

ANEXO N°8

FORMULARIO DE POSTULACIÓN FIC-R 2023

I. IDENTIFICACIÓN PROYECTO

NOMBRE PROYECTO¹	Arroz Climáticamente Inteligente 2.0: Maule carbono neutral
DURACIÓN	36 meses
MONTO SOLICITADO FIC (M\$)	\$250.000

LÍNEA A LA QUE POSTULA

SECTOR	EJE	Selección
Eje 1: Agroindustria y alimentación avanzada	Alimentos funcionales	
	Alimentación saludable	
	Embalajes y envases inteligentes y sustentables	
	Agricultura 4.0	
Eje 2: Región Sustentable y Resiliente	Gestión de Riesgos	
	Gestión Energética	
	Gestión Hídrica y Medio Ambiente	X
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	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
REPRESENTANTE LEGAL	Iris Lobos Ortega
NOMBRE DIRECTOR PROYECTO	Karla Cordero Lara
NOMBRE FORMULADOR	Karla Cordero Lara
MAIL FORMULADOR	kcordero@inia.cl

III. JUSTIFICACIÓN

RESUMEN EJECUTIVO²

En el proyecto FIC Maule “Transferencia Producción de arroz climáticamente inteligente (ACI)” (código BIP 40027609-0), en un período de 3 años se logró producir arroz, reduciendo insumos (agua 50%, herbicidas 30%, semillas 60%), con baja emisión de GEIs y a un costo competitivo. El sistema basado en el SRI en conjunto con nuevas variedades de arroz de uso eficiente de agua, necesita ser escalado para ser adoptado de manera masiva por los agricultores, por lo que se propone generar un ACI versión 2.0. Esto, a través del desarrollo y validación de maquinaria para control de malezas, de nuevas estrategias de fertilización, y la medición de emisiones de GEI. La validación de maquinaria para control de malezas, permitirá contar con una herramienta alternativa para abordar el problema de resistencia cruzada a herbicidas de malezas, la que produce importantes mermas en el rendimiento y rentabilidad del cultivo. Este tipo de control, favorece la oxigenación del suelo que tiene efectos positivos como, la activación de la microbiota edáfica, un mejor desarrollo radicular y un mayor aprovechamiento de los nutrientes. El ACI mantiene la fertilización convencional, por lo que es necesario nuevas estrategias de fertilización. Contar con un cultivo hilerado, con suelos secos de manera intermitente, permite incorporar nuevas herramientas para la nutrición de las plantas. Las que permitirán aumentar la eficiencia de los fertilizantes, y a la vez reducir el riesgo de la dependencia de insumos producidos en el exterior (conflicto Rusia y Ucrania). Además, resulta imperioso reducir el uso de fertilizantes de origen mineral o sintético y reemplazarlos por alternativas más amigables con el medio ambiente. Por último, la medición de GEIs, nos permitirá avanzar en el proceso de descarbonización de los sistemas alimentarios. Estas mediciones son necesarias para poder generar la información necesaria para la implementación de los esquemas de validación y certificación de bonos de carbono, que permitirán financiar los cambios tecnológicos requeridos para la producción sustentable de alimentos. Al mismo tiempo, aportará al compromiso del país de la carbono neutralidad al 2030 y 2050. Los beneficiarios son los cerca de 1.000 agricultores arroceros del Maule Sur (Linares, Longaví, Retiro, Parral) que siembran alrededor de 20.000 ha de arroz. El costo total del proyecto asciende a \$275.000.000, de los cuales se solicitan \$250.000.000 al FIC, \$12.500.000 corresponden a aporte valorado INIA, \$8.000.000 aporte pecuniario de Tucapel y \$4.500.000 aporte de CORTEVA, para ser ejecutados en 36 meses.

