



# **APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS, DESCARTES Y SUBPRODUCTOS AGROALIMENTARIOS Y AGROPECUARIOS**

Tecnologías para la obtención de alimentos  
y bioproductos para cadenas productivas.

**Resultados obtenidos  
2019-2022**

**Editores: Pablo Monetta, Livia Negri**

**Equipo de Gestión PE I 150: Livia Negri, Paola Urfalino,  
Nora Aimaretti, Rolando Aguirre, Pablo Monetta**



**Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Argentina**

**Aprovechamiento de residuos, descartes y subproductos agroalimentarios y agropecuarios: tecnologías para la obtención de alimentos y bioproductos para cadenas productivas.**

Resultados obtenidos  
2019-2022

Editores: Pablo Monetta, Livia Negri

Equipo de Gestión PE I 150:  
Livia Negri, Paola Urfalino, Nora Aimaretti, Rolando Aguirre, Pablo Monetta

Diseño: M. Alejandra Masondo  
Centro de Investigación Agroindustria - INTA

---

## Prólogo

La valorización de residuos, descartes y subproductos de la agroindustria es una temática transversal que conecta actores de la academia, la industria y los territorios.

También incluye diferentes disciplinas como la tecnología de los alimentos, la química, la farmacología y la economía social. Abarca una amplia variedad de alimentos y cadenas productivas del país pero sus resultados pueden extrapolarse a otros países agrícola-ganaderos de la región.

Muchos de estos residuos y descartes se utilizan principalmente como alimento para animales o quedan en el campo como elementos de compostaje o no son utilizados directamente, pero estas prácticas no alcanzan a reconvertir la cantidad de biomasa generada pudiendo generar fuentes de contaminación ambiental y además no contribuyen al agregado de valor. Es por ello que el procesamiento, explotación y biorrefinería de los residuos generará compuestos de alto valor con un enfoque industrial de “residuo cero”.

Los trabajos compilados en este libro, constituyen resultados novedosos obtenidos durante la cartera de proyectos de INTA 2019-2022. Estos exploran las posibilidades de reconversión de residuos, descartes y subproductos de la agroindustria con bajo valor comercial en compuestos de alto valor mediante el de tecnologías limpias como la filtración, deshidratación, encapsulación, fermentación, tratamiento enzimático, ultrasonido, precipitación acuosa entre otras tecnologías contribuyendo a agregar valor a los productos y a la seguridad y la sostenibilidad de estas operaciones industriales para la recuperación de productos bioactivos para su uso en la industria alimentaria, cosmética o fuentes de energías alternativas.

### **Dra Adriana María Descalzo**

Coordinadora del Programa Nacional de INTA Valor Agregado Agroindustria y Bioenergía



## Introducción

Las actividades agropecuarias y agroindustriales generan constantemente grandes volúmenes de residuos, descartes y subproductos (RDS), los cuales constituyen un gran problema debido al impacto ambiental que generan y por las dificultades vinculadas a la logística de su disposición y los costos asociados a esta. Los RDS generados conducen a su vez a grandes pérdidas de alimentos. Según cifras de la FAO (2011) se desperdicia aproximadamente un tercio de los alimentos que se producen. Estas pérdidas varían, de acuerdo a la cadena considerada. Por ejemplo, en las frutas y verduras procesadas se pierden alrededor del 30% antes de llegar a los consumidores. En algunos casos, ciertos parámetros de calidad, como los asociados a estética y tamaño, conducen a pérdidas por descarte previas a la industrialización, ya que los productos no son atractivos para los consumidores. A su vez, la agroindustria genera residuos y subproductos propios de la industrialización, tales como piel, semillas, carozos, bagazos, sueros, etc. Así, la producción de RDS es una parte inevitable de la cadena de elaboración y suministro de alimentos. Sin embargo, pueden minimizarse y valorizarse mediante la aplicación de tecnologías adecuadas.

En este contexto, el objetivo del proyecto fue desarrollar y adaptar tecnologías, proponer soluciones tecnológicas, aportar a la generación de conocimientos y consolidar una red de RRHH capacitados que permitan dar respuesta a problemas concretos del Sistema Agro Alimentario Argentino (SAAA) contribuyendo con su sostenibilidad ambiental y competitividad.

El proyecto se caracterizó por una amplia distribución geográfica a lo largo de todo el país, abarcando una diversidad de cadena productivas: Cultivos Industriales, Frutales, Hortalizas, Flores y Aromáticas, Carnes, Leche, Cereales y Oleaginosas, Forestales y Miel.

Luego de 3 años de ejecución del proyecto queremos compartir con la comunidad algunos de los resultados obtenidos. Es así como presentamos este libro con el objetivo de comunicar y difundir los avances del equipo de investigadores que han ejecutado actividades de I&D en el marco del citado proyecto. Los resultados presentados corresponden al período septiembre 2019 a marzo 2022. Cabe mencionar que las actividades han sido financiadas por fondos correspondientes al proyecto pero, en su mayoría, también han recibido aportes de otros organismos. Se destaca también la cooperación y articulación con otros organismos académicos, entidades locales, organizaciones de productores, industrias, etc. para poder llevar adelante cada una de las actividades.



# Contenido

## 1. Aprovechamiento de RDS provenientes de la producción primaria de frutas, hortalizas y cultivos industriales

---

- 1.1. Caracterización del descarte de kiwi como fuente natural de antioxidantes
- 1.2. Harina a partir de banana verde provenientes del descarte de fruta seleccionada para su venta en fresco
- 1.3. Valor agregado en cereza de los antiguos: aptitud tecnológica en fruta deshidratada para su comercialización
- 1.4. Elaboración de snack de zanahoria combinando métodos de deshidratación
- 1.5. Uso del descarte de batata como fuente de carbono para el crecimiento de *cellulosimicrobium* sp. productoras de xilanasas
- 1.6. Valoración global de los restos de alcaucil: Variables agrícolas y propiedades bioactivas evaluadas por métodos de extracción ecológicos y de bajo costo
- 1.7. Comparación de los atributos de calidad del jugo de zanahoria pasteurizado por calentamiento óhmico y tratamiento térmico convencional
- 1.8. Evaluación de la calidad proteica del residuo del escarificado de la semilla de quinoa
- 1.9. Elaboración de bionematicida a partir de hojas de brócoli

## 2. Aprovechamiento de RDS provenientes de actividades ganaderas: Leche, carnes producción animal

---

- 2.1. Uso de ultrasonido en la producción de hidrolizados proteicos con capacidad antioxidante
- 2.2. Producción de bioplástico (phb) a partir de permeado de suero
- 2.3. Optimización del proceso de microencapsulación y evaluación de la funcionalidad de bacterias lácticas empleadas en forrajes conservados
- 2.4. Optimización de la producción de  $\beta$ galactosidasa para tratamiento de lactosuero
- 2.5. Calidad fisicoquímica y microbiológica de bioles producidos a partir de estiércol bovino

## 3. Aprovechamiento de RDS provenientes del procesamiento de frutas, hortalizas y cultivos industriales

---

- 3.1. Deshidratación de bagazo proveniente de la industria de jugos como potencial ingrediente funcional
- 3.2. Capacidad antioxidante y contenido de fenoles en residuos sólidos de la industria del jugo de naranja
- 3.3. Microencapsulación por secado spray del extracto fenólico del residuo de la vinificación de uvas tintas para la obtención de un ingrediente alimenticio bioactivo
- 3.4. Antioxidantes naturales de subproductos olivícolas
- 3.5. Producción del hongo *escovopsis weberi* a partir de rds agroindustriales
- 3.6. Alternativas de valorización de biomasa residual de levadura de cerveza: obtención de  $\beta$ -glucanos
- 3.7. Barritas de frutas deshidratadas y frutos secos aptas para celíacos

# CARACTERIZACIÓN DEL DESCARTE DE KIWI COMO FUENTE NATURAL DE ANTIOXIDANTES

<sup>1</sup> M. Cecilia Baeza; <sup>1</sup> Camila Blanco; <sup>1</sup> Gabriela Fasciglione; <sup>2</sup> Ángela David; <sup>2</sup> Alejandra K. Yommi.

Contacto: [baeza.mariacecilia@inta.gob.ar](mailto:baeza.mariacecilia@inta.gob.ar)

<sup>1</sup> Univ. Nacional de Mar del Plata; <sup>2</sup> INTA EEA Balcarce, Buenos Aires.

## Problemas y oportunidades

La pérdida de alimentos es una temática de preocupación mundial y requiere de información técnica para generar políticas públicas que aborden su reducción. El sudeste de la provincia de Buenos Aires, principal región productora de kiwi del país, registra pérdidas aproximadas de 90 t.año<sup>-1</sup> de esta fruta, siendo la mayor parte, frutos sanos pero demasiado pequeños. Dado que el kiwi es un fruto con un elevado contenido de compuestos antioxidantes, los frutos descartados podrían resultar un recurso atractivo para recuperar sustancias bioactivas. El objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de compuestos antioxidantes y la capacidad antioxidante total (CA) de polvos deshidratados obtenidos a partir del descarte de kiwi y evaluar su potencial como fuente natural de antioxidantes.

## Metodología

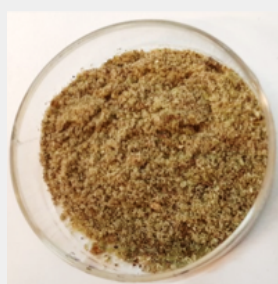
Se obtuvieron muestras de frutos del cultivar 'Hayward' (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) de 3 establecimientos productivos representativos de la región (Prod1, Prod2 y Prod3). De cada sitio, se tomaron 3 muestras de 10 frutos cada una, a la cosecha, y al finalizar el mes 1 y 5 de almacenamiento en cámara de frío (0°C y 95% HR), momentos en los que se generan mayores volúmenes de descarte. Se prepararon polvos a partir de rodajas de kiwi (con y sin piel) deshidratadas por secado convectivo a 35°C. Se determinó el contenido de ácido ascórbico (AAsc), el contenido de fenoles totales (FT) y la CA FRAP y ABTS en los polvos obtenidos (con piel: PCP y sin piel: PSP). Estos valores se compararon con los de los frutos descartados frescos.



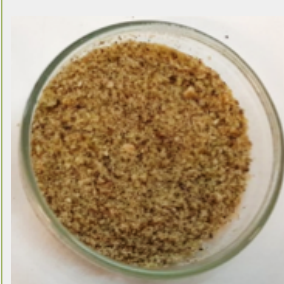
A. Frutos de kiwi var. "Hayward" de categoría descarte.



B. láminas de kiwi deshidratadas por secado convectivo a 35°C durante 24 hs.



C. Polvo de kiwi con piel.



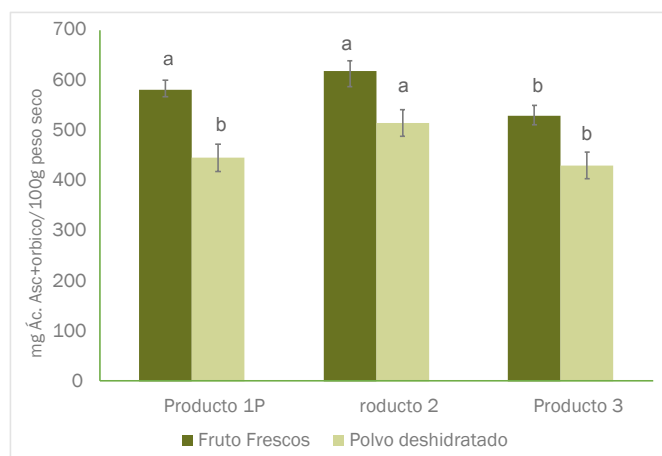
D. Polvo de kiwi sin piel, obtenido a partir de las láminas deshidratadas.



## Resultados

El contenido de AAsc en los polvos obtenidos (Figura 1) se encontró entre 412 y 679 mg de AAsc/100 g de peso seco, detectándose diferencias entre productores, pero no entre tiempos de almacenamiento. Las diferencias entre PCP y PSP estuvieron por debajo del 10% y no fueron significativas. La pérdida de AAsc debida al proceso de deshidratación estuvo entre 10 y un 28% respecto de los frutos frescos (Figura 2). El contenido de FT varió entre 451 y 733 mg equiv. ácido gálico/100 g de peso seco. Las diferencias entre PCP y PSP no superaron el 15% y resultaron dependientes del productor y del tiempo de almacenamiento (Figura 3). El proceso de deshidratación no generó pérdidas o incluso produjo aumentos importantes de los FT, valores que variaron en forma diferencial entre procedencias y momentos de evaluación.

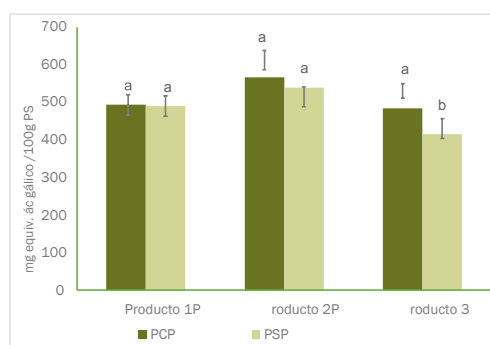
Los valores de capacidad antioxidante de los polvos obtenidos variaron entre 2655 y 3779, 4327 y 6716 y entre 2861 y 4136  $\mu\text{mol}$  equiv. trolox/100 g de peso seco, según el método DPPH, FRAP o ABTS, respectivamente. En todos los casos, las diferencias más marcadas fueron dadas por la procedencia de la fruta (Tabla 1). Las pérdidas de CA debida a la deshidratación fueron variables, y dependieron del momento de evaluación y si la muestra conservaba o no su piel. Independientemente del valor de CA alcanzado en cada caso, las mayores pérdidas por deshidratación fueron del orden del 30% y se dieron a cosecha en frutos con piel. En algunos casos, se registraron aumentos de la CA debida a la deshidratación, principalmente en frutos sin piel y almacenados en frío por 5 meses.



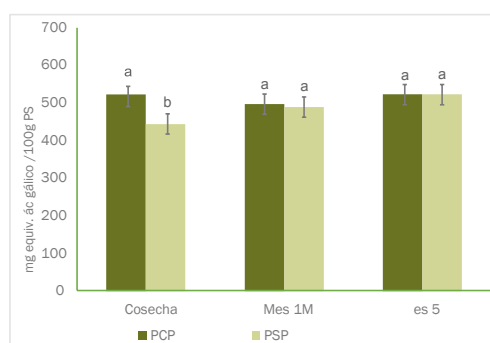
Contenido de Ácido Ascórbico en frutos frescos de kiwi "Hayward" de categoría descarte y en los polvos obtenidos mediante deshidratación térmica. Letras diferentes indican diferencias significativas entre procedencia dentro de cada categoría (Fresco/Deshidratado).

## Perspectivas futuras

Los resultados demuestran diferencias entre el tipo de antioxidantes presentes en la piel y en la pulpa del kiwi y efectos importantes del manejo agronómico del cultivo sobre los diversos compuestos antioxidantes y sus índices. Para caracterizar estas diferencias se profundizará en la determinación de los perfiles de compuestos fenólicos para cada tipo de muestra. La estabilidad de la CA en el tiempo, detectada para cada tipo muestra, permitiría la recuperación del descarte en cualquiera de los momentos evaluados, lo cual facilita la recuperación del mismo. Se proyecta, además, la evaluación de los polvos obtenidos como preservantes naturales en productos mínimamente procesados.



Contenido de fenoles totales en polvos de kiwis "Hayward" de categoría descarte, obtenidos mediante deshidratación térmica. A. Letras diferentes indican diferencias significativas entre PCP y PSP dentro de cada procedencia. B. Letras diferentes indican diferencias significativas entre PCP y PSP dentro de cada tiempo de almacenamiento.



Cap. Antioxidante DPPH ( $\mu\text{mol}$ equiv. Trolox / 100g Peso Seco)			
	Producto 1	Producto 2	Producto 3
cosecha	3141 $\pm$ 98	3288 $\pm$ 89	2921 $\pm$ 59
mes 1	3078 $\pm$ 102	3739 $\pm$ 330	3126 $\pm$ 148
mes 5	3088 $\pm$ 160	3419 $\pm$ 358	2850 $\pm$ 131

Cap. Antioxidante FRAP ( $\mu\text{mol}$ equiv. Trolox / 100g Peso Seco)			
	Producto 1	Producto 2	Producto 3
cosecha	4720 $\pm$ 133	6028 $\pm$ 79	4607 $\pm$ 218
mes 1	4563 $\pm$ 202	5888 $\pm$ 62	4861 $\pm$ 180
mes 5	4467 $\pm$ 172	6914 $\pm$ 556	5178 $\pm$ 257

Cap. Antioxidante ABTS ( $\mu\text{mol}$ equiv. Trolox / 100g Peso Seco)			
	Producto 1	Producto 2	Producto 3
cosecha	3157 $\pm$ 119	3561 $\pm$ 86	2949 $\pm$ 88
mes 1	3010 $\pm$ 51	3342 $\pm$ 395	3561 $\pm$ 69
mes 5	3472 $\pm$ 235	4031 $\pm$ 412	3531 $\pm$ 47

Tabla 1. Valores medios de la capacidad antioxidante determinada por los métodos DPPH, FRAP y ABTS en polvos de kiwis "Hayward" de categoría descarte, obtenidos mediante deshidratación térmica.

# HARINA A PARTIR DE BANANA VERDE PROVENIENTES DEL DESCARTE DE FRUTA SELECCIONADA PARA SU VENTA EN FRESCO

Rolando Aguirre. Contacto: [aguirre.rolando@inta.gob.ar](mailto:aguirre.rolando@inta.gob.ar)

INTA, Área de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar, Laguna Naineck - Formosa



## Problemas y oportunidades

El descarte proveniente del proceso de clasificación y empaque de bananas para la comercialización en fresco, varía desde un 30 a un 50 %, dependiendo del período de cosecha. El remanente que se genera queda en los campos y/o lugares de empaque, representando para el sector pérdidas económicas. Las frutas de descarte tienen baja calidad comercial por su estética (aspecto, tamaño, daños, rasgaduras, dedos dobles, etc.), pero a su vez contienen el mismo valor nutricional que las frutas seleccionadas. Por lo tanto, el descarte puede ser aprovechado mediante la aplicación de tecnologías de transformación para la producción de harina de banana. La harina de banana es un producto que tiene muchos usos culinarios, y puede emplearse en la formulación de alimentos para celíacos, libres de gluten. De esta manera, se pretende dar mayor valor agregado a este cultivo, representando un beneficio para los agricultores familiares, quienes constituyen la mayor proporción de la producción de banana en la provincia de Formosa.

## Objetivo:

El objetivo de la presente línea de trabajo fue elaborar harina de banana verde proveniente del descarte de la fruta seleccionada para su venta en fresco, utilizando procedimientos de transformación sencillos, con la finalidad de disponer de una alternativa de industrialización adaptable y apropiable por la Agricultura Familiar.

## Metodología

Para la producción de harina se utilizó las bananas provenientes del lote de las Líneas Avanzadas INTA (LAI) Mejoramiento Genético del Cultivo de Banana, y se siguió el siguiente proceso productivo:

**Recepción:** Se debe inspeccionar las frutas para determinar el grado de contaminación y seleccionarse de acuerdo con el criterio preestablecido (madurez fisiológica).

**Lavado:** Se realiza para eliminar contaminantes físicos y reducir la carga microbiana. Se utiliza agua potable.

**Pelado:** Se somete la fruta a un baño de agua caliente a 80° C por el término de 2 a 3 minutos, este proceso ayuda a disminuir la savia pegajosa, facilita el proceso de pelado y mejoran el color de la harina. El pelado se realiza de forma manual.

