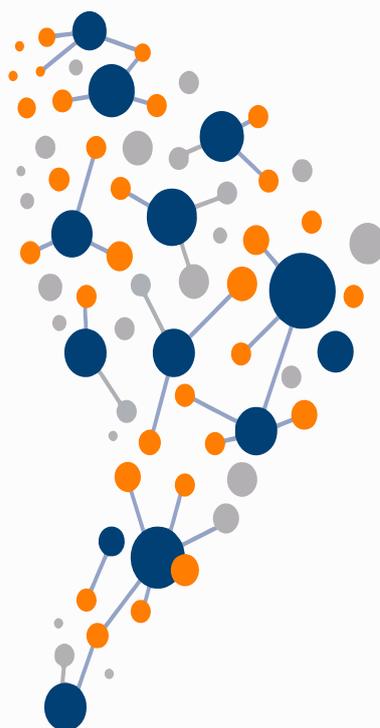


# JUJI 2021



XXVIII Jornada de Jóvenes Investigadores de AUGM



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



Asocion de Universidades  
GRUPO MONTEVIDEO



# Eje Interdisciplinario

## AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Rector

Dr. Juan Manuel Zollezi Cid

Prorrector

Dr. Jorge Torres Ortega

Vicerrector Académico

Dr. Julio Romero Figueroa

Vicerrectora de Investigación, Desarrollo e Innovación

Dr. María José Galotto López

Vicerrector de postgrado

Cristian Parker Gumucio

Vicerrector de Apoyo al Estudiante

Dr. Bernardo Morales Muñoz

Vicerrectora de Vinculación con el Medio

Dr. Karina Arias Yurisch

Autoridades AUGM

Presidenta

Dr. Sandra Gourland Almeida

Secretario Ejecutivo

Dr. Álvaro Maglia Canzani

Vicepresidente

Dr. Patricio Sanhueza Vivanco

# ASOCIACIÓN DE UNIVERSIDADES GRUPO MONTEVIDEO

## MIEMBROS

### Argentina

Universidad de Buenos Aires (UBA)  
Universidad Nacional de Córdoba (UNC)  
Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)  
Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER)  
Universidad Nacional del Litoral (UNL)  
Universidad Nacional de La Plata (UNLP)  
Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)  
Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)  
Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires (UNNOBA)  
Universidad Nacional de Quilmes (UNQ)  
Universidad Nacional de Rosario (UNR)  
Universidad Nacional del Sur (UNS)  
Universidad Nacional de San Luis (UNSL)  
Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

### Bolivia

Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)  
Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca (UMRPSFXCH)  
Universidad Mayor de San Simón (UMSS)

### Brasil

Universidade Federal do ABC (UFABC)  
Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FURG)  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Universidade de Brasília (UnB)  
Universidade Estadual Paulista (UNESP)  
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)  
Universidade de São Paulo (USP)

### Chile

Universidad de Chile (UChile)  
Universidad de Playa Ancha (UPLA)  
Universidad de Santiago de Chile (USACH)  
Universidad de Valparaíso (UV)

### Paraguay

Universidad Nacional de Asunción (UNA)  
Universidad Nacional de Concepción (UNC)  
Universidad Nacional del Este (UNE)  
Universidad Nacional de Itapúa (UNI)

### Uruguay

Universidad de la República (UDELAR)

# Comité organizador

## Organizadores

Universidad de Santiago, y especialmente las siguientes unidades:

Departamento de Relaciones Internacionales e Interuniversitarias

Vicerrectoría de Postgrado

Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación

Vicerrectoría Académica

## Colaboradores

Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM)

Universidad de Playa Ancha

Universidad de Chile

LearnChile

Depto. de Lingüística y Literatura USACH

Depto. de Extensión USACH

Depto. de Vinculación Estratégica USACH

Depto. de Educación Continua USACH

Instituto de Estudios Avanzados USACH

Depto. de Comunicaciones USACH

Camila Marconi, Universidade Estadual Paulista

Organización estudiantil Comparsa USACH

# INDICE

Generación de conocimientos desde el sur para el mundo post pandemia.....	15
“Alfabetización digital para combatir la infodemia: hacia una ética de medios que contemple los sesgos cognitivos tras la posverdad y las teorías conspirativas”.....	16
“Planteos bioéticos de las prácticas profesionalizantes de Odontología en el contexto de la pandemia” .....	37
“Nuevas subjetividades de aprendizaje en la semiosis digital”.....	45
“A precarização do trabalho docente: discussões acerca do ensino remoto em contexto pandêmico” .....	65
“O Programa Academia da Saúde frente à pandemia COVID-19”.....	76
“Sistematización de experiencias de los entornos virtuales de enseñanza aprendizaje durante la pandemia COVID - 19 en la UNNOBA”.....	86
“Prácticas de enseñanza de la escritura académica en posgrados interdisciplinarios: de la reproducción a la producción de conocimientos”.....	98
“Configuración del conocimiento matemático para la enseñanza post pandemia desde la generación de proyectos innovadores con incidencia social” .....	119
“Estrategias comunicacionales del activismo digital en el contexto de crisis hidrosocial y sanitaria en la región de Valparaíso” .....	137
“Diseño de un conjunto de actividades académicas no presenciales para laboratorios de procesos industriales, a través del entorno de realidad virtual factory io” .....	152
“Recursos Activos para el aprendizaje virtual de lengua guaraní en época de pandemia” .....	164
“Un análisis de los discursos y demandas sociales sobre las vacunas en los y las ciudadanas de Córdoba Argentina durante el COVID-19” .....	173
“Os povos originários do Paraná e a pandemia de Covid-19: a dívida que ninguém quer assumir” .....	185
“Necropolítica e pandemia: a produção de morte na democracia brasileira” .....	206

