

ANEXO N°8

FORMULARIO DE POSTULACIÓN FIC-R 2023

I. IDENTIFICACIÓN PROYECTO

NOMBRE PROYECTO¹	Recubrimiento antimicrobiano para packaging a partir de desechos agroindustriales
DURACIÓN	36 meses
MONTO SOLICITADO FIC (M\$)	160.020

LÍNEA A LA QUE POSTULA

SECTOR	EJE	Selección
Eje 1: Agroindustria y alimentación avanzada	Alimentos funcionales	
	Alimentación saludable	
	Embalajes y envases inteligentes y sustentables	x
	Agricultura 4.0	
Eje 2: Región Sustentable y Resiliente	Gestión de Riesgos	
	Gestión Energética	
	Gestión Hídrica y Medio Ambiente	
Eje 3: Turismo de intereses especiales	Turismo de Montaña	
	Ecosistema Digital de Información Turística	
	Turismo Enológico	
Eje 4: Biosalud	Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de Enfermedades Prevalentes	
	Prevención, Diagnóstico y Control del Cáncer	
Eje 5: Otras iniciativas	Innovación pública	
	Innovación social	

¹ Máximo 60 caracteres

II. IDENTIFICACIÓN DEL POSTULANTE

ENTIDAD POSTULANTE	Universidad Católica del Maule
REPRESENTANTE LEGAL	Claudio Rojas Miño
NOMBRE DIRECTOR PROYECTO	Cristian Rodrigo Valdés Vergara
NOMBRE FORMULADOR	Cristian Rodrigo Valdés Vergara
MAIL FORMULADOR	cvaldesv@ucm.cl

III. JUSTIFICACIÓN

RESUMEN EJECUTIVO²	<p>La sustentabilidad es, uno de los objetivos en los que la industria frutícola está concentrando sus esfuerzos de innovación. Estas nuevas materias primas, por ejemplo, son elaborados a partir de fuentes renovables como desechos agroindustriales, y permiten reducir el impacto ambiental de los residuos plásticos. El kefirano es un bioplástico que se puede obtener del kéfir, un yogurt nutritivo con propiedades beneficiosas para la salud, gran parte de sus propiedades provienen del kefirano, biopolímero que constituye a los menos 50 % de la masa del granulo de kéfir, el cual tiene propiedades antimicrobianas y anticancerígenas demostradas por estudios científicos. Se propone un recubrimiento comestible 100% biodegradable elaborado utilizando los residuos agroindustriales, funcionando como empaque para transportar y almacenar frutos como, por ejemplo, las pomáceas. Para esto se utilizará la valorización de desechos agroindustriales, utilizándolo como fuente de azúcares para crecimientos de consorcio microbiológico extraído desde gránulos de kéfir, de esta manera se extraerá el kefirano para después ser caracterizado y preparado en una mezcla que actúe como recubrimiento de frutos, en donde se realizarán pruebas que demuestren su efecto antimicrobiano y efecto sensorial de este al ser incorporado en el fruto siendo un elemento comestible.</p> <p>Este producto contribuye con el cuidado del medio ambiente y es una innovación disruptiva ya que normalmente las innovaciones vienen de packaging tipo bolsa y no recubrimientos comestibles, además de favorecer la economía circular.</p>
--------------------------------------	--

² Problemática, objetivos, productos, resultados, beneficiarios, monto, plazo de ejecución, territorio a intervenir. Máximo una página.

RESUMEN PRESUPUESTARIO (en miles de pesos)

Ítem	Fondos FIC (M\$)	% del aporte FIC	Aporte pecuniario (M\$)	Aporte Valorizado (M\$)	TOTAL (M\$)
Gastos de Administración	8.000,000	5,00	0	0	8.000,000
Gastos de Ejecución	98.520,000	61,57	0	29.885,463	128.405,463
Gastos de Inversión	53.500,000	33,43	32.000	0	85.500,000
TOTAL (M\$)	160.020,000	100	32.000,000	29.885,463	221.905,463

ASOCIADOS

Con sede en la región

Entidad asociada	RUT	Nombre Representante legal entidad	Teléfono	Mail	RUT representante legal	Dirección	Rol en el proyecto
Universidad Santo Tomás	71.551.500-8	Claudia Peirano Rodríguez	228185731	ptalamilla@santotomas.cl	10.631.440-3	Av. Carlos Schorr 255, Talca	Apoyo en caracterización y extracción de kefirano
Universidad Autónoma	71.633.300-0	Iván Claudio Suazo Galdames	712735654	ivan.suazo@uautonoma.cl	12.517.816-2	Av. Pedro de Valdivia 425, Providencia	Apoyo en caracterización kefirano (DSC/TGA)
Universidad de Talca	70.885.500-6	Carlos Torres Fuchslocher	712200200	catorres@utalca.cl	13.001.148-9	Cardenal Raúl Silva Henríquez 1141, Talca	Apoyo en estudio antimicrobiano

Sin sede en la región

Entidad asociada	RUT	Nombre Representante legal entidad	Teléfono	Mail	RUT representante legal	Dirección	Rol en el proyecto
------------------	-----	------------------------------------	----------	------	-------------------------	-----------	--------------------

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

Internacionales

Entidad asociada	RUT	Nombre Representante legal entidad	Teléfono	Mail	RUT representante legal	Dirección	Rol en el proyecto