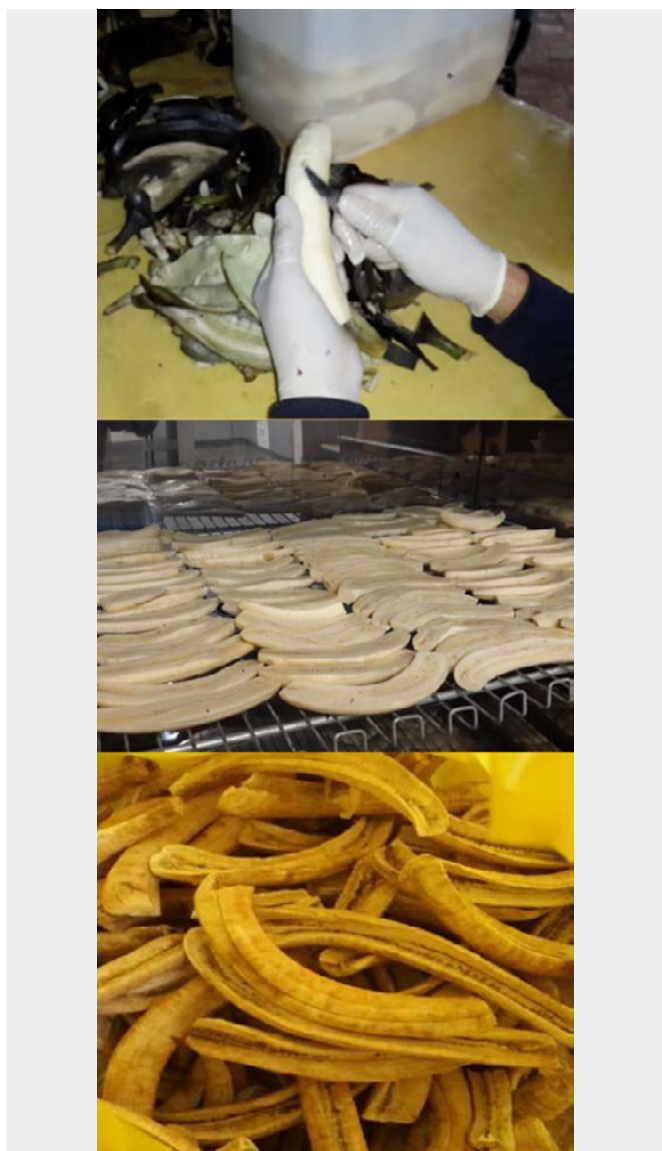
**Cortado:** Las bananas se cortan de forma manual, con cuchillo de filo liso. El corte puede ser en forma transversal en rodajas (hojuelas) o en corte longitudinal, en mitades. Este paso es necesario para aligerar el proceso de secado.

**Inmersión:** Varios métodos pueden ser utilizados para inhibir la actividad de la enzima polifenol oxidasa (responsable del pardeamiento enzimático en frutas). Las bananas se introducen en un tanque de agua que contiene una solución de ácido Ascórbico al 1% y 4% de ácido cítrico, en una relación de agua/banana 5:2,5 l/kg, durante 5 min. Seca-

do: Las bananas se colocan en parrillas de forma tal que el producto se ubique en una sola capa y no se superpongan unas con otras. Luego se llevan a la estufa de secado a 65°C durante 18 a 24 hs, con el fin de extraer la humedad (H°Final = 5%).

Molienda: El producto seco se traslada al sector de molienda y una vez frío el producto deshidratado se introduce en el molino de martillos, donde son finamente divididos en partículas muy pequeñas o polvo. Obteniendo de esta forma la Harina.

Tamizado: La harina tiene diferentes tamaños de partícula, por lo que se debe hacer pasar por un tamiz y de esta forma se llega a un producto más fino y uniforme (Part. < a 0,5 mm). Envasado y Almacenamiento: Consta del pesado, llenado y sellado del producto en su envase (bolsas de Polipropileno). La harina envasada se almacena en una sala acondicionada.



## Resultados

En los ensayos realizados en el laboratorio del AIPAF NEA, se demostró que es factible tecnológicamente el aprovechamiento de las variedades de bananas provenientes del lote de las Líneas Avanzadas INTA (LAI). Se obtuvieron rendimientos del 17% al 19% de harina de banana. Estas variaciones del rendimiento se deben particularmente a factores como el período en el que se realiza la cosecha, condiciones climáticas, eficiencia en el proceso de producción de la harina, entre otros. Por lo tanto, para efectos de cálculos se puede considerar un rendimiento de 20% con base en la materia prima inicial, esto quiere decir que de 100 kg de banana verde se obtienen 20 kg de harina.



Trabajos en el lote y en laboratorio

## Perspectivas futuras

Evaluar las características nutricionales, reológicas, físico-químicas y organolépticas de la harina de banana. Evaluar la aptitud para la elaboración de productos farináceos aptos para celíacos.

# VALOR AGREGADO EN CEREZA DE LOS ANTIGUOS: APTITUD TECNOLÓGICA EN FRUTA DESHIDRATADA PARA SU COMERCIALIZACIÓN

N.Yanina Ivars. Contacto: [ivars.yanina@inta.gob.ar](mailto:ivars.yanina@inta.gob.ar)  
AER INTA Los Antiguos, EEA Santa Cruz.



## Problemas y oportunidades

El valle de Los Antiguos representa una de las zonas con mayor producción de cerezas (1.800 toneladas temporada 2021-2022), la cual es muy buscada y reconocida en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, no toda la fruta puede ser vendida en fresco, ya que mucha de ella no responde a los estándares de calidad requeridos para ciertos mercados. Muchos pequeños productores del valle poseen en sus plantaciones variedades antiguas que sólo pueden ser comercializadas localmente o pasan a descartar.

En este contexto y en la búsqueda de otras alternativas de aprovechamiento, se propuso como objetivo la deshidratación de la fruta para la obtención de pasas de cereza, así como determinar cuáles son las mejores condiciones de secado y comportamiento de tres variedades a secar ('Lapins', 'kordia', 'Sweetheart') y determinar su rendimiento luego del deshidratado.

## Metodología

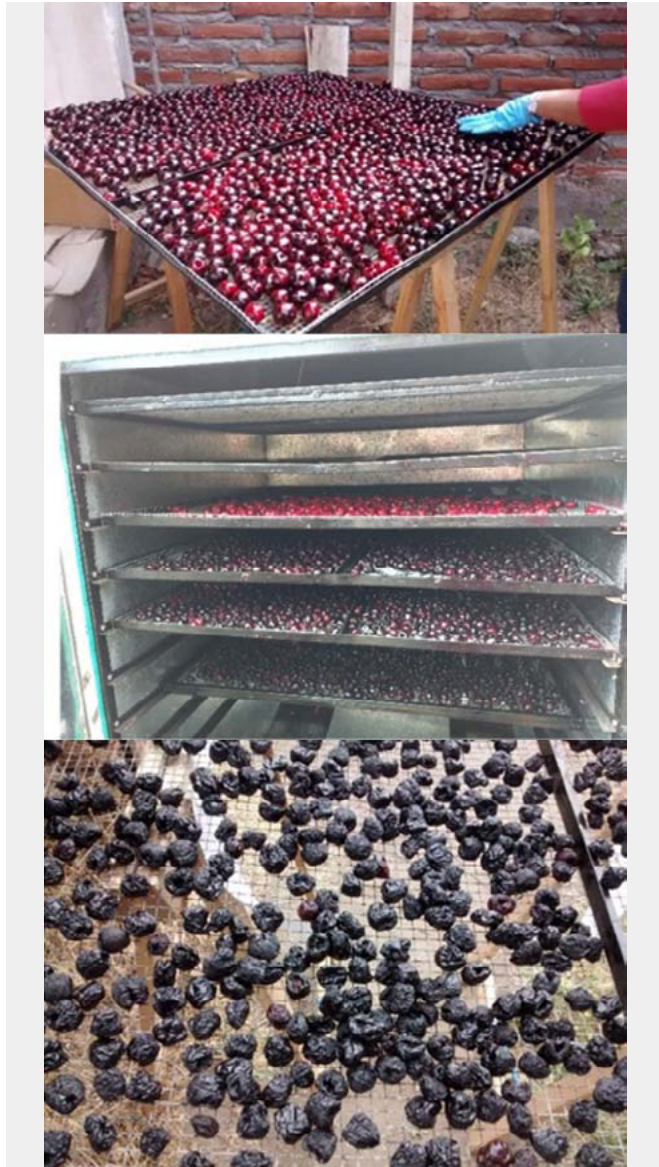
Se trabajó con cerezas de tres variedades 'Lapins', 'kordia' y 'Sweetheart' de descartar. La fruta fue lavada, despalillada y descaroada. Posteriormente se pesó antes de ser colocada en el deshidratador solar. Como prueba complementaria durante el ensayo se trabajó con un controlador de temperatura con software "sistema arduino" y velas radiantes colocadas dentro del deshidratador y controladas por el mismo (el cual nos permitió tener un rango de temperatura medianamente controlado (más de 30° y menos de 60°C), también se registró la humedad relativa. Transcurrido el tiempo de secado se retiró la fruta del deshidratador. Las pasas se dejaron enfriar y se registró el peso final para calcular el rendimiento.

## Resultados

En la Tabla 1, se muestran los resultados del ensayo preliminar de secado en cada una de las variedades de cerezas. En general se tardó entre 4 y 5 días para el secado de la fruta (dependiendo mucho de los kg a secar y la temperatura ambiente (exterior) durante los días de secado. El hecho de poder ayudar a mantener la temperatura por encima de la temperatura exterior sobre todo en las noches en el deshidratador permitió que los tiempos de secado sean cortos. El rendimiento promedio para las tres variedades fue bastante similar 25 % ('Sweetheart') 26% ('Lapins') y 27% ('kordia').

En los gráficos 1, 2 y 3 se puede observar los parámetros de secado (humedad relativa y temperatura) a medida que transcurrió el período de secado para cada una de las variedades de cereza. La temperatura promedio dentro del deshidratador en los tres casos estuvo por encima de los 29 °C y hacia el final del período de secado se mantuvo cerca de los 50°C. La humedad en el interior del deshidra-

tador, a medida que transcurrieron los días fue disminuyendo, debido al avance del secado de la fruta y la menor humedad relativa disponible.



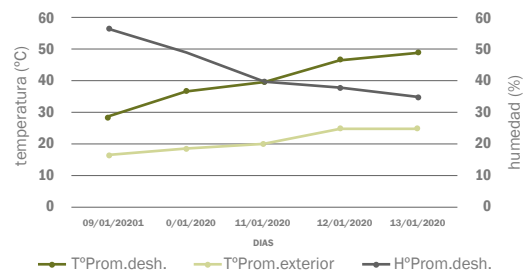
- 1- Cerezas descarozadas en la bandeja del deshidratador.
- 2- Cerezas frescas descarozadas colocadas dentro del deshidratador para ser secadas.
- 3- Pasas de cerezas.

**Tabla 1: Parámetros de inicio y fin de secado en el deshidratador solar durante la temporada 2020, de las variedades de cereza "Lapins", "Kordia" y "Sweetheart"**

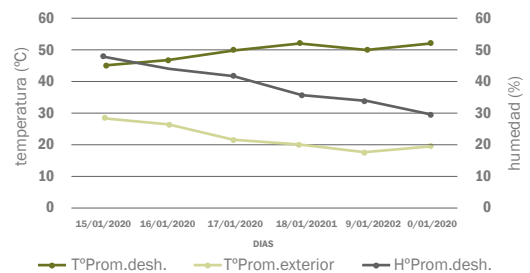
VARIEDAD	"LAPINS" <sup>(*)</sup>	KORDIA <sup>(*)</sup>	"SWEETHEART" <sup>(*)</sup>
SST <sup>(*)</sup> promedios (brx)	23,9	23,2	22,2
Fecha inicial de secado	9/01/2020	15/01/2020	21/01/2020
Peso inicial (kg)	44,15	30,68	52,58
Fecha final de secado	13/01/2020	20/01/2020	25/01/2020
Peso final (kg)	11,628	,281	3,13

<sup>(\*)</sup> sólidos solubles totales de la fruta fresca

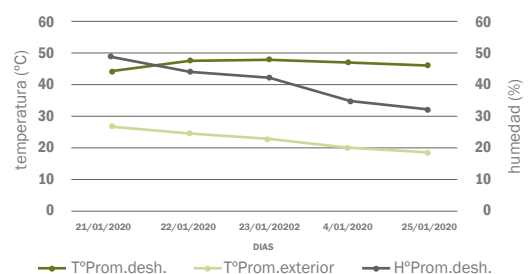
**Gráfico 1: Evolución de los parámetros: temperatura promedio en el interior del deshidratador (T°Prom.desh.), temperatura promedio ambiente o exterior (T°Prom.exterior) y humedad promedio en el interior del deshidratador (H°Prom.desh.) del deshidratador durante el periodo de secado de la cereza variedad "Lapins"**



**Gráfico 2: Evolución de los parámetros: temperatura promedio en el interior del deshidratador (T°Prom.desh.), temperatura promedio ambiente o exterior (T°Prom.exterior) y humedad promedio en el interior del deshidratador (H°Prom.desh.) del deshidratador durante el periodo de secado de la cereza variedad "Kordia"**



**Gráfico 3: Evolución de los parámetros: temperatura promedio en el interior del deshidratador (T°Prom.desh.), temperatura promedio ambiente o exterior (T°Prom.exterior) y humedad promedio en el interior del deshidratador (H°Prom.desh.) del deshidratador durante el periodo de secado de la cereza variedad "Sweetheart"**



## Perspectivas futuras

Estos resultados preliminares muestran una factibilidad técnica de obtención de productos deshidratados y nos ha permitido tener una aproximación del rendimiento exponiendo el potencial productivo, en base a considerar que hoy hay más de 360.000 kg son descarte y solo un porcentaje de ello se aprovecha en producción de marrasquino. Es importante considerar que estos resultados preliminares, son a una escala de ensayo, por lo que, para el procesamiento de grandes volúmenes de fruta, se requeriría de equipos industriales. Como perspectiva queda poder repetir esta experiencia con las variedades para afianzar la validez y ajuste de los resultados.

# ELABORACIÓN DE SNACK DE ZANAHORIA COMBINANDO MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN

<sup>1,2</sup> Bergia Betiana; <sup>2</sup> Llopart Emilce; <sup>1</sup> Romero Pilar; <sup>1</sup> Aimaretti Nora **Contacto:** [aimaretti.nora@inta.gov.ar](mailto:aimaretti.nora@inta.gov.ar)

<sup>1</sup> AER Monte Vera-EEA Rafaela; <sup>2</sup> CONICET



## Metodología

Para obtener el snack, las zanahorias de descarte se llevaron al laboratorio, se lavaron, pelaron y cortaron en rodajas de 1 mm de espesor. Las variables que se estudiaron fueron: forma de corte y espesor. Posteriormente se llevó a cabo un proceso de disminución de la actividad de agua ( $A_w$ ) combinando: deshidratación osmótica y secado térmico, con el objetivo de reducir el tiempo de proceso y el consumo de gas durante el secado. El proceso de deshidratación osmótica se llevó a cabo en soluciones hipertónicas de distintos solutos: ClNa, sacarosa, con y sin el agregado de ácido cítrico. Las variables que se tomaron en consideración fueron: concentraciones de soluto, temperatura de solución y tiempos de inmersión; siempre con referencia al descenso de humedad de las rodajas de zanahoria. Posteriormente, se sometió a secado térmico por convección forzada para llegar a la humedad requerida.

## Problemas y oportunidades

Cada año, la Argentina produce más de 200.000 toneladas de zanahorias en una superficie que varía entre las 7.000 y 9.500 hectáreas. De lo cosechado, entre el 10 y 35 % no cumple con los estándares comerciales y representa un descarte diario de entre 20 y 100 toneladas de la hortaliza con óptimo grado de madurez, pero defectos de tamaño y forma, sólo en la zona de la Costa santafesina. Nuevos productos derivados estos descartes son bienvenidos, no sólo por el valor económico que se le agrega a zanahoria, sino también porque se evita que sean dispuestos como desecho agrícola o alimento para ganado, disminuyendo así el impacto ambiental. Objetivo: obtener un snack de zanahoria deshidratada, saludable, nutritivo y de bajo costo, apto para celíacos y vegetarianos

## Resultados

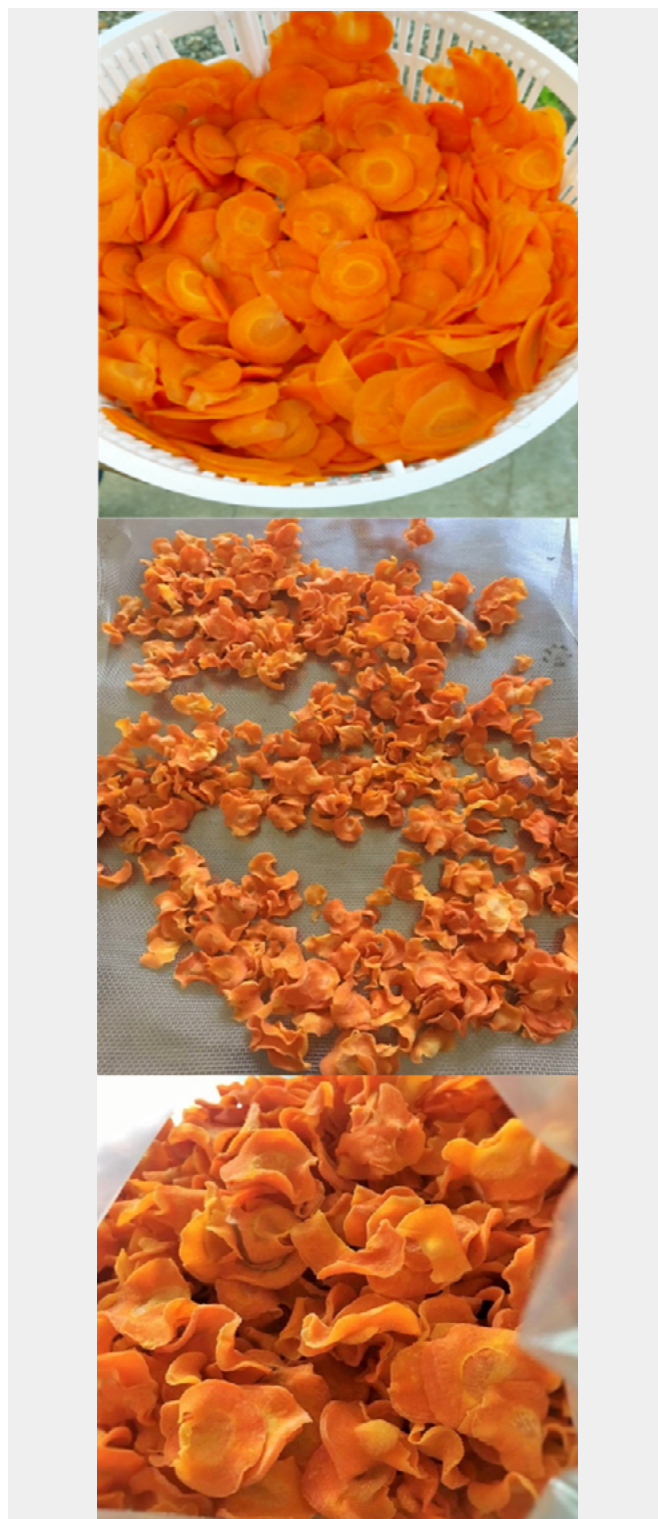
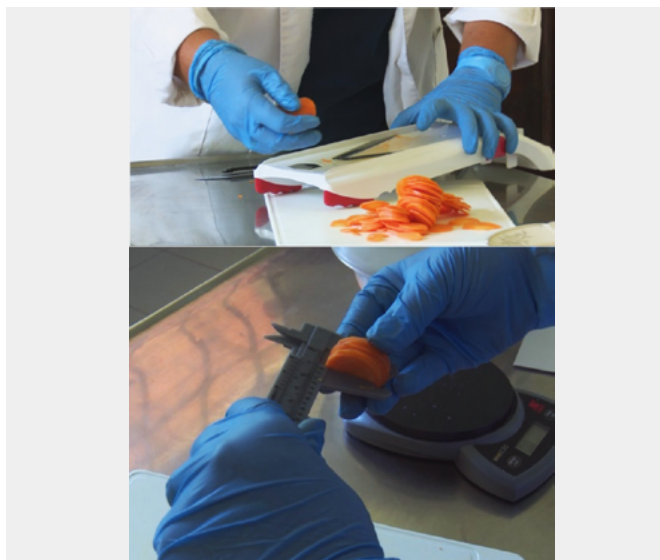
Los resultados obtenidos reflejan que la deshidratación osmótica con diferentes concentraciones de NaCl (20-10 g%) durante 4 ó 2 hs es eficiente en todos los casos, independientemente de la temperatura de trabajo. Cuando estas muestras fueron sometidas a secado térmico necesitaron sólo 3 hs para lograr humedades aproximadas de 10,5 g% y se obtuvo un producto con buen color, forma, aspecto agradable y fresco, pero cuyo sabor salado no permitió su aceptación en las evaluaciones sensoriales.

