

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería





CLADI 2017

Congreso Latinoamericano de Ingeniería

Autores: Cuenca Pletsch, Liliana / Gentiletti, Gabriel / Berardi, Omar Enrique / Fachinotti, Víctor / Waigandt, Diana / Burgos, Enrique Sergio / Gandulfo, María Itatí / Giuliano, Héctor Gustavo / Milevich, Liliana / Spector, Mario / et. al.

Corrección: Magalí Berardi

ISBN 978-987-1896-84-4

Fecha de catalogación 17/11/2017

Comité Organizador Local:

Dr. Bioing. Gerardo Gabriel Gentiletti
(Decano FI-UNER)

Ing. Omar Berardi (Decano FRP-UTN)

Ing. Diana Musto (FRP-UTN)

Mg. Diana Waigandt (FI-UNER)

Dr. Rubén Acevedo (FI-UNER)

Ing. Mónica Krenz (FRP-UTN)

Lic. Edith Mercaich Sartore (FRP-UTN)

Integrantes Nacionales e Internacionales:

Mg. Ing. Liliana Cuenca Pletsch
(Presidenta CONFEDI)

Ing. Roberto Giordano Lerena
(Secretario Gral. CONFEDI)

Mg. Ing. Miguel Sosa
(Decano UTN FRD)

Ph. D. Ing. Jaime Salazar Contreras
(ASIBEI)

Comité Académico

Acevedo, Rubén - Argentina

Adur, Javier - Argentina

Aguinaga Barragán Álvaro-Ecuador

Alcain, Rosa Laura - Argentina

Almandoz, María Rosa - Argentina

Alonso, Fernando - Argentina

Añino, María Magdalena - Argentina

Aruga, Gabriela - Argentina

Arus, María del Carmen - Argentina

Atum, Yanina - Argentina

Avellaneda, Daniel Alberto - Argentina

Balacco, José - Argentina

Balastro, Gustavo Carlos - Argentina

Barrios D'Ambra, Ricardo - Argentina

Basterra, José Leandro - Argentina

Battisti, Marisa - Argentina

Beneyto, Pablo - Argentina

Benítez, Irma Manuela - Argentina

Berli, Marcelo - Argentina

Biurrun Manresa, José - Argentina

Bolla, Gustavo - Argentina

Bollati, Verónica - Argentina

Bonell, Claudia - Argentina

Breccia, Blanca - Argentina

Brutti, Celestino Benito - Argentina

Budini, Nicolás - Argentina

Burgos, Enrique Sergio - Argentina

Caballero, Raúl Manuel - Argentina

Cabrera, Juan Carlos - Argentina

Campana, Diego - Argentina

Camprubí, Germán - Argentina

Carrere, Alejandro - Argentina

Carrere, Carolina - Argentina

Carrizo, Enrique - Argentina

Castañeda, Liliana - Argentina

Cherniz, Analía - Argentina

Ciccarelli, Rubén - Argentina

Cirera, Eduardo - Argentina

Cirimelo, Sandra - Argentina

Cosia, Victoria - Argentina

Cukierman, Uriel - Argentina

Dachary, Alejandro - Argentina

Dalfaro, Nidia - Argentina

Davies, Cristina Veronica - Argentina

Díaz Zamboni, Javier - Argentina

Di Paolo, José - Argentina

DiPaolo, Nicolás Alfredo - Argentina

Doñate, Pedro - Argentina

Escher, Leandro

Espinosa Ramirez, Juan - Chile

Fachinotti, Víctor Daniel - Argentina

Farías Alejandro - Argentina

Fava de Oliveira, Vanderli - Brasil

Favant, José Luis - Argentina

Felissia, Sergio - Argentina

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería



El 1° Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI 2017)

se desarrolló en el Centro Provincial de Convenciones de Paraná (Entre Ríos), durante los días 13, 14 y 15 de septiembre de 2017 bajo el lema "La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social".

El encuentro congregó participantes de toda Latinoamérica y estuvo orientado a abordar no solo los desafíos científico-tecnológicos específicos de las diferentes ramas de la ingeniería, sino que también resultó el espacio adecuado para compartir experiencias de enseñanza-aprendizaje, proyectos, programas y políticas de gestión de las Unidades Académicas en las que los profesionales se forman. En ese sentido, justamente, fue una excelente oportunidad para crear lazos, efectivizar acuerdos interinstitucionales y potenciar el rol del ingeniero en la profesión, la investigación y la academia.

Los ejes temáticos del CLADI 2017 estuvieron marcados por Políticas Universitarias y Gestión; Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social; Educación en Ingeniería; Desarrollo Regional; Vinculación Universidad; Empresa y Estado; Ingeniería Sostenible: Energía, Transporte, Gestión Ambiental y Cambio Climático; Obras y Proyectos de Ingeniería; Problemáticas en el Ejercicio Profesional de la Ingeniería; Internacionalización en Ingeniería.

Durante el encuentro se presentaron 353 trabajos, con la participación de más de 1000 autores de diferentes países de Latinoamérica. Lo que sigue es la publicación de cada una de las presentaciones como el más ajustado corolario de un gran esfuerzo que ilumina el horizonte de la ingeniería de nuestra región.

Índice (*)