BENEFICIARIOS³	<p>Beneficiarios directos:</p> <p>Las largas distancias que tiene que recorrer la fruta producida en las más de 294 mil hectáreas productivas del país, generan el desafío de llegar a destino con la misma calidad que tienen al momento de ser cosechadas (ASIMPRES 2023)</p> <p>El rol de los empaques es clave en las exportaciones de cerezas a Asia en general. Por ejemplo, las cerezas viajan entre 30 a 35 días para llegar al mercado asiático. China el año 2018, absorbió el doble del volumen de cerezas en la temporada 2018. Sin embargo, los promedios de precio no superaron la expectativa, debido principalmente al deterioro de la fruta, y a los problemas reportados como la pudrición gris. Dados estos antecedentes, los mercados lejanos representan un negocio de alto riesgo técnico y un desafío permanente para las tecnologías de post-cosecha. El desafío para la industria de los embalajes es lograr entregar a los productores de fruta envases que permitan superar las barreras y cumplir las exigencias de los consumidores, en lo que la innovación es clave. Un beneficiario directo son las empresas de packaging como:</p> <p>San Jorge Packaging : Es una empresa que se adapta y especializa en soluciones de envases flexibles acordes al mercado nacional e internacional, aportando con experiencia y trayectoria a las necesidades de clientes con el objeto de lograr plena satisfacción en cada uno de sus requerimientos. Para esto, la empresa se orienta al diseño, desarrollo, producción, comercialización y servicio post venta de envases flexibles (Polietilenos y otros plásticos), usando tecnología de extrusión e impresión flexográfica.</p>
----------------------------------	--

³ Cuantifique y describa los beneficiarios finales directos e indirectos del proyecto, identificándolos por sexo

PACLIFE: Empresa que trabaja con tecnología patentada de envases contenedores de atmósfera modificada activa e inteligente que permiten conservar los productos de manera natural por más tiempo, retardando los procesos enzimáticos, hormonales y de maduración de frutos.

Beneficiarios indirectos:

Los beneficiarios indirectos de este proyecto los podemos separar en dos grupos:

Grupo 1: Las empresas exportadoras de frutos, las cuales necesitan un sistema de packaging compatible con las nuevas normativas relacionadas al concepto eco-friendly. Algunas empresas frutícolas que pueden adoptar el sistema de packaging propuesto (beneficiarios indirectos) son:

Agricom: Exporta frutas como palta, la que se exporta embalada en cartón corrugado y plástico, la uva de mesa es embalada en Cartón, madera, plástico y clamshell, los arándanos en clamshell y cartón corrugado (AGRICOM 2023).

Copefrut: En materia de exportaciones, los principales destinos son Europa y Estados Unidos con un 40 y 17 % respectivamente. El Packaging de algunas de sus frutas son: Cerezas embaladas con cartón corrugado y bolsas; manzanas en cajas de cartón; arándanos en clamshell y cartón; kiwi en cartón y plástico (COPEFRUT 2023).

Hortifrut: Son uno de los mayores productores de berries y abastecen principalmente a Estados Unidos, Canadá, Inglaterra y otros países europeos. Pero todavía quieren crecer mucho más, porque saben que los norteamericanos consumen cinco veces más arándanos en temporada alta respecto del período de contraestación (Chile), y para eso están buscando variedades más tempranas y mejoras en la calidad de postcosecha. El packaging de algunas de sus frutas son: Arándanos en clamshell; frutillas en clamshell y cartón y Frambuesas en clamshell (HORTIFRUT 2023).

Frente a un escenario negativo, ante los precios de los frutos, los ingresos del país disminuyen y los productores muchas veces sólo alcanzan a recuperar lo invertido o presentan pérdidas. Es por esto que se plantea desarrollar un packaging utilizando bioplástico con características antimicrobianas a partir de desechos agroindustriales, que puedan optimizar el viaje de dichos frutos.

	Grupo 2: Son los consumidores de estas frutas, las cuales llegarán de manera más sustentable a sus manos, generando una mayor preferencia a esos productos.
PROBLEMÁTICA/BRECHA ABORDADA	La problemática abordada es la valorización de desechos y disminución del impacto ambiental del uso de plástico como packaging.
ESTADO DEL ARTE⁴	<p>Entre enero y noviembre 2022 se registró un total de exportaciones de fruta de 6.594 millones de dólares FOB. De este total, 66% corresponde a fruta fresca. Las principales especies que destacan en este grupo son cereza, con USD 1.540 millones de valor FOB de exportación. Le sigue en importancia la uva de mesa, que registraron USD 876 millones FOB en las exportaciones y en tercer lugar la manzana con 568 millones FOB. Estas tres especies, más arándano y ciruela concentran más del 80% de la fruta fresca exportada en el periodo enero-noviembre 2022 (ODEPA 2023).</p> <p>Es necesario que la fruta llegue en óptimas condiciones luego de transitar a su destino. En el viaje del fruto, existen variaciones de temperatura, donde la tasa de transpiración puede aumentar, y consecuentemente hay un aumento en la ocurrencia de pudriciones por crecimiento de microorganismos, conduciendo a pérdidas parciales o totales en el producto exportado, estos eventos pueden ser evitados mediante un buen packaging.</p> <p>El Packaging se refiere a todo lo relacionado al embalaje de productos, con la finalidad de protegerlo del ambiente exterior. La industria del Packaging en Chile crece en forma permanente aportando al PIB un monto de US\$ 3 billones anuales (CENEM 2023). Del total de envases producidos a nivel nacional, un 41% corresponde a envases plásticos. El packaging de alimentos es una de las mayores fuentes de plástico flexible en el mercado. El packaging de plástico flexible está formado principalmente por capas de plástico de origen petroquímico, el cual puede tomar hasta 1000 años en degradarse, se buscan alternativas más amigables con el ambiente, como lo es el bioplástico.</p> <p>En el mercado de los bioplásticos, la capacidad de producción llegó a los 2,11 millones de toneladas en el año 2022, es relevante mencionar que bioplástico para packaging cubre el 48 % del total (Bioplastics 2023). Este mercado se encuentra mayoritariamente en el continente asiático (41,4%), seguido por Europa y Norteamérica con un 26,5% y un 18,9%, respectivamente. Si bien la producción de bioplásticos ha ido incrementada cada año y se estima alcanzar los 6,23 millones de</p>