“Crise sanitária da COVID-19: desdobramento do acolhimento institucional”.....	220
“Suspensión de actividades de empresas del rubro gastronómico y hotelero provocados por el COVID-19 en Ciudad del Este” .....	232
“Redes Sociales y Empresas Gastronómicas de Coronel Bogado en tiempos de Pandemia” .....	239
“Estructural - Estructurante. Acercamiento analítico conceptual en relación al diseño de sistemas estructurales y su presencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el ciclo básico de la carrera de Arquitectura y Urbanismo. Estudio de casos“ .....	248
“Contaminantes hormonalmente activos en áreas protegidas urbanas, lecciones a aprender tras el aislamiento por COVID-19” .....	270
“Diseño de Espacios Urbanos Comerciales Efímeros con enfoque Post Pandemia.(Parque Multipropósito)” .....	288
“A Extensão na Redução Da Evasão e no Desenvolvimento de Futuros Engenheiros” .....	296
“Análisis cfd de ventilación en un aula como herramienta de verificación de la seguridad del aire en el contexto del COVID-19, un caso de estudio” .....	312
“Desarrollo del oído musical en bailarinas de nivel intermedio y su aplicación a la danza” .....	327
“As pegadas espiritas no meio social sorocabano e sua invisibilidade no espaço” .....	394
“Nivel de satisfacción de pacientes internados frente al cuidado de enfermería. Hospital Indígena Limpio - Paraguay 2021” .....	409
“Análisis genealógico del patrimonio cultural inmaterial: conformación del concepto e identificación de sus arbitrariedades” .....	421
“Análisis del origen de la escritura en 2/4 de la obra danza guaraní de Agustín Barrios en el catálogo de obras de Richard Stover”.....	442
“Implementación de la lengua Guaraní en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje” .....	487

03) Sustentabilidad..... 502

*“Respuesta de microorganismos a la aplicación de glifosato en suelos con enmiendas orgánicas” (destacado)*..... 503

“Efecto de los cultivos de cobertura sobre el contenido y composición del carbono orgánico del suelo en el corto plazo” ..... 516

“Efecto de los cultivos de cobertura en suelos bajo siembra directa sobre sus propiedades físicas y su dinámica espacial medida con diferentes métodos.” .....535

*“Estudio de extractos de plantas como posibles inhibidores de corrosión” (destacado)*  
..... 555

“Macrofauna edáfica como potencial indicador en suelos con diferente manejo productivo: estudio preliminar en campos de Ente Ríos (Argentina)” .. 570

“Desarrollo de criterios de diseño y estudio de alternativas de una planta de tratamiento de RAEE en el NE Argentino” ..... 586

“Desarrollo de una herramienta de análisis de materiales de descarte industrial para la sistematización de prácticas colaborativas de diseño sustentable” ..... 594

“Cambios en los sistemas productivos en la cuenca del arroyo Pergamino, Provincia de Buenos Aires, en el período 2007-2018” ..... 608

“Estudio de factibilidad de uso de residuos industriales en morteros cementíceos”  
..... 630

“O desmonte ambiental no governo Bolsonaro: Ascensão ruralista e o impacto do agrobusiness no metabolismo da natureza” ..... 640

“Lama vermelha como fonte energética e agente ativo na produção do clínquer: agregando sustentabilidade ao processo de mineração da bauxita” .. 660

“Las envolventes verdes como principales herramientas para disminuir el consumo energético de los edificios” ..... 669

“La importancia de la educación ambiental como instrumento de gestión en municipios correntinos” ..... 684

“Análise espacial dos fragmentos florestais, em uma bacia hidrográfica, da região Nordeste do Brasil” .....	690
“O greenwashing e a sustentabilidade insustentável: Uma análise bibliográfica sobre a filosofia de bem-viver frente ao capitalismo verde” .....	710
<i>“A relação entre PNB per capita e emissões de CO2: teste da Hipótese de Kuznets Ambiental a partir dos dados de Luxemburgo” (destacado)...</i>	<i>732</i>
“Avaliação do nível de sustentabilidade da mineração de argila com base nos ODS” (destacado).....	747
<i>“La eficiencia de las ciudades intermedias de Entre Ríos como receptoras de políticas públicas de hábitat” (destacado).....</i>	<i>762</i>
“Neoextractivismo y fracking. Análisis particularizado en el Municipio de Allen en clave Ecofeminista” .....	783
“Hacia la descentralización energética en pos de la sostenibilidad. Generación fotovoltaica comunitaria en territorios pampeanos”.....	795
“El poder socioeconómico y la intensificación urbana modelan los patrones de productividad urbana” .....	814
04) DDHH en América Latina: desafíos presentes y futuros.....	838
“El paradigma de los derechos humanos de las personas migrantes: Debates sobre modelos de diversidad cultural” .....	839
<i>“Una aproximación multicultural del Derecho” (destacado).....</i>	<i>860</i>
<i>“O papel do Poder Judiciário Brasileiro no reconhecimento de Direitos da população LGBTQI+” (destacado).....</i>	<i>867</i>
“Não ao PL490: a vida em oposição à civilização da monocultura” .....	888
“Os usos da leitura literária na remição de pena: produções acadêmicas brasileiras e suas perspectivas” .....	909
<i>“Política Nacional de Saúde Integral da População Negra: reflexões sobre as práticas em saúde mental, racismo institucional e colonialismo a partir de Frantz Fanon”.</i> (destacado).....	<i>930</i>

