

EFECTO SOBRE LA ACIDEZ DEL PAPEL DE CINCO EXTRACTOS DE PLANTAS QUE POSEEN ACTIVIDAD BIOCIDA

Effect on the acidity of the paper of five extracts of plants that possess activity biocide

RESUMEN

Se valoró el efecto de cinco biocidas naturales obtenidos de las plantas *Allium sativum* Linn, *Eucalyptus citriodora* Hook, *Pinus caribaea* Morelet, *Piper auritum* H.B.K. y *Ricinus communis* Linn, sobre la permanencia del papel. Las variables evaluadas fueron reserva alcalina y pH, antes y después de un envejecimiento artificial por calor seco. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al realizar las comparaciones.

PALABRAS CLAVES: Acidez, Biodeterioro, Patrimonio Cultural, Plantas Medicinales.

ABSTRACT

It was valued effect of five natural biocides obtained from the plants Allium sativum Linn, Eucalyptus citriodora Hook, Pinus caribaea Morelet, Piper auritum H.B.K. and Ricinus communis Linn, on the permanency of the paper. The variables evaluated were alkaline reservation and pH, before and after an artificial aging by dry heat. They were not differences statistically significant when carrying the comparisons.

KEYWORDS: Acidity, Biodegradation, Cultural Heritage, Medicinal Plants.

JOSÉ DE LA PAZ NARANJO

Licenciado en Bioquímicas, M. Sc.
Profesor e Investigador Auxiliar
Especialista en Conservación Preventiva
Museo Ernest Hemingway
delapazjn@gmail.com

PATRICIA S. GUIAMET

Bacterióloga Clínica e Industrial,
Ph.D.
Jefe de Trabajos Prácticos UNLP
INIFTA UNLP, CCT La Plata-
CONICET.
pguiamet@inifta.unlp.edu.ar

SANDRA GOMEZ DE SARAVIA

Licenciada en Ciencias Naturales.
Ph.D.
Jefe de Trabajos Prácticos UNLP
INIFTA UNLP, CCT La Plata-
CONICET.
sgomez@inifta.unlp.edu.ar

1. INTRODUCCIÓN

El documento no debe ser visto como objeto físico sino como vínculo de memoria. Este nexo lo hace pieza clave del patrimonio cultural de una nación y, por supuesto, de la humanidad. Su conservación es una necesidad de primer orden. Sin él resulta imposible relatar los hechos que conforman la historia de un país. [1].

Los primeros factores de alteración fueron, el propio hombre con sus guerras – lo que ocasionaba incendios y destrucción – y las inundaciones de los grandes ríos como el Tigris y Éufrates que acabaron con poblados enteros y, por su puesto, con sus archivos y bibliotecas. Posteriormente, fueron los insectos los que ocasionaron las mayores pérdidas. Así se recoge en *Historia Animalium*, escrita por Aristóteles hace más de 2300 años. No obstante, estos y otros factores de alteración, se han mantenido a lo largo de la historia de la humanidad y han llegado a nuestros días. [2].

Los agentes biológicos que causan alteraciones en archivos, bibliotecas y museos son esencialmente roedores, insectos y microorganismos, como los hongos y bacterias. *Bacillus* sp. por ejemplo puede atacar la celulosa, el pergamino y las colas provocando el deterioro de los documentos debido a la producción de

metabolitos tales como amilasa, celulasas, N-acetil- β -glucosaminidasa, ácido láctico y fosfatasa ácida, que causan descenso de pH, y originar manchas violáceas o rojizas y quebrantes del papel. Por su parte el género *Streptomyces* presenta actividad celulolítica y lignolítica. Además ha sido aislado de encolantes, libros antiguos, periódicos, pergaminos y documentos con encuadernación en cuero. [3, 4].

Para combatir el biodeterioro del patrimonio cultural son empleados numerosos métodos. No obstante, algunos de estos, causan un impacto negativo en el medio ambiente, dañan la salud del personal que los aplica y precipitan el proceso natural de deterioro de los materiales que lo reciben. Por consiguiente, la elección de un producto biocida esta cada vez más restringida debido a los rigurosos requerimientos de las agencias de control y preservación. [5, 6, 7].

