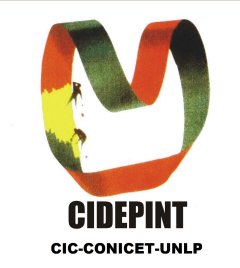
INVESTIGACIÓN JOVEN | UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Investigación Joven, Vol. 12, dossier, noviembre 2025
ISSN 2314-3991 | https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata




**III Jornadas sobre Tecnología de Recubrimientos**

Nuevas tendencias en materiales, superficies e interfaces

La Plata, 24 y 25 de abril de 2025.

RESUMEN

# Ácidos cinámicos como aditivos para pinturas antiincrustantes

A. Paola[(a,b)*], Á. Sathicq[(c)], M. Pérez[(a,b)], G. Romanelli[(c,d)], G. Blustein[(a,d)]

*[(a)]Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT), CICPBA-CONICET-UNLP, Argentina.*
*[(b)]Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, Argentina.*
*[(c)]Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas (CINDECA), Facultad de Ciencias Exactas, UNLP-CONICET-CICPBA, Argentina.*
*[(d)] Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina.*

*Autor de correspondencia: a.paola@cidepint.ing.unlp.edu.ar

El ácido zostérico es un producto natural aislado de *Zostera marina*, una macroalga llamada comúnmente “eelgrass”. Este compuesto es conocido por su eficacia contra una amplia variedad de bacterias, incluyendo aquellas que conforman el biofilm y los primeros estadios de diversos macrofoulers. *Zostera marina* utiliza dos posibles estrategias en defensa contra la epibiosis: la activación de sulfatasas endógenas para convertir ácido zostérico en ácido cinámico (AC), o bien una dependencia de sulfatasas de organismos incrustantes asociados para activar esta defensa química (Vilas-Boas et al., 2017). En ambos casos se podría concluir, que el AC sería el responsable de la actividad antifouling (Tran et al., 2019). Teniendo en cuenta este último punto es que se plantea la síntesis ecoeficiente de ácidos cinámicos sustituidos en el laboratorio para ser empleados como potenciales aditivos antiincrustantes en pinturas marinas. Asimismo, se realizaron ensayos de ecotoxicidad con *Artemia salina*.

La preparación del ácido cinámico se realizó mediante la condensación de Knoevenagel entre un aldehído aromático sustituido y ácido malónico. Esta metodología novedosa y adecuada a los principios de química verde permitió la obtención de ácidos cinámicos prácticamente puros, libres de productos secundarios.

El grado de ecotoxicidad de los compuestos fue evaluado sobre larvas de *Artemia salina* criadas en laboratorio. En el ensayo se evaluaron todos los compuestos a una misma concentración. Cada solución fue preparada con 1,5% p/p del compuesto, DMSO como cosolvente a una concentración

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 internacional

adecuada y agua de mar artificial. Los cultivos de *A. salina* que contenían entre 50 y 60 nauplii fueron incubados con cada solución en una placa multipocillo (2 mL por pozo) por cuatriplicado. Para el control negativo se utilizó una solución de DMSO + $H_2O$ (5µL/mL), como control positivo se utilizó permanganato de potasio. Después de 24 horas, se registró el número de larvas vivas y muertas.

El ensayo de campo fue desarrollado en las marinas del Club de Motonáutica del puerto de Mar del Plata mediante un muestreo realizado en verano (2018-2019). Para evaluar la actividad antiincrustante de las pinturas en el mar, se emplearon paneles de acrílico de 8cm x 3cm previamente arenados. Para definir los tratamientos, se incorporaron los compuestos a la pintura control a una concentración de 1,5% p/p. Los tratamientos fueron denominados: P1 (ácido cinámico), P2 (ácido 4-hidroxicinámico), P3 (ácido-3-clorocinámico), P4 (ácido 3,4,5-trimetoxicinámico); P5 (ácido 4-metilcinámico) y fueron comparados con el panel control pintura (CP). Los paneles fueron ubicados por triplicado en bastidores de aluminio y sumergidos en las marinas a una profundidad de 0,50-1m durante un período de 45 días. Posteriormente fueron retirados y transportados hasta el laboratorio donde fueron fotografiados. Los organismos fueron removidos del sustrato para su observación, fijación mediante formalina al 10% e identificación taxonómica.

En el panel control la cobertura general resultó del 94% con una alta proporción de ascidias. Se observó una clara dominancia de la especie colonial *Botrylloides diegensis y* en menor medida las ascidias solitarias *Ascidiella aspersa* y el género *Ciona* spp. El resto de los grupos con muy baja cobertura correspondió a invertebrados con esqueleto de carbonato de calcio como *Amphibalanus amphitrite* y poliquetos del género *Hydroides* spp., el briozoo *Bugula neritina,* un porífero no identificado y macroalgas como *Ectocarpus* sp. (Phaeotphyta) y *Griffithsia* sp. (Rhodophyta).

Todas las pinturas presentaron un efecto inhibidor sobre la cobertura general de los macroinvertebrados presentes en CP. La prueba ANOVA de una vía calculada para la cobertura total entre el CP y los tratamientos P1-P5 resultó significativa para $\alpha = 0.05$. La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre CP y cada uno de los tratamientos.

El resultado final indica la presencia de cuatro compuestos con actividad antiincrustante, aunque no es posible determinar con claridad si este efecto se debe a una actividad indirecta contra el biofilm, a una acción directa sobre el macrofouling o a una combinación de ambas.

**Palabras clave:** biofouling marino, ácidos cinámicos, pinturas antiincrustantes, química verde

**Modalidad:** PÓSTER

**Referencias**

Tran, T., Pasetto, P., Pichon C., Bruant, D., Brotons G. y Nourry, A. (2019). Natural rubber based films integrating Zosteric acid analogues as bioactive monomers. *Reactive and Functional Polymers, 144*(104343). https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2019.104343

Vilas-Boas, C., Sousa, E., Pinto, E., y Correia-da-Silva, M. (2017). An antifouling model from the sea: a review of 25 years of zosteric acid studies. *Biofouling, 33*(10), 927-942. https://doi.org/10.1080/08927014.2017.1391951