“Reflexo do agravamento do tráfico internacional de pessoas durante COVID-19: estudo sobre Brasil e Argentina” .....	945
“Educação escolar de qualidade como um direito: O estágio supervisionado na formação do pedagogo” .....	960
“Princípios da Democracia Brasileira: a percepção representativa da comunidade escolar de um sistema público” .....	972
<i>“Vulneración a DDHH en contexto de protestas sociales en América Latina” (destacado)</i> .....	993
“Turismo y celiarquía: dificultad para gozar del derecho al turismo asociado a la percepción de barreras sociales” .....	1007
“Participación social en la calidad de vida de jóvenes con discapacidad”.....	1021
<i>“O Atendimento de alunos com necessidades especiais para o aprendizado: uma visão do aluno de graduação” (destacado)</i> .....	1041
<i>“Factores facilitadores en el ingreso a educación superior desde la experiencia de estudiantes universitarios en situación de discapacidad” (destacado)</i> .....	1047
“La comercialización electrónica en el ámbito de la educación virtual y las desigualdades” .....	1070
<i>“Educação inclusiva na educação superior: uma revisão sistemática da produção acadêmica no período de 2015 a 2020” (destacado)</i> .....	1081
“Acessibilidade: Alfabetização de surdos na pandemia” .....	1104
“Programa de Apoio Pedagógico para estudantes com NEES no Ensino Superior” .....	1118
<i>“Habilidades destrezas y actitudes desarrolladas por los chicos del hogar HISE 2018” (destacado)</i> .....	1126
<i>“Factores relacionados a la participación de los adultos en los programas de alfabetización” (destacado)</i> .....	1191
<i>“Educación Social y Educación Física, un diálogo necesario: la comunidad y el encuentro con la otredad” (destacado)</i> .....	1199

“ Calidad de vida en personas adultas con Trastornos del Espectro Autista”.....	1209
“La visión del Movimiento de Trabajadores Excluidos (MTE) sobre el derecho al trabajo de los/as carreros/as en la ciudad de Santa Fe (2016-2019)” .	1231
“Evaluación comparativa del costo de financiamiento en el mercado bancaria y el mercado de capitales de empresas pymes en la provincia de San Luis”	1252
<i>“Museo de los Sentidos desde el Diseño Universal” (destacado)</i> .....	1274
“Experiência de uma disciplina da odontologia da UFMG na Formação Transversal em Acessibilidade e Inclusão” .....	1287
“Teatro e Acessibilidade: a construção de materiais didáticos acessíveis para o ensino de teatro” .....	1303
06) Innovación en el ámbito alimentario .....	1321
“Nuevas estrategias de acceso a frutas y verduras frescas durante la pandemia y sus implicancias. La experiencia del Bolsón Soberano” .....	1322
“Acacias negras: haciendo harina de un problema ambiental”.....	1337
“Predicción in silico del potencial tecnológico y enológico de la cepa psicrótrofa de <i>Oenococcus oeni</i> UNQOe19 para su uso como cultivo iniciador nativo de la fermentación maloláctica” .....	1345
“Aplicación de proteínas lácteas modificadas enzimáticamente como acelerador de la maduración de quesos duros tipo sardo” .....	1362
“Lactobacillus autóctones probióticos aislados de leite bubalino: tolerância a conservantes e efeito bioprotetor” .....	1380
“Barras nutritivas de salvado de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ) y trozos de mango (Tommy atkins) deshidratado” .....	1388
07) Desarrollo de la nanociencia – nanotecnología y sus aplicaciones.....	1404
“Desarrollo de nanopartículas de ovoalbúmina para vehiculizar ácido linoleico conjugado y su aplicación in vitro en cáncer de colon” .....	1405

“Obtención y Caracterización de Celulosa Micro/Nano Fibrilar para Refuerzo de Materiales” .....	1428
“Síntesis, estructura cristalina y actividad antimicrobiana de aleaciones Cu-Ni frente a Escherichia Coli” .....	1444
“Efecto de las variables operacionales en el proceso de nanoencapsulación de compuestos bioactivos mediante el proceso de extracción supercrítica de emulsiones para aplicaciones alimentarias” .....	1461
08) Desafíos de la biotecnología y bioquímica.....	1478
“Larvas de Insecto como Plataforma Biotecnológica Innovadora para la Producción Económica y Escalable de la Proteína S de SARS-CoV-2” .....	1479
“Evaluación de las actividades enzimáticas del veneno de Bothrops diporus tratado con EDTA-Na <sub>2</sub> ” .....	1497
“Efecto inhibitorio sobre la adhesión de células tumorales de una fosfolipasa A2 (PLA2) aislada del veneno de Bothrops alternatus”.....	1508
“Identificação de microbiota salivar humana a partir de dados públicos”.....	1516
“Estudios computacionales sobre el mecanismo de unión del sistema de regulación post-transcripcional RsmZ-RsmE” .....	1537
“Detección de SARS COV2 en hisopado nasofaríngeo por multiplex isotérmica en tiempo real (iAMP® COVID-2019). Una opción rápida y más económica”.....	1560
“Bacterias halófilas asociadas a cultivos de quinua (Chenopodium quinoa Willd) con potencial promotor de crecimiento vegetal” .....	1576

### A.3. Sustentabilidad

#### **Estudio de extractos de plantas como posibles inhibidores de corrosión**

Autor: Delbianco, Natalia; delbianconati@gmail.com

Profesor/a guía: Priano, Carla; cpriano@uns.edu.ar

Universidad Nacional del Sur - Departamento de Ingeniería

---

#### **Resumen**

Este trabajo es parte de un plan que propone el estudio de la acción inhibidora de compuestos vegetales, extraídos de la yerba mate y del orégano, en armaduras de refuerzo embebidas en hormigón. En esta instancia, se estudia la posibilidad de liofilizar los extractos de orégano y yerba mate para contrarrestar inconvenientes hallados en investigaciones previas y se analiza el efecto de la forma de utilización de los extractos, en forma de líquido o en forma liofilizada, en propiedades de matrices cementíceas. Luego, con el extracto liofilizado, se estudia el comportamiento del acero de construcción ADN 420 expuesto a una solución agresiva de cloruros y extractos para evaluar su poder anticorrosivo. Para realizar estos estudios, en primer lugar, se prepararon extractos vegetales acuosos de orégano y yerba mate y se liofilizaron. Luego, para analizar el efecto de las diferentes formas de utilización del compuesto, se ensayaron propiedades físico-mecánicas de pastas y