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto que sobre la acidez del papel provocan cinco extractos obtenidos de plantas que crecen en Cuba y poseen actividad biocida frente a microorganismos aislados de documentos conservados en el Archivo Nacional de la República de Cuba y en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Material vegetal y preparación de los extractos

Como material vegetal se emplearon las partes aéreas de cinco especies de plantas medicinales que crecen en la provincia de La Habana, Cuba. (Tabla 1).

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE VERNÁCULO
<i>Allium sativum</i> Linn	Liliaceae	ajo, garlic.
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook	Mirtaceae	eucalipto de olor a limón, eucalipto limao, lemon-scented gum.
<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pinaceae	pino macho, pino amarillo, caribbean pine-tree
<i>Piper auritum</i> H.B.K.	Piperaceae	caisimón de anís, acoyo, cordoncillo, anisillo, juniapra
<i>Ricinus communis</i> Linn	Euforbiaceae	higuereta, ricino, palma cristi, higuerilla, castor-oil.

Tabla. 1. Plantas medicinales utilizadas para la obtención de los extractos.

Las plantas se encontraban en estado fenológico vegetativo. Para la obtención de los extractos (extractos fluidos, tinturas, soluciones acuosas) se siguió la metodología establecida por el Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba para productos naturales. Finalmente, fueron esterilizados por filtración utilizando membrana Millipore de 0.22 µm. [8, 9, 10].

2.2 Estudio de acidez en probetas de papel

Las variables predictivas usadas fueron: contenido mínimo de carbonato cálcico que neutraliza la acción de los ácidos, medida según la reserva alcalina [11] y el pH. Este último se midió con un electrodo de membrana plana acoplado a un pH-Metro de precisión (Metrohm 780, Suecia). Ambas determinaciones se realizaron antes y después del envejecimiento acelerado. (Fig. 1).

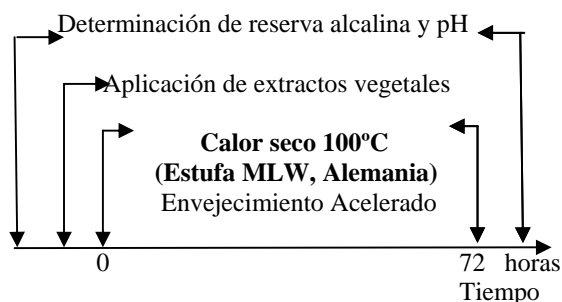


Fig. 1. Marcha de trabajo para el estudio de acidez.

El método de envejecimiento acelerado empleado fue el descrito por Browning, 1969 [12], que utiliza el calor seco a 100 °C durante 72 horas para vaticinar efectos en aproximadamente 25 años a temperatura ambiente y se apoya en la ecuación de Arrhenius:

$$k = s \cdot (-E_a/RT)$$

donde:

k = constante de la reacción

E_a = energía de activación

R = constante de los gases

T = temperatura absoluta del proceso en grados Kelvin

S = factor de frecuencia

Los extractos se aplicaron con la ayuda de una pipeta automática Eppendorf, hasta la saturación de las tiras de papel de 2 cm² (Papel Archive Text. Ref. 678-70A4). Un control con agua destilada y otro con solución de etanol al 70% fueron incluidos. Todos los ensayos se realizaron por cuadruplicado.

2.3 Análisis estadístico

Para detectar diferencias significativas entre valores antes y después del proceso de envejecimiento se utilizó el Test T. El nivel de significación se fijó en una p menor o igual que 0.05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acidez es una de las causas que más influyen en el deterioro del papel, tanto que existen normas basadas casi exclusivamente en la determinación de la acidez para predecir la permanencia. Uno de los métodos más fiables es la determinación del pH, debido a la conductividad que se genera en presencia de humedad, porque los iones hidrógeno tienen carga positiva y los grupos hidroxilos negativa. La medición del pH de un papel se puede realizar directamente en la superficie, al aplicar el electrodo sobre una zona humedecida (pH por contacto) o mediante métodos de extracción, en los que una cantidad determinada de la muestra se deja reposar en agua destilada fría (extracción acuosa en frío) o se hierve (extracción acuosa en caliente). También se propone la aplicación de líquidos indicadores del pH, como el rojo de clorofenol, que se comercializa en forma de lápices. (Abbey pH Pen®). [13].