⁴ Describa el estado actual de la tecnología a nivel mundial, además de la base con la cual cuenta la institución

toneladas para el año 2027, esto solamente representa un 1% de la producción total de plásticos. La principal causa del bajo porcentaje de producción es la manufacturación en comparación a los plásticos petroquímicos, que son los plásticos contaminantes que se quieren evitar, es el precio de producción, el cual es 4 a 5 veces mayor que el plástico de origen petroquímico (Gholami A, Mohkam M et al. 2016).

La biodegradabilidad del bioplástico depende del tipo utilizado y el mecanismo de biodegradación, ya que existen diferentes condiciones naturales y no naturales que pueden ser empleadas, de estas últimas dependen normalmente de gasto de energía y disminución de la huella de carbono total debido al tratamiento empleado (por ej: uso de hornos), lo que involucra el uso de nuevas tecnologías para packaging más sostenible. Una de las principales ventajas que ofrecen los recubrimientos/películas comestibles es su biodegradabilidad. El uso del bioplástico kefirano propuesto en este proyecto es compuesto por ingredientes naturales se descomponen de forma más rápida y natural en comparación con los plásticos tradicionales, lo cual ayuda a minimizar el efecto negativo de la acumulación de los residuos plásticos en el medio ambiente. Los recubrimientos/películas tienen una mayor sostenibilidad ya que la materia prima para su elaboración son principalmente fuentes renovables como almidones, proteínas y lípidos de origen vegetal que requieren un menor consumo energético y, por lo tanto, se generan menos gases de efecto invernadero. Otra ventaja es el uso de ingredientes GRAS (acrónimo de “generalmente reconocidos como seguros”) para la elaboración de los recubrimientos/películas comestibles. Estos materiales son seguros para estar en contacto directo con el alimento y para ser ingeridos (consumidores humanos), a diferencia de los plásticos tradicionales, donde existen compuestos nocivos para la salud humana pueden migrar hacia los alimentos (INTA 2023). Hay que recordar que el kefir que se vende comercialmente contiene kefirano (50 % o más) en relación a la masa (Exarhopoulos, Raphaelides et al. 2018), recubrimiento tiene propiedades biodegradables antimicrobianas y anticancerígenas entre otras.

Debido a la gran cantidad de frutícolas presentes en Chile, resulta interesante realizar packaging de frutos utilizando bioplástico generados en la misma región desde sus precursores y no depender de otros países que nos proveen el bioplástico o precursores, esto permite establecer una economía circular del producto ofrecido. Además, es importante comentar que, países desarrollados como Alemania, Francia, Holanda y algunos sectores de EEUU ya han comenzado a restringir la importación de frutas que no contengan packaging, por lo que tendría un gran impacto en el mercado Europeo.

--	--

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL	Obtener una película de bioplástico en base a kefirano para recubrimiento de frutos de exportación utilizando microorganismos aislados de gránulos de kefir.
OBJETIVOS ESPECIFICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar diferentes microorganismos productores de kefirano aislados desde kéfir y crecer en presencia de desechos agroindustriales. 2. Establecer método para extraer kefirano desde bioreactores. 3. Caracterizar kefirano producido según condiciones de cultivo. 4. Generar una suspensión de kefirano compatible con recubrimiento. 5. Obtener pruebas en frutas mediante análisis sensorial y efecto antimicrobiano
METODOLOGÍA⁵	<p>Aislamiento de microorganismos y caracterización:</p> <p>Homogenización de kéfir: Se toman 10 g de gránulos de kéfir, junto con 90 mL de agua peptonada (previamente esterilizada), y se somete a una mezcladora por 10 minutos hasta que los gránulos quedaron completamente homogeneizados en la solución.</p> <p>Diluciones seriadas en tubos de ensayo: Se realizan 10 diluciones seriadas en factores de dilución de diez en diez, en tubos de ensayo utilizando agua peptonada.</p>

⁵ Debe ser desarrollada por cada uno de los objetivos específicos planteados, indicando claramente las actividades y los recursos asociados para su desarrollo (profesionales que intervienen, equipamiento necesario, etc.)

Sembrado en placas Petri: Desde cada tubo de ensayo se extrae 100 μ L y se siembra en cada placa Petri de medio agar-MRS, para ser incubadas a 30°C durante 24 y 48 horas, según el crecimiento observado y la carga de levaduras vs bacterias observadas por microscopía se utilizará cicloheximida en nuevos cultivos para aislamiento. Los microorganismos serán caracterizados por pruebas bioquímicas. De esta manera se aislarán consorcios de microorganismos para ser evaluados en la producción de kefirano en etapas posteriores.