Caracterización de escobajo de Uva Criolla como biomasa (Julieta Carricondo Robino).....	9
Análisis de la asignatura Ingeniería y Sociedad. Un aporte al campo interdisciplinar (Karina Ferrando).....	13
Análisis de la hidrodinámica de fluidos con flujo no ideal en un reactor flujo-pistón (Jorge A. Garnero).....	17
Obtención de Ácido Láctico por Fermentación de Lactosuero empleando Bacterias Ácido Lácticas aisladas de la Región Centro del País (Paula C. Garnero).....	21
Análisis de Tendencia para Determinar la Demanda Futura de Energía Eléctrica en la Provincia de Entre Ríos (Hernán Sollier Zandomeni).....	25
Actualización del diseño curricular de las carreras de Ingeniería (Liliana Milevich).....	29
Una propuesta de Estructura de Investigación en el seno de una Unidad de Facultad (Alejandro Armando Hossian).....	33
Competencias involucradas en el estudio de un proceso químico utilizando un audiovisual (Claudia T. Carreño).....	37
Estructura, Diseño Arquitectónico e Identidad (Miguel Cilley).....	40
Estudio de las propiedades de morteros elaborados con materiales alternativos (Rosa C. Andrada).....	44
La impresión 3D como recurso educativo en el ámbito de la Educación Superior (Juan Alberto Farina).....	48
El proyecto de la construcción sustentable y la enseñanza por investigación en matemática (Viviana Costa).....	52
Análisis de técnicas de relevamiento funcional de una vía rural expuesta a niebla (Luciana Perez Angueira).....	56
Observatorio de Desarrollo Productivo UTN (L. Giménez).....	60
Análisis de las metodologías de estimación del costo marginal de largo plazo en generación eléctrica (Alejandro Lois).....	64
El uso de materiales didácticos en Análisis Matemático I en carreras de Ingeniería (Romina V. Ferrando).....	68
La Regionalización como Estrategia para la Inclusión de un Enfoque Sostenible en la Formación en Ingeniería Civil (Jorge Orellana).....	72
Nuevo Reglamento de Estudio: Impacto sobre las prácticas docentes (Martha S. Rosso).....	76
Simulación multifísica de flujo capa límite (Eduardo A. Gago).....	80
Planificación educativa por competencias en carreras de Ingeniería (Marta Ceballos Acasuso).....	84
Durabilidad de los Pavimentos Urbanos Sustentables. Un Modelo para la Gestión Preventiva y Correctiva (Adriana Beatriz García).....	88
Concepciones de los docentes de Ingeniería acerca de la enseñanza (Fabián Buffa).....	92
Bajo del Gualicho, Argentina: Evaluación de La Aceptabilidad del Proyecto (M. D. de la Canal).....	96
Uso de Objetos de Aprendizaje para la Motivación por Aprender Matemática (Sandra C. Ramirez).....	100
Trabajo interdisciplinario y su incidencia en el desarrollo de competencias en estudiantes de carreras de ingeniería (Carina D. Pacini).....	104
Evaluación económica para el aprovechamiento de agua pluvial a nivel residencial (Luis E. Fauroux).....	109
Aplicación de Tecnologías Educativas para el estudio de materiales usados en Ingeniería (Patricia V. López).....	113
Análisis pluviométrico en cuencas de la Provincia de Entre Ríos (María I. Mastaglia).....	117
Experiencia de inclusión de Software Libre CAD en la materia Representación Gráfica (Rubén Darío Morelli).....	121
Estudio del Potencial de Inserción de Generación Térmica a Base de Biogás en la Red de 132 kV de la Provincia de Misiones (Ulises Manassero).....	125
Abordaje de la Internacionalización en la Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Nordeste (Mario E. De Bortoli).....	129
Hormigón para pavimentos con incorporación de residuos de plantas elaboradoras (Gustavo L. Bolla).....	134
Fortalecimiento de las habilidades de expresión oral de los estudiantes a través del uso de TICs y de evaluación formativa (Carolina B. Tabernig).....	139
Evaluación de alumnos de ingeniería sobre el uso de Laboratorios Virtuales de Física (Claudio Enrique).....	143
La constante de fase en la representación matemática de una onda: su conceptualización en estudiantes y su tratamiento en libros de mecánica introductoria (Luis Alberto Marino).....	147
Modelo de Asignación de Recursos para la Enseñanza de los Procesos Distribuidos (David L. la Red Martínez).....	151
Determinación variables predictoras de niebla y ubicación de sensor de escasa visibilidad (Carlos E. Marcos).....	155
Soluciones de demarcación vial para condiciones de baja visibilidad por niebla (Verónica V. Mechura).....	159
Estrategias Didácticas para el Desarrollo de Competencias en carreras de Ingeniería (Edgardo Cámara).....	163
Propuestas de drenaje pluvial urbano no convencional en Mendoza (Victor Burgos).....	167
Infraestructura física en procesos de urbanización en ecosistemas metropolitanos (Adriana Cerato).....	171
Eficiencia térmica pasiva en un proyecto edilicio. Caso: edificio de investigación UTN-FRP (Jorge J. Garay).....	175
Laboratorio Mixto de Análisis Digital Forense (M. E. Casco).....	178
Remediación nanotecnológica de suelos con hidrocarburos en Ecuador (Gerardo D. López).....	181
Simulador virtual para prevención de terremotos en la sede de ingeniería de la Corporación Universitaria Republicana (Cristian Oyuela).....	185
Método de chopper óptico para calibración de filtros ópticos (Fabián R. Gon).....	187
Eficiencia terminal y rezago académico en carreras de ingeniería en FRLR – UTN (O. F. Gallardo).....	191
Simulación y optimización de distribución de combustibles en una provincia patagónica (Andrés Caminos).....	195
Evaluación de pretratamientos para aumentar el contenido de FAN y reducir polifenoles en la elaboración de una bebida fermentada simil cerveza a base de sorgo colorado apta para celíacos (Laura Cecilia Gómez Pamies).....	199
Implementación de políticas: análisis de los proyectos de desarrollo tecnológico y social (Gabriela Trupia).....	202
Vinculación Universidad, Gobierno y Productores mineros no metalíferos (Carlos Gustavo Rodríguez Medina).....	206
Didáctica teórico-experimental en flexión pura y su uso en analogías (José Di Paolo).....	210
Eficiencia Energética en Aparatos Eléctricos: Ahorros Posibles (Edgardo Cámara).....	214
Gráficas cartesianas de datos experimentales: Interpretaciones de estudiantes universitarios (Marta S. Yanitelli).....	218
Optimización para la ruta de distribución de crédito electrónico de una compañía telefónica (Stefanie Isabella Schneider Ríos).....	222
Contribuciones de un Núcleo de Investigación a actividades de articulación con secundario (María Beatriz Bouciguez).....	226
Hacia una propuesta innovadora en la enseñanza de Métodos Numéricos (G. Portela).....	230
Uso de una Rúbrica para la Calificación en la Evaluación por Portafolios (María V. D Onofrio).....	234
Energía Renovable como motivación para las carreras de Ingeniería (Carlos V. Labriola).....	238
Modelo de Turbina Hidrocinética para uso Fluvial y Marítimo (Carlos Labriola).....	242
Implementación de NTIC en la enseñanza de la Química Orgánica para alumnos de ingeniería (Antonio D. Malleret).....	246
E-Government: El aporte del Citizen Relationship Management (Juan Doberti).....	250
Recuperación de níquel por lixiviación en catalizadores usados en la hidrogenación de aceites y grasas comestibles (Mario N. Clozza).....	254
Discusión del ingreso vigente en la Facultad de Ingeniería de la UNJu (Graciela del C. Lazarte).....	258
Variables conocimiento/desconocimiento de procesos académico-administrativos y su impacto para el	