morteros cementíceos. Por último, se realizó la exposición de aceros de construcción a soluciones con cloruros y extractos vegetales para analizar su poder anticorrosivo. Los ensayos realizados arrojaron como resultados principales que el extracto en forma liofilizada resultó ser más eficiente a la alternativa líquida. El efecto de emplear el primero en lugar del segundo fue evidente en los tiempos de fragüe debido a que hizo posible cumplir con los valores estándar mientras que, la liofilización de los extractos no afectó sustancialmente las propiedades mecánicas de los morteros. Los extractos estudiados presentaron un comportamiento propio de inhibidores de corrosión, al prevenir la formación de óxidos sobre la superficie del acero en las condiciones ensayadas.

**Palabras clave:** corrosión, extractos vegetales, hormigón

## Introducción

El hormigón es uno de los materiales cuyo uso está muy difundido en la industria de la construcción, debido a su versatilidad, resistencia, bajo costo de fabricación y mantenimiento. Está constituido por una mezcla de cemento, arena, piedra, agua y, si se trata de hormigón armado, se incluyen barras de acero que quedan embebidas en el hormigón. Sin embargo, estas estructuras pueden deteriorarse por la presencia de agentes agresivos en el ambiente en el que se encuentran emplazadas.

La corrosión de las armaduras es una de las patologías más habituales de deterioro en el hormigón armado. Este proceso electroquímico genera una alteración de las propiedades del metal tanto físicas como químicas debido a la interacción de dicho material con el medio que lo rodea, que pueden ser cloruros (corrosión por cloruros) o dióxido de carbono (corrosión por carbonatación) que penetran en la estructura por los poros de la matriz. La corrosión se manifiesta en la reducción de la sección transversal del hierro y en el desprendimiento del recubrimiento del hormigón por la acción expansiva de los óxidos. Debido a ello, disminuye la resistencia de la estructura, se pierde adherencia entre el hormigón y el acero, lo que genera que se acorte la vida útil de la

estructura.

Debido a los problemas mencionados anteriormente, el estudio de sistemas o sustancias capaces de retardar o impedir la corrosión del acero son de gran importancia, ya que los costos de reparación superan notablemente a los sistemas de prevención y las pérdidas económicas derivadas de las estructuras dañadas por corrosión han superado cifras alarmantes [1]. El uso de inhibidores de corrosión dentro del hormigón es una alternativa viable para controlar el fenómeno de la corrosión mediante la reducción de su velocidad a valores tolerables [2]. Desde los años '70 se han usado compuestos inorgánicos, entre los que se destaca el nitrito de calcio que, en presencia de cloruros, retrasa la iniciación de la corrosión. Sin embargo, se ha demostrado que la mayoría de los inhibidores sintéticos son tóxicos para el ser humano y el ambiente [3]. Con el objeto de buscar soluciones más sustentables, se han comenzado a estudiar compuestos orgánicos naturales para inhibir la corrosión del acero.

Los extractos derivados de vegetales son una alternativa interesante, dado que son un recurso económico renovable y más seguro para el ambiente [4, 5]. Los extractos de banana [6], café [7] y pimienta negra [8],

entre otros, fueron ensayados en medios ácidos como inhibidores solubles de la corrosión del acero. Se ha demostrado que la aloína, compuesto predominante de la planta de Aloe vera, actúa como un buen inhibidor de la corrosión en materiales metálicos [9] y que el gel natural extraído de las hojas del Aloe vera resulta efectivo para inhibir la corrosión del acero [10]. Un caso particular de protección lo constituye la yerba mate (*Ilex paraguariensis*), de la cual se han reportado gran cantidad de compuestos antioxidantes presentes en el extracto acuoso [11], que pueden actuar como inhibidores orgánicos de la corrosión [3]. Se ha estudiado el extracto acuoso de la yerba mate como inhibidor de la corrosión del aluminio y del cobre inmerso en solución de cloruro de sodio [12] y del acero SAE 1010 [13]. Se demostró que los extractos pueden ser incorporados como aditivos en pinturas anticorrosivas, debido a que reducen la velocidad de corrosión del acero, generando películas protectoras sobre su superficie. Por otra parte, ha sido informado que los extractos acuosos de orégano presentan una importante actividad antioxidante in vitro [14] y que también pueden ser utilizados como inhibidores en los procesos de corrosión del acero de bajo contenido de carbono [15].

En estudios previos de los autores se

utilizaron extractos acuosos de yerba mate y orégano para analizar sus propiedades como inhibidores de la corrosión [16]. Allí se registraron algunos problemas en el uso de los extractos en forma líquida relacionados con el desarrollo de colonias fúngicas a lo largo del tiempo que pueden causar variaciones en la composición. Poco después de haber sido utilizado este producto, debió ser descartado por la aparición de una colonia de hongos, hecho que generó dudas sobre los resultados obtenidos en los ensayos. Además, el deterioro de los compuestos antioxidantes generados por la presencia de luz y oxígeno, podría conducir a una pérdida de capacidad anticorrosiva de los extractos. Este fenómeno generó dificultad y limitaciones al momento de tener que repetir las pruebas ya que reducía el lapso de tiempo para poder utilizar el extracto. Como solución a este inconveniente surgió la liofilización de los extractos (o deshidratación por congelación) como método de conservación del compuesto.