Hidrólisis ácida de desechos:

Inicialmente se procederá a realizar la búsqueda del tratamiento óptimo, para la hidrólisis ácida, que entregará mayor obtención de azúcares reductores, con el fin de cultivar microorganismos aislados del kéfir para obtener kefirano.

En frascos de vidrio de 250 mL con tapa se añade 0,1 g de desechos frutales, previamente secados en estufa y se agrega diferentes concentraciones de ácido sulfúrico (H_2SO_4), 0%, 0,5%, 1%, 2% y 5% v/v, para evaluar la condición óptima evaluando la opción de utilizar mínima o nula cantidad de ácido. Después agitar y secar en la estufa a 100 °C, por diferentes periodos de tiempo (5, 15, 30, 60 minutos), se deja enfriar y se ajustar el pH (Starter 300, OHUAS) entre 6 y 7. El contenido resultante, se filtra mediante membranas de porosidad de 0,22 μ m y almacenar a -20 °C hasta su uso. Aplicar un diseño factorial y un posterior análisis de varianza (ANOVA).

Ecuación 1

$$y_{i,j} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{i,j}$$

Donde:

α_i : Efecto del factor A (concentración de ácido sulfúrico)

β_j : Efecto del factor B (tiempo de hidrólisis)

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción entre ambos factores

Determinación de azúcares reductores por DNS.

Se realizará una curva de calibrado, analizando el contenido de azúcares reductores, mezclar 1 mL de las soluciones patrones (o muestra de hidrólisis) con 1 mL de reactivo DNS (3,5-dinitrosalicilato) e incubar a 100 °C por 5 min y luego enfriar en hielo, agregar 10 mL de agua destilada, se dejar reposar 5 minutos

minutos, para luego medir absorbancia a 540 nm, para el blanco utilizar una muestra de agua destilada. Todo este proceso será escalable en función a la cantidad necesitada.

Consolidación de protocolo para obtención de azúcares reductores.

En base a los resultados obtenidos, se establecerán las condiciones más eficientes para obtener azúcares reductores a través de desechos frutales, para así permitir el crecimiento del consorcio de microorganismos para producción de kéfirano.

Se utilizará un medio de cultivo utilizando los azúcares reductores, según lo descrito en Cuadro 1.

Cuadro 1 Composición medio de cultivo.

	Medio (MRS)
pH	6,4 (+/-0,2)
Azúcares reductores	Variable
Extracto de levadura	4 g/L
Peptona	4 g/L
Extracto de carne	4g/L
Acetato de sodio ($C_2H_3NaO_2$)	2 g/L
Citrato de amonio ($C_6H_5+4\gamma FexNyO_7$)	0,8 g/L
Sulfato de magnesio ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0,8 g/L
Sulfato de manganeso ($MnSO_4 \cdot H_2O$)	0,02 g/L
Tween 80	0,4 mL
Di potasio hidrogeno fosfato (K_2HPO_4)	0,8 g/L
Lactosa	Variable

Es importante mencionar que estás condiciones podrían ser optimizadas según rendimiento del escalamiento del proceso.

Purificación de kefirano: Este será purificado por medio del uso de agua caliente bajo agitación, temperatura y tiempos a optimizar. De manera que la mezcla sea enfriada y centrifugada para eliminar microorganismos y proteínas presentes. Después el polisacárido será disuelto en un sobrenadante que será incubado a -20°C por una noche, seguido de descongelación lenta. Después de eso, la mezcla

se somete a centrifugación en frío, y los gránulos ricos en kefirano se someten a disolución en agua destilada caliente (José Manuel, Lorena et al. 2018).

Extracción y cuantificación de kefirano: El sobrenadante se precipita mediante la adición de un volumen de etanol frío (-20°C) equivalente a la muestra (para remover el azúcar), seguida por centrifugación. El precipitado se vuelve a disolver en agua destilada. Para eliminar cualquier material restante no disuelto, la solución se centrifuga y el sobrenadante puede ser nuevamente precipitado de la misma forma. El precipitado resultante se disuelve en agua destilada. Se cuantifica el kefirano en el cultivo mediante la adición de 2,5 ml de reactivo de antrona (0,8 g antrona, 100 mL agua destilada y 300 mL de H_2SO_4) a 0,25 mL de cultivo de kefirano, la mezcla de reacción se incuba a 100°C por 10 minutos, después se deja enfriar a temperatura ambiente para después medir densidad óptica a 620 nm. La concentración del cultivo kefirano se calcula una curva estándar de lactosa.

El kefirano capsular se extrae de las células hirviendo a 100°C por 30 minutos con agua destilada, la mezcla se centrifuga y se extrae el sobrenadante para medir de la misma manera que se mide el sobrenadante del cultivo con kefirano.

Cálculo de peso seco: Debido a que el kefirano capsular está adherido a la célula, la concentración neta de células secas se calcula restando el peso de kefirano capsular de la concentración total de células secas.

Detección/cuantificación de kefirano: Su detección será realizada por espectrometría UV/VIS mediante el método de antrona con apoyo de cromatografía gaseosa acoplada a masas.

Caracterización del kefirano (con apoyo de Universidad Santo Tomás): Se utilizarán diversas técnicas fisicoquímicas con la finalidad de controlar los parámetros del material, de manera de tener un proceso estandarizado y reproducible. Las técnicas son: Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier en modo de reflexión total atenuada (Para caracterizar superficie en base a grupos funcionales). Cromatografía de exclusión (Medición de peso molecular). Microscopía Electrónica de Barrido. Ensayos microbiológicos (disminución o inhibición de crecimiento de

microorganismos), viscosidad y pruebas reológicas. También se realizarán pruebas mecánicas como flexión.