seguimiento tutorial (Adolfo E. Onaine).....	262	La inserción de las TICs en el desarrollo industrial de La Matanza (Alicia Mon).....	393
La práctica profesional supervisada en la carrera de ingeniería en sistemas de información de la Facultad Regional Resistencia de la UTN (Carolina Ileana Vargas).....	265	Implementación de una modalidad de aprendizaje colaborativo en un curso de física del ciclo inicial universitario (Nicolás Budini).....	397
Análise de chapas de gesso produzidas com adição de borracha de pneus (Cesar Fabiano Fioriti).....	269	Estudio de la hidrodinámica de un lecho de chorro bidimensional (Lara V. Lescano Farias).....	401
Análise de vigas Gerber por meio da utilização de modelos visuais e gráficos (Cesar Fabiano Fioriti).....	273	Análisis de Procesos Químicos y Enzimáticos en la Producción de Biodiesel a partir de Aceite de Fritura (Juan C. Acevedo).....	405
Análisis biomecánico de la carrera, destinado al desarrollo de plantillas reductoras de fuerzas al correr (Mauricio J. Panero).....	277	Compresión de imágenes digitales empleando la descomposición en valores singulares (Luciano Savoie).....	409
Propuesta de cambios en prácticas de ingeniería (Lara Valeria Lescano Farias).....	280	"Órtesis Salva-Obstáculos" Dispositivo adaptable a múltiples entornos para Usuarios de Silla de Ruedas (Franco Andrés Castronovo).....	413
Segunda parte ferroviaria, vínculo empresa, Universidad y Estado (Eugenio Dattilo).....	284	Control del movimiento de una silla de ruedas mediante sensor neuronal Emotiv (Guillermo Amarilla).....	417
Aprovechamiento energético de guano caprino en el secano lavallino (Carina A. Maroto).....	288	Efecto de la Temperatura en el Diseño de Reactores Discontinuos con Catálisis Enzimática (Juan Montesano).....	421
El curriculum de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información en la UTN-FRT: Desde el texto oficial, al curriculum evaluado (Patricia Nazar).....	292	La Conducción de Personal, un Desafío para el Ingeniero (Víctor M. Montoya).....	424
Desarrollo tecnológico apps para dispositivos móviles de comunicación como herramienta educativa en la enseñanza de estructuras (Amilcar Pedro Orazzi).....	296	Experiencias adquiridas durante diseño y desarrollo de Cocina a Inducción como prototipo acabado (Ever A. Quiñonez).....	428
Implementación de tecnología digital en la educación universitaria del siglo XXI (Amilcar Pedro Orazzi).....	300	Diseño de modelo de Máquina Desglumadora de semillas Trichloris Crinita (Andrés Fernando Cerutti).....	432
Evaluación del uso de plantas halofitas para el aprovechamiento en ambientes salados (Omar J. Degaetani).....	304	Obtención de indicadores de diseño y funcionamiento para la fabricación eficiente de equipos de transferencia de calor (Diego M. Alarcón).....	435
Desarrollo de Software y Hardware Libre para Personas con Discapacidades Múltiples (Andy Cusatti).....	308	Un modelo analítico para una educación en ingeniería contextualizada (Héctor Gustavo Giuliano).....	438
Ubicación Óptima de Capacitores en una Red de Potencia Radial en la Provincia de Chaco (Andrés P. Zottico).....	312	Trabajo en equipo, colaboración, inclusión y la aplicación de nuevas tecnologías (Verónica Aubin).....	443
Una propuesta hacia la formación experimental de la física con laboratorios remotos (Marcelo A. Bellotti).....	316	Calidad de agua y riesgo sanitario ambiental por la presencia de arsénico (Sergio E. Roshdestwensky).....	447
Modelado Matemático y Simulación de la Transferencia de Calor de un Lecho Fijo para el Núcleo del Reactor Nuclear "Fixed Bed Nuclear Reactor (FBNR)" (J.C. Almachi).....	320	Erosión en Ríos Secos Pedemontanos en Mendoza. Estudio de caso: Río Seco Chañares (L. E. Guisasaola).....	451
Cálculo y Análisis de la Incertidumbre del Valor de Fuerza Centrífuga Adquirido del Equipo Zentrolkraftgerät 11008-001 PHYWE del Laboratorio de Física General de la EPN (Edwin Bone).....	324	Energía, concepto estructurante para la enseñanza de circuitos eléctricos (Jorge Enrique Salamanca Céspedes).....	456
El Calentamiento Global. Una forma de contribuir a su reducción (Arturo M. Cassano).....	328	Herramienta de Costos para Planificar el Sistema de Transporte Público de Pasajeros (Duiilo Abdala).....	461
Evaluar en la universidad ¿Libro abierto o libro cerrado? (Cecilia I. Morgade).....	332	Vinculación entre la Universidad y las Pymes para achicar la brecha tecnológica (Romina É. Couselo).....	465
Química y su aporte a las competencias de egreso del ingeniero en la FCEIA de la UNR (Verónica M. Relling).....	336	Conducción bacteriana en prótesis (Mario Spector).....	469
Optimización por Enjambre de Partículas PSO para la Producción de Hidrógeno en un Electrolizador a Partir de Vapor Sobrecalentado de Agua (Juan Carlos Almachi).....	340	Laboratorio Remoto Virtual para la Experimentación con TCP/IP (Santiago H. Nicolau).....	473
Incidencia de las TIC's en el índice de aprobación de la materia de Laboratorio de Física General de La Escuela Politécnica Nacional del Ecuador (Luis E. Gutiérrez).....	344	La valoración del fracaso en la educación: clave para una cultura argentina innovadora (Silvina Paula Isla).....	477
Capacitar al futuro ingeniero con responsabilidad ambiental y social (Cristina Cervera).....	349	Realidad aumentada como estrategia didáctica y de incorporación de las TICs en la enseñanza de la ingeniería (Germán Hirigoyen).....	481
Las Fobias y Su Tratamiento a Través de Realidad Virtual (Johanna Benítez).....	353	Asistencia en Ingeniería del Viento a Empresas y Estado (Jorge Lassig).....	484
Dificultades encontradas por los alumnos en los dos primeros años de las carreras de ingeniería (Darío R. Echazarreta).....	357	Propuesta de actividades de integración para la mejora de la enseñanza en Ingeniería (Pablo Marelli).....	488
Desarrollo de la Creatividad en Ingeniería (Carlos E. Requena).....	361	Posicionamiento de Antenas mediante Algoritmo de Arrecife de Corales (Pablo J. Vidala).....	491
PDTs Optimización y Control de las Radiaciones No Ionizantes (Alberto D. Valdez).....	365	Simulación computacional del crecimiento de microorganismos fotosintéticos en un fotobiorreactor (Maximiliano Bless).....	495
Estudio Estructural de Tanque Cisterna Semirremolque de Industria Nacional (Walter F. Giordano).....	369	Diseño de Catamarán Impulsado por Energía Solar (Andrés Giuliani).....	499
Modelo Difuso para la Evaluación de Riesgos en una Planta de Gas LP (I. Carrera).....	373	Aplicación de técnicas de Machine Learning para el proceso de minería de datos en la identificación de patrones y perfiles característicos asociados a la deserción universitaria, Prototipo haciendo uso de la metodología de proceso KDD (Diego A. Gómez).....	503
ACNPs en Materias Básicas para el desarrollo de Competencias en Ingeniería (Maximiliano Schiappa Pietra).....	377	Diseño e implementación de un sistema de información que permita mejorar la efectividad en el área de recursos humanos de la universidad de Cundinamarca (Gina Maribel Valenzuela Sabogal).....	507
Implementación de GPS RTK para control de erosión y recuperación de áreas degradadas (Facundo R. Chervaz).....	381	Selección del mix de producción por costos ABC y Teoría de las Restricciones (María B. Berardi).....	511
Mejora en el procedimiento de calibración de frenómetros. Incidencia en la incertidumbre y otras variables (Alexis D. Duarte).....	385	Educación en Energía Eólica en Carreras de Grado de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue (Claudia Palese).....	515
Energías Renovables: desafíos y oportunidades para la Ingeniería en Latinoamérica (Manuela M. Pendón).....	389		

