de solapamiento “b”

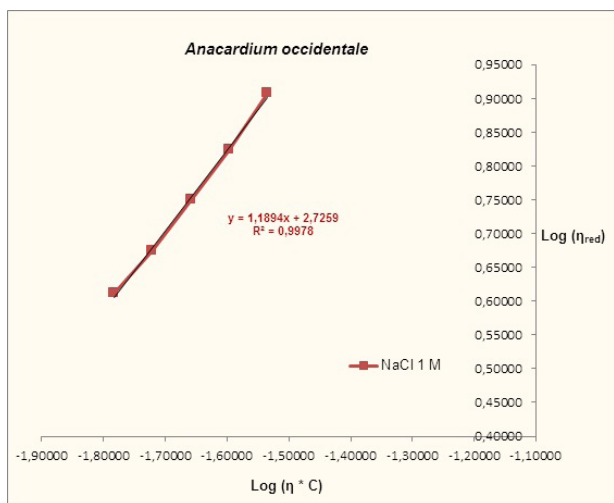
La gráfica  $\text{Log } \eta_{\text{red}} \text{ vs } \text{Log } C$  para la goma de *A. occidentale*, en agua (sin sal), con NaCl 0,1M y NaCl 1M se muestra en la Fig. 3.



**Figura 3.-** Gráfica de  $\text{Log } \eta_{\text{red}} \text{ vs } \text{Log } C$  para la goma de *A. occidentale* (power law graphic)

Los resultados indican que, en agua pura y en solución de NaCl 0,1M, el valor de “b” (tomado de la pendiente) es menor a 1, lo cual es indicativo de que las moléculas adoptan una conformación rígida en solución (rod-like) [27], a la cual corresponden  $[\eta]$  más altas y  $K_H$  menores mientras que en solución de NaCl 1M el valor de la pendiente “b”  $> 1$ , lo cual indica que en éste las moléculas adoptan la conformación en “ovillo al azar”, descrita comúnmente para los polisacáridos [26,27] donde sus extremos tienden a ponerse en contacto.

Tomando en cuenta el resultado anterior se determinó el factor de dependencia de la concentración sobre la  $\eta$ , para conformaciones al azar propuesta por Morris y col. [28], derivado de la gráfica  $\text{Log } \eta_{red} \text{ vs } \text{Log } [(\eta) \cdot c]$  para soluciones del exudado gomoso de *A. occidentale* en NaCl 1M. Fig. 4

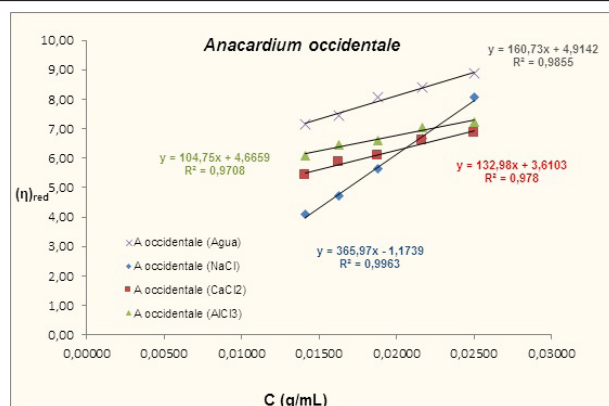


**Figura 4.-** Gráfica  $\text{Log } \eta_{red} \text{ vs } \text{Log } [(\eta) \cdot c]$  para la solución del exudado gomoso de *A. occidentale* en NaCl 1M.

La gráfica muestra que no hubo cambio en la pendiente y que su valor ( $m = 1,2$ ) es comparable a la descrita por Morris y col. [28] para la zona diluida, en la cual no hay solapamiento entre las cadenas.

- Efecto de las sales sobre la viscosidad intrínseca

La Fig. 5, muestra el efecto de las sales  $\text{AlCl}_3$  (0,170 M),  $\text{CaCl}_2$  (0,334 M) y NaCl (1,0 M) a la misma fuerza iónica ( $I = 1$ ) sobre la viscosidad intrínseca  $[\eta]$  y constante de Huggins ( $K_H$ ) de la goma de *A. occidentale*.

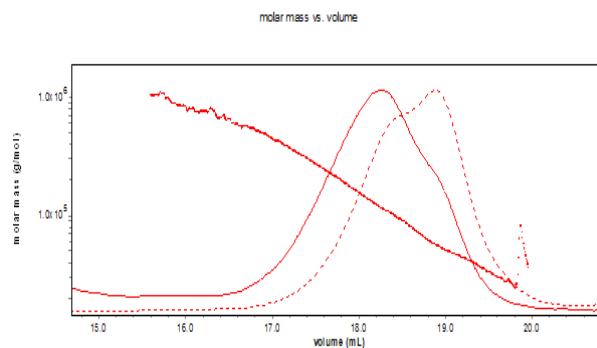


**Figura 5.-** Estudio del efecto de las sales sobre la viscosidad intrínseca de la goma de *Anacardium occidentale*

Los cationes de las sales disminuyen la viscosidad de la goma de acuerdo con el orden  $\text{Na}^{+1} < \text{Ca}^{+2} < \text{Al}^{+3}$ , al cual corresponde un incremento de las constantes de Huggins,  $\text{Na}^{+1} > \text{Ca}^{+2} > \text{Al}^{+3}$ , en contraste a lo reportado para un espécimen del Brasil [14].