### **Objetivos**

El presente trabajo es parte de un plan más amplio que propone el estudio de la acción inhibidora de compuestos orgánicos naturales, extraídos de la yerba mate y del orégano, en armaduras de refuerzo

embebidas en morteros cementicios y en hormigón. En esta instancia, se estudia la posibilidad de usar la técnica de liofilización de los extractos de orégano y yerba mate para contrarrestar el inconveniente encontrado en trabajos anteriores y se analiza el efecto de la forma de utilización de los extractos (líquido o liofilizada) en ciertas propiedades físico-mecánicas de matrices cementíceas con ellos elaboradas. Luego se estudia el comportamiento del acero de construcción ADN 420 expuesto a una solución agresiva de cloruro de sodio con la incorporación de los extractos en forma liofilizada, para evaluar su poder anticorrosivo.

## Materiales y métodos

### Extracción de los compuestos antioxidantes

Se prepararon extractos acuosos de orégano (*Origanum vulgare*) y yerba mate (*Ilex paraguariensis*), ambos de origen comercial. La extracción se realizó a partir de mezclas de material vegetal seco y agua, las cuales fueron colocadas durante 2 horas a 40°C, en baño ultrasónico para aumentar la eficiencia de extracción. Luego, el sobrenadante que contiene los compuestos antioxidantes fue separado del residuo sólido por filtración y posteriormente centrifugado. En esta etapa se obtiene el

extracto en forma líquida (Lq). (Figura 1)



Figura 1 Extractos acuosos líquidos (izq: orégano, der:yerba mate)

Para liofilizar los extractos, las muestras centrifugadas fueron colocadas primero en bandejas de aluminio con la tapa perforada y frezadas a -35°C a presión atmosférica. Luego, fueron liofilizadas en vacío, a -40 °C y con una presión de 0.040 mmHg por 4 días, con un equipo Rificor, modelo L-A-B4 (Figura 2). Finalmente, los extractos liofilizados (Lf) (Figura 3) fueron molidos (Figura 4) y almacenados en un desecador al vacío en un ambiente oscuro.



Figura 2 Liofilizador utilizado



Figura 3 Extracto acuoso liofilizado de orégano sin moler



Figura 4 Extracto acuoso liofilizado molido (izq: yerba mate, der:orégano)

### Ensayos en pastas y morteros cementíceos

Las pastas cementicias se prepararon con un cemento tipificado CPC40 y los extractos en ambas formas estudiadas: el Lq se utilizó directamente como agua de mezcla y el Lf se diluyó primero en agua desmineralizada. Para los morteros, se utilizó además, una arena cuarcítica.

En la primera etapa de trabajo se evaluó la cantidad de agua necesaria para alcanzar una pasta de consistencia normal según IRAM 1612 [17] y los tiempos de fraguado según IRAM 1619 [18]. Posteriormente, se moldearon especímenes prismáticos de 4 x 4 x 16 cm para evaluar el rendimiento

mecánico de los morteros de cemento. La resistencia a la flexión y a la compresión se determinó de acuerdo con IRAM 1622 [19] a la edad de 7 días.

### Ensayo de Difracción de Rayos X

Se prepararon tres soluciones corrosivas con cloruro de sodio (NaCl) al 3,5% (p/v). Una de ellas sin la incorporación de extractos (A), otra con extracto de yerba mate (B) y la última, con extracto de orégano (C), ambos extractos incorporados al 1% (p/v) en forma liofilizada.

El acero ensayado es una barra de tipo ADN 420 con un diámetro de 16 mm, utilizado habitualmente como armadura en la construcción. Se procedió a cortar 4 muestras de 1 cm de espesor y lijar las caras cortadas con el fin de lograr una superficie perfectamente plana para la exposición al ambiente agresivo. En la Figura 5 se observan los especímenes antes y después de ser lijada su superficie. Además, se puede ver cómo se perforó en las corrugas sobresalientes de la sección circular, para poder dejarlo sumergido sin tocar los bordes del tubo de ensayo, dónde se realizó el proceso de exposición.



Figura 5 Muestras antes (izq.) y después (der.) de ser pulidas.

De las cuatro probetas de acero, tres fueron sumergidas y la restante se conservó como muestra de referencia sin exposición. Las primeras tres muestras de acero se mantuvieron sumergidas en cada una de las soluciones y a temperatura de laboratorio, por un período de un mes.

Una vez concluido el período de exposición, se retiraron las probetas de acero de la solución y se procedió a secarlas a estufa a 60°C, para el posterior análisis *in situ* mediante DRX de los productos presentes en la superficie de la probeta.

Para poder analizar la muestra de acero, se utilizó un difractor de Rayos X multipropósito (Figura 6), modelo PANalytical Empyrean 3, equipado con un tubo de Rayos X metalocerámico con ánodo de Cu y un detector PIXcel3D.



Figura 6 Difractor utilizado

Las muestras fueron montadas en una cuna de Euler (Figura 7), que permite el control automático de la posición z de la muestra, la cual fue alineada con el uso de un comparador de alta precisión.



Figura 7 Cuna de Euler

Para eliminar la fluorescencia del Fe de la muestra, se utilizó un monocromador de grafito, para la radiación de Cu en el haz difractado. El haz de electrones impactando sobre el ánodo de Cu, utilizado como fuente de Rayos X fue operado a una tensión de  $V = 45 \text{ kV}$  y una corriente de  $I = 40 \text{ mA}$ . Los datos experimentales fueron colectados utilizando un modo continuo de medición, con una velocidad de  $3,3524^\circ/\text{min}$  para el rango  $10^\circ \leq 2\theta \leq 120^\circ$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayos en pastas y morteros cementíceos

El primer ensayo realizado fue determinar el porcentaje de agua necesario para alcanzar la pasta de consistencia normal. Se encontró que los porcentajes de agua para todos los casos estudiados con extracto de orégano fue 22,5% y 22,6% para las pastas con yerba mate. El resultado de este ensayo no se vió afectado por la liofilización de los extractos.