Biomecánica de contacto en prótesis de rodilla. Una actividad de simulación para la formación de becarios (Franco Marinelli).....	519	aplicados a un problema de clasificación supervisada e n fallos de equipos (Cynthia L. Corso).....	650
Cómo y cuándo incorporar las herramientas informáticas en la enseñanza de la ingeniería estructural (Patricia M. Ciancio).....	523	La determinación de la Huella de Carbono como una oportunidad formativa en Ingeniería (Guillermo R. Friedrich).....	654
TASA – Tecnología Asistiva mediante Sistema Arduino 2.0 (Manuel Danieli).....	527	Colector solar de placa plana Heat Pipe Wickless para calentamiento de aire (A. Gomez Khairallah).....	658
Una evaluación de los simuladores de autómatas finitos existentes (Sandra Mónica Olariaga).....	532	Aprendizaje activo en Ingeniería Eléctrica: aplicación a la cátedra Control Automático (Andrés G. García).....	662
Gestión Ambiental e Higiene y Seguridad en el Trabajo – Enfoque desde la Gestión Tecnológica (Mario J. Mantulak).....	535	Propuesta didáctica para la enseñanza de la fórmula de Taylor en carreras de Ingeniería (Patricia Cuadros).....	666
Simulación numérica aplicada a losas de hormigón armado (Javier A. Duarte).....	539	Física atómica para ingeniería eléctrica y en electrónica: Experimentos históricos virtuales (Irene Lucero).....	671
Potencialidades de la técnica de biorremediación para el tratamiento de suelos contaminados con residuos en la provincia de Misiones (Valeria Alejandra Schendelbek).....	546	Determinación de las condiciones iniciales para la formación de cápsulas de alginato de sodio mediante gelificación iónica (Gisele Y. Sella).....	675
Sustentabilidad de manera transversal en asignaturas de Ingeniería Civil de UTN.BA (José Luis Verga).....	550	El uso de un wiki para la enseñanza de las ciencias naturales (Carla Mansilla).....	678
Modo de enseñanza-aprendizaje en 'Planificación urbana sustentable' (José Luis Verga).....	554	Animaciones científicas como herramientas para mejorar la comprensión de conceptos (Nancy Saldís).....	682
Desarrollo de la Competencia Comunicacional: experiencia con alumnos de Ingeniería Industrial (Daniela Gómez).....	558	Análisis para la colocación de turbinas en los pilares del futuro "Puente Paraná-Santa Fe" (Facundo Cuestas).....	686
El rol de las TICs en los Sistemas de Gestión de la Calidad de las Universidades Nacionales (Alejandro Martínez).....	561	Planta solar fotovoltaica piloto con interconexión a red en el edificio de la UTN-FRP (Gabriel H. Gareis).....	690
Vinculación Universidad, Gobierno y Productores mineros no metalíferos (Carlos Gustavo Rodríguez Medina).....	564	Integración de tecnología en la enseñanza de la expresión gráfica en Ingeniería (Silvana E. Gutiérrez).....	694
Presentación del proyecto PDS "Desarrollo y prototipado de bioimplantes forjados" (Diego M. Campana).....	568	Enseñando, de la Práctica a la Teoría (Mario Specto).....	698
Hegemonía de la lengua inglesa en la educación: algunos fundamentos pragmático-funcionales. (María Angelina Cazorla).....	572	La evaluación y la comprensión usando objetos digitales (Sonia Pastorelli).....	701
Estudio de la adsorción de plata en arcilla bentonítica (Jeane A. Rosário).....	575	Estabilidad: ¿estamos enseñando lo mismo y de la misma manera como nos lo enseñaron? (Estela M. Bertolé).....	705
Sensores industriales de bajo costo para la obtención del diagrama abierto en MCI. (Diego C. Caputo).....	579	Diseño y comportamiento térmico-ambiental de instalaciones solares de mediana escala (Enrique Albizzati).....	709
Los modelos asociativos como estrategia para el desarrollo territorial productivo (Marcelo A. Tavella).....	583	Posicionamiento de Antenas mediante Algoritmo de Arrecife de Corales (Pablo J. Vidal).....	713
Desarrollo de una experiencia de laboratorio para el análisis de resultados termodinámicos (Amado Vitali).....	587	La concepción de innovación de los estudiantes de ingeniería de la FRBA. Perspectivas y aprendizaje (M. Jover).....	717
Herramienta TIC para apoyo a la enseñanza y aprendizaje de monitoreo de variables físicas (Jesús Insuasti).....	591	Criterios de Sostenibilidad aplicados al diseño de estructuras de hormigón (Ing. María H. Peralta).....	721
Uso de un software específico en la enseñanza del diseño y simulación de intercambiadores de calor (Enrique Albizzati).....	595	Clase invertida: experiencia en la enseñanza de desarrollo de aplicaciones distribuidas (Carlos Albaca Paraván).....	725
Construir una cocina solar en primer año de una carrera de ingeniería: una propuesta integradora de cátedras (Guillermo Rodríguez).....	599	Prototipo de aerogenerador de eje vertical Giromill (Juan Carlos Agotegaray).....	729
Inclusión: un desafío en las carreras ingenieriles (María del Carmen Maurel).....	603	Plataforma Automatizada para Ingreso y Egreso a una Pileta de Natación (R. E. Neira).....	732
Generación de Material de Enseñanza: Desarrollo del Sistema Adquisidor Pp-V02 (Fabiana Prodanoff).....	607	Descripción de las causas de técnicas podales aplicadas actualmente en la cuenca láctea Villa María (Alberto A. Parola).....	736
Enseñanza de la Bioingeniería basada en contenidos de un Proyecto de Investigación (Nelson Correa).....	611	Construcción de una impresora 3D, una tecnología en evolución (Hernán Badel).....	738
Políticas públicas y formación de ingenieros un estudio comparado (Fabiana Grinsztajn).....	614	Análisis del Comportamiento Térmico de Soluciones Constructivas en la Ciudad de Paraná (Andrea D. Margasin).....	742
La ingeniería como respuesta a la demanda tecnológica y social de la Agricultura Familiar: El caso del Proyecto interdisciplinario DTECUNSE (Florencia Frau).....	618	Innovación a partir de aplicativos web para la gestión de proyectos informáticos (Daniel Felipe Avendaño Puiñ).....	746
Reflexión acerca de la formación complementaria en carreras de Ingeniería (Karina Ferrando).....	622	Mapeo de resistividades, desarrollo y transferencia tecnológica a la industria de la protección anticorrosiva de la República Argentina (Leandro Sebastián Rodríguez).....	750
Construcción de un lecho de chorro bidimensional para alimentos fluidos (Lara V. Lescano Farias).....	626	Experiencias de cursados conjunto entre carreras de Ingeniería y Contador Público (Cesar Osella).....	754
Aprendizaje Basado en Problemas con Tecnologías Informáticas y Comunicacionales (Mario Raúl López).....	630	Formación de Capacitadores en el marco de la Ley de seguridad Eléctrica de la Provincia de Córdoba (Miguel A. Piumetto).....	758
La aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas en carreras de Ingeniería (Nidia A. Dalfaro).....	634	Buscando una formación más integral del Ingeniero (Ana L. Cozzarin).....	762
Rehabilitación Termo-energética de Fachadas a nivel Piloto Experimental para Viviendas Sociales en Zona Árida (Arturo F. Buigues Nollens).....	639	Sistema de desplazamiento de energía eléctrica por almacenamiento con aire comprimido a baja presión para el sector industrial (Ariel M. Rocchi).....	766
La Robótica en el aula. Aportes para la enseñanza en la escuela primaria (Rebeca Yuan).....	643	Análisis de la Estabilidad Teórica con Acción de Control aplicado a Prótesis Mioeléctricas (Carlos Alvarez Picaza).....	770
Pertinencia de la dinámica newtoniana en la carrera de ingeniería industrial (Pedro A. Baziuk).....	646	Funciones trigonométricas y el movimiento armónico simple (Patricia Torroba).....	774
Ensamble de redes bayesianas y árboles de decisión		Los enfoques curriculares de la Electrotecnia en Ingeniería Industrial e Ingeniería Química (Fabiana Ferreira).....	778
		Clasificación de fluidos de trabajo para ORC según la	