### Distribución de masas molares e índice de polidispersidad

La distribución de masa molares, Fig. 6 y Tabla 2, evidencia un sistema monodisperso ( $I_p = 1,5$ ), con una masa molar promedio relativamente baja, en el orden de  $10^5$ , en comparación con las gomas de *Sterculia* [22] pero más alto que el reportado para el espécimen de *A. occidentale* de Brasil [29]. Existe una correspondencia entre la baja masa molar promedio y la viscosidad de la goma en estudio.



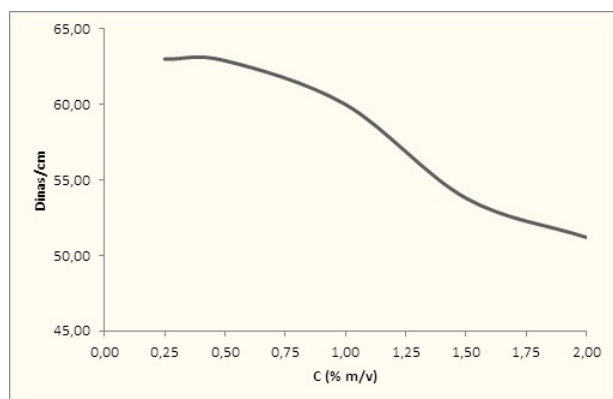
**Figura 6.-** Distribución de masa molar de la goma de *A. occidentale*, obtenido por cromatografía de exclusión por tamaño acoplada on line con detectores de luz dispersa (—MALLS) e índice de refracción diferencial (----IRD)



## Tensoactividad y Propiedades emulsionantes

### • Tensoactividad

La goma de *A. occidentale*, a una concentración de 0,5% m/v, ocasiona un descenso de la tensión superficial (Fig. 7) del agua de 72 Dinasc/cm a 62,90 Dinasc/cm; esta disminución es menor que el reportado para la goma de *A. senegal* (46,9 mN/m), a la misma concentración [30], lo cual sugiere que la capacidad emulsionante de esta goma sea baja.



**Figura 7.-** Tensión superficial de las dispersiones acuosas de la goma de *A. occidentale*

### • Capacidad emulsionante

La Tabla 2 revela que la goma de *A. occidentale* tiene, en efecto, una capacidad emulsionante relativamente baja, 27%, en comparación con la reportada para goma de *A. senegal* (59%) [31], lo cual puede sugerir la presencia de complejos AGPs u otros polos hidrófobos importantes en la estructura del polímero.

### • Capacidad estabilizante de la emulsión

Las emulsiones preparadas con esta goma son estables desde (x30min, 80°C) hasta (x24h, 25°C), Tabla 2, lo cual fundamenta la posibilidad de la existencia de complejos AGPs en su estructura.

## Conclusiones

La goma de *A. occidentale* exhibe parámetros físico-químicos interesantes en cuanto a solubilidad, pH, viscosidad en agua, hinchamiento en forma cruda, emulsión, y la distribución de peso molecular. Los valores obtenidos de los parámetros medidos, sugieren que la goma pudiera tener propiedades como estabilizador de emulsiones (usada en mezclas con otras gomas), o como vehículo (en excipientes) que podrían ser tomados

en consideración para su utilización a nivel de las industrias farmacéuticas y/o alimentarias.