Cuando la deshidratación osmótica se realizó con soluciones hipertónicas de sacarosa (19-50g%) se observó que se necesita una concentración de sacarosa superior a 30 g% para lograr una eficiente disminución de la humedad, que además es significativamente aumentada cuando se reali-

za a 45°C. Sin embargo, por encima de 40 g% sacarosa, la disminución de humedad no aumenta su velocidad en proporción a la concentración de soluto. Durante el secado térmico lograron valores de humedad de  $12,2 \pm 0,6$  en 2h y  $7,0 \pm 0,5$  g% en 3 h, pero se obtuvieron rodajas de zanahoria deshidratadas que fueron sensorialmente descartadas por su ondulamiento excesivo, color inaceptablemente oscuro y mal aspecto, pese a que poseían sabor suave y agradable, que resaltaba el sabor sui generis de la zanahoria pero más dulce.

Combinando las experiencias anteriores se concluyó que la muestra tratada con una solución de sal 0,5%, azúcar 35% y ácido cítrico 0,05% durante 4 horas en deshidratación osmótica, sumado a 3 horas de secado térmico resultó ser el método más eficiente en la disminución de la humedad. Los snacks de zanahoria fueron sometidos a evaluación sensorial para su apariencia, sabor, color, aroma y textura y los resultados, mostrados en el gráfico de araña de la Figura 2 indican que el producto posee muy buena aceptación general, principalmente por el agrado que ocasiona su color, sabor, aroma y textura, resaltando que todos los superiores 4 (escala 1-5). De ellos, la textura fue el atributo más difícil de lograr, lo cual se estima que puede deberse a la influencia comparativa de la textura crocante de los snacks fritos que son de consumo habitual

En conclusión: combinando diferentes métodos de deshidratación: osmótica y térmica fue posible desarrollar un snack natural a base de zanahoria, nutricionalmente saludable y sensorialmente aceptable, apto para celíacos y vegetarianos, que podría ser rotulado como alimento funcional por su elevado contenido de fibra. De este modo se logra diversificar el uso de los descartes comerciales de zanahorias.



## Perspectivas futuras

El proceso de producción de estos snacks ha sido transferido a una empresa del sector. En INTA continuamos investigando respecto a la aplicación de la tecnología en otro tipo de hortalizas y frutas.

# USO DEL DESCARTE DE BATATA COMO FUENTE DE CARBONO PARA EL CRECIMIENTO DE CELLULOSI-MICROBIUM SP. PRODUCTORAS DE XILANASAS

<sup>1</sup> Debora Conde Molina; <sup>2</sup> Graciela Corbino Contactos: [corbino.graciela@inta.gob.ar](mailto:corbino.graciela@inta.gob.ar) [dconde@frd.utn.edu.ar](mailto:dconde@frd.utn.edu.ar)

<sup>1</sup> UTN Facultad Regional Delta; <sup>2</sup> INTA EEA San Pedro



final y costo de producción de enzimas. Actualmente las xilanasas caracterizadas provienen de hongos filamentosos. La exploración de nuevas fuentes de origen bacteriano tiene un gran potencial debido a la alta tasa de crecimiento de las bacterias en comparación con los hongos, contribuyendo así a una mejora del proceso de producción.

La actividad aborda el desarrollo de un bioproceso para la obtención de xilanasas a partir de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 utilizando como sustrato residuos de la cosecha de batata fuera de tamaño commercial. Estas raíces podrían ser una fuente de carbono alternativa para formular medios de cultivo donde crezcan los microorganismos capaces de metabolizar el almidón. La investigación enfocada en materias primas de bajo costo y fácil adquisición que puedan ser utilizadas como sustratos fermentables, como fuentes de carbono o nitrógeno, es uno de los desafíos más interesantes de la biotecnología en la actualidad.

## Problemas y oportunidades

El aprovechamiento de subproductos de la agroindustria para obtener compuestos de alto valor agregado (compuestos bioactivos y aditivos) y utilizarlos en la formulación de alimentos y raciones que contribuirá al uso más eficiente de los recursos y a la reducción de la contaminación ambiental

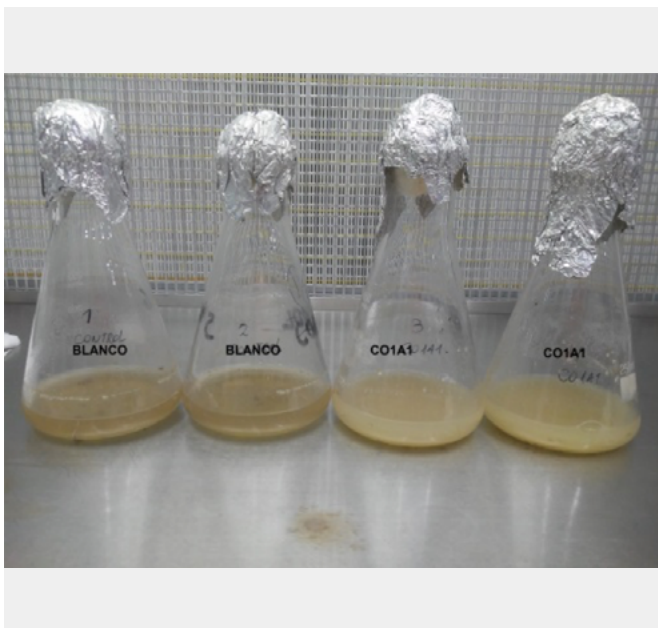
Las xilanasas se utilizan en la industria de los alimentos. Tienen aplicación en el proceso de clarificación de jugos y vinos y en la industria panificadora. La aplicación comercial en ciertos procesos ha tenido un éxito limitado debido a factores que incluyen la inaccesibilidad del sustrato por parte de las xilanasas, problemas durante la hidrólisis de los xilanos debido a su naturaleza ramificada, inestabilidad térmica, rango de pH acotado, inhibición por el producto





## Metodología

Se probaron seis variedades de batata (Arapey, Beauregard, Covington, Selecta, Morada, Boni), cosechadas en INTA EEA San Pedro y en campos de productores de la zona. Las mismas se procesaron en una pasta. Se trabajó con la cepa CO1A1 de *Cellulosimicrobium*, las cuáles se cultivaron a 25°C en un medio adecuado. Se utilizó medio de cultivo no inoculado como control. Los ensayos se realizaron por duplicado. El crecimiento bacteriano se estimó por el método de peso seco celular y por la densidad óptica (DO) a 600 nm.



## Resultados

*Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 pudo crecer en el medio formulado con las variedades de batata, demostrando la capacidad de utilizarla como única fuente de carbono. El método más apropiado para medir la biomasa fue el método OD. El cultivo *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1 alcanzó la fase estacionaria a los 5 días, obteniendo  $8,50 \pm 0,60$  de DO. El crecimiento de *Cellulosimicrobium* sp. Luego se evaluó el crecimiento de CO1A1 usando varias variedades de batata (Arapey, Beauregard, Covington, Selecta, Morada, Boni) para determinar si las variedades producen diferencias significativas en la producción de biomasa. La biomasa no mostró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los medios que contenían las diferentes variedades, estando la misma en el rango 8.26 y 9.62 DO.

## Perspectivas futuras

Actualmente se están realizando ensayos de localización celular de la enzima, caracterización enzimática y estimulación de la producción de xilanasas a partir de *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1. A raíz de dichos resultados se analizará continuar con la actividad, de manera de profundizar el estudio de la cepa en evaluación, o se trabajará en el aislamiento de otras bacterias productoras de xilanasas.

# VALORACIÓN GLOBAL DE LOS RESTOS DE ALCAUCIL: VARIABLES AGRÍCOLAS Y PROPIEDADES BIOACTIVAS EVALUADAS POR MÉTODOS DE EXTRACCIÓN ECOLÓGICOS Y DE BAJO COSTO

Ignacio Zazzali <sup>1,2</sup>; Julieta Gabilondo <sup>3</sup>; Ignacio Paunero <sup>3</sup>; Luana Peixoto Mallmann <sup>4</sup>; Eliseu Rodrigues <sup>4</sup>; Mercedes Perullini <sup>5,6</sup>; Patricio R. Santagapita <sup>1,2</sup>; **CONTACTO:** [gabilondo.julieta@inta.gob.ar](mailto:gabilondo.julieta@inta.gob.ar)  
<sup>1</sup> UBA, Fac. Cs. Exactas y Naturales, Bs.As.; <sup>2</sup> CONICET-UBA, Centro de Inv. en Hidratos de Carbono; <sup>3</sup> INTA EEA San Pedro; <sup>4</sup> Inst. de Ciencia e Tecnología de Alimentos, Universidad de Federal Do Rio Grande Do Sul, Brazil; <sup>5</sup> UBA, Facd. de Cs Exactas y Naturales, Dto de Qca Inorganica, Analítica y Física; <sup>6</sup> CONICET-UBA, Instituto de Qca Física de Los Materiales, Medio Ambiente y Energía.



## Problemas y oportunidades

El alcaucil es una hortaliza rica en nutrientes y compuestos fenólicos. Su principal parte comercial y comestible son las brácteas internas o también llamado, corazón. Debido a esto, casi el 85% de su biomasa se descarta después de la cosecha. Su alto contenido en compuestos bioactivos, incrementó el interés en este cultivo tanto del campo industrial como de la investigación y en los últimos años se han realizado esfuerzos para aprovechar los residuos generados durante la cosecha y el consumo.

La industria también, descarta aproximadamente el 80-85% de la biomasa total de la planta que consiste principalmente en las brácteas y tallos externos, mientras que las hojas también se pueden recolectar durante la cosecha y el procesamiento industrial para preparar extractos. Los residuos de alcaucil también son sorprendentemente ricos en compuestos fenólicos debido a la acumulación de éstos en las regiones periféricas de la planta para realizar sus

funciones biológicas. El objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis holístico de los sobrantes (brácteas, tallos y hojas) de tres cultivares argentinos (Sampedrino, Gallego y Gringo) mediante un proceso escalable y económicamente atractivo para la revalorización de este material.



## Metodología

Las inflorescencias fueron recolectadas en lotes de la EEA INTA San Pedro en 4 cosechas consecutivas durante el mes de septiembre del año 2017. Los alcauciles fueron pesados y separados en brácteas, tallo y hojas para su posterior análisis. Se midieron las variables  $L^*a^*b^*$ , en cada una de las partes muestreadas. Además, se evaluaron distintos métodos de extracción en agua y etanol 75% (25°C - 1h agitación y ultrasonido en baño frío) para las determinaciones de los compuestos bioactivos. En los extractos se determinó fenoles totales, capacidad antioxidante (ABTS y FRAP), antocianinas y se realizó la identificación de compuestos individuales por HPLC-MS.

## Resultados

Los estudios agrícolas revelaron diferencias en el rendimiento de los cultivos de cada variedad y que las brácteas representaron el 65 % de la biomasa total de residuos. También se encontraron diferencias para las características morfológicas (evaluación de aspecto y color en los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). Para la recuperación de compuestos fenólicos, se propusieron métodos de extracción de bajo costo, verdes e industrialmente aplicables e independientemente de las variaciones a base de agua empleadas, los extractos de tallos mostraron los valores más altos de actividad biológica. Entre los cultivares, Sampedrino tuvo la mayor concentración de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante para extractos de tallos ( $4.3 \pm 0.2$  mg AG/g ms para compuestos fenólicos totales,  $1.21 \pm 0.01$  mg AG/g ms para capacidad antioxidante ABTS+ y  $0.73 \pm 0.02$  mg AG/g ms para poder antioxidante, FRAP. HPLC-MS confirmó la presencia de ácido 5-O- cafeoilquínico y ácidos dicafeoilquínicos en todas las muestras, y un flavonoide con aplicaciones médicas, kaempferol-3-O glucósido, en hojas de todas las variedades. También se encontraron altas concentraciones de antocianinas en los tallos de todas las variedades.



## Perspectivas futuras

Se proponen extracciones ecológicas utilizando solventes acuosos para la recuperación de compuestos bioactivos fenólicos, promotores de la salud, que presentan gran factibilidad y transferibilidad a la industria alimentaria para productos de valor agregado.

# COMPARACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL JUGO DE ZANAHORIA PASTEURIZADO POR CALENTAMIENTO ÓHMICO Y TRATAMIENTO TÉRMICO CONVENCIONAL

L. Negri <sup>1,2</sup>; R. Arias <sup>1,5</sup>; T. Soteras <sup>1,3</sup>; A. Sancho <sup>4</sup>; N. Pesquero <sup>1,3</sup>; L. Rossetti <sup>1,3</sup>; H. Tacca <sup>5</sup>; N. Aimaretti <sup>6</sup>; M. L. Rojas Cervantes <sup>2</sup>; N. Szermana <sup>3,7</sup> **CONTACTO:** [negri.livia@inta.gob.ar](mailto:negri.livia@inta.gob.ar)

<sup>1</sup> INTA, ITA, Bs As; <sup>2</sup> UNED, Madrid, España; <sup>3</sup> UEDD, INTA, CONICET; <sup>4</sup> INTA, Instituto de Genética, Bs As; <sup>5</sup> Facd. de Ingeniería, UBA; <sup>6</sup> INTA, EEA Rafaela, AER Montevera, Santa Fe; <sup>7</sup> CONICET.



## Metodología

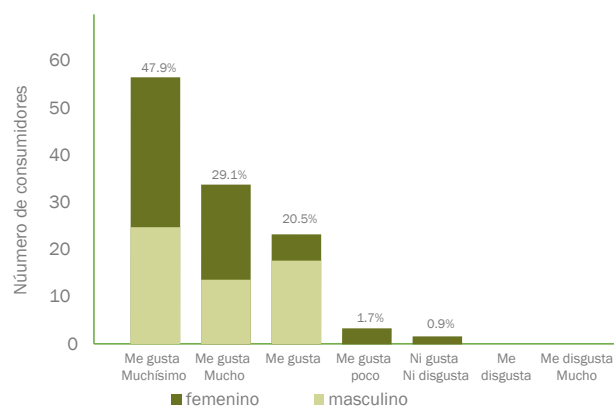
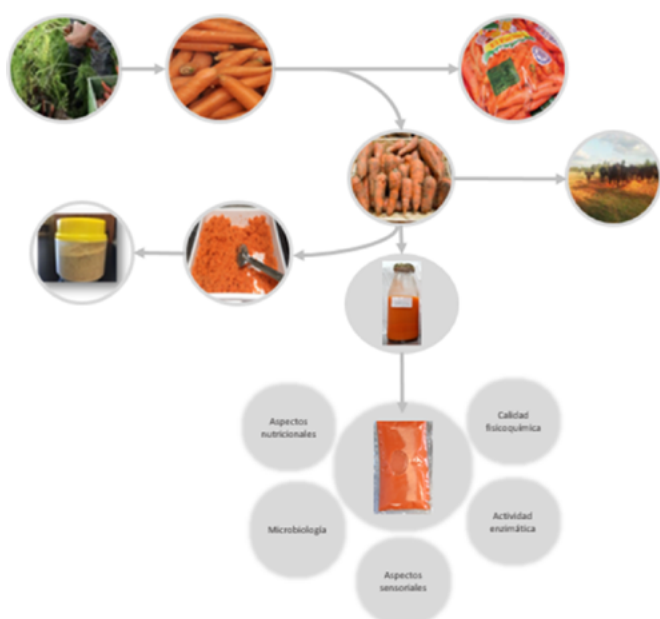
Se elaboro jugo de zanahoria fresco el que fue evaluado en panel de consumidores. Luego se aplicó TC (80 °C 7 min) y a otro lote CO (80 °C 7 min). En los jugos tratados y fresco se realizaron evaluaciones de parámetros físicos (pH, SST, conductividad), enzimas (PPO, POD y PME), carotenos, capacidad antioxidante, evaluación microbiológica, volátiles y evaluación sensorial.

## Problemas y oportunidades

En la horticultura y sus industrias derivadas, uno de los principales problemas es la importante cantidad de desechos y subproductos, que suelen ser descartados o subutilizados. En este contexto, los descartes de zanahoria (*Daucus carota* L.), una de las hortalizas más populares con producción mundial, pueden utilizarse para producir zumo. El zumo de zanahoria tiene un alto valor comercial por sus propiedades nutricionales asociadas al contenido de carotenos, fuente de provitamina A, y al potencial antioxidante debido al contenido de compuestos fenólicos, entre otras; pero su vida útil es muy corta si no es pasteurizado. El calentamiento óhmico (CO) podría ser una alternativa para la pasteurización del zumo ya que, a diferencia de los tratamientos térmicos convencionales (TC), no alteraría los componentes de alto valor nutricional ni las características sensoriales del alimento, por sus condiciones de proceso.

**Objetivo:** aplicar el CO como una nueva tecnología de preservación que permita obtener jugo de zanahoria con parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y propiedades sensoriales adecuados, valorizando los descartes.

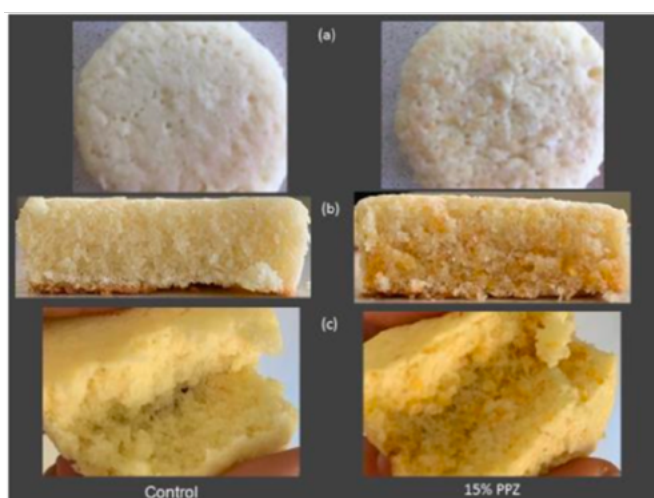




## Resultados

Los resultados indicaron una elevada aceptabilidad general del jugo fresco de zanahoria por parte de los consumidores. Entre los resultados obtenidos se menciona que los tratamientos TC y CO permitieron obtener jugo de zanahoria microbiológicamente estable durante 60 días en almacenamiento refrigerado (4 °C). Además, ambos tratamientos provocaron la inhibición de la actividad de las enzimas peroxidasa (POD), pectinmetilesterasa (PME) y polifenoloxidasas (PPO). Se destaca que el jugo de zanahoria tratado por CO presentó, respecto al jugo control, diferencias en sus parámetros cromáticos, las cuales fueron percibidas y preferidas por panelistas semientrenados. Paralelamente, el jugo tratado con CO presentó la mayor capacidad antioxidante total entre los jugos evaluados y la mayor aceptabilidad general entre los consumidores.