Análisis DSC/TGA del kefirano (con apoyo de Universidad Autónoma): Se utilizará el analizador termogravimétrico STD 650 (TA Instruments, New Castle, DE, EE. UU.). Para cada análisis, las muestras (2-5 mg) se colocarán en un crisol de platino y se calentarán a una velocidad de 10 °C/min desde temperatura ambiente hasta 600 °C, utilizando N₂ como gas protector en la balanza electrónica a un caudal de 50 mL min⁻¹. Los resultados serán analizados determinando la temperatura máxima de descomposición a través del análisis de DTG desde la curva de análisis térmico diferencial (DTG). Finalmente con el fin de estudiar la energías asociada serán estudiadas las curvas de calorimetría diferencial de barrido (DSC), usando un STD 650 DSC-TGA (TA Instruments) para realizar el análisis, se variara la temperatura desde ambiente (20–25 °C) hasta 600 °C para las muestras, El equilibrio se llevara a cabo a 25 °C, y se generará un gradiente de 10 °C/min, para ello las muestra serán depositadas en un pocillo de alumna (20 mg para cada análisis) los resultados obtenidos permitirán el cálculo de la entalpía de transición (H, expresada como J g⁻¹), la temperatura de inicio (T₁), la temperatura máxima (T_m) y la temperatura final (T₂).

Preparación de mezcla de recubrimiento: Se realizarán pruebas con diferentes aditivos biodegradables y tratamientos químicos que favorezcan la estabilidad y adhesión del kefirano para obtener la mezcla más adecuada, esto será apoyado por pruebas fisicoquímicas para generar nanopartículas de kefirano en la mezcla, evaluando métodos como gelación iónica, nanoprecipitación y microemulsión (Vodyashkin, Kezimana et al. 2022)

Prueba antimicrobiana en fruta (con apoyo de Universidad de Talca): Se utilizará una fruta modelo, la cual será incubada en por aproximadamente 1 mes, de forma de evaluar cada cierto tiempo su estado, comparándose con un control de la fruta sin el recubrimiento, en donde también se someterán a entornos con microorganismos que causan pudrición del fruto para evaluar efecto protector.

Evaluación sensorial: Mediante un panel entrenado de expertos se analizará el efecto del recubrimiento en el sabor y percepción (prueba de aceptabilidad) de la fruta tratada para conocer si es necesario modificar la mezcla preparada.

Equipo de trabajo: Para cumplir con el proyecto, tenemos un equipo equilibrado en cantidad de hombres y mujeres

Cristian Valdés (UCM): Bioquímico, Magíster en Bioquímica y Doctor en Ciencias Aplicadas. Director del proyecto, encargado de verificar el cumplimiento de los objetivos y apoyar en todos los procedimientos experimentales comprometidos, gestión de compras.

Maribel Mamani: Ingeniero en Biotecnología, Doctora en Ciencias Silvopropagandísticas. Encargada de los experimentos a lo largo de todo el proyecto y gestión de compras.

Claudia Vergara (UST): Licenciada en Química y doctora en Ciencias Mención productos Bioactivos. Entregará apoyo en la caracterización fisicoquímica y extracción del kefirano.

Verónica Carraco (UTALCA): Tecnólogo médico y doctora en Ciencias Mención productos Bioactivos. Entregará apoyo en las pruebas antimicrobianas con el kefirano obtenido.

Ricardo Castro (UA): Químico analista, Magister en Educación de las Ciencias y doctor en Ciencias Mención productos Bioactivos. Entregará apoyo con los análisis de DSC/TGA.

Ángela Contreras (UCM): Ingeniero en alimentos, doctora en ciencias y tecnología de los alimentos. Dará apoyo en extracción de kefirano.

Rodrigo Andler (UCM): Ingeniero civil bioquímico, Doctor en microbiología molecular y biotecnología. Dará apoyo hidrólisis de los desechos agroindustriales.

Rodrigo Morales (UCM): Ingeniero en Maderas, doctor en ingeniería en ciencias de los biorecursos. Dará apoyo en el análisis técnico económico.

Justificación de equipamiento:

Reómetro: Equipamiento para medir propiedades del fluido como la reología interfacial, será útil en la caracterización de kefirano y evaluación de la mezcla de recubrimiento para conocer su comportamiento hacia el objeto a recubrir (fruta).

Viscosímetro rotacional: Sirve para medir viscosidad de líquidos mediante el momento de torsión que el viscosímetro debe ejercer para mover el líquido. Permitirá conocer la compatibilidad del