Por su parte, el contenido de carbonato cálcico en el papel, es esencial para neutralizar la acidez generada como resultado del envejecimiento natural o de la polución atmosférica. Se entiende entonces que la *mínima reserva alcalina* permitida para considerar permanente a un papel es la equivalente a un 2% de carbonato cálcico de su peso en seco (mínimo de 0.4 moles de ácido por kilogramo). [11,14].

En este estudio, la reserva alcalina del papel empleado estuvo casi 100 veces por debajo del mínimo considerado. Lo que ponía a este al desamparo en caso de generarse un fenómeno de acidificación provocado por los extractos aplicados. Sin embargo, según los

resultados obtenidos, el pH y la reserva alcalina no variaron en grado estadísticamente significativo al realizar las comparaciones antes vs. después de someterse el papel, tratado con los diferentes extractos, al proceso de envejecimiento artificial (Fig. 2 y 3) y (Tabla 2).

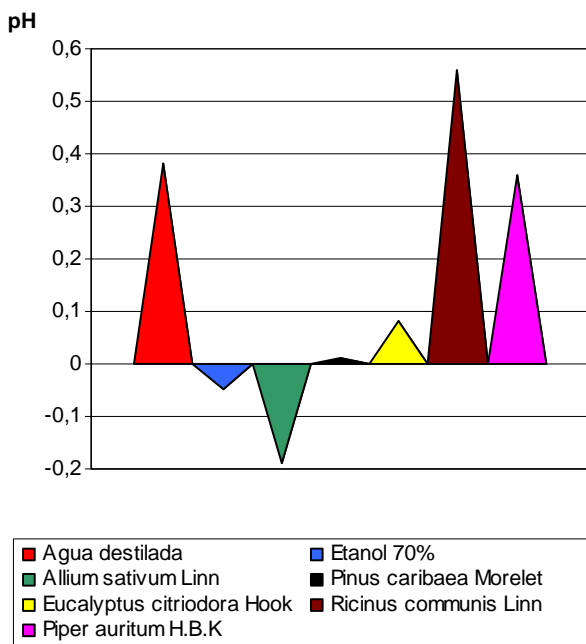


Fig.2. Variaciones de pH durante el experimento.

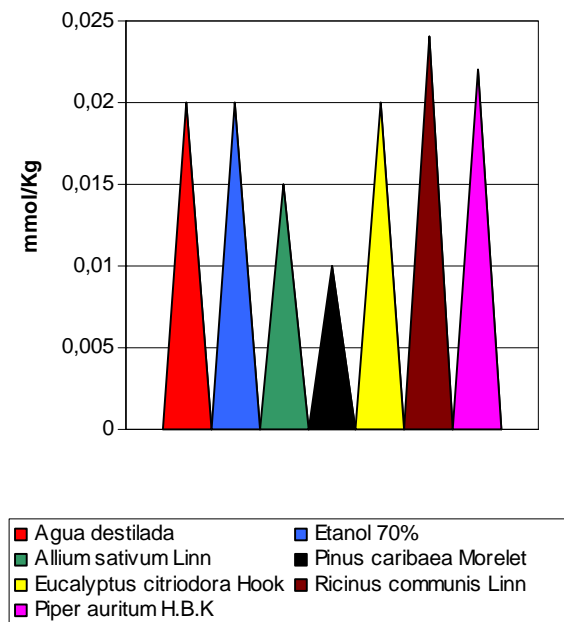


Fig. 3. Variaciones de reserva alcalina durante el experimento.