La figura 8 muestra las curvas de tiempo de fragüe para una pasta de cemento control (sin la adición de extractos) y cómo se modifica con la adición de extractos de orégano y yerba mate, tanto en estado Lq

como Lf.

Para analizar este gráfico es importante tener en cuenta la norma que especifica que el tiempo mínimo de fragüe inicial para un CP 40 debe ser de 60 minutos [20]. Las pastas de cemento con extractos de Lq no cumplieron con la norma porque su tiempo inicial fue de 39 y 37 minutos para Lq O y Lq YM, respectivamente; mientras que las que tenían extractos de Lf sí cumplieron. Sus tiempos iniciales fueron de 113 y 60 minutos para Lf O y Lf YM, respectivamente. Por lo tanto, el uso de extractos en el formato Lf garantiza la conformidad con los valores estándar relativos al tiempo de fragüe inicial.

Por otro lado, es valioso hacer una

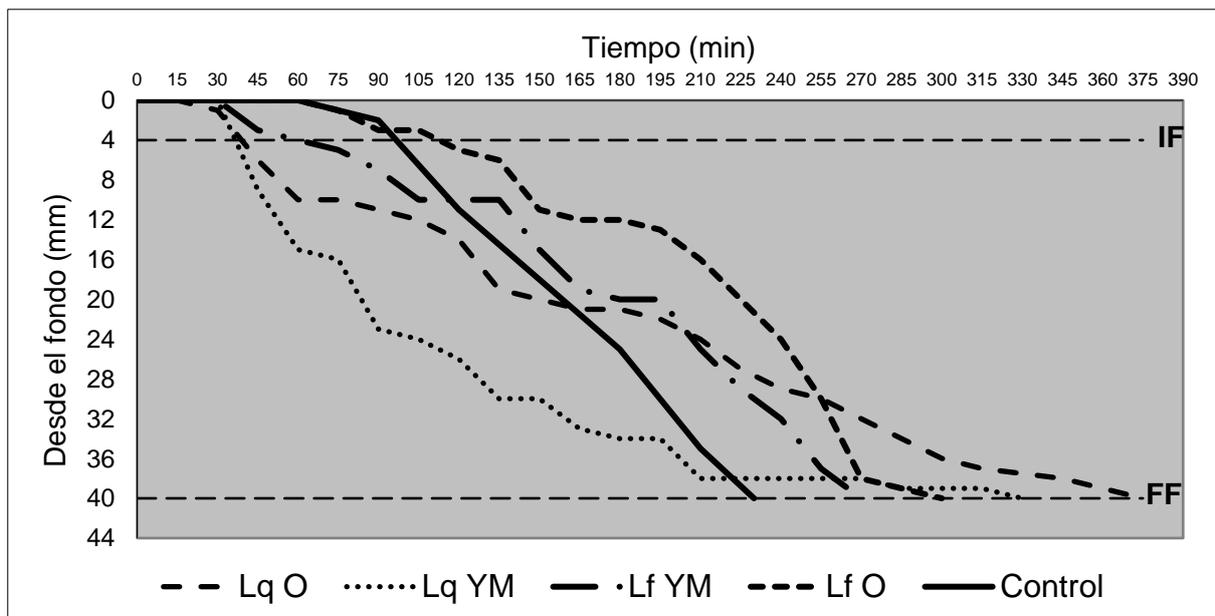


Figura 8 Tiempos de fragüe de las pastas cementíceas analizadas  
IF: inicio de fragüe y FF: fin de fragüe

Tabla 1 Resistencias a la flexión y a la compresión de las muestras analizadas

Muestra	Flexión (MPa)	Compresión (MPa)
Lq O	6.2	30.0
Lf O	6.1	32.3
Lq YM	4.1	12.5
Lf YM	4.2	17.3

comparación entre la pasta de cemento control y las pastas con la incorporación de los extractos. Teniendo en cuenta que el tiempo de fragüe inicial para el control es de 97 minutos, se puede observar que la incorporación de extractos de Lf alteró sólo 16% (con Lf O) y 38% (con Lf YM) los tiempos de fragüe iniciales mientras que los extractos de Lq alteraron 60% ambos extractos.

Respecto al tiempo de fragüe final, no hay límite de acuerdo con la norma, pero se puede observar una modificación mucho más significativa en los valores de las pastas con la incorporación de extractos de Lq que la causada por los extractos de Lf.

El uso de los extractos en forma de Lq adelantó el inicio de fragüe y retrasó el tiempo correspondiente al final de fragüe en comparación con la muestra control y con la muestra de forma de Lf, tanto para los extractos de orégano como para el de yerba mate.

La razón de los cambios en los tiempos de fragüe con el agregado de estos extractos podría estar vinculada a la presencia de

materia orgánica en las pastas de cemento. Este material tiene un efecto negativo en los tiempos de fragüe porque acorta el comienzo del proceso y extiende el final.

Al utilizar el extracto acuoso como Lq, hay un lapso de tiempo entre su producción y los ensayos, en el que se podría producir cierto deterioro de los componentes, aunque a un ritmo bajo. Por el contrario, el extracto liofilizado se diluye inmediatamente antes de su uso, lo que evitaría su degradación. Como resultado de ello, podría haber una diferencia en la composición química de la materia orgánica entre estos dos productos, lo que daría una explicación al hecho de que el tiempo de fragüe inicial de las pastas cementicias con Lf están dentro de los límites, lo que no ocurre con Lq.

La Tabla 1 muestra los resultados de resistencia a la flexión y a la compresión de los morteros cementicios. La diferencia en los valores entre Lq O y Lf O no fue muy significativa. Lo mismo se aplica a la diferencia entre Lq YM y Lf YM.

Es interesante notar que, mientras se preparaban los morteros para las pruebas,

se percibió espuma en las mezclas con Lq. Más tarde, esta presencia de espuma fue menos significativa al trabajar con los extractos en forma Lf. Este aspecto también podría estar vinculado a la presencia de materia orgánica en los morteros cementicios.