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	12500	5%			12500
Gastos de Ejecución	192500	77%	12500	12500	217500
Gastos de Inversión	45000	18%			45000
TOTAL (M\$)	250000	100%	12500	12500	275000

ASOCIADOS

Con sede en la región

Entidad asociada	RUT	Nombre Representante legal entidad	Teléfono	Mail	RUT representante legal	Dirección	Rol en el proyecto
Empresas Tucapel SA	91.083.000-7	Eduardo Lagos	+56999989501	elagos@tucapel	23.369.339-1	Av. Pdte. Alessandri 115, Rinconada, Retiro, Maule	Asociado que aporta pecuniario, y fundamental en transferencia tecnológica

Sin sede en la región

Entidad asociada	RUT	Nombre Representante legal entidad	Teléfono	Mail	RUT representante legal	Dirección	Rol en el proyecto
Corteva	96.564.030-4	Jorge Grau	+569994348873	jorge.grau@cort	8.704.520-k	Gran Avenida 1621, Paine,	Cooperar en ensayos de

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

				eva.com		Región Metropolitana	fertilizantes y herbicidas y proveer aporte pecuniario al proyecto
--	--	--	--	---------	--	----------------------	--------------------------------------------------------------------

Internacionales

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

BENEFICIARIOS³	<p>Los beneficiarios de este proyecto son los 1500 productores arroceros de Chile, los cuales están concentrados en un 80% en el Maule sur (~1.100). Estos productores, en su mayoría pequeños (15 hectáreas promedio), necesitan incrementar su productividad y competitividad, así como la sustentabilidad en las prácticas de manejo de sus predios agrícolas. Requieren producir más arroz con cada vez menos insumos y en una condición climática cada vez más inestable debido al cambio climático. Hoy en día se producen 70 quintales de arroz por hectárea con aproximadamente 18.000-22.000 m3 de agua, lo cual no es muy eficiente en términos de uso de agua, y mucho menos sostenible a futuro. De esta manera, los agricultores necesitan medidas o instrumentos que le permitan adaptarse y ser competitivos en estos nuevos escenarios. De la misma forma, la industria asociada al cultivo en la Región del Maule (p. ej. Tucapel, Carozzi, Flor de Ñiquén, Aruba, Mantul, Arrocería Vitacura, entre otras), requieren que sus proveedores de materia prima, en este caso los productores arroceros chilenos, provean arroz de buena calidad, con altos rendimientos y en los volúmenes necesarios para satisfacer la demanda interna. Es por esto que una de las industrias arroceras más importante en el rubro, como lo es la Empresa Arrocería Tucapel (la cual participa en un 60% del mercado arrocero nacional), se encuentra involucrada en este proyecto, aportando recursos pecuniarios para desarrollar este nuevo modelo productivo, lo que le permitirá adaptarse al cambio climático. Por</p>
----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

	<p>último, también se considera como beneficiarios a los consumidores chilenos, puesto que, si no existe producción nacional de arroz, se verán expuestos a las variaciones internacionales de precios en los arroces importados y a consumir un arroz de menor calidad que el producido en Chile.</p>
PROBLEMÁTICA/BRECH A ABORDADA	<p>El sector arrocerero mundial y nacional enfrenta grandes desafíos tales como: producir más para una población creciente (China e India principales productores y consumidores de arroz), de manera sustentable y sostenible, es decir, reduciendo el uso de insumos (fertilizantes, herbicidas, agua) y de manera inocua y amigable con el medio ambiente (arroz cultivo más contaminante en GEIs), para consumidores cada vez más exigentes en la trazabilidad de lo que consumen. Por otro lado, el arroz presenta dos grandes problemáticas asociadas a su forma tradicional de cultivo: la huella hídrica más alta y la mayor emisión de gases de efecto invernadero, de los cultivos agrícolas. Respecto de la huella hídrica, se requieren 2.500 litros de agua para producir un kilo de arroz, lo cual implica un consumo de alrededor de 22.000 a 24.000 m³/ha de agua. La inundación, se ha utilizado de forma tradicional, debido a que la planta de arroz es semiacuática, lo que le permite crecer en condiciones anaeróbicas. En consecuencia, el agua se ha utilizado como un herbicida natural, siendo por siglos la alternativa más económica para el control de malezas en el cultivo. Asimismo, en los lugares de producción templada, como en Chile, el agua se utiliza como buffer térmico, para la protección del primordio floral, de las bajas temperaturas nocturnas, impidiendo el daño por frío. La inundación a su vez, trae una complicación adicional, la emisión de GEIs, siendo el arroz el segundo mayor productor de GEIs en la agricultura, después de la ganadería. Estas emisiones se generan a partir de la descomposición de la materia orgánica del suelo, realizada por microorganismos anaeróbicos, los que producen metano, el cual es un potente GEI. Otro GEI que se produce bajo el sistema convencional es el óxido nitroso, el cual es producido en menor escala, pero que tiene un mayor potencial de calentamiento global que el CO₂. Hoy en día, se hace insostenible esta forma productiva, más aún cuando Chile se ha comprometido a la carbono neutralidad al 2050. La reducción de emisiones en los sistemas alimentarios se hace crítica, por lo que las soluciones se deben trabajar con celeridad para poder enfrentar todos los desafíos antes mencionados.</p> <p>Para hacerse cargo de estos desafíos existen restricciones adicionales. En efecto, las dificultades de acceso al financiamiento de los cambios requeridos, bajos incentivos de mercado vía precio para productos <i>commodities</i> como el arroz hacen la tarea más compleja.</p>