	<p>kefirano y después de ser mezclado para funcionar como recubrimiento.</p> <p>Purificador de agua: Su función es entregar agua con baja conductividad (tipo 1), la cual es compatible para análisis y procesos de cultivo de microorganismos.</p> <p>Centrífuga: Equipamiento útil para la separación de muestras por medio de la fuerza centrífuga para acelerar la decantación de sus componentes según el nivel de densidad. Se utilizará para extraer el sobrenadante de los cultivos para posteriores procesos de extracción de kefirano.</p> <p>Detector IR: Permite detectar compuestos en base a su índice de refracción con apoyo de un cromatógrafo líquido. Apoyará en la verificación de contaminantes del extracto de kefirano.</p> <p>Detector DAD (o PDA): Permite detectar compuestos en base a su absorbancia con apoyo de un cromatógrafo líquido. Apoyará en la verificación de contenido de la mezcla de kefirano para posterior recubrimiento.</p>
ANÁLISIS DE ACCIONES DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	<p>Se reducirá el impacto ambiental en base a la utilización de desechos como fuente de azúcares, disminuyendo la huella de carbono en comparación con cultivo convencional. Por otro lado, para la obtención de tales azúcares se utilizarán hidrólisis con baja o nula cantidad de ácido para disminuir el impacto ambiental del proceso. Es importante mencionar que el subdesecho generado puede hacerse compatible con aplicaciones de compostaje</p>
ANÁLISIS DE EXTERNALIDADES	<p>Indicar si la iniciativa presenta externalidades positivas y/o negativas, y como son abordadas en la iniciativa</p> <p>Externalidades positivas:</p> <p>La mayor disponibilidad de frutas es una externalidad positiva. Un mejor precio de venta de frutas en mercados internacionales es una externalidad positiva. Un mejor aprovechamiento del suelo desde el punto de vista de generar menores mermas por metro cuadrado plantado.</p> <p>Externalidades negativas:</p> <p>Que la producción de kefirano genere olores es una externalidad negativa.</p>

	<p>Que se requiera un gran espacio de acopio en condiciones específicas (calefacción o refrigeración) es una externalidad negativa</p> <p>Que se requiera mucha energía para la producción de kefirano y para ello se utilicen fuentes no renovables de energía es una externalidad negativa</p>
--	--

V. PRODUCTOS Y RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS	<p>Recubrimiento de nanopartículas de kefirano con propiedades antimicrobianas. Se obtendrá un polímero con características biodegradables, antimicrobiano y utilizable para recubrir frutos frescos y su medio de verificación será la obtención de sistema para recubrir frutas con bioplástico comestible que mejora las propiedades de preservación del fruto.</p>
DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	<ol style="list-style-type: none"> 1- Protocolo para obtener y extraer kefirano desde cultivo de microorganismo alimentado con azúcares reductores provenientes de un proceso de hidrólisis desde desechos agroindustriales. 2- Protocolo para preparar suspensión compatible con recubrimiento de fruto fresco

VI. SEGUIMIENTO:

Indicadores de Proceso	Descripción	Línea Base	Meta	Forma de calculo	Período de medición	Medio de Verificación
Cualitativos	Obtención de azúcares reductores	0	Obtener azúcares reductores para utilizarlos como suplemento a cultivos de microorganismos	No aplica	Mes 8	Microorganismos crecidos con el azúcar reductor.
Cualitativos	Obtención de kefirano desde microorganismos alimentados con desechos	0	Detectar kefirano producido desde microorganismos seleccionados en condiciones establecidas	No aplica	Mes 12	Métodos analíticos de detección.
Cualitativos	Obtención de método eficiente para mezcla para recubrimiento	0	Lograr retirar kefirano desde cultivo celular	No aplica	Mes34	Métodos analíticos de detección.
Cuantitativos						

Indicadores de resultados	Descripción	Línea Base	Meta	Forma de calculo	Período de medición	Medio de Verificación
Cualitativos	Aislamiento de consorcio microbiano desde gránulos de kefir	0	Obtener a lo menos 3 consorcios diferentes	Métodos de caracterización microbiológicos	Mes 5	Informe

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

Cualitativos	Desarrollo e implementación del protocolo de hidrólisis en desechos agroindustriales	0	Informe	Informe con el método optimizado para obtener el azúcar reductor del desecho agroindustrial	Mes 6	Informe
Cuantitativos	Obtención de azúcares a partir de desechos agroindustriales	Datos publicados (Abosedé, Ebabhi et al. 2013)	100 g de azúcar por kilo	Utilizando la masa seca inicial y compararlo con azúcar cuantificado por técnicas analíticas	Mes 7	gr de azúcares reductores/kil o de residuo agroindustrial
Cualitativos	Recubrimiento de nanopartícula de kefirano probado en fruta.	0	Resultados de prueba.	Demostración de mayor perduración de fruta con recubrimiento	Mes 33	Análisis sensorial y verificación de estado del fruto.

VII. ANÁLISIS DE MERCADO

**ANÁLISIS POTENCIAL
DE MERCADO**

El desarrollo de Bioplástico antimicrobiano a partir de residuos agroindustriales, va enfocado al mercado de empresas exportadoras nacionales e internacionales de fruta fresca. El objetivo del proyecto, es que estas empresas utilicen esta nueva tecnología para el Packaging de toda su fruta enviada a mercados internacionales, para mantener la calidad de la fruta en el trayecto del viaje. De acuerdo a cifras del Boletín de Fruta de Febrero de 2020, se tiene que el mercado de exportaciones de fruta alcanzó 334 mil toneladas de fruta enviada al mercado externo, entre esta, la fruta fresca alcanzó ventas de USD 1.055 millones FOB con 281 mil toneladas durante enero de este año (ODEPA 2023).

La comercialización directa de esta tecnología innovadora, una vez protegida por la Universidad Católica del Maule, va enfocada a Empresas Productoras de Plástico Flexible a nivel nacional e internacional (Empresas de plásticos y empresas de Packaging), encargadas de la fabricación de todo el plástico utilizado en envases y embalajes, específicamente. Se espera generar además Licencias Comerciales con este tipo de empresas, y trabajar a partir de % de royalties establecidos sobre las ventas netas que realicen. En relación a este tipo de clientes, de acuerdo a cifras del Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM), existe un registro en su directorio compuesto por 42 empresas nacionales, dedicadas al packaging, específicamente a la fabricación de envases y embalaje (CENEM 2023).