Finalmente, se avanzó de manera preliminar proponiendo una estrategia tecnológica para la utilización de la pulpa de zanahoria, el subproducto de la elaboración del jugo. A través de la estrategia propuesta se obtuvieron tres productos: un ingrediente alimentario (polvo de pulpa de zanahoria de alto contenido en fibra dietaria); un insumo para elaborar panificados para celíacos (premezcla incorporando polvo de pulpa de zanahoria para panificados libre de gluten); y un alimento (magdalenas sin gluten fuente de fibra dietaria).



## Perspectivas futuras

El enriquecimiento de alimentos con polvo de pulpa de zanahoria podría ser utilizado como una estrategia a desarrollar no solo para la población celíaca, sino también para otros consumidores.

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD PROTEICA DEL RESIDUO DEL ESCARIFICADO DE LA SEMILLA DE QUINOA

Gustavo Polenta<sup>1</sup>; Adriana Pazos<sup>1</sup>; Gabriela Gallardo <sup>1</sup>; Eduardo A. Orcasitas<sup>2</sup>; Pablo M. Gerbi<sup>3</sup>

Contactos: [pazos.adriana@inta.gob.ar](mailto:pazos.adriana@inta.gob.ar)

<sup>1</sup> ITA-CNIA; <sup>2</sup> INTA-IPAF-NOA Posta de Hornillos Quebrada de Humahuaca- Jujuy; <sup>3</sup> INTA-IPAF-NOA



## Problemas y oportunidades

La quínoa antes de ser consumida debe ser descascarada para reducir el contenido de saponinas, ya que éstas se concentran en la cáscara. El grupo de trabajo del IPAF-NOA diseñó una escarificadora para separar la cáscara del grano (figura 1). El residuo obtenido luego del escarificado genera un problema ambiental que debe ser tenido en cuenta. El grupo de trabajo del ITA caracterizó el residuo y observó que el mismo posee un 14% de contenido proteico. Con este resultado interesante, se decidió concentrar las proteínas de este residuo a través de una extracción ácido base.



figura 1



figura 2

## Metodología

Una vez recibidos en el ITA los desechos molidos, obtenidos de la industrialización de la quinoa (figura 2), se procedió a ensayar los métodos de extracción de proteínas. En la figura 3 se muestra un ejemplo del diagrama de flujo empleado en la extracción proteica.

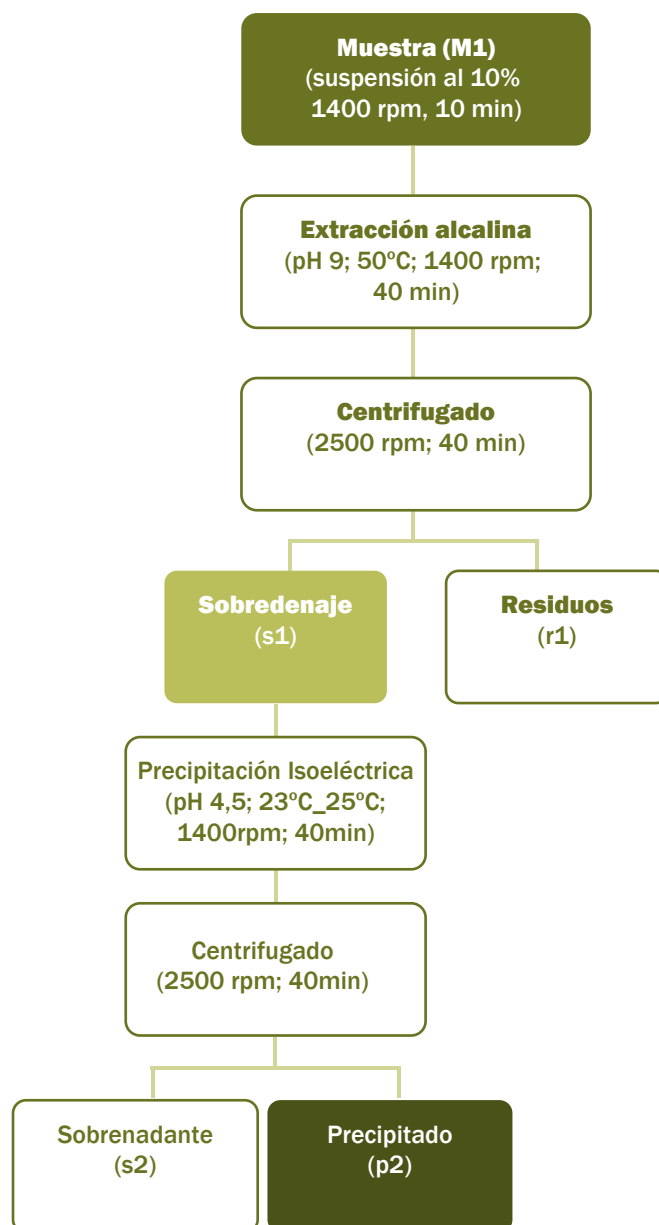
Se realizaron 6 ensayos, variando la temperatura en la etapa de solubilización (temp. ambiente y 50°C) y el pH (8, 9 y 10).

Se partió de una suspensión al 10% de polvo de cáscara de quinoa (figura 4) y se obtuvo un sobrenadante (S1), un residuo de fibra (r1) y un precipitado concentrado en proteínas (p2).

Se determinó en todas las fracciones el contenido de proteínas totales por el método de Kjeldahl, el contenido de fibra alimentaria por método enzimático, el contenido de humedad y el contenido de cenizas por método gravimétrico.

## Resultados

- Desarrollo de escarificadora para obtener el grano de quinoa limpio.
- Metodología optimizada para obtener un extracto con alto valor proteico. Las condiciones de pH:8 y 50°C fueron las que permitieron obtener el mayor porcentaje de proteínas, de 55,63% en base seca.



## Perspectivas futuras

Se prevé continuar con los ensayos con la finalidad de caracterizar los residuos obtenidos según su contenido de fibra alimentaria y el cálculo de los rendimientos correspondientes a cada etapa de la extracción. Por otro lado, se plantea estudiar el valor biológico del concentrado proteico, a través de la determinación del perfil completo de aminoácidos.

# ELABORACIÓN DE BIONEMATICIDA A PARTIR DE HOJAS DE BRÓCOLI

Bergia Betiana<sup>1,2</sup>; Giacomino Natalia<sup>3</sup>; Tuninetti Federico<sup>4</sup>; Franzi Daniela<sup>4</sup>; Del Valle Eleodoro<sup>2,4</sup>; Aimaretti Nora<sup>1</sup>

Contacto: [aimaretti.nora@inta.gob.ar](mailto:aimaretti.nora@inta.gob.ar)

<sup>1</sup> EEA Rafaela, AER Monte Vera; <sup>2</sup> CONICET; <sup>3</sup> Facd. de Bioquímica y Cs. Biológicas. UNL; <sup>4</sup> Facd. de Cs. Agrarias. UNL



## Problemas y oportunidades

El cultivo de brócoli genera grandes cantidades de biomasa vegetal remanente posterior a la cosecha en las principales zonas hortícolas del país. Especies del género *Brassica* contienen compuestos con actividad nematocida, entre ellos isotiocianatos. Nematodos del género *Meloidogyne* provocan severas pérdidas productivas (30-40%) en los cultivos e inclusive el abandono de áreas afectadas. La falta de información relacionada a su diagnóstico y manejo provocó que estos patógenos se encuentren diseminados en casi la totalidad de las áreas hortícolas. Las medidas de control actuales se basan casi exclusivamente en la aplicación de productos químicos de alta toxicidad que, debido a la baja capacidad de retención de los suelos, son lixiviados a las napas de agua generando contaminación en agua y suelo, al tiempo que también afecta la capa de ozono. El objetivo del trabajo fue el aprovechamiento de la biomasa remanente del cultivo de brócoli con la finalidad de incrementar el contenido de isotiocianatos a través de diferentes procesos fermentativos.



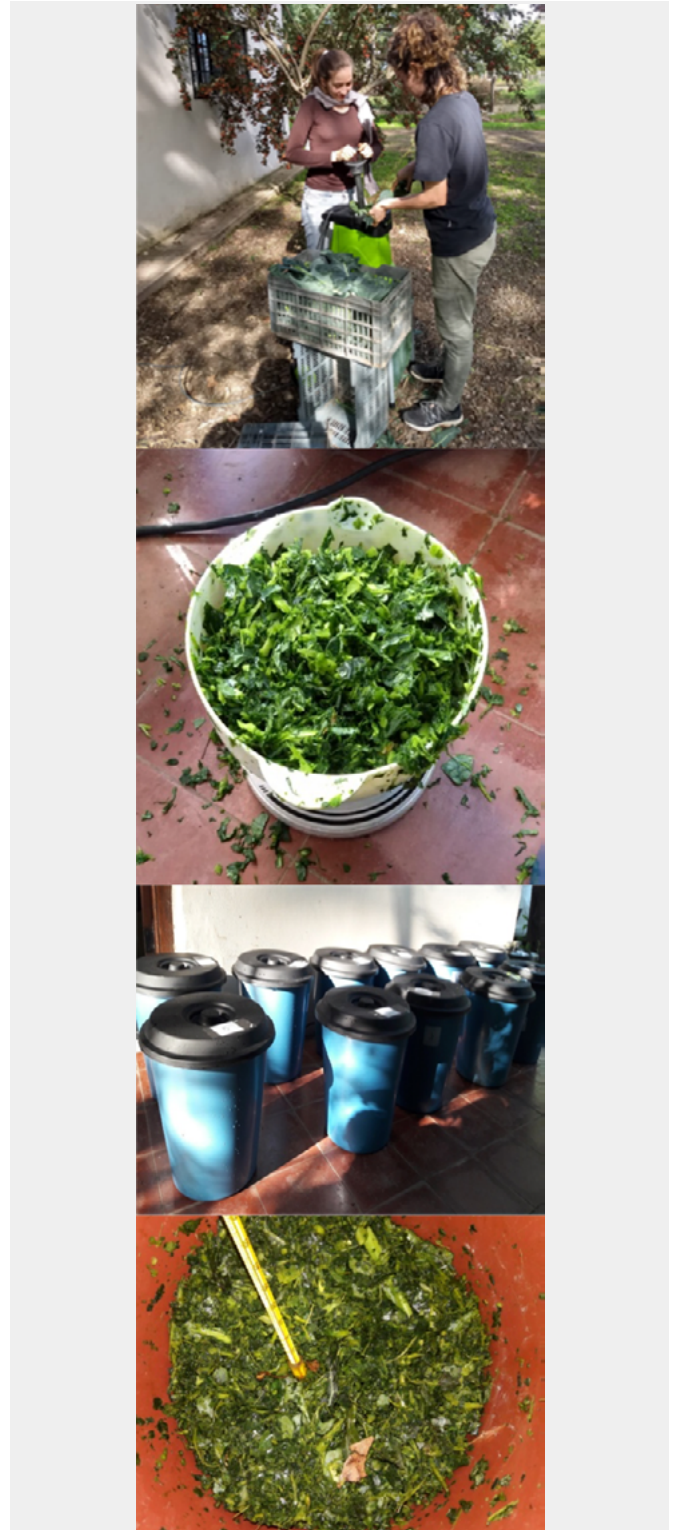
## Metodología

Para las experiencias se utilizaron hojas de brócoli de cultivos implantados en el Centro Operativo Experimental Ángel Gallardo. Éstas, fueron cosechadas, trituradas y fermentadas en batch bajo distintas condiciones: i) Espontanea: 33 % de agua; ii) Láctica: 33% de agua vehiculizando bacterias ácido lácticas comerciales (BEMIX); iii) Enzimática: 33 % de agua vehiculizando celluclastN2 (Novozymes) o celulasa (Sigma) en diferentes concentraciones. Se controló cada 3 h hasta llegar a las 96 h de tratamiento, la evolución de temperatura, pH e isotiocianatos mediante método colorimétrico (460 nm). Para la última evaluación se midió absorbancia en un espectrofotómetro utilizando nitrato férrico en medio ácido como reactivo de color e isotiocianato de sodio como patrón. Las experiencias se llevaron a cabo por triplicado y los resultados fueron analizados mediante t de student y análisis de ANOVA con Statgraphic Plus 5.1.

## Resultados

Del seguimiento y análisis de las fermentaciones se pudo observar que la concentración de isotiocianato producido por fermentación espontanea no fue estadísticamente diferente cuando se modificó la temperatura de fermentación, lo que estaría indicando que no tiene dependencia directa de esta variable, dentro de un rango de 15 a 25 °C. Por este motivo se ha decidido realizar el resto de las fermentaciones a temperatura ambiente de 20 °C.

Al ensayar el mejoramiento del rendimiento de la fermentación asistidas por enzimas no se observaron diferencias estadísticas en la temperatura de proceso, ni pH, a ningún tiempo, pero sí se observó diferencia en el comportamiento de la producción de isotiocianatos en diferentes momentos. La fermentación láctica mostró mayor estabilidad en el proceso fermentativo, pese a que estadísticamente no se observan diferencias en la concentración de isotiocianatos. Así, podemos concluir que de las enzimas ensayadas, celluclastN2 resultó ser la que otorga mejor asistencia a la fermentación y que las bacterias lácticas estabilizan la producción de isotiocianatos en las fermentaciones.

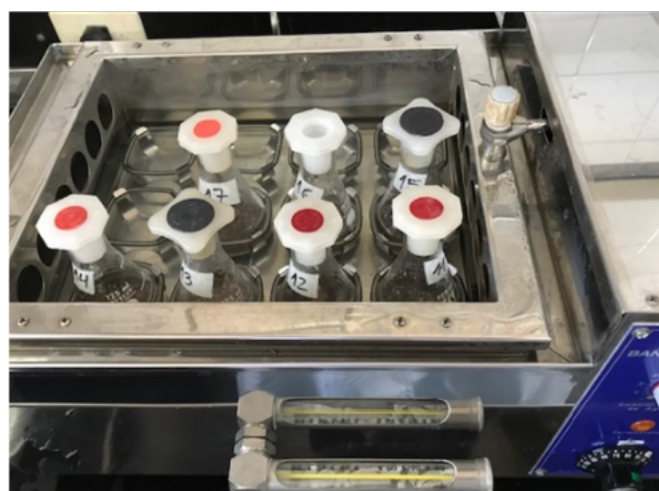


## Perspectivas futuras

Al momento se continúan los ensayos a campo para obtener repeticiones que permitan conclusiones definitivas. El preparado bionemático es de fácil preparación y aplicación, por lo que se prevé que será fácilmente adaptado por los productores de la zona.

# USO DE ULTRASONIDO EN LA PRODUCCIÓN DE HIDROLIZADOS PROTEICOS CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Fernanda Martinez<sup>1</sup>; Vanina Ambrosi<sup>1</sup>; Natalia Szerman<sup>1,2</sup>. Contacto: [martinez.fernanda@inta.gob.ar](mailto:martinez.fernanda@inta.gob.ar)  
<sup>1</sup> INTA; <sup>2</sup> CONICET



## Problemas y oportunidades

Los subproductos obtenidos de la faena bovina corresponden al 66% del peso del animal. Una alternativa de agregado de valor es la hidrólisis de subproductos con alto contenido proteico para obtener péptidos funcionales. En estudios previos se generaron hidrolizados proteicos con capacidad antioxidante a partir de pulmón bovino utilizando enzimas proteolíticas comerciales. El uso de ultrasonido (US) como tratamiento previo mejora la hidrólisis enzimática en distintos sustratos.

**Objetivo:** evaluar el efecto de la aplicación de US como tratamiento previo a la hidrólisis de pulmón bovino con Alcalase® /Flavourzyme® (AF) o papaína en la producción de hidrolizados proteicos con capacidad antioxidante.

## Metodología

El pulmón se procesó con buffer borato a pH 8,2 para la hidrólisis con AF, y a pH 8,0 para papaína (4%p/p de proteínas). El pretratamiento con US se realizó en un baño

(Ultrasonic Cleaner, HU6150D, China) [0 (control), 5 y 15 min]. Luego se realizaron las hidrólisis con AF y con papaína en las condiciones óptimas de proceso: 53,3°C, relación enzima/sustrato 2,3% (p/p) y 59°C, relación enzima/sustrato 3,2% p/p, respectivamente, en baño termostático (Vicking mod. Dubnoff, Argentina). Se tomaron muestras de los hidrolizados a los 30, 60 y 120 min de reacción. La capacidad antioxidante se evaluó por los métodos ABTS y DPPH (IC50) y FRAP (mmoles de Trolox/g). la concentración de proteínas se determinó por el método de Lowry. Para el análisis estadístico se aplicó un diseño factorial de tres factores (tiempo de US, enzima, tiempo de hidrólisis), la unidad experimental fueron los hidrolizados obtenidos de cada tratamiento y para cada uno de los parámetros se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para las comparaciones de medias múltiples ( $p=0,05$ ). El experimento se realizó por duplicado.

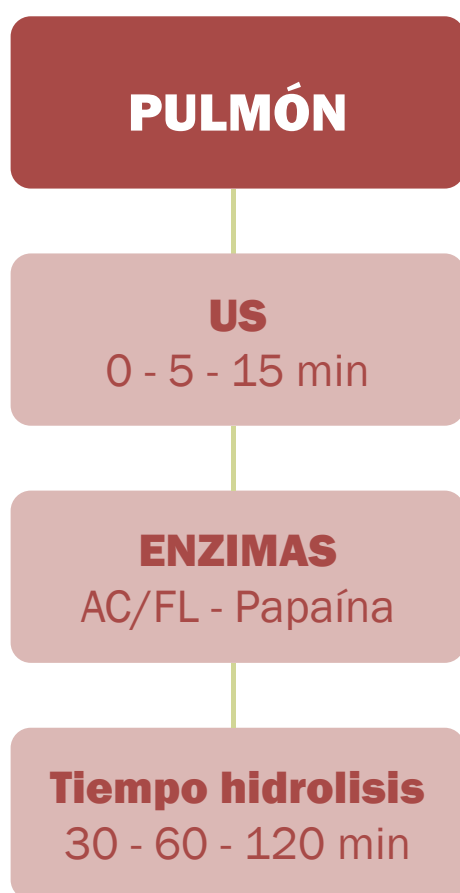


Figura 1. Esquema de elaboración de los hidrolizados proteicos

## Resultados

En la Figura 2 se presentan los valores de capacidad an-

tioxidante de los hidrolizados obtenidos. La aplicación de US, 5 o 15 min, no afectó significativamente ( $p>0,05$ ) la producción de péptidos antioxidantes en comparación al control. En cuanto a las enzimas utilizadas, los hidrolizados obtenidos con AF presentaron capacidad antioxidante (ABTS y DPPH) significativamente mayor ( $p<0,05$ ) que los obtenidos con papaína (Figura 2 a, b, c y d). Sin embargo, para FRAP no se observaron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre ambos procesos de hidrólisis (Figura 2 e y f). Mediante un proceso simple de hidrólisis enzimática de pulmón bovino con enzimas comerciales se obtuvieron péptidos con alta capacidad antioxidante. La aplicación de US como pretratamiento de hidrólisis no tuvo efecto en la generación de hidrolizados antioxidantes.