El avance hacia prácticas más sustentables en la producción de arroz requiere inversiones en tecnologías y prácticas agrícolas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente. Sin embargo, muchas veces los agricultores enfrentan restricciones en el acceso a financiamiento para llevar a cabo estas mejoras. Los altos costos iniciales de implementación de tecnologías sostenibles, como sistemas de riego eficientes, maquinaria de control de malezas, pueden ser prohibitivos para pequeños y medianos productores.

Por otro lado, el arroz es considerado un *commodity*, lo que significa que su precio tiende a ser influenciado por factores globales, como la oferta y demanda mundial y los precios internacionales. La elasticidad de la demanda de este tipo de producto es alta, y se ha probado que los consumidores tienen poca disposición a pagar por atributos adicionales de sustentabilidad (Tucapel, comunicación personal) por lo que el precio al productor del arroz se mantenga relativamente bajo en el mercado, lo que afecta directamente la rentabilidad de los productores locales. Como resultado, los agricultores pueden verse desmotivados para invertir en prácticas más sostenibles que, si bien pueden tener beneficios a largo plazo, pueden requerir mayores costos iniciales.

Por otro lado, Chile ha experimentado cambios regulatorios en relación con la lucha contra el cambio climático, lo que puede abrir oportunidades para la obtención de incentivos y beneficios económicos adicionales a través de iniciativas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La generación de bonos de carbono, a través de proyectos de valorización de reducciones de emisiones, podría ofrecer una vía alternativa para obtener ingresos adicionales y mejorar la sostenibilidad del cultivo de arroz.

Los agricultores familiares del sector arrocerero enfrentan desafíos significativos cuando se trata de participar en los mercados de CO₂ a través de la emisión de bonos. Estos desafíos se deben a una combinación de factores económicos, técnicos y de acceso a recursos, que limitan su capacidad para cuantificar, verificar y monetizar su contribución a la reducción de emisiones de GEI. A continuación, se presentan algunas de las problemáticas más relevantes:

Recursos financieros limitados: Los agricultores familiares del sector arrocerero suelen enfrentar restricciones económicas, que dificultan su acceso a las inversiones para implementar prácticas sostenibles y medidas de mitigación. Estas inversiones incluyen la nivelación de suelos y el diseño predial adaptado al riego en vez de la inundación, maquinaria de siembra y otras que faciliten la implementación de estrategias de control de malezas.