Los clientes directos de esta tecnología son las empresas productoras de plásticos flexibles y Packaging. De acuerdo a cifras de Asipla, gremio que reúne a las empresas productoras de plástico, el mercado de los envases de este material registró un consumo de 1.043.000 toneladas de plástico durante el año 2018. Se tiene además, que el Centro de Envases y Embalajes de Chile (CEMEM), registra en su directorio cerca de 42 empresas nacionales dedicadas al packaging, específicamente a fabricar envases y embalaje (<https://www.cenem.cl/socios.php>), potenciales clientes del biopolímero. En cuanto a los usuarios de esta tecnología, empresas exportadoras de fruta fresca, se tiene que, de acuerdo a la información del Boletín de Fruta de Febrero de 2020, (<https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-de-fruta-febrero-de-2020>) durante enero 2020 se registra un total de exportaciones de fruta de 334 mil toneladas, y USD 1.172 millones FOB, el cual la fruta fresca alcanza ventas por USD 1.055 millones FOB y 281 mil toneladas durante enero 2020. De acuerdo a información de ODEPA (<https://www.odepa.gob.cl/rubros/frutas-frescas>), la superficie frutícola nacional alcanza a 294 mil há, produciendo cerca de 5 millones de toneladas de fruta, de las cuales se exportan 2,6 millones como fruta fresca, generando más de USD 4 mil millones anualmente. Chile es el

	<p>primer exportador frutícola del hemisferio sur y líder exportador mundial de uva de mesa y arándanos</p>
PROPUESTA DE VALOR	<p>La propuesta de valor de este proyecto es la siguiente:</p> <p>Utilización de consorcio bacteriano característico: El aislamiento del consorcio bacteriano para su uso en la producción de kéfir le da un valor agregado al producto ya que será un grupo específico de microorganismos seleccionados</p> <p>Utilización de desechos agroindustriales: Con la finalidad de fomentar la economía circular, se propone utilizar los desechos industriales como una fuente de azúcares reductores que servirán de alimento para el crecimiento de microorganismos que producirán el kefirano.</p> <p>No existe material kefirano para Packaging en Chile: Se producirá un material para Packaging no utilizado en el país, esto lo hace ser exclusivo.</p> <p>Antimicrobiano: Material con propiedades antimicrobianas.</p> <p>Comestible: El bioplástico es comestible (constituyente del kéfir).</p> <p>Anticancerígeno: Se ha reportado que el kefirano tiene propiedades anticancerígenas, por lo que actúa como un suplemento al fruto fresco.</p> <p>Material biodegradable: Se conoce el kefirano como un material altamente biodegradable el cual permitirá disminuir el uso de recubrimientos convencionales como el plástico derivado del petróleo.</p> <p>Sistema de recubrimiento: Se propone un sistema de recubrimiento lo que favorecerá una rápida aplicación sobre los frutos, favoreciendo un escalamiento del proceso mediante dispositivos como spray drying.</p>
ESCALABILIDAD DE LA INICIATIVA	<p>Una vez obtenido el sistema a escala piloto, este puede masificarse aumentando la producción mediante el uso de biorreactores por lotes,</p>

	<p>aumentando los materiales utilizados para la mezcla, obteniendo cantidades mayores de recubrimiento, sin embargo, se necesita un sistema de recubrimiento por baño masivo de frutos o tecnologías como cámaras de nebulización (spray drying) con el producto para recubrir de manera más automatizada los frutos de interés.</p>
MODELO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	<p>Las instituciones asociadas a este proyecto aportarán con capacidades técnicas y físicas para la consecución de los objetivos e hitos planificados para el proyecto, se complementa con un modelo Canvas (ANEXO CANVAS)-.</p> <p>La primera actividad asociada a este modelo de transferencia se realizará en los últimos meses de ejecución del proyecto, donde se analizará, de acuerdo a la madurez (TRL) de los resultados del proyecto que se hayan obtenido a la fecha, la posibilidad de utilizar alguna estrategia de protección para los productos obtenidos. Para esto, se realizará un estudio de patentabilidad de la tecnología desarrollada, y de esta forma se conocerá si es posible proteger a través de una patente de invención, marca, u otro mecanismo, el resultado obtenido.</p> <p>Si resulta favorable la protección de los resultados, se trabajará posteriormente en la valorización de la tecnología, a través de la asesoría de una empresa experta en el tema.</p> <p>De esta forma, se podrá estimar un valor comercial asociado al producto obtenido, para luego comenzar con el proceso de comercialización y transferencia de los resultados.</p> <p>Se realizarán reuniones con potenciales clientes para negociar un contrato de licencia, o bien, algún otro mecanismo de transferencia tecnológica de los resultados del proyecto. De esta forma, si así lo amerita el proceso, se negociarán un porcentaje de royalties en base a las ventas del producto con la empresa cliente, de acuerdo a las exigencias de ésta en temas asociados a su uso, como la exclusividad de la tecnología, alcance territorial de las ventas, subcontrataciones, entre otras, según corresponda.</p> <p>Cabe mencionar, que la Universidad Católica del Maule, cuenta con un Reglamento de Propiedad Intelectual, el cual permitirá regular desde las actividades de protección de resultados, hasta la comercialización de la tecnología con potenciales clientes.</p> <p>Para la transferencia de la tecnología, la Universidad Católica del Maule trabajará como primera opción, la vinculación comercial con la Empresa</p>

NatPol, es un actor interesado en poder llevar a cabo el escalamiento técnico y comercial del producto descrito

De esta forma, el proyecto presenta un potencial modelo de transferencia que permite ofrecer al mercado, la tecnología a desarrollar en el proyecto, una vez terminado su ejecución.