TRATAMIENTO	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA $p \leq 0.05$	
	RESERVA ALCALINA	PH
Agua destilada	0.725	0.475
Solución de etanol al 70%	0.822	0.725
Tintura de <i>Allium sativum</i> Linn	0.821	0.369
Extracto fluido de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook	0.707	0.296
Tintura de <i>Pinus caribaea</i> Morelet	0.808	0.873
Solución hidroalcohólica al 10% de aceite esencial de <i>Piper auritum</i> H.B.K.	0.825	0.699
Fracción aislada en solución acuosa de <i>Ricinus communis</i> Linn	0.873	0.689

Tabla 2. Valores de significación estadística obtenidos según el Test T para muestras pareadas.

Esto pudiera atribuirse a la presencia de polifenoles en los extractos estudiados. Los cuales constituyen uno de los metabolitos secundarios más numerosos en las plantas, con más de 800 estructuras conocidas en la actualidad. Estos pueden ir desde moléculas simples (ácido fenólico, fenilpropanoides, flavonoides), hasta compuestos altamente polimerizados (ligninas, taninos). Su propiedad como antioxidante, proviene de su gran reactividad como donantes de electrones e hidrógenos y de la capacidad del radical formado para estabilizar y deslocalizar el electrón desapareado (termina la reacción en cadena) y de su habilidad para quelar iones de metales de transición. [15, 16, 17, 18, 19, 20].

Un estudio similar con aceites esenciales obtenido de flores de *Lavandula angustifolia* fue desarrollado por Rakotonirainy y Lavédrine, 2005 [21]. En esta investigación las variables predictivas de daño empleadas fueron: pH (extracción en frío); factor de difusión de refractancia (brillo); y grado de polimerización viscosimétrica, y se midieron, igualmente, antes y después de un proceso de envejecimiento acelerado (temperatura 80 °C y humedad relativa 65% por 21 días). Los resultados revelaron una reducción del pH de más de una unidad, pero no alteraron el brillo y grado de polimerización. Sin embargo, los autores recomienda la utilización de este aceite, a bajas concentraciones, como preventivo de la contaminación fúngica en lugares donde se atesora piezas patrimoniales.

4. CONCLUSION

Los extractos obtenidos de *Allium sativum* Linn, *Eucalyptus citriodora* Hook, *Pinus caribaea* Morelet,

Piper auritum H.B.K. y *Ricinus communis* Linn no modificaron la acidez en papeles sometidos a envejecimiento artificial bajo nuestras condiciones experimentales. Esto favorece el uso promisorio de los extractos en el control del biodeterioro del patrimonio documental depositado en archivos, bibliotecas y museos.

5. AGRADECIMIENTOS

Por el financiamiento recibido para la ejecución de esta investigación el autor cubano agradece al Programa de Ayuda al Desarrollo de Archivos de Ibero América (ADAI 105/2005 y ADAI 090E/2006); las autoras argentinas a la UNLP (11 N578 y 11 X506), CONICET (PIP 6075/05) y CICBA (578/08), y, autores cubano y argentinas, al Proyecto de colaboración CITMA – SECYT (CU/PA05-EX/025).