### Ensayo de Difracción de Rayos X

Por medio de la técnica de difracción de Rayos X, se evaluaron los productos presentes en la superficie del acero. Primero, se analizó la muestra de referencia sin exposición, donde se detectaron sólo los picos del hierro (Fe) (Figura 9).

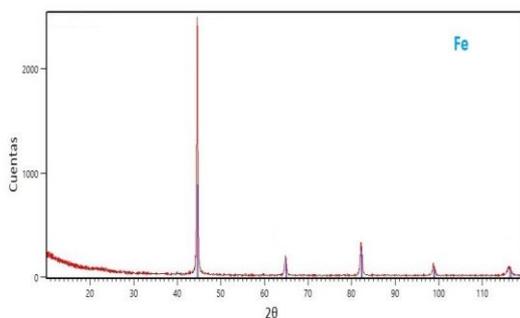


Figura 9 Difractograma de la muestra sin exposición

La Figura 10 muestra el difractograma obtenido sobre la muestra A expuesta a la solución salina sin ningún extracto incorporado. En este caso, se encontraron presentes los picos de cloruro de sodio (NaCl), de hierro (Fe) y, además, picos de una estructura cristalina correspondiente a

magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), el cual es un indicio de la existencia de un proceso corrosivo en desarrollo.

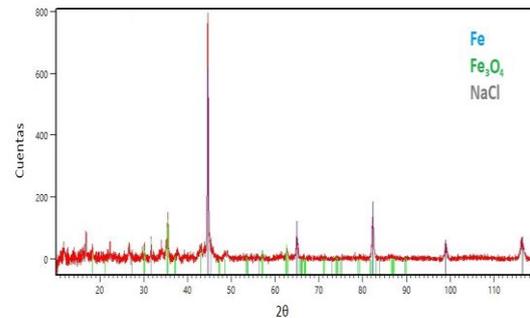


Figura 10 Difractograma de la superficie de la muestra A

En la Figura 11 se muestra el difractograma obtenido de los productos generados sobre la superficie de la muestra B, que fue expuesta a la solución salina con la incorporación del extracto de yerba mate. Sólo se observan los picos correspondientes a cloruro de sodio (NaCl) y hierro (Fe) y a diferencia del caso anterior, no se detecta la presencia de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Una situación similar se aprecia al analizar, por DRX, la superficie de la muestra de acero sumergida en la solución salina, con la incorporación del extracto de orégano, Muestra C (Figura 12).

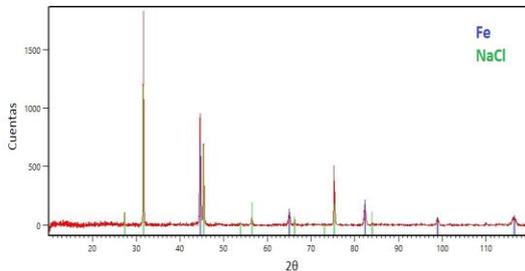


Figura 11 Difractograma de la superficie de la muestra B

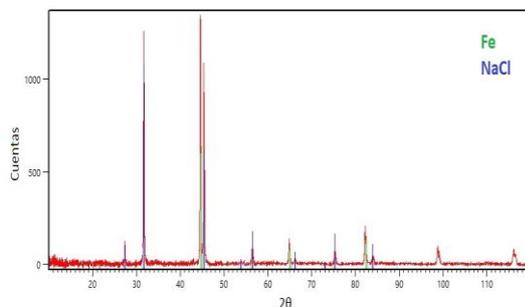


Figura 12 Difractograma de la superficie de la muestra C

Estos resultados de DRX de los productos generados sobre la superficie del acero ADN 420 analizados *in situ* están en total concordancia con los obtenidos en un trabajo previo [21]. En dicho trabajo se demostró la ausencia de óxidos en el precipitado (*ex situ*), luego de la exposición de barras de acero a una solución salina que contenía los extractos naturales utilizados en el presente trabajo.

Al momento de sumergir las probetas en las soluciones preparadas, fue posible observar una reacción entre el acero y los

extractos diluidos. La misma dio lugar a la formación de una sustancia densa y de color negro, la cual inmediatamente comenzó a precipitar (Figura 13). Luego de unas pocas horas de exposición, se observó que los compuestos generados en la reacción tiñen completamente la solución. Esta reacción descrita sucede tanto con la solución que tiene incorporado el extracto de orégano, como la que tiene el extracto de yerba mate. Luego, sobre las muestras B y C, se observa una capa negra en su superficie.



Figura 13 Muestras luego de minutos de ser sumergidas en la solución

Los extractos vegetales contienen una amplia variedad de compuestos orgánicos. La mayoría de ellos contienen heteroátomos como P, N, S, O. Estos átomos se combinan con los iones del metal, a través de sus electrones. Por lo tanto, se forman películas protectoras en la

superficie del metal que previenen la corrosión [22]. El análisis de las mismas será objeto de estudios posteriores.

## CONCLUSIONES

La producción de extractos naturales en una forma liofilizada al vacío como inhibidores orgánicos de corrosión, resultó ser más eficiente que la alternativa líquida. Su forma concentrada permitió la posibilidad de almacenarlo en recipientes de menor tamaño. Además, su composición se mantuvo más estable en el tiempo que los extractos de forma líquida.

El efecto de emplear el extracto liofilizado en lugar de la forma líquida fue notorio en los tiempos de inicio de fragüe, porque hizo posible cumplir con los valores estándar. Este procedimiento de liofilización de los extractos no afectó sustancialmente las propiedades mecánicas de los morteros respecto a la forma líquida.