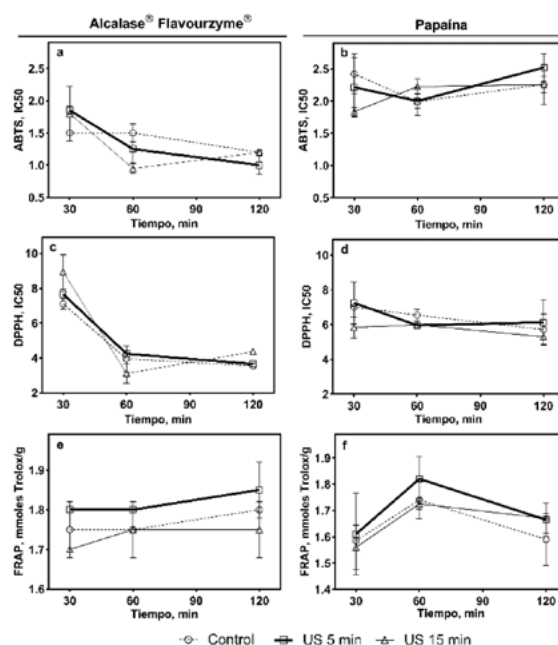


Figura 2. Capacidad antioxidante de los hidrolizados de pulmón bovino, ABTS en a y b, DPPH en c y d, y FRAP en e y f; en la columna izquierda los péptidos obtenidos con AF y en la derecha con papaína.

## Perspectivas futuras

La aplicación de US con otro modelo de baño con mayor potencia y frecuencia podría generar una acción de las enzimas sobre el sustrato, y en la generación de péptidos antioxidantes. La siguiente etapa es la producción a una mayor escala de los hidrolizados antioxidantes, para incorporarlos a una matriz alimentaria con el objetivo de reemplazar o disminuir el uso de aditivos antioxidante.

# PRODUCCIÓN DE BIOPLÁSTICO (PHB) A PARTIR DE PERMEADO DE SUERO

M. Esperanza Mainez; M. Florencia Eberhardt; Roxana Paez IDICAL; INTA; CONICET Contacto: [mainez.maria@inta.gov.ar](mailto:mainez.maria@inta.gov.ar)

## Problemas y oportunidades

El lactosuero es un subproducto de la industria quesera. En los últimos años, se vienen desarrollando numerosas acciones de I+D, transferencia y apoyo económico financiero, tendientes a transformar la visión tradicional del lactosuero como un residuo marginal y contaminante, en la de un producto al cual se le puede incorporar valor. Los polihidroxicanoatos (PHA) son poliésteres producidos por diferentes microorganismos en condiciones limitantes de crecimiento, con propiedades mecánicas y térmicas comparables a las poliolefinas, con las ventajas de ser de origen renovable, biodegradables y biocompatibles. A pesar de las evidentes ventajas de los PHA frente a los plásticos derivados del petróleo, su uso actual está muy limitado debido a su alto costo de producción. Esto podría revertirse en caso de que se mejoren los procesos para su obtención y localizar la producción muy cerca de la fuente de materia prima. Este es el motivo por el cual se plantea el aprovechamiento de permeado de suero para producción de este biopolímero. Objetivo: Optimización de un proceso de producción de PHB a partir de permeado de suero lácteo

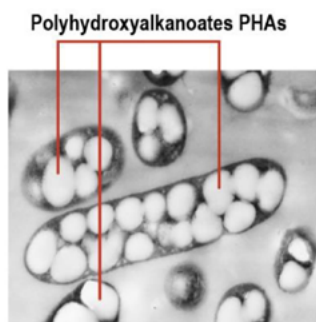


Figura 1. Gránulos de polihidroxicanoatos dentro de la célula. Los microorganismos lo producen en condiciones de estrés, bajo limitación de algún nutriente como fósforo, nitrógeno, oxígeno (<http://www.bio-on.it>).



Figura 2. Permeado de suero líquido esterilizado. El permeado contiene una elevada concentración de sales, el proceso de esterilización favorece su precipitación, el sedimento debe ser separado antes de utilizar el permeado de suero en la fermentación.

## Metodología

Se evaluó la producción de PHB por E coli 6576 PHBIII (promotor constitutivo) en Fed-Batch utilizando diferentes estrategias de alimentación (Exponencial, pH stat, y una combinación de ambas). Se analizaron también diferentes soluciones de alimentación como permeado líquido (170 g/l lactosa) y permeado líquido concentrado hidrolizado (290 g/l). La lactosa se hidrolizó con una lactasa neutra (NOVA) a 45 °C durante 6 h. En todos los casos, el cultivo en Batch (15 h) se llevó a cabo con un medio salino mínimo utilizando permeado de suero como fuente de carbono (20 g/l) a 30 °C pH 7 (NH<sub>4</sub>+OH) 900 rpm, inoculado con un 2% de un inóculo de E coli 6576. El cultivo Fed-Batch-pH stat en donde el permeado de suero (170 g/l lactosa 5,6 g/l MgSO<sub>4</sub>) se adicionó en forma de pulso cuando el pH roza el valor de 7 (depleción de la fuente de carbono), se extendió durante 12 h. El cultivo Fed-Batch- exponencial-pH stat se extendió durante 16 h., con dicha estrategia se plantea una primera etapa en donde E coli crezca a una tasa de crecimiento constante ( $\mu:0,25$ ) y una etapa de producción en donde la fuente de carbono esté en exceso y

aumente la producción del polímero. Para evitar el lavado del cultivo por la baja concentración de lactosa se evaluó además un cultivo Fed-batch combinado utilizando una solución concentrada de permeado de suero con permeado en polvo. Este proceso se mantuvo durante 28 h. Durante el proceso se realizaron pulsos de oxígeno para mantener el pO<sub>2</sub> en 30% y cuando no se observó cambios en la DO el pO<sub>2</sub> se mantuvo en 20% en búsqueda elevar la velocidad de conversión a PHB. En todos los casos se determinó DO, biomasa g/l y la concentración de PHB g/l. El PHB de forma gravimétrica, luego de una etapa ruptura celular con hipoclorito de sodio (20% Cl activo, agitación 250 rpm, 37 °C durante 30 min) y posteriores lavados con acetona y etanol, el precipitado blanco se secó a 50 °C hasta peso constante.



Figura 3. Cultivo Fed-Batch de *E. coli* 6576 en biorreactores de 5 L (Biostat A plus, Sartorius).

## Resultados

Se logró aumentar el porcentaje de acumulación de PHB de 26% de la biomasa a 39% al utilizar la estrategia combinada (exponencial para la etapa de crecimiento seguida de una alimentación tipo pH stat sumado a una limitación de oxígeno, pO<sub>2</sub> 20%, para la etapa de producción). Los resultados se muestran en la tabla 1. Con el objetivo de extender la etapa de alimentación la lactosa del permeado de suero se hidrolizó, alcanzando porcentajes de hidrólisis del 97 %, y se concentró con permeado en polvo logrando valores de 290 g/l. Se alcanzó porcentajes de conversión del 50 % pero no se logró mejorar la concentración de biomasa, la cual fue similar a las obtenidas con las estrategias

anteriores 28 g/l. La baja concentración de biomasa obtenida puede explicarse por la construcción del plásmido, los genes de las enzimas productoras de PHB están bajo el control de un promotor constitutivo, por lo que es imposible regular la etapa de crecimiento.



Figura 4. Cultivo de *E. coli* 6576 productora PHB. Este cultivo es luego centrifugado y la biomasa es tratada hasta obtener el biopolímero

	pH STAT	Exp+pH stat (170 g/l lactosa)	Exp+pH stat (290 g/l lactosa)
DO	37	67	70
Biomasa (g/l)	18,1	26,8	28,7
PHB (g/l)	4,6	10,4	14,3
% Acumulación	26	39	52
Consumo lactosa (g/l)	329	332	445
Tiempo alm. (h)	12	18	28



Figura 5. PHB obtenido de un cultivo de *E. coli*, utilizando la técnica de digestión con hipoclorito de sodio y lavados con acetona y etanol.



Figura 6. PHB peletizado comercial (Go!PHA)

<https://www.gopha.org/gopha>

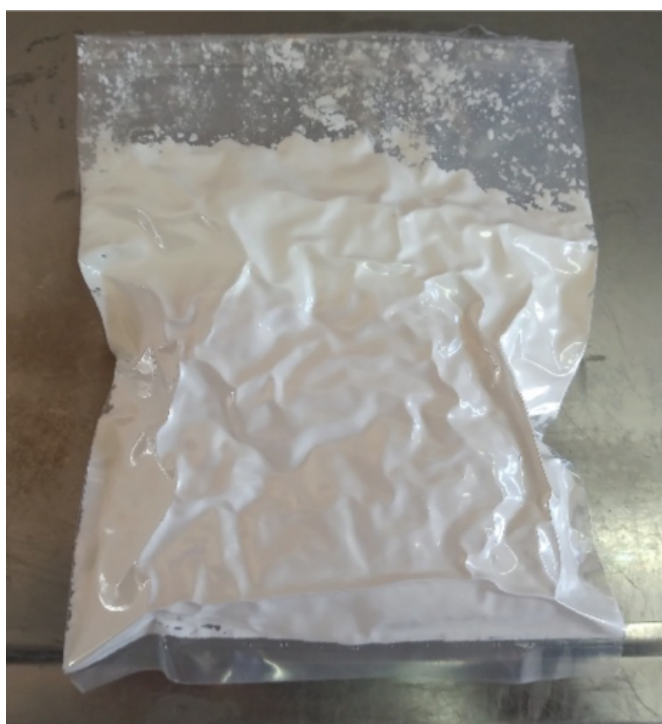
## Perspectivas futuras

Se evaluará el crecimiento y la producción de PHB en *E. coli* 6576 transformada con un plásmido con los genes de las enzimas necesarias para la producción de PHB pero bajo el control de un promotor inducible por arabinosa en un medio base permeado hidrolizado. Se espera que estas modificaciones permitan mejorar los valores de biomasa.

# OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MICROENCAPSULACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE BACTERIAS LÁCTICAS EMPLEADAS EN FORRAJES CONSERVADOS

Jesica Blajman. Contacto: [blajman.jesica@inta.gob.ar](mailto:blajman.jesica@inta.gob.ar)

Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (IDICAL); Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (INTA - CONICET).



## Metodología

La deshidratación de tres cepas de bacterias ácido lácticas (BAL) nativas se llevó a cabo en un mini-secadero spray BUCHI (modelo B290, Flawil, Suiza), empleando maltodextrina y concentrado de proteína de suero al 35% (WPC 35) como agentes encapsulantes. Las variables de salida consideradas fueron la humedad, solubilidad del polvo, sobrevivencia de las BAL y rendimiento del secado.

Posteriormente, se estableció la capacidad in vivo de las tres BAL en formato tecnológico secado spray para mejorar los parámetros que caracterizan la calidad fermentativa y nutricional de silos de alfalfa y silos de avena consociada con vicia. Estos análisis se complementaron con la determinación de ácido láctico y ácidos grasos volátiles por métodos de cromatografía líquida, determinación de BAL totales, hongos y levaduras (UFC/g) por la técnica de recuento en placa con medios selectivos. Se midió también la estabilidad aeróbica de los silos y la concentración de micotoxinas mediante ELISA.

## Problemas y oportunidades

El empleo de inoculantes para silos en Argentina muestra un crecimiento sostenido y parece no detenerse. Sin embargo, prácticamente todos los productos disponibles en el mercado provienen del exterior. Si bien el estudio de inoculantes para forrajes conservados ha sido abordado con anterioridad, hay aspectos que le dan singularidad y trascendencia a la propuesta, como ser la utilización de cepas autóctonas y la aplicación del secado spray como tecnología de deshidratación.



## Resultados

En las condiciones empleadas, todas las cepas mostraron tasas de supervivencia satisfactorias al proceso de microencapsulación: el recuento de la suspensión celular antes del secado por aspersión fue de 9,56 log<sub>10</sub> ufc/ml, mientras que el recuento después del proceso de deshidratación en el polvo reconstituido fue de 9,16 log<sub>10</sub> ufc/ml. El rendimiento y la humedad residual fueron satisfactorios, y los polvos se solubilizaron fácilmente. En concreto, el polvo obtenido presentó una humedad residual del 4% (p/v) y una solubilidad del 90,4%. Asimismo, el rendimiento de secado fue del 78,6 %.

En silos de alfalfa y silos de avena consociada con vicia los ensayos in vivo arrojaron resultados promisorios. La inoculación aumentó el contenido de materia seca y ácido láctico, mientras que redujo el pH y la concentración de ácido acético, etanol y nitrógeno amoniacal. En cuanto a las BAL totales, microorganismos benéficos, la suplementación incrementó su población. Además, disminuyó los recuentos de hongos y levaduras. De esta manera, los resultados sugieren que los efectos positivos en los silos tratados podrían ser consecuencia de la acción del inoculante nativo.

## Perspectivas futuras

Si bien en esta primera instancia se trabajó con alfalfa y avena consociada con vicia, luego el campo de acción se ampliará a otros cultivos de importancia productiva. Además, las investigaciones realizadas a posteriori, podrán partir de los resultados ya obtenidos y, por consiguiente, avanzar desde lo establecido.

Considerando que el ensilaje representa del 40 % al 60 % de la ración de vacas lecheras, un inoculante nacional, competitivo desde el punto de vista del costo y de la funcionalidad, podría ser bienvenido por el productor agropecuario, y optimizar las condiciones sanitarias y de producción de las explotaciones regionales.

# OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION DE $\beta$ GALACTOSIDASA PARA TRATAMIENTO DE LACTOSUERO

Eberhardt Ma. Florencia<sup>1</sup>; Amadio Ariel<sup>1</sup>; Irazoqui José Matías<sup>1</sup>; Ma. Esperanza Mainez<sup>1</sup>

Contacto: [eberhardt.maria@inta.gob.ar](mailto:eberhardt.maria@inta.gob.ar)

<sup>1</sup> Instituto de investigación de la cadena láctea (IDICAL, INTA-CONICET)



Figura 1. Biorreactor Sartotius de 5L.

## Problemas y oportunidades

El lactosuero es la fracción de la leche que no precipita en el proceso de elaboración de quesos y representa el 90% del volumen total de leche que ingresa a elaboración (Figura 2). Si bien se han ensayado varias posibilidades para la utilización del lactosuero, la mitad de la producción mundial aún no se trata ni se aprovecha. Esto genera, el desaprovechamiento de una materia prima que contiene alrededor del 50% de los nutrientes de la leche original, y la acumulación de un efluente altamente contaminante debido a la elevada carga orgánica que presenta. Esta problemática se plantea localmente, ya que Santa Fe es la principal provincia lechera del país, tanto por su volumen de producción como por la importancia que tradicionalmente tuvo la actividad en el desarrollo de algunas ciudades.

Objetivo: El presente proyecto se enmarca dentro de la búsqueda y utilización de herramientas biotecnológicas para generar alternativas tecnológicas para procesar componentes del lactosuero: la lactosa. Se propone trabajar con enzimas  $\beta$ -galactosidasas, tanto para la hidrólisis o la generación de galactooligosacáridos (GOS) a partir de lactosa de lactosuero. Se propone:

- Optimizar los sistemas de producción a nivel de expresión, producción y purificación.
- Desarrollar los procesos de fermentación de alta densidad de células a fin de producir las enzimas seleccionadas a un bajo costo.

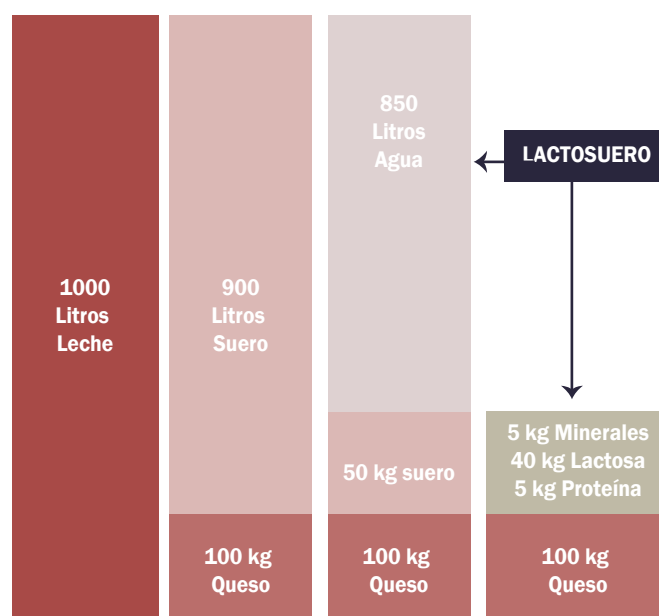


Figura 2. Composición del lactosuero

## Metodología

Se realizó un estudio de bioprospección de genes: los genes predichos, se compararon con las bases de datos específi-



cas, en este caso: CAZy (Figura 3). Los genes codificantes para las  $\beta$ -gal seleccionadas se amplificaron por PCR a partir del ADN metagenómico extraído de las lagunas de tratamiento de lactosuero previamente secuenciadas. Para la expresión de las enzimas se utilizó vector pET28 y se transformarán células de *E. coli* BL21. Los clones resultantes se cultivaron en medio LB y se indujeron con IPTG (Figura 4). La purificación se llevó a cabo mediante cromatografía de afinidad. La pureza de las proteínas obtenidas se analizó en SDS-PAGE y la concentración de cada proteína purificada fue determinada a 280nm. La actividad enzimática se medió utilizando el método descrito por Miller utilizando un compuesto sintético (ONPG). El crecimiento en biorreactor se llevó a cabo en un Sartorius de 5L (Figura 1), con 4L iniciales de medio mínimo M9. El mismo fue inoculado con 0.2L de cultivo ON en medio LB. La fuente de carbono utilizada fue glucosa, y el inductor IPTG. La temperatura se mantuvo a 37 °C, la agitación a 1200 rpm y el pH en 7 con el agregado de NH<sub>4</sub>OH 28%. La concentración de oxígeno disuelto se mantuvo por arriba de 30% sólo con aire comprimido. La alimentación se comenzó cuando la fuente de carbono inicial agotó, y se sostuvo en forma exponencial.



Figura 3. Metagenómica y Bioprospección de enzimas en base a homología de secuencias.

## Resultados

Se seleccionaron los hits correspondientes a familias con actividad de  $\beta$ -galactosidasas (GH1, GH2, GH35 y GH42), utilizando como umbrales el 70% de identidad y el 70% de cobertura de secuencia. Se encontraron 379 genes candidatos para las familias GH1, GH2 y GH42. Todas las secuencias identificadas correspondieron a bacterias. Los candidatos por familia difieren significativamente: GH2 es el más representado con 183 candidatos, mientras que GH1 tiene 142, y GH42 tiene 54. Se seleccionaron 12 candidatos.