temperatura de la fuente (Hugo D. Pasinato).....	782	Modalidad especial para alumnos Recursantes Crónicos, en el Curso de Ingreso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (M. Schaposchnikoff).....	903
Diseño sustentable en edificios de altura. Experiencia en un edificio de Santa Fe (Marcelo Berli).....	786	Determinación de iones metálicos en vinos y mostos a partir del estudio de curvas potenciostáticas. Factibilidad de uso de los distintos materiales metálicos utilizados en la industria vitivinícola (Horacio Marcelo Conti).....	907
La Hidráulica en la Enseñanza de la Ingeniería Civil (Luis E. Guisasola).....	790	La calidad y la gestión institucional como propósito en la UTN-FRSN (Horacio López).....	910
Integración de tecnología de la información en un laboratorio de control automático de Ingeniería Electrónica (Martín Gutfleisch).....	794	Propuesta metodológica para la implementación de la Filosofía Lean en proyectos de construcción (Jhonattan. Martinez).....	914
Projeto VISIR+ Contextualização da Matemática em Engenharia (Natércia Lima).....	798	Aplicación del modelo de gestión de Pugh para estudiar la competitividad en Argentina de tejidos de algodón que repelen mosquitos (Laura Guadalupe Lima).....	918
Infografías como síntesis de trabajos prácticos de Mecánica de Materiales y Estructuras (María D. Crespo).....	802	Producción de biocombustibles y oleoquímicos mediante tecnología supercrítica (Pablo Hegel).....	921
Evaluación de la estructura bosques degradados mediante el uso de drones (Fernando Rossi).....	806	La Hidráulica en Ingeniería Civil y Arquitectura (Luis Enrique Guisasola).....	925
Estudio longitudinal sobre aprendizaje de nomenclatura química en alumnos ingresantes a carreras de Ingeniería en FaCENA-UNNE (María I. Vera).....	809	Integrando tareas de Álgebra Lineal y Análisis Matemático (Adriana Frausin).....	929
Generación fotovoltaica en la UTN Santa Fe: Diseño, instalación y beneficios esperados (Emmanuel Sangoi).....	813	Educación Rural y Desarrollo Sustentable. Un aporte desde la Facultad de Ingeniería (V. Scotta).....	932
Experimentando la semipresencialidad en un curso de laboratorio de Ingeniería Electrónica (Guillermo Musso).....	817	Parámetros de calidad físico-química y provisión del agua en una comunidad de bajos recursos (A. Saralegui).....	936
Estudio de la operación unitaria condensación (Hugo A. Flores).....	821	Desarrollo del pensamiento creativo en los estudiantes de ingeniería: Conceptos básicos (Osvaldo Mario Sposito).....	940
Trabajo interfacultad en las materias integradoras de Ingeniería Mecánica (Oscar Páez).....	825	Investigar prácticas de enseñanza innovadoras en Ingeniería (Rosanna P. Forestello).....	944
Metodología de Aplicación del Método de Elementos Finitos a la Resolución de Ecuaciones Diferenciales de Campo Magnético (Gerardo R. Chacón).....	829	Catalizadores Preparados por un Método Sol Gel Aplicado al Reformado Seco de Metano (Mariana Saber).....	947
Caracterização de passeio público de pequeno porte: Caso de Ilha Solteira/SP (Clara S. Cantiéri).....	833	Factores de permanencia en carreras de Ingeniería según los propios estudiantes (Martin R. García).....	951
Gestión de residuo industrial con el fin de eliminar el efecto contaminante del boro (Marilena Gamarra Lefter).....	836	Tendencias formativas interfacultad en Ingeniería y Sociedad (Karina Ferrando).....	955
Resultados de trabajos de Cátedras y Laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Facultad de Ingeniería de la UNER para la divulgación de las ciencias en forma lúdica (César R. Osella).....	839	Modelo para analizar y detectar mensajes de actitudes peligrosas en redes sociales (Juan Calloni).....	959
Los museos de ciencia como promotor de las carreras de ingeniería (Cesar Osella).....	843	Valoraciones negativas en las representaciones sociales de docentes de Ingeniería sobre estudiantes: implicancias en los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Fabián Bu ffa).....	963
La aplicación del aprendizaje basado en proyectos en un curso de Ingeniería de Producción (Sergio Ricardo Mazini).....	847	Con TIC, ¿se aprenden significativamente conceptos de Física Mecánica? (Graciela S. Monzón).....	967
La formación pedagógica de docentes universitarios: una experiencia en Ingeniería (Marisol Perassi).....	850	Formación e investigación interfacultad en carreras tecnológicas (Rafael Omar Cura).....	971
Factores de eficacia escolar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Fundamentos de Matemática, usando como complemento el sistema virtual ALEKS en el curso de Nivelación de Ingeniería y Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional (Edgar E. Velasco).....	854	Estudios sobre la valoración económica de paisajes (Alejandro D. Carrere).....	975
Desarrollo de una herramienta informática para la gestión de criaderos porcinos (Guido Valentin).....	858	Acerca de la eficacia de VISIR como recurso en temas de electrónica circuital en Argentina (Susana Marchisio).....	979
Simulación energética de una celda de prueba al exterior con los programas eQuest y Trnsys y su validación con los datos medidos en la celda (María Elena Soldatti).....	861	Análisis de criterios de distribución de beneficios de coaliciones en micro redes eléctricas (Pedro L. Querin).....	983
Modelado y simulación de una red de distribución de sangre – Una actividad para la formación de becarios (Nicolás Franck).....	865	Uso de la CIAA como Generador de señales de un Laboratorio de Enseñanza de Electrónica (Marcos Aranda).....	987
Residuos lignocelulósicos en la fabricación de paneles aglomerados (Vanessa Jiménez).....	869	Orientación educativa y competencias (María Inés Berrino).....	991
Análisis de la Gestión del Proceso de Desarrollo de Productos en industrias lácteas (Melisa De Greef).....	873	Energía solar fotovoltaica con conexión a red en la zona central de Argentina (Diego M. Ferreyra).....	994
Experiencias pedagógicas en contextos profesionales tecnológicos (Rafael Omar Cura).....	877	Modelos de predicción de riesgo de abandono en carreras de Ingeniería (Silvia N. Pérez).....	998
Adaptaciones pedagógicas a un equipo de climatización tipo central (Guillermo R. Sánchez).....	881	Laboratorio Remoto VISIR como Herramienta Pedagógica (Raimundo Vazquez).....	1002
Actividad de Estudio e Investigación para la enseñanza del concepto de Distribución Normal en carreras de ingeniería (María Valeria Calandra).....	884	Evaluación por Competencias: Propuesta de un modelo aplicable en carreras de Ingeniería (Noelia V. Morrongiello).....	1005
Transferencia de tecnología apropiada al medio: diseño en ingeniería orientado pequeños productores (Diego L. Rincón).....	888	Control de nivel: Técnicas y tecnologías aplicadas en un modelo a escala didáctico (Lucas E. Renna).....	1010
Ser para formar Reflejo de profesional (Cecilia S. Álvarez).....	892	Evaluación de Calidad en Proyectos Ágiles: Una experiencia en pequeñas y medianas empresas del NEA (Noelia Pinto).....	1014
Impacto de las redes sociales como estrategia didáctica en facultad de ingeniería (Laura Bárbaro).....	896	Enseñanza de la Electrotecnia en la carrera de Bioingeniería (Claudia E. Bonell).....	1018
Entorno Virtual Interfacultad para la investigación y mejora formativa tecnológica (Verónica L. Vanoli).....	899	Integración de Energía Eólica en Nueva York, Parte I, la Red Eléctrica (Ricardo J. Galarza).....	1022
		Uso didáctico de plataformas de prototipado electrónico como herramientas de instrumentación en sistemas de control utilizando Octave (E. Sergio Burgos).....	1026