	<p>Conocimientos técnicos limitados: Los agricultores familiares del sector arrocerero pueden carecer de los conocimientos técnicos necesarios para implementar prácticas de cultivo del arroz más sostenibles. La adopción de prácticas de manejo adecuadas para reducir las emisiones de GEI requiere de un conocimiento especializado y asesoramiento técnico. Sin acceso a dicha información, los arroceros pueden tener dificultades para implementar estrategias de mitigación y cuantificar correctamente sus reducciones de emisiones.</p> <p>Barreras de acceso a la verificación y certificación: Para poder emitir bonos de CO₂, es necesario contar con la verificación y certificación de los proyectos de mitigación. Estos procesos suelen ser costosos y requieren de la participación de entidades acreditadas (Diario Financiero, 2022). Los agricultores familiares del sector arrocerero pueden tener dificultades para cumplir con los requisitos y costos asociados, lo que limita su participación en estos mercados.</p> <p>Escala de producción y medición de las emisiones: La escala de producción de los agricultores familiares del sector arrocerero puede dificultar la medición precisa de sus emisiones. Los métodos de medición pueden ser costosos, complejos o requerir tecnología que no está al alcance de estos productores. Además, las limitaciones en la recopilación y el seguimiento dificultan la estimación precisa de las emisiones y la generación de créditos de carbono.</p> <p>Desde el punto de vista de las oportunidades es importante destacar los cambios regulatorios que pueden afectar positivamente al sector. En efecto, durante el año 2024 entraría en vigencia el reglamento asociado a la aplicación del impuesto verde. Este reglamento incluye la posibilidad de compensar emisiones mediante la transacción de bonos de CO₂ en el mercado local. Este elemento significa una oportunidad para los agricultores familiares del sector arrocerero en el acceso al financiamiento para su transformación tecnológica y la sustentabilidad económica de sus explotaciones. Para aprovechar esta oportunidad es necesario el conocimiento técnico de alternativas de producción sustentable y que modelos de negocio inclusivos estén disponibles para ellos.</p>
ESTADO DEL ARTE⁴	<p>ARROZ CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE</p> <p>El arroz climáticamente inteligente, nace como una solución propuesta por INIA, a través del trabajo colaborativo con el Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA), a los problemas enfrentados por el sector arrocerero chileno. Esta solución</p>

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

tecnológica, se evaluó y validó en el marco del proyecto FIC Maule “Transferencia Producción de arroz climáticamente inteligente” (código BIP 40027609-0), que finaliza prontamente (2023). El sistema de Arroz Climáticamente Inteligente (ACI), se basa en un conjunto de prácticas agronómicas adaptadas a los principios del SRI (System of Rice Intensification, en español Sistema de intensificación del cultivo del arroz), más el uso de nuevas variedades eficientes en el uso de agua.

El sistema SRI, nace entre los años 1983 y 1984 en Madagascar, cuando el sacerdote jesuita Henry de Lalunié, forzado por problemas en el establecimiento (baja emergencia) de una cama de semillas para generar plántulas de arroz para trasplante, tuvo que reutilizar las camas de semillas y disponer en menor densidad las plantas jóvenes, de las cuales se produjeron plantas de un alto vigor y gran capacidad de macollas, lo cual se tradujo en un mayor rendimiento de grano (Hubert, 2006), con menor cantidad de insumos utilizados que de forma convencional.

El SRI se basó originalmente en la aplicación de cinco prácticas particulares, las cuales han sido adaptadas a las condiciones locales:

1) Trasplantar plántulas jóvenes de menos de 15 días. Las plántulas deben ser establecidas bajo riego y no inundación, y al momento del trasplante debe ser de manera cuidadosa, rápida y superficial (de 1 a 2 cm).

2) Establecimiento de plantas en baja densidad, colocando las plántulas individuales por punto de trasplante, en cuadrículas de 25 x 25 cm (favoreciendo el desarrollo radicular y foliar permitiendo el uso de más nutrientes y luz solar).

3) Mantener el suelo húmedo, en lugar de continuamente inundado evadiendo la asfixia de las raíces y favoreciendo el desarrollo de los microorganismos aeróbicos benéficos del suelo.

4) Controlar las malezas mecánicamente permitiendo la aireación del suelo.