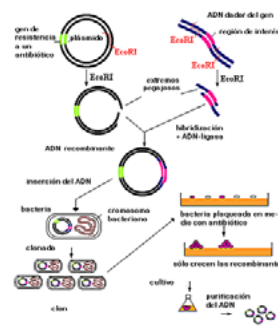
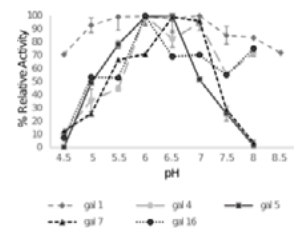
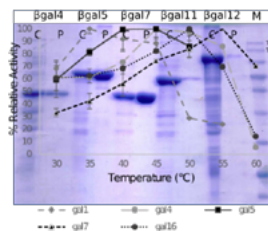


Figura 4. Clonado y expresión de enzimas recombinantes en *E. coli*

Fig 5: SDS-PAGE de las  $\beta$ -gal seleccionadas

Fig 6: Determinación de temperatura (a) y pH óptimas (b) de las  $\beta$ -gal



Los genes candidatos se amplificaron y clonaron en vectores de expresión inducibles. Se expresaron eficientemente cinco  $\beta$ -galactosidasas (Figura 5). Los clones permitieron que *E. coli* DH5 $\alpha$  usara lactosa como única fuente de carbono e hidrolice X-gal en placas de agar. Las enzimas purificadas por afinidad escindieron el sustrato ONPG a pH fisiológico (5-7) con temperaturas óptimas entre 30 y 37 °C (Figura 6).

La enzima  $\beta$ -gal5 presentó los mayores niveles de actividad tanto con el sustrato cromogénico (ONPG) como con lactosa. De esta manera la producción de la misma fue escalada exitosamente hasta 4L en un biorreactor, llevando a cabo un lote alimentado. En 20 hs de cultivo se alcanzó una DO600nm =40 y un título de 1.5g/L de proteína. El cultivo se finalizó porque la oxigenación con aire ya no era suficiente.

En conclusión, identificamos, caracterizamos y cultivamos en biorreactor con éxito un nuevo grupo de  $\beta$ -galactosidasas mesófilas de metagenomas de lagunas de tratamiento de lactosuero capaces de degradar lactosa.

## Perspectivas futuras

La próxima propuesta es evaluar la actividad transgalactosidasa frente a la hidrolasa, aumentar su estabilidad térmica mediante una estrategia de diseño de colecciones de mutantes específicas y el análisis de su actividad. Finalmente, sobre las mejores candidatas se buscará maximizar la productividad en sistemas de altas densidades celulares y poner a punto el escalado de la producción.

# CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE BIOLES PRODUCIDOS A PARTIR DE ESTIÉRCOL BOVINO

Torres, N.; Orosco, S.; Sanchez, V.; Del Castillo, L; Lunad, J.; Moneta, D. **Contacto:** [torres.nancy@inta.gob.ar](mailto:torres.nancy@inta.gob.ar)  
Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (IDICAL); Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (INTA - CONICET).



los estudios microbiológicos una vez concluido el proceso de fermentación, asimismo evaluar las propiedades físico-químicas para valorar el aporte nutricional al cultivo.

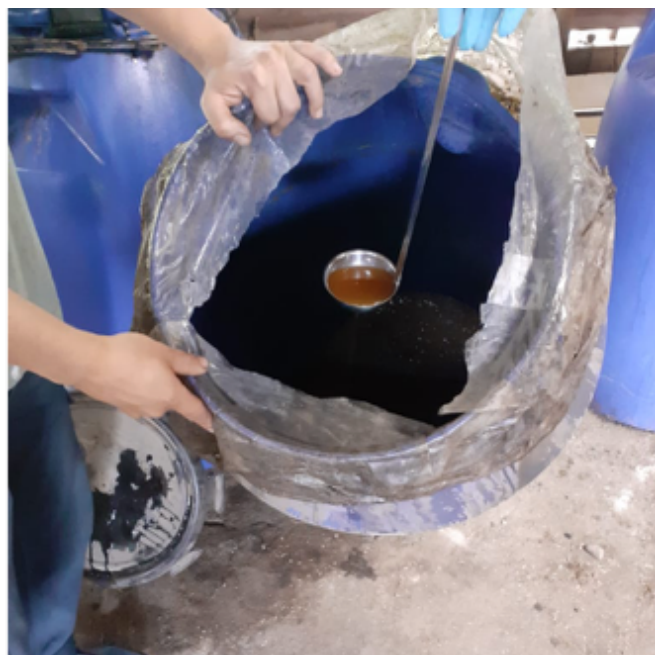
## Metodología

Se tomaron muestras de bioles elaborados por diferentes productores a partir de recetas tradicionales que incluyen estiércol fresco de vaca, leche cruda, melaza, cenizas vegetales, levadura fresca y agua de lluvia. Sobre los mismos se evaluaron parámetros físico-químicos (Conductividad, pH, nitrógeno total y potasio) y microbiológicos: recuentos de aerobios totales (RAM), bacterias lácticas (BAL), hongos y levaduras (HyL) y coliformes a 30°C y 45°C. Entre los microorganismos patógenos se analizaron: *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* y *Listeria Monocytogenes*.

## Problemas y oportunidades

El uso de agroquímicos en las producciones de hortalizas y frutilla conlleva el riesgo de exponer a los consumidores a sustancias nocivas a través de los residuos que quedan tras la producción del cultivo.

El uso de bioinsumos es una alternativa para el manejo tradicional de los cultivos que permite obtener productos ambientalmente sustentables y más seguros para la salud. Entre estos, particularmente a los bioles (biofermentados líquidos), se les atribuye múltiples beneficios como los de nutrición, recuperación y reactivación de la vida del suelo. La utilización de estiércol en su formulación introduce la posibilidad de la presencia de microorganismos de riesgo para la salud, por esta razón, es necesario profundizar en





importante destacar que el  $\text{pH} < 5$ , inhibe microorganismos coliformes y patógenos por lo que este parámetro en los bioles pudo haber aportado al control de microorganismos contaminantes.

Se comparó los resultados microbiológicos obtenidos con valores límites establecidos en la normativa para compost (2019) y se encuentra que para todos los casos estudiados los bioles cumplirían con dicha normativa.

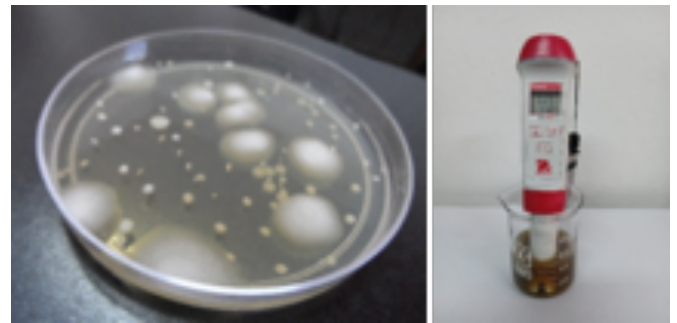


Tabla 1. Características fisicoquímicas de los bioles

	pH	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	NT (%g N/100g)	P (ppm)
Biol 1	5,3	16,75	0,06	s/d
Biol 2	5,6	40,10	0,16	s/d
Biol 3	4,7	7,41	0,05	1704
Biol 4	4,4	10,55	0,03	1625

## Resultados

De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla 1, los bioles analizados fueron ácidos. En general, los valores de pH en bioles son muy variables (3,5-8,0), el análisis de este parámetro mucho depende del suelo y tipo de cultivo al cual se aplicará el biol.

La heterogeneidad obtenida en los datos de conductividad eléctrica (CE) se debe a las diferentes formulaciones utilizadas. Tener en cuenta una adecuada dilución de los biofermentos al momento de ser usados en los cultivos sería necesario a fin de neutralizar los efectos nocivos por salinidad. Los valores de nitrógeno y potasio se encuentran dentro del rango de los obtenidos en bioles con formulaciones similares.

Los valores de RAM, BAL y HyL (Tabla 2) fueron variables, factores como el pH, CE, la  $T^\circ$  durante el proceso, influyen en la dinámica de estas poblaciones. Las poblaciones de coliformes y *E. coli* dieron  $< 3 \text{ NMP} \cdot \text{mL}^{-1}$ , lo cual se interpreta como ausencia de estos microorganismos en la muestra. Asimismo, no se detectaron microorganismos patógenos, lo cual demuestra un producto desde el punto de vista de la inocuidad microbiológica de calidad apropiada. Es

Tabla 2. Características microbiológicas de los bioles

	Rto RAM (ufc/mL)	Rto BAL (ufc/mL)	HyL (ufc/mL)
Biol 1	$1,2 \times 10^7$	$3,0 \times 10^4$	$1,9 \times 10^5$
Biol 2	$8,2 \times 10^5$	$2,5 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$
Biol 3	$3,0 \times 10^4$	$< 1 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$
Biol 4	$3,0 \times 10^4$	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$



## Perspectivas futuras

Se estudiará la dinámica fisicoquímica y microbiológica de bioles durante su producción con la finalidad de evaluar los procesos microbianos y bioquímicos que se suceden y en base a esto poder formular bioles que se adecuen a las necesidades del cultivo.

# DESHIDRATACIÓN DE BAGAZO PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA DE JUGOS COMO POTENCIAL INGREDIENTE FUNCIONAL

Gabriela Fasciglione<sup>1</sup>; Gabriela Goñi<sup>1</sup>; Sofía Bibbó<sup>1</sup>; Cecilia Baeza<sup>1</sup>; Alejandra Yommi<sup>2</sup>

Contacto: [fasciglione.gabriela@inta.gob.ar](mailto:fasciglione.gabriela@inta.gob.ar)

<sup>1</sup>.Universidad Nacional de Mar del Plata; <sup>2</sup> INTA EEA Balcarce

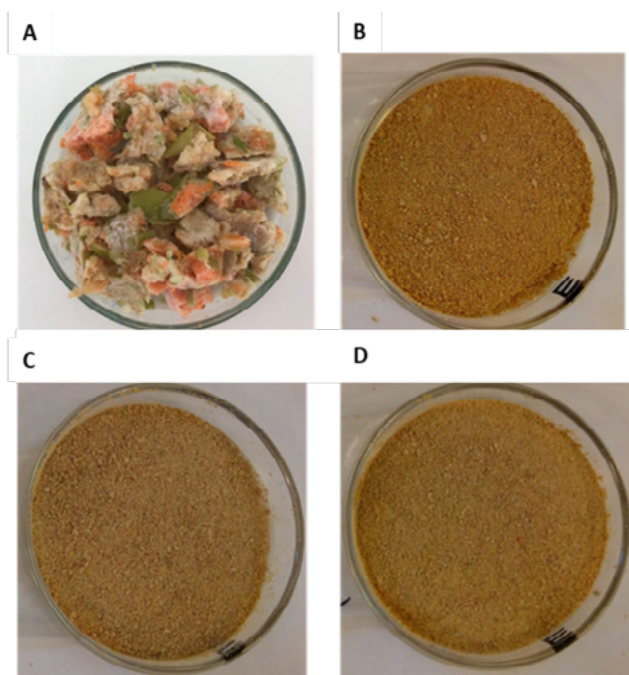


Figura 1. Bagazo Sunset: Fresco (A) y Polvo deshidratado a 50°C (B), 60°C (C) y 70°C (D)

## Problemas y oportunidades

Los subproductos generados en la industrialización de frutas y hortalizas (FyH) pueden contener compuestos con un importante valor nutricional, los cuales podrían emplearse como ingredientes funcionales para la formulación de alimentos. El objetivo de esta investigación fue aplicar la deshidratación convectiva como una tecnología de preservación del bagazo, en el que se evaluó la capacidad antioxidante y compuestos de interés nutricional, para su potencial uso en la producción de un alimento funcional.

## Metodología

Tres lotes de diferentes fechas de producción (23/09, 6/12 y 11/11 del 2021) del bagazo del jugo Sunset (manzana verde y zanahoria) de la empresa Sonder Leben (Mar del Plata, Argentina), se deshidrataron a 50, 60 y 70°C, en un secadero convectivo (1,0-3,0 m/s), hasta peso constante. Se modeló la cinética de secado y se determinaron los siguientes índices nutricionales: fenoles totales, capacidad antioxidante total (DPPH, FRAP y ABTS), ácido ascórbico; además se midió la actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) y el color.

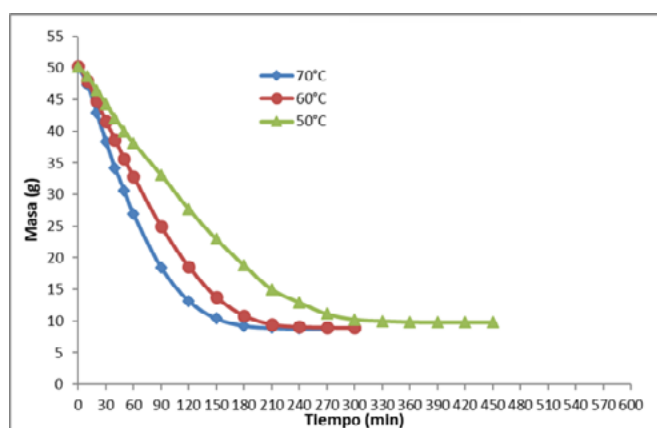


Figura 1. Bagazo Sunset: Fresco (A) y Polvo deshidratado a 50°C (B), 60°C (C) y 70°C (D)

## Resultados

El modelo matemático de Weibull ajustó en forma satisfactoria los datos experimentales de las curvas de secado ( $R^2 \geq 0.99$ ) y a partir del análisis del parámetro de forma  $\beta$ , se infiere que la velocidad de transferencia de masa al inicio del proceso de secado fue mayor a 60°C que a 50°C y a 70°C (Figuras 2 y 3 A, B y C). El parámetro de escala

$\alpha$  presentó valores entre 0.0019 y 0.00403. En cuanto al contenido de fenoles y capacidad antioxidante se encontró que los valores disminuyeron con el tratamiento térmico (Figura 4 A, B, C y D), sin diferencias significativas entre las tres temperaturas aplicadas. Además, se logró verificar la efectividad de los tratamientos térmicos en la inhibición de la actividad de la enzima PPO. El tratamiento térmico afectó el contenido de ácido ascórbico y el color, con diferencias significativas entre el bagazo fresco y los deshidratados para todos los parámetros evaluados ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , C, IC y  $\Delta E$ ).

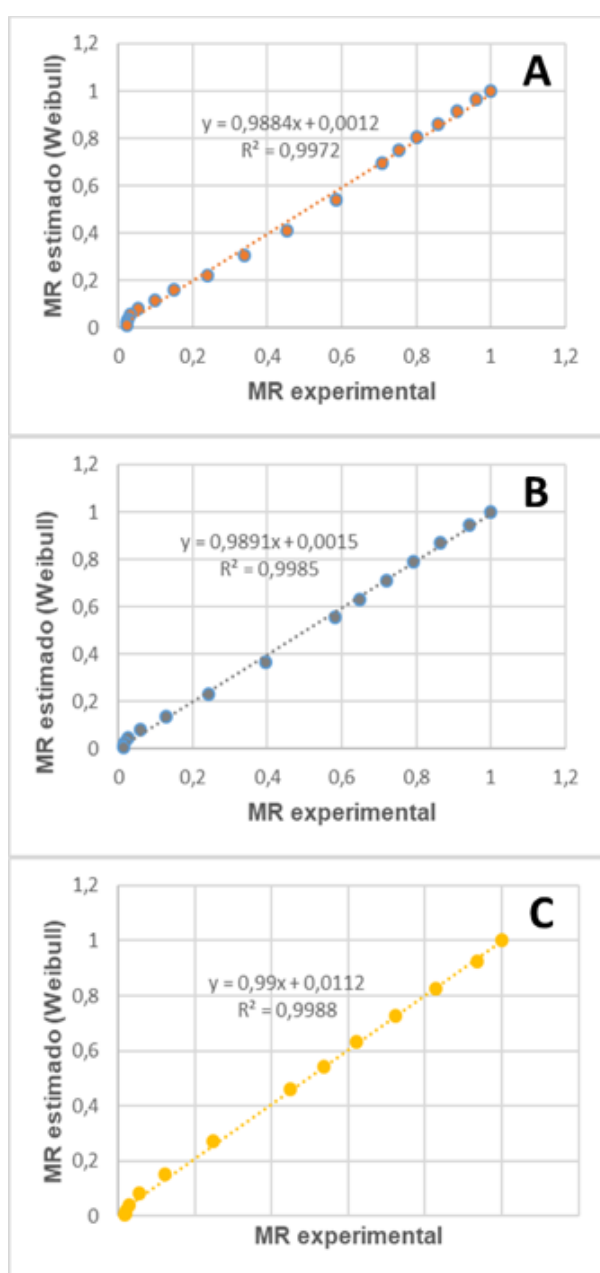


Figura 3: Relación de humedad (MR) experimental y simulada por Weibull para el bagazo Sunset deshidratado a 50°C (A), 6°C (B) y 70°C (C).

Se puede concluir que el tratamiento térmico afectó el contenido de fenoles, antioxidantes, ácido ascórbico, actividad de la enzima PPO y el color. Por lo tanto, es importante determinar la temperatura, tiempo y velocidad, entre otros parámetros, para optimizar el proceso de deshidratación. Se resalta que se identificó la existencia de compuestos polifenólicos aún luego del tratamiento térmico. Se recomienda la temperatura de 70°C debido a que el deshidratado se logra en menor tiempo, por lo tanto, requiere menor gasto energético y además entre las tres temperaturas aplicadas (50, 60 y 70°C) no hubo diferencias significativas en lo que respecta al contenido de fenoles totales, capacidad antioxidante, ácido ascórbico, actividad de la enzima PPO y color.

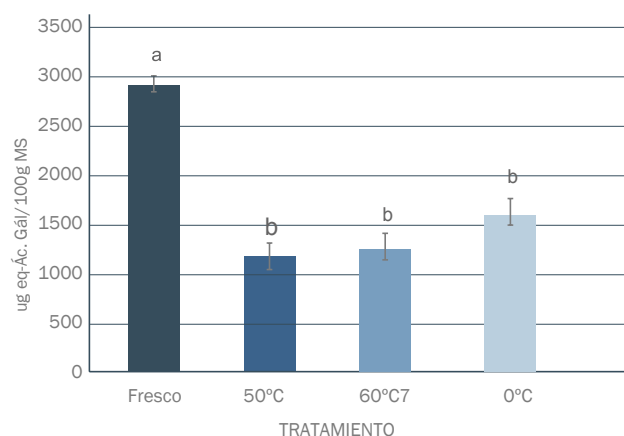


Figura 4. Contenido de fenoles totales ( $\mu\text{g}$  Ác. Gál/100 g materia seca) (A) y de capacidad antioxidante por el método DPPH (B), FRAP (C) y ABTS (D) del bagazo fresco y los deshidratados (50, 60 y 70 °C). Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos según Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

## Perspectivas futuras

Se proponen extracciones ecológicas utilizando solventes acuosos para la recuperación de compuestos bioactivos fenólicos, promotores de la salud, que presentan gran factibilidad y transferibilidad a la industria alimentaria para productos de valor agregado.

# CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE FENOLES EN RESIDUOS SÓLIDOS DE LA INDUSTRIA DEL JUGO DE NARANJA

Graciela Corbino<sup>1</sup>; Edgardo Edgardo<sup>2</sup>; Nora Aimaretti<sup>3</sup> Contacto: [corbino.graciela@inta.gob.ar](mailto:corbino.graciela@inta.gob.ar)

<sup>1</sup> INTA EEA San Pedro; <sup>2</sup> INTA Agencia de Extensión Rural Monte Caseros; <sup>3</sup> INTA Centro Operativo Experimental Ángel Gallardo



## Problemas y oportunidades

El aprovechamiento de subproductos de la agroindustria para obtener compuestos de alto valor agregado (compuestos bioactivos y aditivos) y utilizarlos en la formulación de alimentos y raciones que contribuirá al uso más eficiente de los recursos y a la reducción de la contaminación ambiental.