Desarrollo de competencias en proyectos en el Parque Industrial Bahía Blanca (Danna Gallego).....	1030	(Osvaldo Sposito).....	1156
Experiencias de aprendizaje utilizando talleres lúdicos (Marta L. Cerrano).....	1034	Introducción a la práctica de I+D durante el ciclo básico en Ingeniería Biomédica (Valeria Burgos).....	1160
Evaluación de calidad del Repositorio Institucional Abierto (RIA) (Valeria C. Sandobal Verón).....	1038	Análisis Jurídico de la Dirección Técnica de Laboratorios o de Plantas Responsables de la Elaboración de Productos Médicos en Argentina (Agustín S. Carlevaro).....	1164
Velocidad de propagación del sonido en madera de Pinus elliottii var. Elliottii impregnada con solución hidrosoluble CCA (Estela Pan).....	1042	Metodología didáctica de enseñanza y evaluación en la asignatura ingeniería clínica (Diego Kadur El Ainie).....	1168
Hidrógeno a partir del tratamiento electroquímico de efluentes textiles (María S. Marconi Belén).....	1046	Análisis de resultados de los instrumentos de evaluación en Análisis Matemático II (Beatriz E. Copa).....	1171
Competencia Pensamiento Algorítmico. Propuesta de incorporación de esta nueva competencia en carreras de Ingeniería (Viviana L. Gasull).....	1049	Aprender haciendo y romper paradigmas, un enfoque para motivar a ingresantes de ingeniería en sistemas (Gilda R. Romero).....	1175
Desarrollo de la competencia Pensamiento Algorítmico en Ingeniería (Viviana L. Gasull).....	1053	Análisis de las causas que dificultan el egreso de los estudiantes de carreras de postgrado en Calidad de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa FE y alternativas de soluciones que colaboren con la eficiencia terminal (Ayelén D. Abertondo Cesano).....	1179
Comparações entre representação gráfica de modelos digitais de superfície para projetos de engenharia (Cristhy Willy Silva).....	1057	Enseñanza de Ciencias en Nivel Secundario: Experimentación Remota Usando VISIR (Ignacio Evangelista).....	1183
Interfaz Cerebro-Computadora como herramienta de divulgación (Elizabeth L. Young).....	1060	Diagnóstico de los sistemas de gestión de prevención de riesgos en la construcción (Roberto M. Luna).....	1187
Escuela para la enseñanza de sistemas embebidos, una experiencia federal en la República Argentina (María de los Angeles Gómez López).....	1064	La diversidad suma: reflexiones y aportes para el desarrollo del país (Mónica Cecilia Gómez).....	1191
Educación para el desarrollo sustentable en Ingeniería Civil de la FRBB-UTN (Eduardo Bambill).....	1068	Prospectiva y Estrategia de Actores: Implementación de Modelos de Innovación en Carreras de Ingeniería (Marta Comoglio).....	1195
Oscilaciones y Resonancia. Una experiencia de articulación vertical en ingeniería (Exequiel R. Fries).....	1072	Perfil de demanda de tecnología: el caso de la Facultad de Ingeniería UNMdP (Francisco J. Álvarez).....	1199
Propuesta de marco regulatorio general para MINOR interdisciplinario en Mantenimiento de la Carrera Ingeniería Civil Mecánica de la Universidad de Talca (Leonardo Albornoz).....	1076	Más allá de las técnicas computacionales habituales en Ingeniería: Aproximaciones invariantes en Geometrías No-Euclidianas (Daniel Juan Alberto Abud).....	1203
Modelado computacional acústico para una sala de concierto (Leonardo D. Funes).....	1080	Análisis de sensibilidad de dispositivos de detención a nivel predio para la mejora de los sistemas de desagües pluviales urbanos (Ángel Queizán).....	1207
La Realidad Aumentada en la enseñanza universitaria como herramienta didáctica (E. Fernández).....	1084	El video educativo como complemento al cursado presencial (N. M. Pérez Otero).....	1211
Tratamiento de efluentes textiles: Eliminación de Índigo Blue por electrocoagulación (Julieta Perrotta).....	1088	Competencias requeridas al egresado de ingeniería por empresas de la Provincia de Jujuy (Teresa Antequera).....	1215
Propuesta didáctica centrada en el alumno para la enseñanza de Análisis Matemático I (María Itatí Gandulfo).....	1092	Diseño de instrumentos para la investigación sobre la implementación educativa del laboratorio remoto VISIR en Latinoamérica (María Isabel Pozzo).....	1219
Formación de Física I en Ingeniería. Análisis interfacultad y mejoras (Pablo Planovsky).....	1096	Sistema de información agrometeorológica para la toma de decisiones (Ricardo Martín Fernández).....	1223
Perspectivas de los Laboratorios Remotos en la Educación Media y Superior de Santiago del Estero (Mario F. Soria).....	1100	Análisis de Modos de Falla y sus Efectos aplicado al mantenimiento de una enfriadora de Clinker (Edmundo Tolabín).....	1226
Enseñanza de la Informática desde una concepción integral (Analía S. Cherniz).....	1104	Experiencia de Construcción Comunitaria de un Termotanque Solar (Omar A. Tarditti).....	1230
TICs en Educación Especial 1er. Congreso Latinoamericano de Ingeniería (Claudia R. Screpnik).....	1108	Un Análisis Comunicacional desde la visión ingenieril en ingeniería e industrias (Johana Richter).....	1234
Desarrollo de un Proyecto Final de Ingeniería Civil para un Grupo Numeroso (Raúl A. Navarro).....	1111	Test de seguimiento, algo más que una evaluación (M. Fernanda Montero).....	1238
Primeras fases del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para Tapas metálicas tipo corona (Viviana M. Sipes).....	1115	Participación en un Organismo de Naciones Unidas: Experiencias y Resultados (R. Grether).....	1242
Fertilización fosforada en la producción orgánica (Alejandra de los Ríos).....	1118	Participación en un Organismo de Naciones Unidas: Experiencias y Resultados (J. P. Martín).....	1245
Formando en la competencia de Resolución de Problemas a través del Contrato Didáctico en un curso de matemática para bioingenieros (L. Carolina Carrere).....	1122	Inyección óptima de potencia activa en una red eléctrica y control del voltaje (Carlos A. Bonetti).....	1249
Metodologías activas de enseñanza de economía para estudiantes de ingeniería (Mariano Jäger).....	1126	Sustitución de azúcares para la obtención de ciruelas osmodeshidratadas bajas calorías (Mariana B. Laborde).....	1253
La Ciencia en la formación de la Ingeniería ¿contradicción o contribución? (Guillermo Avendaño).....	1130	Evaluación de los ángulos articulares en el gesto de palear con una pala normal y una de doble mango (Ariel Braidot).....	1257
La Investigación-Acción en Ingeniería: una experiencia de reflexión y formación docente (L. Carolina Carrere).....	1134	Revalorización de residuos de industrias de alimentos para la producción de bioetanol: optimización sustentable (Verónica E. Capdevila).....	1261
Construcción con tierra Aportando al desarrollo tecnológico y social (Ariel González).....	1138	Optimización del pre-tratamiento asistido por ultrasonido previo a la deshidratación osmótica de banana en miel (Mariana B. Laborde).....	1265
Despliegue del protocolo IPv6 en la red de la Universidad Nacional de Tucumán (Sergio Saade).....	1142		
Instrucciones para el autor (Miguel Angel Flores).....	1146		
Prototipo de aerogenerador de eje vertical de baja potencia (Frank J. Pasman).....	1149		
El método científico y las PyMe's como recursos pedagógicos (Laura Amado).....	1153		
Mejora e Innovación Pedagógica en el DIIT-UNLaM			

(* se indica, a modo de referencia, el primer autor de cada trabajo.

Evaluación de pretratamientos para aumentar el contenido de FAN y reducir polifenoles en la elaboración de una bebida fermentada similar cerveza a base de sorgo colorado apta para celíacos

Laura Cecilia Gómez Pamies¹, María José Cobas¹, Gonzalo Nahuel Vidondo¹, Elisa Inés Benítez^{1,2}

¹QuiTE_x – UTN Facultad Regional Resistencia, French 414 - lauragomezpamies@hotmail.com

²IQUIBA-NEA, UNNE, CONICET, Av Libertad 5460, Corrientes – eibenitez@hotmail.com

Resumen— El sorgo colorado es un cultivo ampliamente extendido en la región chaqueña por presentar gran resistencia a la sequía y al ataque de depredadores, sin embargo actualmente solo se lo utiliza como alimento para animales, es por esto que se pretende agregarle valor destinándolo a la elaboración de una bebida fermentada similar cerveza apta para celíacos. La resistencia de este sorgo se debe a los taninos que presenta esta variedad, pero que, en altas concentraciones, son perjudiciales para la salud humana. En este trabajo se realiza la primera etapa del proceso de elaboración de la bebida a partir de granos de sorgo que fueron sometidos a pretratamientos con soluciones diluidas de hipoclorito de sodio e hidróxido de sodio a fin de reducir su contenido de polifenoles y aumentar la cantidad de aminoácidos libres (FAN). Se encontró que, si bien los niveles de FAN son mayores con el pretratamiento con solución de NaOH, estos no alcanzan el valor necesario para una óptima fermentación. Sin embargo, los valores de polifenoles se reducen visiblemente realizando un pretratamiento durante un mayor período de tiempo y esto mejora la disponibilidad de proteínas y el trabajo de las enzimas durante el macerado.