Finalmente, los extractos de orégano y yerba mate presentaron un comportamiento propio de los inhibidores de corrosión, al prevenir la formación de óxidos sobre la superficie del acero ADN 420, en contacto con una solución salina, durante el tiempo de exposición estudiado. Este resultado complementa el obtenido en el trabajo anterior ya que, tanto en la superficie de la probeta como en el precipitado de la

solución, no se detectó la presencia de óxidos al incorporar cada uno de los extractos vegetales al ambiente agresivo.

La siguiente etapa en el plan de tesis es evaluar el comportamiento de los extractos dentro de una matriz de hormigón armado. Por otro lado, resulta de interés realizar un análisis cualitativo de los compuestos generados por el contacto directo de los extractos con el acero, que podrían dar lugar a la película protectora formada en la superficie del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1- Castañeda-Valdéz A. y Rodríguez-Rodríguez, M. (2014). Las pérdidas económicas causadas por el fenómeno de la corrosión atmosférica del acero de refuerzo embebido en el hormigón armado. *Revista CENIC, Ciencias Químicas*, 45, 52-59. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1816/181632610001.pdf>
- 2- Abdulrahman A. S., Mohammad I., Mohammad S. H. (2011). Corrosion inhibitors for steel reinforcement in concrete: A review. *Scientific Research and Essays*, 6(20), 4152-4162.
- 3- Satapathy A.K., Gunasekaran G., Sahoo S.C., Rodríguez P.V. (2009). Corrosion inhibition by Justicia gendarussa plant extract in hydrochloric acid solution. *Corrosion Science*, 51 (12), 2848-2856.

- 4- Kesavan D., Gopiraman M., Sulochana N. (2012). Green inhibitors for corrosion of metals: A review. *Chemical Science Review and Letters*, 1 (1), 1-8.
- 5- Abdullah Dar, M. (2011). A review: plant extracts and oils as corrosion inhibitors in aggressive media. *Industrial Lubrication and Tribology*, 63 (4), 227-233.
- 6- Ji G., Anjum S., Sundaram S., Prakash R. (2015). Musa paradisiaca peel extract as green corrosion inhibitor for mild steel in HCl solution. *Corrosion Science*, 90, 107–117.
- 7- Vasconcelos Torres V., Salgado Amado R., Faia de Sá C., Lopez Fernandez T., da Silva Riehl C., Guedes Torres A. (2011). Inhibitory action of aqueous coffee ground extracts on the corrosion of carbon steel in HCl solution. *Corrosion Science*, 53, 2385-2392.
- 8- Raja P., Sethuraman M. (2008). Inhibitive effect of black pepper extract on the sulphuric acid corrosion of mild steel. *Materials Letters*, 62, , 2977–2979.
- 9- Prato M., Ávila R., Donquis C., Medina E., Reyes R. (2008). Antraquinonas en Aloe Vera Barbadensis de zona semiáridas de Falcón, Venezuela, como inhibidores de la corrosión. *Multiciencias*, 8 (2), , 148-154.
- 10- Herrera Hernández H., Franco Tronco M., Miranda Hernández J., Hernández Sánchez E., Espinoza Vázquez A., Fajardo G. (2015). Gel de Aloe Vera como potencial inhibidor de la corrosión del acero de refuerzo estructural. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 6 (3), 9-23.
- 11- Bracesco N., Sanchez A., Contreras V., Menini T., Gugliucci A. (2011). Recent advances on Ilex paraguariensis research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology*, 136 (3), , 378- 384.
- 12- Derna A., Méndez C., Gassa L., Ares A. (2017). Green extract of mate tea as corrosion inhibitor of copper and aluminum. *Proceedings of the 3rd Pan American Materials Congress. The Minerals, Metals & Materials Series*, 135-144.
- 13- Roselli, S., Bogdan, S., Deyá, C., Romagnoli, R. (2016). Inhibidor anticorrosivo eco-amigable para recubrimientos acuosos protectoras del acero: Ylex paraguariensis (yerba mate). *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 7 (3), 65-72.
- 14- Pérez M., Banek S., Croci C. (2011). Retention of antioxidant activity in gamma irradiated argentinian sage and oregano. *Food Chemistry*, vol. 126, 121-126.
- 15- Challouf H., Souissi N., Messaouda M., Abidi R., Madani A. (2016). Origanum majorana Extracts as Mild Steel Corrosion Green Inhibitors in Aqueous Chloride Medium. *Journal of Environmental Protection*, vol. 7, pp. 532-544.
- 16- N. Delbianco, C. Priano, M. Pérez, L. Señas y N. Ortega. (noviembre, 2018). Estudio de morteros cementíceos con inhibidores orgánicos de corrosión. Trabajo presentado en el VIII Congreso Internacional - 22a Reunión técnica de la AATH, Olavarría, Argentina.
- 17- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2006). *Cemento. Método de*

*ensayo para la determinación de la consistencia normal.* (Norma núm. 1612). <https://iram.org.ar>

18- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2006). *Cemento. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado.* (Norma núm. 1619). <https://iram.org.ar>

19- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2006). *Cemento pórtland. Determinación de resistencias mecánicas.* (Norma núm. 1622). <https://iram.org.ar>

20- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2019). *Cementos. Cementos para uso general. Composición y requisitos.* (Norma núm. 50000). <https://iram.org.ar>

21- N. Delbianco, M. Pérez, D. Flamini, C. Priano, y N. Ortega. (diciembre, 2019).

Estudio de extracto de yerba mate y orégano como posibles inhibidores de corrosión del acero en el hormigón armado. Trabajo presentado en el IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental, Florencio Varela, Argentina.

22- Sangeetha M., Rajendran S., Muthumegala T.S., Krishnaveni A. (2011). Green corrosion inhibitors-An Overview. *Zaštita Materijala*, 52 (1), 3-19.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento de Ingeniería, a la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur y al CONICET por el apoyo brindado para el desarrollo de estas investigaciones.