Los cítricos contienen azúcares, ácidos, fibras, pectinas, pigmentos, aceites esenciales y compuestos fenólicos. El principal destino es el consumo en fresco, y un porcentaje se industrializa como jugo. Este procesamiento de los cítricos genera residuos equivalentes al 50 % de su peso. Existe preocupación de la industria por el manejo sustentable del descarte sólido, debido al impacto negativo que esto genera sobre el medioambiente. La reutilización permitiría

no solo reducir la contaminación sino también aprovechar partes del fruto ricos en compuestos bioactivos e innovar generando productos con agregado de valor. Monte Caseros por superficie y nivel tecnológico se considera una de las zonas de mayor importancia citrícola de Corrientes. Destina un 12% de la fruta producida a la industria.

## Metodología

Con el fin de evaluar la presencia de bioactivos antioxidantes en el residuo sólido, en 2020 se tomaron muestras de 3 filtros de una planta procesadora de naranja (Valencia



Late), ubicada en Colonia San Francisco. La mezcla de flavedo, albedo, semillas y pulpa, se mantuvo a  $-20^{\circ}\text{C}$ , liofilizaron y analizaron en el 2021 por espectrofotometría. Se determinó capacidad antioxidante CA (Método del DPPH, Brand Willians et al, 1995), fenoles totales CFT (Folin Ciocalteu, Singleton et al, 1999) y aceites esenciales. Se analizaron los extractos etanólicos de cada filtro. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de Trolox (ET) /g y mg equivalentes de ácido gálico (EAG) /g por peso seco. El aceite esencial (AE) del sólido (500 g PF) se obtuvo por hidrodestilación. Se analizaron datos de 5 repeticiones mediante ANOVA y test de Tuckey.

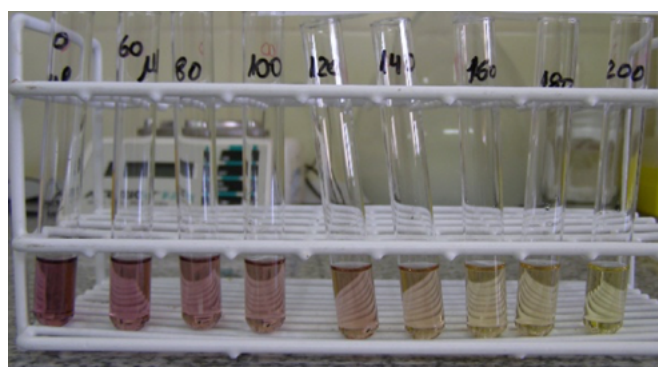


## Resultados

Se observaron diferencias significativas en la CA de los residuos sólidos de los 3 filtros analizados. Los filtros 1 y 2 presentaron los de mayores valores, 1,05 y 0,91 mg ET/g PS respectivamente, aunque no difirieron en el CFT (0.89-0,94 mg EAG/g PS). En el filtro 3 ambos parámetros se redujeron en un 40-50%. El rendimiento de aceite fue de 0,08 %. Los valores obtenidos de CA y CFT indican una pérdida de bioactivos a través del proceso. El bajo contenido de AE del residuo puede deberse a que la empresa realiza una extracción previa a la molienda, al porcentaje de cáscara en el residuo y al tiempo de almacenamiento

de las muestras.

Trabajo presentado en el III Congreso Argentino de Biología y Tecnología Postcosecha. CABTP. 26-30 de julio 2021. On-line. Organizado por UNL. III Congreso Argentino de Biología y Tecnología Postcosecha ha sido registrada en el Sistema ISBN Argentino con el número:ISBN: 978-987-88-1963-1



## Perspectivas futuras

Se analiza continuar con la línea, aunque tenemos problemas de logística para el análisis de las muestras, que desde Corrientes deben llegar a San Pedro, en condiciones adecuadas.

# MICROENCAPSULACIÓN POR SECADO SPRAY DEL EXTRACTO FENÓLICO DEL RESIDUO DE LA VINIFICACIÓN DE UVAS TINTAS PARA LA OBTENCIÓN DE UN INGREDIENTE ALIMENTICIO BIOACTIVO

Mariana Lingua Contacto: [lingua.mariana@inta.gob.ar](mailto:lingua.mariana@inta.gob.ar)

Instituto de Investigación de la Cadena Láctea, IDICAL- INTA Rafaela/CONICET



## Problemas y oportunidades

El procesado de las frutas genera un alto porcentaje de residuos sin valor comercial, representando un problema económico y ambiental para las industrias. Sin embargo, dichos residuos son fuente rica de compuestos fenólicos bioactivos capaces de reducir el estrés oxidativo en las células disminuyendo así el riesgo de enfermedades como cáncer, diabetes, obesidad, problemas cardiovasculares y neurodegenerativos. Por sus características moleculares, los polifenoles son muy sensibles y fácilmente degradables frente a agentes oxidantes, luz y calor. La microencapsulación por secado spray es una metodología efectiva para conferirles estabilidad, de manera de asegurar su efectividad biológica en los alimentos. El orujo de uvas tintas, residuo agroindustrial generado durante la elaboración del vino, es una fuente rica, inocua, sustentable y económica de dichos antioxidantes naturales, al mismo tiempo que su utilización supone una reducción del impacto ambiental

que este residuo pudiera generar. La línea de investigación propone la reutilización de este abundante subproducto generado por la industria vitivinícola argentina, para el desarrollo de un ingrediente alimenticio funcional a base de polifenoles estables.

## Metodología

Se optimizó la microencapsulación por secado spray del extracto fenólico del orujo de uvas tintas evaluando 5 agentes encapsulantes (maltodextrina (MD) y MD en diferentes combinaciones con leche en polvo descremada (LPD), concentrado de proteínas del suero 80 y almidón) en 2 concentraciones diferentes. El agente encapsulante óptimo se determinó mediante la función de deseabilidad estudiando los cambios en el contenido fenólico a tiempo cero y durante 120 días a 25 y 5 °C, así como el rendimiento de producción y las características físicas (solubilidad y humedad) del polvo. Se evaluó la capacidad antioxidante por FRAP y ABTS para el encapsulante óptimo a tiempo cero y durante el almacenamiento





## Resultados

El contenido de polifenoles disminuyó durante el almacenamiento para las 10 combinaciones de agentes encapsulantes evaluados. La menor pérdida de polifenoles a 4 °C se logró empleando MD:LPD al 30%, mientras que a 25 °C la matriz que mejor protegió a los polifenoles fue MD al 20%. El rendimiento en la producción incrementó con la concentración de agente encapsulante. Las humedades no mostraron diferencias significativas, mientras que la solubilidad fue menor para los polvos que presentaron almidón en su agente encapsulante. Considerando todas las variables estudiadas, la función de deseabilidad destacó a MD:LPD al 30% como el mejor agente para encapsular los polifenoles del orujo de uvas. La capacidad antioxidante de dicho polvo disminuyó durante el periodo de tiempo estudiado entre un 14 y 34%, siendo el almacenamiento a 25 °C el que demostró la menor pérdida de bioactividad. Los resultados demuestran que es posible obtener un polvo enriquecido en polifenoles del residuo de la vinificación estabilizados por secado spray, con adecuadas características antioxidantes y físicas para su potencial uso como ingrediente bioactivo en la industria alimenticia.



---

## Perspectivas futuras

Evaluar la estabilidad conferida a las características antioxidantes del ingrediente funcional debido a la microencapsulación, así como también indagar en la estabilidad, características antioxidantes y bioaccesibilidad de dicho ingrediente funcional mediante un modelo de digestión gastrointestinal.

# ANTIOXIDANTES NATURALES DE SUBPRODUCTOS OLIVICOLAS

M Rodríguez<sup>1</sup>; V Cornejo<sup>1</sup>; L. Bueno<sup>1</sup>; M Gimenez<sup>2</sup>; C Deiana<sup>2</sup>; G Rodríguez Gutiérrez<sup>3</sup>; P Monetta<sup>1</sup>.

Contacto: [monetta.pablo@inta.gob.ar](mailto:monetta.pablo@inta.gob.ar)

<sup>1</sup> INTA EEA San Juan (Argentina); <sup>2</sup> IIQ- FI- UNSJ (Argentina); <sup>3</sup> IG- CSIC (España)



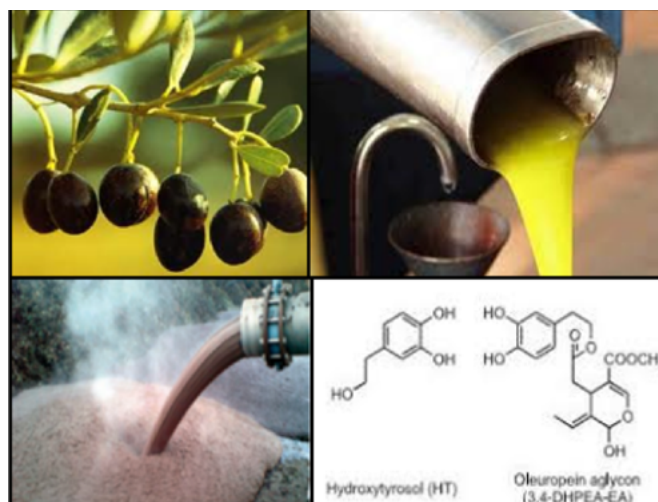
## Problemas y oportunidades

Durante el proceso de extracción de aceite de oliva se genera un subproducto semisólido denominado alperujo (AL). Por cada 1.000kg de aceituna, se obtienen 800kg de AL. Considerando que el 98% del total de los compuestos fenólicos presentes en el fruto quedan retenidos en el AL, su recuperación representa una alternativa para valorizar este subproducto. Los compuestos fenólicos del AL incluyen un variado grupo de fenoles, entre los cuales el hidroxitirosol (HT, 3,4-dihidroxifeniletanol) se destaca por su elevada actividad biológica, siendo considerado uno de los antioxidantes naturales más potentes reportados. Si bien se han descrito distintas tecnologías para recuperar HT a partir de subproductos olivícolas, la mayoría requieren altos costos de inversión o bien utilizan solventes orgánicos.

Objetivo. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un procedimiento industrial para recuperar compuestos fenólicos (con alta proporción de HT) a partir de alperujo, de forma amigable con el medioambiente y utilizando mayoritariamente la infraestructura existente en una industria olivícola estándar.

## Metodología

Se aplicaron tratamientos térmicos (70°C, 60 min) a lotes de 200kg de AL utilizando la termobatidora de la línea de producción de aceite de oliva. Se obtuvieron fracciones líquidas enriquecidas en compuestos fenólicos por centrifugación mediante el decanter industrial (3500g). Se purificaron y concentraron los compuestos fenólicos mediante el uso de resinas de adsorción. Todo el proceso se monitoreó por HPLC y se caracterizó su actividad biológica mediante análisis in vitro. Finalmente se evaluó el uso de los concentrados obtenidos para prolongar la estabilidad oxidativa de aceites de oliva y maíz.



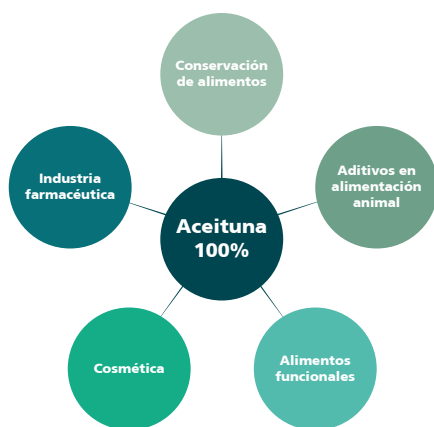
## Concentración de fenoles según producto



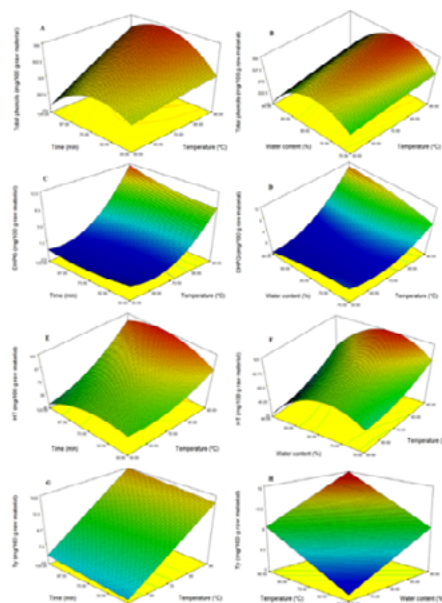
## Resultados

Los resultados obtenidos demostraron que es factible aprovechar la infraestructura de la planta industrial, en sus períodos ociosos, para extraer compuestos antioxidantes del AL. Los tratamientos aplicados permitieron incrementar el contenido de fenoles totales e HT presentes en el AL y extraerlos mediante sistemas sencillos y practicables a escala industrial, sin necesidad de uso de solventes orgánicos. La concentración de fenoles totales obtenida fue de 50.000 ppm con 50% de HT. Los ensayos de estabilidad oxidativa en aceites de oliva y maíz mostraron que los concentrados obtenidos presentaron elevada actividad protectora de la oxidación lipídica.

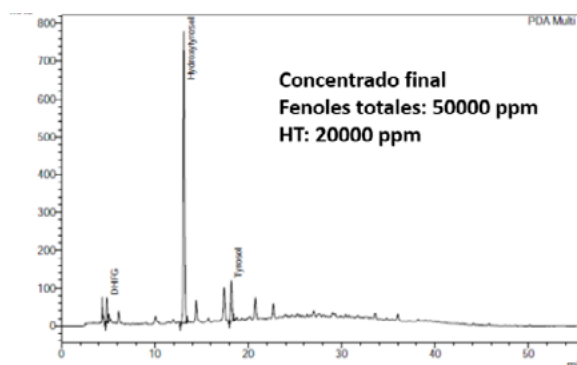
## Usos de antioxidantes naturales de olivo



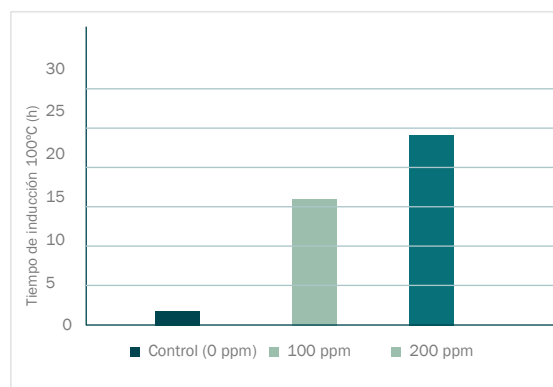
Termoamasadora industrial adaptada para tratamientos térmicos de alperujo



Optimización de la extracción de fenoles e hidroxitirosol



## Estabilidad oxidativa de aceites de maíz con distintas dosis de HT (0,100, 200pp)

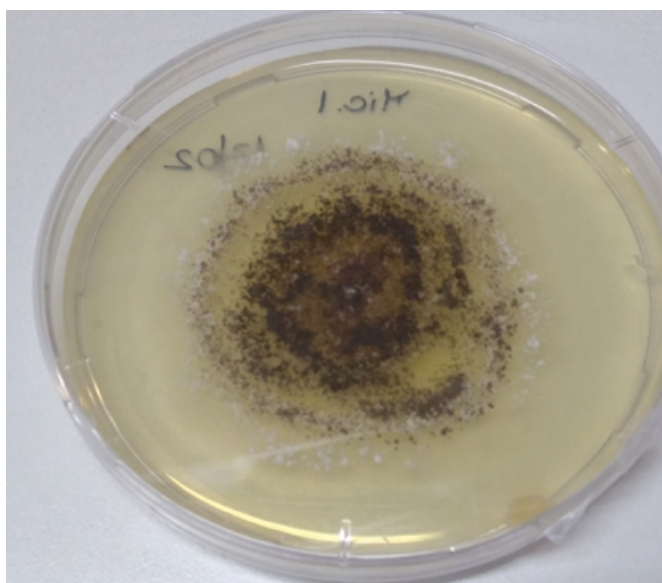


## Perspectivas futuras

En conjunto, los resultados obtenidos son promisorios y alientan a continuar trabajando en ajustes sobre el proceso, sobre el acondicionamiento posterior y en evaluaciones de uso tendientes a sustituir antioxidantes de síntesis química en matrices agroalimentarias como así también en su uso para funcionalizar alimentos.

# PRODUCCIÓN DEL HONGO ESCOVOPSIS WEBERI A PARTIR DE RDS AGROINDUSTRIALES

Bruno Schulze; Julieta Posadas Contacto: [schulze.bruno@inta.gob.ar](mailto:schulze.bruno@inta.gob.ar) [posadas.julieta@inta.gob.ar](mailto:posadas.julieta@inta.gob.ar)  
IMYZA; CICVYA, CNIA - INTA



## Metodología

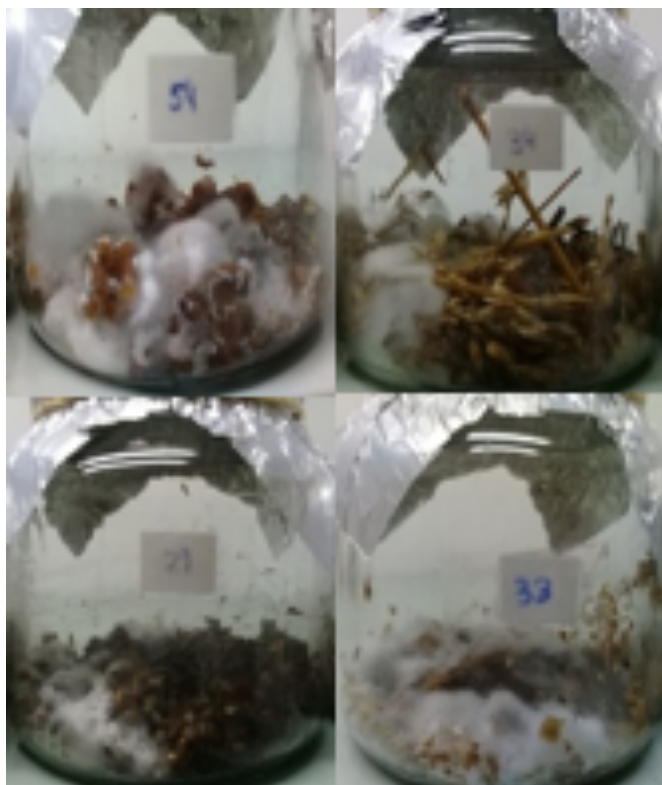
Se utilizó la cepa EW 1 IMYZA (INTA). Se prepararon frascos de 1.5 l con cada sustrato y combinaciones de los mismos, se esterilizaron en autoclave, se inocularon con conidios y se incubaron en sala a temperatura controlada de 27°C durante 15 días. Se secaron y se cosecharon los conidios por tamización. El rendimiento se determinó contando conidios en cámara de Neubauer. El análisis estadístico de los resultados de rendimiento se realizó con el software Infostat con métodos lineales generalizados y distribución binomial negativa.

## Problemas y oportunidades

La cadena de producción agroindustrial genera grandes cantidades de residuos cada año, que pueden ser usados como fuente alternativa para la producción de hongos a partir de procesos de fermentación en sustrato sólido. El hongo *Escovopsis* spp. es un candidato potencial para el control biológico de hormigas cortadoras de hojas ya que es un patógeno especializado del hongo que las hormigas cultivan para su alimentación.