Palabras clave—taninos, enzimas, proteínas.

I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad celíaca es un desorden autoinmune que se caracteriza por inflamación crónica en el intestino delgado debido al consumo de prolina y glutamina contenidas en trigo, avena, cebada y centeno. El único tratamiento efectivo para la enfermedad celíaca es una dieta libre de gluten [1].

La composición del grano de sorgo hace que sea posible elaborar una bebida similar cerveza y libre de gluten [2]. Además, el grano de sorgo posee compuestos fenólicos, particularmente ácidos fenólicos y flavonoides [3]. Estos exhiben un amplio rango de efectos biológicos y actúan como antioxidantes naturales [4]. Sin embargo, el sorgo colorado disponible en la región chaqueña es del tipo III, por lo que presenta también una elevada concentración de taninos condensados (3,8-4,5 gCE/100g) (proantocianidinas) que son también compuestos fenólicos polímeros de flavan-3-oles, flavan-3,4-dioles y flavan-4-oles [2]. Estos compuestos, en concentraciones elevadas poseen potentes propiedades antinutritivas [5]. Además, el

contenido de taninos se correlaciona de manera negativa y significativa con los azúcares fermentables y los aminoácidos libres (FAN) en el mosto. Esto se debe a la interacción de los taninos condensados y las enzimas en el macerado, ya que estos forman complejos irreversibles con las proteínas [2].

La interacción con las proteínas puede ser prevenida con pretratamientos [6]. Por ejemplo, el acondicionamiento en una solución de NaOH reduce sustancialmente la cantidad de fenoles totales y taninos en sorgos tipo II y tipo III y aumenta FAN, ya que forma taninos altamente polimerizados, de gran peso molecular que no pueden interaccionar e inhibir a la enzima alfa amilasa [6].

En este trabajo, se tiene como objetivo comparar los efectos de dos pretratamientos durante dos períodos de tiempo en los parámetros más influyentes en el proceso de elaboración de una bebida fermentada similar cerveza a partir de sorgo colorado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Pretratamiento

Se tomaron dos muestras de sorgo de aproximadamente 100g y se trataron con 200 ml de solución de NaClO 0,5% v/v y 200 ml de solución de NaOH 0,1% p/p durante dos lapsos de tiempo, 1 día y 4 días, con recambio de las soluciones cada 12 horas. Continuando un lavado con agua para eliminar restos del tratamiento.

Extracción de polifenoles

Se realizaron dos extracciones de polifenoles a cada una de las muestras durante 30 minutos con agua a 75°C, manteniendo la temperatura.

Molienda y tamizado

Se secaron ambas muestras en estufa a 60°C por aproximadamente 8 horas. Los granos secos se molieron en molino de laboratorio y se tamizaron en un tamiz normalizado malla 80 (177µm) a modo de eliminar los finos.

Macerado y cocción

A cada muestra de granos molidos se le realizó un macerado con agua libre de cloro en una relación 1:4 sorgo molido/agua durante 212 minutos con escalamiento según las siguientes temperaturas: 50°C, 95°C y 60°C [7]. A los 60°C se agregó enzima alfa amilasa comercial en una cantidad correspondiente a un 3% del peso original de los granos. Se realizó una última etapa de calentamiento a 72°C para mejorar la filtración y luego se filtraron los mostos obtenidos y se les realizó un lavado en tamiz malla 80 con agua a 60°C, aproximadamente, en una cantidad tal que el volumen final de mosto es 7,5kg sorgo/30 l cerveza. Luego se llevó a cabo la cocción de ambos mostos en manta calefactora de laboratorio manteniéndolos en ebullición durante 1 hora.

Análisis químicos

Se tomaron muestras al final de la maceración y la cocción y sobre ellas se realizaron determinaciones de antioxidantes por el método CUPRAC [8], de aminoácidos libres (FAN) por ensayo de ninhidrina [9], de polifenoles por el método de Folin-Ciocalteu [10] y de proteínas por el método de Bradford [11], y por triplicado en todos los casos.

II. RESULTADOS

Análisis de polifenoles

La Fig. 1 muestra los valores de polifenoles luego del macerado (MNaClO para el sorgo pretratado con NaClO y MNaOH para el sorgo pretratado con NaOH) y luego de la cocción (CNaClO para el sorgo pretratado con NaClO y CNaOH para el sorgo pretratado con NaOH). En las dos operaciones el contenido de polifenoles disminuye notablemente luego de 4 días respecto de 1 día con ambas soluciones. Esto se da en un 78,4% en solución de NaClO y en un 66,3% en solución de NaOH, en el pretratamiento de 4 días respecto al de 1 día. Por otro lado, la concentración de polifenoles en solución luego del macerado es un 4,5% menor pretratando con NaOH que con NaClO cuando la duración del pretratamiento es de 1 día. Sin embargo, cuando el pretratamiento es de 4 días, la cantidad de polifenoles luego del macerado es menor en solución de NaClO que de NaOH en un 32,9%. Estas diferencias podrían deberse al mecanismo en el que cada uno de los reactivos interacciona con los polifenoles, ya que el NaClO los oxida y el NaOH los polimeriza [6], así, el efecto del NaClO en un período más largo es mayor que el de NaOH.

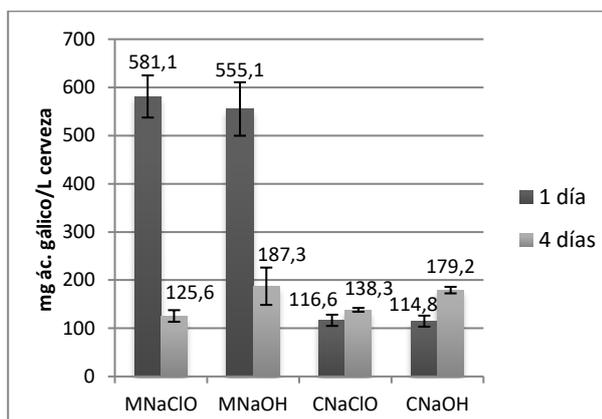


Fig. 1: Análisis de polifenoles

Análisis de FAN

La Fig. 2 muestra el análisis de FAN. De la bibliografía [12] se sabe que la concentración óptima de FAN para una correcta fermentación es de 150-175mg/L cerveza. Concentraciones menores de nitrógeno disponible se asocian a bajo crecimiento de levaduras, fermentación incompleta o aparición de sulfuros [9].

Los valores de FAN en solución de NaOH son siempre mayores a los del pretratamiento con NaClO. Y además, se obtiene un valor máximo de 85mg/L de cerveza en el pretratamiento con NaOH durante 4 días. Sin embargo, no se logra llegar a los 150mg/L, mínimo valor del rango óptimo. Por lo tanto, se podría estudiar la suplementación durante el macerado con enzimas proteolíticas comerciales para alcanzar el valor requerido. Cabe aclarar que si bien se realizó un descanso proteolítico a 50°C, el sorgo de partida no está malteado por lo que no están activas sus enzimas endógenas.