5) Aumentar la materia orgánica del suelo agregando compost u otra biomasa al suelo para mejorar su estructura, funcionamiento y disponibilidad de nutrientes (Uphoff, 2015).

En la actualidad el SRI es más bien entendido como principios agronómicos, más que prácticas específicas. Es decir, el SRI, se basa en:

- 1) Minimización de la competencia entre las plantas
- 2) Cuidadoso establecimiento del cultivo
- 3) Balance en la disponibilidad de agua y oxígeno en el suelo
- 4) Construcción de fertilidad en el suelo

Estos principios han sido adaptados a diferentes realidades y sistemas productivos en alrededor de 60 países a nivel mundial, tales como India, China, Indonesia, Nepal, Turquía, Etiopía, Afganistán,

Estados Unidos, Madagascar, Camboya, Filipinas, Cuba, Sri Lanka, India, Birmania, Gambia, Sierra Leona entre otros (Uphoff, 2023). Analizando el estado del arte de otros países, se encuentra Bengal en India en donde el SRI se utiliza en zonas de producción que son irrigadas solo por las precipitaciones (secano), en donde se ha logrado incrementar los rindes (32%), gracias a la adaptación de los principios del SRI, bajando costos de producción (5%) y reduciendo el costo de laboreo en 8%, con todo esto logrando una productividad superior en un 67% al cultivo convencional (Sinha et al, 2007).

En Estados Unidos, en el Estado de Arkansas se ha comenzado la implementación del SRI, utilizando el sistema de siembra directa mecanizada, sobre rastrojos o cultivos de cobertera, en donde se ha logrado producir arroz híbrido con altos potenciales de rendimiento, reduciendo costos en uso de agua, de semillas, de agroquímicos entre otros (Uphoff, 2023, Styger, comunicación personal 2023). En la localidad de Punjab, en Pakistán, el SRI se ha desarrollado de manera mecanizada con trasplante mecanizado, con control de malezas mecanizado y riego en surcos, lo que ha permitido un ahorro de un 70% en mano de obra y uso de agua (Sharif, 2011).

En el caso particular de Chile, los trabajos comenzaron en el año 2017, en el Programa de Mejoramiento Genético de Arroz de INIA. Se realizaron pruebas iniciales, en donde se compararon los sistemas convencionales (siembra pregerminada con inundación permanente y siembra directa en seco, seguida de inundación continua), con el SRI original (bajo trasplante, una planta dispuesta en gradilla de 30 cm x 30 cm) y un SRI modificado por INIA (bajo trasplante, 2 plantas por punto, con distancia entre hilera de 30 cm y sobre hilera de 12 cm). La prueba fue realizada en Parral, en el Centro experimental Digua, la temporada 2017/2018, bajo un diseño experimental de bloques cuadrados al azar con 3 repeticiones. Los resultados, sorprendieron, ya que los sistemas basados en SRI, solo fueron irrigados de manera intermitente, sin presencia de la tradicional inundación. Se obtuvieron 54 qq/ha en el SRI original y 70 qq/ha en el SRI modificado, comparado con 70 qq/ha en siembra directa en seco con inundación permanente y 80 qq/ha en pre germinado bajo inundación. Estos resultados, permitieron por primera vez producir arroz japonico de climas templados, en ausencia de inundación con elevada producción, sin esterilidad de granos excesiva. En décadas anteriores, el PMG de arroz de INIA, había realizado investigaciones ligadas a la reducción de agua en el arroz, sin resultados exitosos, debido al alto porcentaje de esterilidad que presentaban las plantas de arroz, las que reducían los rindes a menos de 30 o 20 qq/ha. Una vez probado el SRI, se dedujo que, al realizar el cambio en otras prácticas agronómicas, como la reducción en la densidad de plantas, resultó fundamental en la producción de arroz templado en ausencia de inundación. La planta al tener mayor espacio, produce un mayor