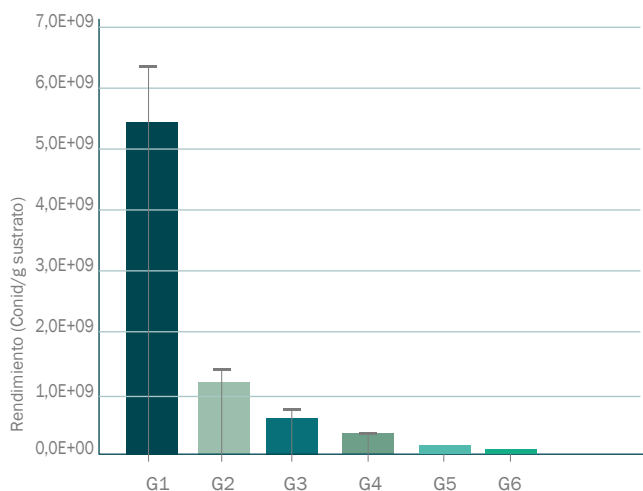
El objetivo fue hallar sustratos sólidos adecuados para cultivar *E. weberi* en estado sólido con el fin de contar con sustratos de bajo costo para la producción del hongo.





El hongo EW creciendo sobre distintos sustratos sólidos (pasta de zanahoria, pajilla de trigo, descarte de molienda trigo y descarte de galletitas)

## Rendimiento en pruebas monosustrato



### Referencias:

- G1: afrechillo de trigo
- G2: descarte de molienda trigo
- G3: alpiste, afrechillo de maíz, maíz quebrado
- G4: cáscara de maní, arroz, corn gluten feed, granza de soja, crackers de salvado
- G5: pajilla de trigo, orujo de vid, mijo
- G6: cascarilla de arroz, pasta de zanahoria

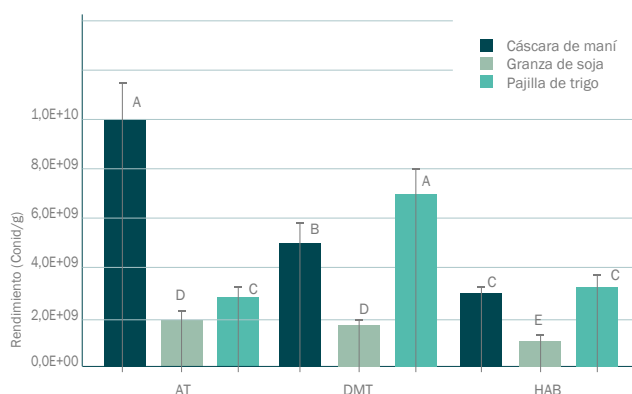
## Resultados

Los sustratos más adecuados para el crecimiento de EW1 resultaron ser afrechillo de trigo seguido de descarte de molienda trigo, salvado de avena, arveja y alpiste. Otros sustratos de mayor tamaño de partícula como cáscara de maní y pajilla de trigo resultaron buenos candidatos para combinarlos con los sustratos que presentaron buen rendimiento con el fin de posibilitar el escalado del proceso. Las mejores combinaciones fueron cáscara de maní-afrechillo de trigo y pajilla de trigo-descarte de molienda trigo.

## Perspectivas futuras

Utilizando las combinaciones de sustrato adecuadas es posible desarrollar procesos de escalado para producir conidios en cantidades suficientes a ser implementadas en un programa de manejo integrado de control de hormigas cortadoras de hojas.

## Rendimiento en combinaciones de sustratos



### Referencias:

- AT: afrechillo de trigo
- DMT: descarte de molienda trigo
- HAB: harina de alimento balanceado para aves

# ALTERNATIVAS DE VALORIZACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL DE LEVADURA DE CERVEZA: OBTENCIÓN DE $\beta$ -GLUCANOS

Roxana Paez; M. Esperanza Mainez Contacto: [paez.roxana@inta.gob.ar](mailto:paez.roxana@inta.gob.ar) [mainez.maria@inta.gob.ar](mailto:mainez.maria@inta.gob.ar)  
IDICAL- INTA- CONICET

## Problemas y oportunidades

El proceso de elaboración de cervezas es un proceso complejo que atraviesa numerosas transformaciones fisicoquímicas y bioquímicas. Cada una de estas etapas genera residuos de distinta naturaleza. El aprovechamiento de estos subproductos permite una disminución del impacto ambiental y por lo tanto una disminución del coste del tratamiento de residuos. Una opción viable para hacer frente a estos residuos, son los métodos que aprovechan los componentes biológicos para la generación de productos de valor añadido. Las células de levadura tienen una composición química aproximada de 25% de polisacáridos que se encuentran en la pared celular, siendo los  $\beta$ -glucanos los de mayor importancia. Antecedentes científicos sugieren que los  $\beta$ -glucanos tienen efectos beneficiosos en la salud del ser humano dependiendo de su estructura fisicoquímica y de su origen. Por tal motivo, debido a su disponibilidad en las levaduras de cerveza, su capacidad de componer alimentos cotidianos, y sus potentes beneficios en el sistema inmunológico, hace que su obtención cobre mayor interés y se continúe trabajando en el desarrollo de técnicas que permitan su extracción y purificación sin dañar su estructura. Objetivo: Evaluación de diferentes alternativas de obtención de  $\beta$ -glucanos, para integrarlos en procesos que permitan un mejor aprovechamiento de la biomasa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* generada como subproducto de la industria cervecera

## Metodología

Se realizó un pretratamiento a la biomasa residual de levadura de cerveza (dos lavados con agua bidestilada y uno con bicarbonato de sodio al 0,1 %) y un análisis compo-

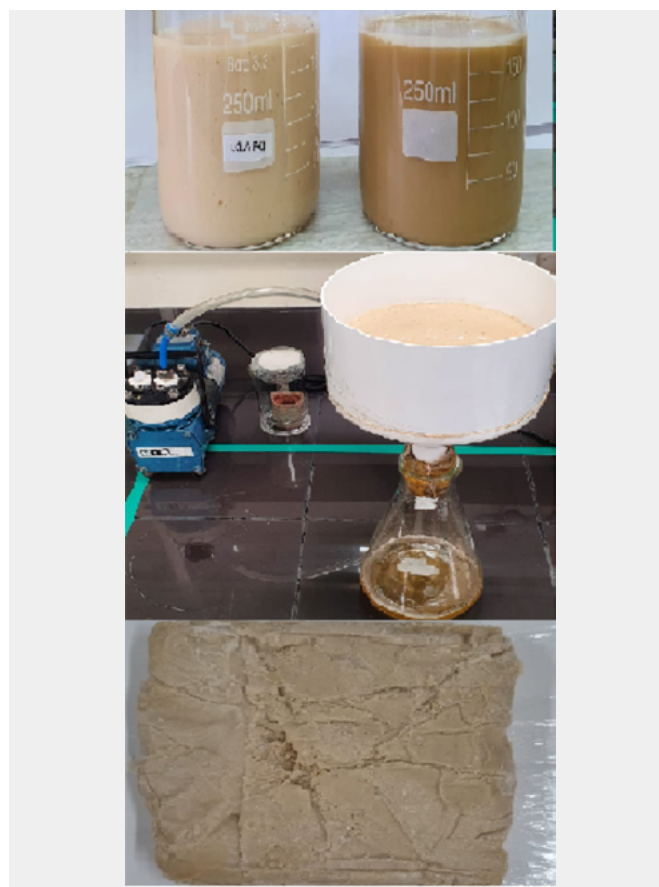


Figura 1. Residuos de cerveza Santa fe e IPA, proceso de filtración hasta llegar al pan de levadura

cional antes de realizar los tratamientos. Se evaluaron dos métodos de ruptura celular: la lisis celular por autólisis y ultrasonido (método físico). Se evaluaron dos métodos de extracción de  $\beta$ -glucanos: hidrólisis ácido-base y hidrólisis enzimática. Para llevar a cabo el proceso de autólisis, las células en suspensión se sometieron durante 46 hs a 50 °C, 150 rpm. Luego la suspensión se mantuvo a 80 °C por 15 minutos en baño de agua. se centrifugó 5 minutos a 3000 rpm y se descartó el sobrenadante. El método físico se realizará sometiendo las levaduras de cervecera a una

solución 8 M de urea y ultrasonido a 4 °C. Posteriormente se realizará lavados con agua bidestilada. Con respecto a la extracción, la hidrólisis enzimática se realizará con savinasa (0,17 y 0,34 %) donadas por (Novozymes SA). La hidrólisis ácido/ base se llevará a cabo sometiendo la biomasa lisada a NaOH 1M a 90 °C durante 2 h, se lavará el sedimento con agua bidestilada y el pellet se tratará con una solución de ácido fosfórico al 4% a temperatura ambiente por 2 h. Los  $\beta$ -glucanos se purificarán realizando lavados con isopropanol y acetona. El precipitado obtenido se secará en estufa a 65 °C durante 48 h para su cuantificación. Los  $\beta$ -glucanos se cuantificarán mediante un Kit enzimático ((E-EBHLG Neogen). Se evaluaron técnicas de extracción adecuada que permita mantener la calidad, estructura, propiedades reológicas, peso molecular y otras propiedades funcionales (Haze & otros, 1992). Se resumen los tratamientos a seguir en la figura 1.

## Resultados

Se realizó una caracterización completa a dos residuos provenientes de dos tipos de cerveza IPA (8% MS) y Santa Fe (20% MS). Se llevaron a cabo los tratamientos siguiendo la figura 1. Se muestran en la tabla 1 los rendimientos obtenidos del tratamiento de ruptura por autólisis y en la tabla 2 los obtenidos por ultrasonido. Obtenidos los extractos se cuantifico los b-glucanos mediante un kit enzimático obteniéndose los siguientes resultados: en la tabla 3 se muestran los que corresponden a el tratamiento de ruptura por autólisis y en la tabla 4 lo de ultrasonido. A pesar de que son resultados preliminares podemos observar que en general el contenido de b-glucanos cada 100 g de extracto ronda en el 20 %. Cabe destacar que con el método de ultrasonido y extracción ácido-base el porcentaje en base seca alcanzó el 36%. No observamos diferencias en el resultado utilizando la enzima al doble de concentración.

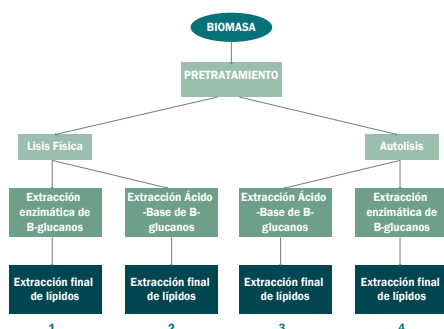


Figura 2. Cuadro resumen de los tratamientos realizados

MÉT EXTRACCIÓN	EXTRACTO gr	MUESTRA gr	RENDIMIENTO gr
Hidrólisis ácido - base	4,9252	45,4543	10,83%
Hidrólisis enzimática 0,17%	2,7923	22,7271	12,29%
Hidrólisis enzimática 0,34%	2,55	22,7271	12,22%

Tabla 1. Rendimientos de los extractos obtenidos a partir de la autólisis

MÉT EXTRACCIÓN	EXTRACTO gr	MUESTRA gr	RENDIMIENTO gr
Hidrólisis ácido - base	2,4983	49,7162	10,83%
Hidrólisis enzimática 0,17%	3,3496	24,8581	13,44%
Hidrólisis enzimática 0,34%	3,4429	24,8581	13,84%

Tabla 2. Rendimientos de los extractos obtenidos a partir del método físico: ultrasonido

MUESTRA	B-GLUCANOS (% P/P)	EXTRACTO ( g)
A+E 0,17%	24	2,7923
A+E 0,34%	21,92	,55
A+A/B	23,54	,9252

Tabla 3. Concentración de b-glucanos en los extractos obtenidos por autólisis seguida de hidrólisis ácido base o enzimática

MUESTRA	B-GLUCANOS (% P/P)	EXTRACTO ( g)
S+E 0,17%	21,93	,3496
S+E 0,34%	24,33	,4429
S+A/B	36,42	,4983

Tabla 4. Concentración de b-glucanos en los extractos obtenidos por ultrasonido seguida de hidrólisis ácido base o enzimática



Figura 2. Extracto de b-glucanos obtenido en el laboratorio

## Perspectivas futuras

Con este trabajo pudimos demostrar que es posible obtener b-glucanos a partir de residuo de levadura, añadiendo valor. Sin embargo, nos resulta interesante poder optimizar un proceso mediante autólisis, ya que es un proceso natural de la célula y solo se requiere temperatura para activarlo. El desafío es llegar a un extracto con un alto porcentaje en b-glucanos, caracterizar excipientes para que puede ser incorporado en un alimento, para ellos también es clave trabajar en un método de purificación con solventes aptos para la industria alimenticia.

# BARRITAS DE FRUTAS DESHIDRATADAS Y FRUTOS SECOS APTAS PARA CELÍACOS

D. Paola Urfalino<sup>1</sup>; Jesica Worlock<sup>1</sup>; Martín J. Daniele<sup>1</sup>; Gabriela Inés Denoya<sup>2</sup>; Mario Daniel Ninago<sup>3</sup>; Olivia Valeria López<sup>3</sup> Contacto: [urfalino.delia@inta.gob.ar](mailto:urfalino.delia@inta.gob.ar)

<sup>1</sup>INTA EEA Rama Caída; <sup>2</sup>ITA Castelar; <sup>3</sup>CONICET



## Problemas y oportunidades

Mendoza es una región frutícola, con cultivos de ciruela y durazno industria, damasco, cereza, pera, manzana y frutos secos. Éste hecho ha ocasionado la instalación de industrias frutícolas relevantes.

La mayor parte de las frutas deshidratadas producidas en Argentina se exportan y deben cumplir ciertos requisitos de calidad, los cuales son más rigurosos en años de buenas cosechas. Cuando sucede esto, se satura el mercado y se generan excedentes en la producción. Los mismos tienen excelente calidad organoléptica, pero, suelen poseer menor calibre, residuos de carozos o daños mecánicos, por lo tanto, tienen bajo precio de mercado. Esta situación los convierte en materia prima ideal para la elaboración de barras de fruta deshidratada aptas para celíacos.

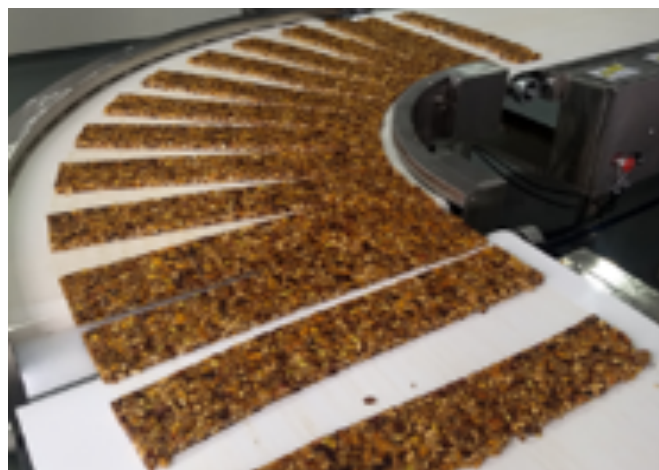
El objetivo de la presente investigación fue obtener una barra elaborada exclusivamente con frutas deshidratadas y frutos secos producidos en Mendoza. Incorporando un recubrimiento funcional comestible de almidón de mandioca con antioxidantes naturales.

El mismo es apto para celíacos y ayuda a mantener las características nutricionales y sensoriales del producto, retrasando la oxidación e incrementando su vida útil.

## Metodología

Para cubetear las frutas deshidratadas se evaluó un equipo Urschel y para optimizar la formulación de la barra se realizaron 6 muestras con diferentes porcentajes de frutas deshidratadas y frutos secos, y se eligieron las dos formulaciones que presentaron mejor adhesión y menor pegajosidad. Para elaborar las barras se preparó el jarabe, se incorporó a los frutos y se mezclaron todos los ingredientes hasta obtener una pasta uniforme. La misma se laminó, compactó, alisó, enfrió y se cortó. A las barras desarrolladas se les incorporó un recubrimiento comestible funcional, apto para celíacos. Los recubrimientos se prepararon a base de suspensiones de almidón de mandioca con diferentes concentraciones de plastificantes inocuos y antioxidantes naturales (resveratrol).

A las barras obtenidas se les determinó el peso, dimensiones, actividad acuosa (aw), humedad, color, textura, composición nutricional, análisis microbiológicos y desarrolló un envase con material biodegradable (PLA). Las barras de fruta con y sin recubrimiento de almidón se envasaron en películas de PLA y por análisis gravimétrico se determinó el porcentaje de agua pedida en la fruta.







## Resultados

El tamaño mínimo de los cubos obtenidos fue de 5 mm x 5 mm por lo cual fue el escogido.

Las formulaciones seleccionadas fueron:

Formulación 1: pera 8,5%, ciruela 28,8%, durazno 16,9%, arándanos rojos 5,1%, maní 16,9, chía 4,2, sésamo 4,2%, azúcar mascabo 9,3%, miel 5,9%.

Formulación 2: pera 8,5%, durazno 21,2%, frutilla 4,2%, pasas 21,2%, manzana 4,2%, maní 16,9%, sésamo 8,5%, azúcar mascabo 10,7%, miel 4,6%.

La mayoría de las barras que se encuentran en el mercado tienen un peso aprox. de 30 g. Las barras propuestas en este trabajo resultaron más pesadas (F1 47 y F2 40 g) ya que no poseían cereales inflados.

Las aw de F1 y F2 son menores a 0,65, por lo tanto, se evitan problemas de desarrollo microbiano y transformaciones físicas, químicas y enzimáticas permitiendo almacenar estos productos por largos periodos de tiempo.

Las barras cumplen con el C.A.A. (Art. 904 bis) el cual indica que la fruta deshidratada al momento del empaque, no deberá contener más de 25% de agua.

El color de las barras depende de la formulación utilizada. A mayor porcentaje de frutas “blancas” (pera, durazno, damasco) aumenta el valor de L\* (luminosidad). F2 resultó más clara y luminosa.



Las muestras analizadas presentaron distinta dureza y fracturabilidad (F1 62.61 y 3933.58; F2 159.93 y 5271.45). Observándose mayores valores para F2, que, a su vez, fue la barra que presentó menor contenido de humedad (10%).

Los valores energéticos en F1 y F2 fueron similares. Ninguna presentó grasas trans. F1 duplicó el contenido de fibra bruta, posiblemente debido al importante porcentaje de ciruela utilizado. Asimismo, F1 presentó un mayor contenido de proteínas, grasas totales y grasas saturadas.

Los recuentos microbiológicos se hicieron por triplicado y para ambas muestras fueron:

- Recuento total en placa: < 3.000 UFC/g
- Hongos y Levaduras: < 500 UFC/g
- Coliformes totales: < 10 UFC/g
- E. Coli: ausencia 1 g

Los mismos reflejaron que las barras cumplen con los parámetros establecidos para este tipo de productos.

En ambas formulaciones, los recubrimientos de almidón revistieron adecuadamente toda la superficie y permitieron una fácil manipulación luego del proceso de secado, presentando valores de espesor promedio de  $263,4 \pm 22,1 \mu\text{m}$ .

Los ensayos gravimétricos revelaron que las barras con y sin recubrimiento de almidón presentaron pérdidas de agua de ~1,8% y 3,7% luego de 30 días de almacenamiento a 22,6°C y 39,2% de humedad relativa. Por otra parte, las barras sin recubrimiento y con recubrimiento de almidón conservadas en envases secundarios de PLA en iguales condiciones, presentaron una pérdida de agua de 1,7% y 2,6%. Se concluye que el uso de recubrimientos y envases secundarios contribuye en la reducción de pérdida de agua de las barras durante su almacenamiento.



## Perspectivas futuras

Resta la adopción del desarrollo por alguna empresa/pyme interesada.



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
**Argentina**