Las actividades asociadas a la transferencia de los productos asociados al proyecto, estarán a cargo de la Dirección de Innovación Desarrollo y Transferencia Tecnológica (DIDTT) de la Universidad Católica del Maule.

INGRESOS DEL PRODUCTO:

NATPOL (EBT) en desarrollo: Encargada de venta de la receta para producción del recubrimiento.

% de Royalties: La universidad utilizará mecanismos de transferencia para ofrecer la tecnología y cobrará un porcentaje de royalty como restitución por esa transferencia. Este % de Royalties será en base a las ventas netas anuales del producto, y se calculará en base a las exigencias de cada contrato.

Asesoría Técnica: Cada venta tendrá asociado un paquete tecnológico con asesorías técnicas, el cual tendrá un número limitado de servicios. Por lo que las asesorías no incluidas, tendrán un costo extra, percibiendo nuevos ingresos para la empresa.

COSTOS DEL PRODUCTO:

Costos de gestión de propiedad intelectual.

VIII. DIFUSIÓN

PLAN DE DIFUSIÓN

Nombre actividad difusión	Descripción	Medio de verificación
Charla apertura FIC	Charla oral del proyecto	Lista de participantes
Charla avance de Resultados FIC	Charla oral del proyecto	Lista de participantes
Charla de término FIC	Charla oral del proyecto	Lista de participantes
Publicación científica	Publicación de resultados en revista científica	Escrito aceptado por editorial

CARTA GANTT

[illegible]

[illegible]

[illegible]

IX. PRESUPUESTO

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN

Ítem	Descripción de la inversión	Total Unidades	Unidad de medida	Aporte FIC (M\$)	Aporte pecuniario (M\$)	Aporte Valorizado (M\$)	TOTAL (M\$)
Personal administrativo, control y seguimiento	-	0	0	0	0	0	0
Materiales e insumos de oficina	Resmas	540	Cantidad	2.970	0	0	2.970
	Lápices, destacadores, corchetera, perforadora, archivadores, otros	100	Cantidad	350	0	0	350
	Útiles de aseo	150	Cantidad	1.080	0	0	1.080
Servicios básicos	Conectividad	36	Meses	900	0	0	3.600
	Luz	36	Meses	900	0	0	
	Guardia	36	Meses	900	0	0	
	Aseo	36	Meses	900	0	0	
TOTAL (M\$)				8.000			8.000

GASTOS DE EJECUCIÓN

ítem	Descripción de la inversión	Total Unidades	Unidad de medida	Aporte FIC (M\$)	Aporte pecuniario (M\$)	Aporte Valorizado (M\$)	TOTAL (M\$)
Contratación de personal para la ejecución	Profesional ejecución 1 (Cristian Valdés, UCM)	1	Pesos	0	0	18.854,208	18.854
	Profesional ejecución 2 (Maribel Mamani)	1	Pesos	47.520	0	0	47.520
	Profesional ejecución 3 (Ángela Contreras, UCM)	1	Pesos	0	0	2.336,605	2.337
	Profesional ejecución 4 (Rodrigo Andler, UCM)	1	Pesos	0	0	2.336,605	2.337
	Profesional ejecución 5 (Rodrigo Morales, UCM)	1	Pesos	0	0	2.336,605	2.337
	Profesional ejecución 6 (Ricardo Castro, UA)	1	Pesos	0	0	1.636,320	1.636
	Profesional ejecución 7	1	Pesos	0	0	1.703,520	1.704

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

	(Verónica Carrasco, UTALCA)						
	Profesional ejecución 8 (Claudia Vergara, Santo Tomás)	1	Pesos	0	0	- 681,6	682
Difusión y transferencia	Publicaciones científicas y de difusión de resultados	1	Pesos	12.000	0	0	12.000
Gastos generales de ejecución	Insumos de laboratorio	1	Pesos	20.000	0	0	20.000
	Viáticos	1	Pesos	4.000	0	0	4.000
	Servicio a terceros	1	Pesos	15.000	0	0	15.000
Habilitación de infraestructura							
Giras Tecnológicas							
TOTAL (M\$)							128.405

GASTOS DE INVERSIÓN

ítem	Descripción de la inversión	Total Unidades	Unidad de medida	Aporte FIC (M\$)	Aporte pecuniario (M\$)	Aporte Valorizado (M\$)	TOTAL (M\$)
------	-----------------------------	----------------	------------------	------------------	-------------------------	-------------------------	-------------

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

Equipamiento	Reometro	1	Pesos		20.000		20.000
	Vizcocimetro rotacional	1	Pesos	10.000			10.000
	Purificador de agua	1	Pesos	8.000			8.000
	Centrifuga	1	Pesos	20.000			20.000
	Detector IR	1	Pesos		12.000		12.000
	Detector DAD	1	Pesos	15.500			15.500
TOTAL (M\$)							85.500

DECLARACIÓN

Postula con criterio de genero

SI ()

NO (X)