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. F. Báez. *Historia universal de la destrucción de los libros. De la tablilla sumeria a la guerra de Irak*, Random House Mondadori SA de CV: México, 2004, p. 4 – 32.
- [2]. J. J. H. Szent- Ivana. *Identificación de los insectos dañinos y manera de combatirlos. La conservación de los bienes culturales con especial referencia a las condiciones tropicales*, UNESCO: París, 1996, p. 57 – 75.
- [3]. G. Kraemer. *Tratado de la previsión del papel y de la conservación de bibliotecas y archivos*. Dirección General de Archivos y Bibliotecas: Madrid, 1973, p. 1001 – 1022.
- [4]. M. Vaillant, M. T. Domenech, N. Valentin. *Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural*. Universidad Politécnica de Valencia: España. 2003, p. 150.
- [5]. P. M. Arenas, S. G. Gómez de Saravia, P. Guiamet, J. de la Paz, S. Borrego. “Plantas con actividad biocida de aplicación en el control del biodeterioro que afecta al patrimonio cultural”, *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromaticas*, vol. 6, pp. 323 – 324. 2007.
- [6]. J. de la Paz, M. Larionova, M. A. Maceira, S. Borrego, E. Echevarría. “Control of biodeterioration using a fraction isolated from leaves of *Ricinus communis* Linn”, *Pharmacologyonline*, vol. 3, pp. 462 – 466. 2006
- [7]. J. de la Paz, S. Borrego, S. G. Gómez de Saravia, P. S. Guiamet, P. Lavin, P. Batisttoni. “Biocidas naturales en el control del microbiodeterioro en archivos”. Comunicación al Taller sobre la Conservación del Patrimonio Documental y la Prevención contra Catástrofes en Países de Clima Tropical (Archivo Nacional de la República de Cuba, La Habana, Cuba, 7-9 mayo). 2007.
- [8]. A. Corral, J. de la Paz, E. Concepción, R. Hernández, L. López. “Tamizaje, tecnología, control de calidad y farmacología del extracto fluido de *Bougainvillea spectabilis* Willd”. *Rev Cubana Plant Med*, vol. 2 (2-3). P.19 – 25. 1997.
- [9]. *Norma Ramal N° 311. Extractos fluidos y tinturas. Procesos tecnológicos*, MINSAP. Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba. 1992.
- [10]. *Norma Ramal No. 312. Extractos y tinturas. Métodos de ensayo*, MINSAP. Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba., 1992.
- [11]. *Norma Española. Papel y Cartón Determinación de la reserva alcalina*. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). UNE 57-174-94 equivalente a ISO/DIS 10716:1993.
- [12]. B. L. Browning. *Analysis of paper*, Chapter 24. New York: Marcel Dekker, INC, 1969. p. 314 – 317.
- [13]. J. Henk, J. Porck. “Rate of paper degradation. The predictive value of artificial aging tests”. European Commission on Preservation and Access, Amsterdam. 2000.
- [14]. A. L. H. Ivar. “Las normas para papel permanente”. 64th IFLA General Conference. Ámsterdam, August 16 –21, 1998.
- [15]. M. Lewin, J. A. Epstein. “Functional groups and degradation of cotton oxidized by hypochlorite”. *Journal of Polymer Science*, vol. 58, pp. 1023 – 1037. 1962.
- [16]. A. García, M. A. Leyva, J. R. Martínez, E. E. Stashenko. “Determinación de la composición química y actividad antioxidante in vitro del aceite esencial de *Piper auritum* KUNTH (Piperaceae) difundida en la costa colombiana”. *Scientia Et Técnica* vol. XIII (033), p. 439 – 442. 2007.
- [17]. R. Ilavarasan, M. Mallika, S. Venkataraman. “Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of *Ricinus communis* root extract”. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 103 (3). p. 478 – 480. 2006.
- [18]. R. Quert, M. Martínez, F. Ayón. “Contenido del aceite esencial en el follaje de *Pinus caribaea* Morelet según la época del Año. I”, *Rev Cubana Farm*, vol. 32 (1). p. 63 – 7. 1998.
- [19]. G. Martínez, R. Delgado, G. Garrido, M. Guevara, D. García, E. Paéz, A. J. Núñez. “VIMANG. Nuevo producto natural antioxidante”. 2nd ed, Ministerio de Salud Pública. Centro de Química Farmacéutica. 2003.
- [20]. L. A. Andres. Influencia del envejecimiento acelerado sobre el contenido polifenólico en vinos sometidos a crianza oxidativa. Universidad de granada, España. 1995 En: http://www.cibernetica.com/tesis_es/CIENCIAS_TECNOLOGICAS/TECNOLOGIA_DE_LOS_ALIMENTOS/VINOS/8.
- [21]. M. S. Rakotonirainy, B. Lavédrine. “Screening for antifungal activity of essential oils and related compounds to control the biocontamination in libraries and archives stores areas”, *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 55. N° 2. p. 141 – 147. 2005.