## Referencias Bibliográficas

1. FAUCONNIER, M; BLECKER, CH; GROVNE, J; RAZAFINDRALAMBO, H; VANZEVEVEREN, E; MARLIER, M AND PAQUOT, M. *J. Agric. Food Chem.* 48, 2709–2712. 2000.
2. AL-ASSAF, S; PHILLIPS, G; WILLIAMS, P. *Food Hydrocolloids* 19, 647–660. 2005.
3. VERBEKEN, S; DIERCKX, S AND DEWETTINCK, K. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 63, 10-21. 2003.
4. CLAMENS, C.; RINCÓN, F.; VERA, A.; SANABRIA, L. AND LEÓN DE PINTO, G. *Food Hydrocolloids* 14, 253-257. 2000.
5. PENDYALA V.; BABURAO CH. AND CHANDRASEKHAR K. J. *Adv Pharm Technol Res.*, 1 (2), 253-259. 2010.
6. EMEJE, M.; IHIMEKPEN, O.; ISIMI, CH.; SABINUS, O. Y KUNLE, O. *Afri. J. Pharm Pharmacol* 3(5), 265-272. 2009.
7. BOSE, S. AND BISWAS, M. *Ind. J. Biochem.* 7, 48-72. 1970.
8. ANDERSON D. M. W. AND BELL P. C. *Anal Acta* 79,185-197. 1975.
9. GYEDU-AKOTO, E.; ODURO, I.; AMOAH, J.; OLDHAM, J. H.; ELLIS, W. O.; AND OPOKU-AMEYAW, K. *Sci. Res. Essays*, 2(10), 458-461. 2007.
10. GONCALVES, CH., Y SOUZA DE FREITAS, J. *IJRRAS.* 11(3), 401-408. 2013.
11. LEÓN DE PINTO, G.; MARTÍNEZ, M.; MENDOZA, J. A.; OCANDO, E. AND RIVAS, C. *Bioch. Systemat. Ecol.*, 23(2),151-156. 1994.
12. CLAMENS, C; LEÓN DE PINTO G; RINCÓN, F; VERA, A. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad de la Plata.* 103, 119-125. 1998.
13. NNABUK O.E., STEPHEN E.A., PAUL O.A. ENO E.E. WALAILAK, *J. Sci. Techn.* 10:3, 247-265. 2013.
14. DE PAULA R.C.M. AND RODRIGUES J.F. *Carbohydrate Polymers.* 26, 177-181. 1995
15. ISLAM, A. M; PHILLIPS, G. O; SLJIVO, A; SNOWDEN, M. J AND WILLIAMS, P. A. *Food Hydrocolloids*, 11, 4, 493-505. 1997.

16. GOODRUM, L; PATEL, A; LEYKAM, J; AND KIELISZEWSKI, M. *Phytochemistry* 54, 99-106. 2000.
17. PICTON, L; BATAILLE, I; MULLER, G. *Carbohydrate polymers* 42, 23 – 31. 2000.
18. ABED EL KADER, D.; MOLINA, E.; LEÓN DE PINTO, G.; NEGRÓN, G. Y LACHMANN, M. *Rev. Fac. Agron.* 19(3), 230-239. 2002.
19. RANDALL, R; PHILLIPS, G; WILLIAMS, P. *Food Hydrocolloids* 3, 65-75. 1989.
20. ISREAL O.K., INNOCENT E. Y AMMEH P.O. *Int. J. Mod. Chem.* 5, 1-21. 2013.
21. NNABUK O.E., PAUL O.A., CASIMIR E.G. AND ENO E.E. *J. Chem.* 2013 1-10. 2012.
22. LE CERF, D; IRINEI, F; MULLER, G. *Carbohydrate Polymers.* 13, 375-386. 1990.
23. LARRAZÁBAL, M; MARTÍNEZ, M; SANABRIA, L; LEÓN DE PINTO, G; HERRERA, H. *Food Hydrocolloids* 20, 908-913. 2006.
24. VINOD, V. T. P.; SASHIDHAR, R. B.; SURESH, K. I.; RAO, B. R.; SARADHI, U.V.; RAO, T. P. *Food Hydrocolloids.* 22. 899-915. 2008.
25. ANDERSON, D; MCDUGALL, F. *Food additives and contaminants* 4, 257 – 266.1987.
26. PAMIES R., GINÉS J, LÓPEZ M Y GARCÍA J. *Colloid Polymers Science.* 286, 1223-1231. 2008.
27. OLIVEIRA J.D., SILVA D.A., DE PAULA R.C.M., FEITOSA J.P.A., PAULA H.C.B. *Internacional Journal of Biological Macromolecules* 29, 35-44. 2001.
28. Morris E.R., Cutler A.N., Ross-Murphy S.B., Rees D.A. *Carbohydrate Polymers.* 11, pp 5-21. (1981).
29. GONCALVES, CH., Y SOUZA DE FREITAS, J. *IJRRAS.* 11:3, 401-408. 2013.
30. HUANG, X., KAKUDA, Y., & CUI, W. *Food Hydrocolloids.* 2001.
31. DICKINSON, ERIC; MURRAY, BRENT S.; STAINSBY GEORGE AND ANDERSON DOUGLAS M.W. *Food Hydrocolloids,* 2:6, 477-490. 1988.



UNIVERSIDAD  
DEL ZULIA

---

# CIENCIA

Vol.25 N°3, 4

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en diciembre de 2017, por el **Fondo Editorial Serbiluz**, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

[www.luz.edu.ve](http://www.luz.edu.ve)  
[www.serbi.luz.edu.ve](http://www.serbi.luz.edu.ve)  
[produccioncientifica.luz.edu.ve](http://produccioncientifica.luz.edu.ve)