Se observa que luego de la cocción, los valores de FAN disminuyen respecto del macerado (entre el 60% y 80%) excepto en el pretratamiento por 4 días con NaClO que aumenta un 11%. Esto puede deberse a que la técnica utilizada también puede leer extremos de proteínas que están activos por lo que puede verse disminuido FAN debido a la coagulación y precipitación de las proteínas por parte de los polifenoles durante la etapa de la cocción.

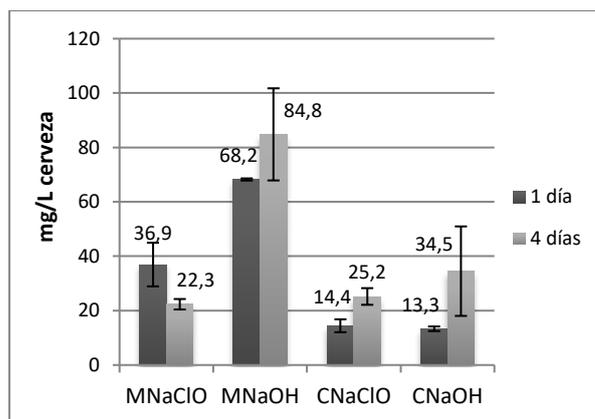


Fig. 2: Análisis de FAN

Análisis de Antioxidantes

La Fig. 3 muestra el análisis de la capacidad antioxidante. Los valores son mayores cuando el pretratamiento es de 4 días respecto al de 1 día de duración, para ambas soluciones (entre el 50% y el 70% de aumento). La mayoría de la CA se debe a la presencia de fenólicos, flavonoides, taninos y antocianinas [3], por lo tanto, es lógico correlacionar estos dos parámetros. Sin embargo, se observa que mientras la concentración de polifenoles es menor para el pretratamiento de 4 días, la capacidad antioxidante es mayor. Esto podría deberse al hecho de que mientras que el NaOH polimeriza los compuestos fenólicos [6], el NaClO los oxida, quedando, en este último caso, inactiva su capacidad antioxidante.

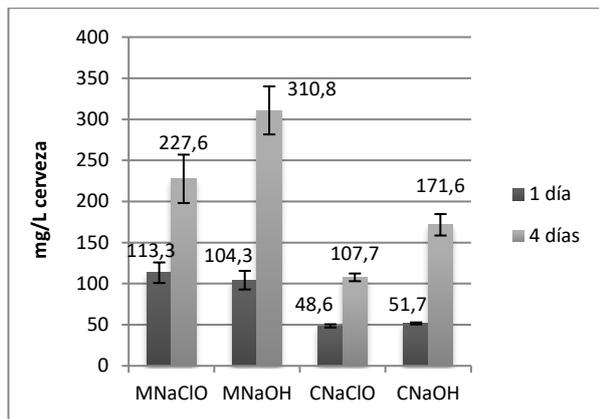


Fig. 3: Análisis de capacidad antioxidante

Análisis de Proteínas

Los taninos del sorgo interactúan con las proteínas formando complejos irreversibles [2], es por esto que se observa en la Fig. 4 una gran disminución en la concentración de proteínas durante la cocción en el sorgo pretratado 1 día (89% para el NaClO y 88,1% para el NaOH) mientras que la disminución es menor (71% para el NaClO y 56,7% para el NaOH) cuando se pretrata durante 4 días, coincidiendo con la variación de concentración de polifenoles durante 1 día (79,9% para el NaClO y 79,3% para el NaOH) y durante 4 días (aumento de 9,2% en NaClO y 20,4% en NaOH). Esto podría deberse a que cuando los polifenoles están disponibles, interactúan con las proteínas reduciendo su disponibilidad y los niveles de FAN.

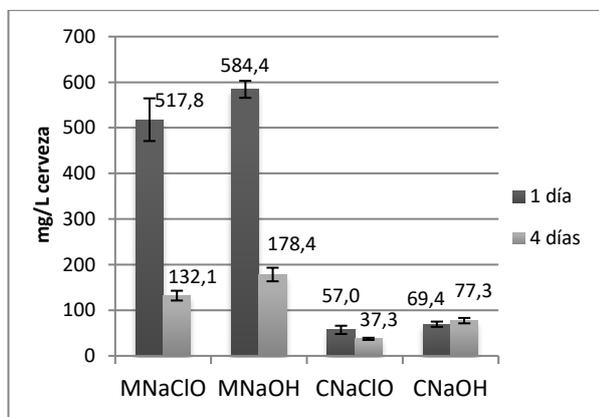


Fig. 4: Análisis de proteínas

III. CONCLUSIONES

Si bien el sorgo colorado sin maltear es una buena opción para utilizarse como materia prima en la elaboración de cerveza, deben utilizarse enzimas exógenas (tanto amilasas como proteasas) para lograr un mosto con parámetros óptimos para una fermentación correcta.

Por otro lado, el alto contenido de taninos del sorgo tipo III hace que no sea posible hacer cerveza sin tratamiento para inactivar taninos. El NaOH es una buena solución para un pretratamiento ya que mantiene la capacidad antioxidante de los polifenoles en solución mientras que los polimeriza evitando que interfieran con proteínas. Además, aún cuando se extraiga una alta cantidad de polifenoles, el

sorgo colorado posee capacidad antioxidante y puede ser un alimento funcional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UTN Facultad Regional Resistencia por brindar sus instalaciones para la realización de los estudios experimentales y sustentar los gastos ocasionados por la investigación junto al CONICET.

REFERENCIAS

- [1] P. Pontieri y L. Del Giudice, "Sorghum: A Novel and Healthy Food", *Encyclopedia of Food and Health*, 2016.
- [2] A. Adetunji, S. Khoza, H. L. de Kock y J. R. N. Taylor, "Influence of sorghum grain type on wort physico-chemical and sensory quality in a whole-grain and commercial enzyme mashing process", *Institute of Brewing and Distilling*, 2013.
- [3] S. Althwab, T. P. Carr, C. L. Weller, I. M. Dweikat, V. Schlegel, "Advances in grain sorghum and its co-products as a human health promoting dietary system", *Food Research International*, 2015.
- [4] K. Pyrzynska y M. Besaga, "Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey", *Trends in Analytical Chemistry* vol. 28, 2009.
- [5] A. Khoddami, H. Truong, S. Yun Liu, T. Roberts y P. Selle, "Concentration of specific phenolic compounds in six red sorghums influence nutrient utilization in broiler chickens", *Animal Feed Science and Technology*, 2015.
- [6] A. Adetunji, K. Duodu y R. N. Taylor, "Inactivation of tannins in milled sorghum grain through steeping in dilute NaOH solution", *Food Chemistry*, 2014.
- [7] A. C. Ogbonna, "Current development in malting and brewing trials with sorghum in Nigeria: a review", *Journal of the Institute of Brewing*, 2011.
- [8] R. Apak, K. Güçlü, M. Özyürek y S. E. Çelik, "Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay", *Microchimica Acta*, pp. 160, 413-419, 2008.
- [9] D. G. Abernathy, G. Spedding y B. Starcher, "Analysis of protein and total usable nitrogen in beer and wine using a microwell ninhydrin assay", *Journal of the Institute of Brewing*, 2009.
- [10] V. Singleton, R. Orthofer y R. Lamuela-Raventos, "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent", *Methods in Enzymology*, pp. 152- 178, 1999.
- [11] M. M. Bradford, "A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding", *Analytical Biochemistry*, 1976.
- [12] M. Fontana y S. Buiatti, "Amino acids in beer", *Beer in Health and Disease Prevention*, 2009.