número de macollos (hijos), los que equiparan el rendimiento (Cordero, 2018). Al crecer en un mayor espacio y con disponibilidad de oxígeno en el suelo, las raíces se desarrollan de manera vigorosa, lo cual permite un crecimiento más vigoroso de la parte aérea de la planta, lo que se traduce en plantas más resistentes e inmunes a los estreses bióticos y abióticos. En el caso de Chile y en el Maule sur, la inundación se ha utilizado de manera tradicional, como un buffer térmico, que permite mantener la temperatura del agua alta por las noches para proteger a las plantas de las bajas temperaturas. El arroz al ser un cultivo de origen tropical, es susceptible a las bajas temperaturas, más aún en la etapa reproductiva, en donde en presencia de bajas temperaturas, el polen se hace inviable y se produce la esterilidad floral, la cual se traduce en pérdidas importantes de rendimiento. A su vez, la inundación es la razón por la que el arroz es el segundo mayor contaminante de gases de efecto invernadero, en la agricultura después de la ganadería. La materia orgánica del suelo en su proceso de descomposición bajo inundación (ausencia de oxígeno, anaerobiosis) produce metano, el cual es un potente gas de efecto invernadero (80 veces más contaminante que el CO₂), además de liberación de óxido nitroso (300 veces más contaminante que el CO₂). Por lo tanto, es urgente, buscar alternativas productivas, que permitan la producción de arroz en ausencia de inundación.

Durante las temporadas 2018, 2019 y 2020, el PMG de arroz INIA, en conjunto con el IICA, continuaron con evaluaciones de la metodología SRI modificada, evaluando nuevos tipos de variedades de arroz, que se ajusten a este nuevo modelo productivo. Fue así como se llegó al diseño del Arroz Climáticamente Inteligente, el cual fue presentado como solución al concurso FIC Maule del año 2020. Durante las temporadas 2020, 2021, 2022 y 2023, se realizaron trabajos en campos experimentales de INIA y también en campos de productores arroceros del Maule, para ajustar y validar este nuevo sistema productivo. Se formaron Grupos de Innovación Participativa (GIPs), en donde, agricultores arroceros, extensionistas, investigadores y asesores INDAP y de empresas arroceras, participaron en la co-construcción del nuevo sistema. Se realizaron parcelas de práctica, en cada GIP (una en Parral, otra en Cuyumillaco y otra en Longaví-Linares), por dos años. Se evaluaron y validaron las nuevas prácticas con 3 variedades distintas: Zafiro INIA (variedad más sembrada actualmente en Maule), Jaspe FL INIA (nueva variedad de mayor eficiencia en el uso de agua) y Quila 300502 (línea avanzada candidata a variedad de ciclo más corto y grano pesado), bajo diferentes esquemas de siembra (dosis de siembra de 40 y 70 kilos por hectárea, donde tradicionalmente se utilizan entre 150 y 180 kilos por hectárea). En las parcelas, se logró establecer una metodología productiva en conjunto con los productores, quienes

evaluaron el sistema durante todo el ciclo productivo (desde preparación de suelo, siembra, hasta la cosecha). Esta se resume en una siembra temprana (antes del 15 de octubre), con una dosis de siembra de 70 kg/ha, con uso de herbicidas pre-emergentes a la siembra, combinado con control mecanizado de malezas, con riegos intermitentes durante todo el cultivo (de entre 12 y 8 días, con riegos cuando se alcanza el 30% de humedad aprovechable del suelo), con una saturación de agua entre fines de bota y floración. Con estos sistemas se ha logrado una producción con rendimientos potenciales de hasta 120 qq/ha, con un ahorro del 50% de agua, 30% de agroquímicos (herbicidas) y un 50 -60% menos de semillas.

Para que este nuevo sistema productivo de Arroz Climáticamente Inteligente, pueda ser adoptado de forma masiva, se deben abordar algunas brechas identificadas tales como; la fertilización eficiente y amigable con el medio ambiente, la disponibilidad de maquinaria para el control de malezas mecanizado, para asegurar también la aireación del suelo, y la medición de gases de efecto invernadero, que debiera disminuir drásticamente o incluso desaparecer en ausencia de la inundación. Con la medición de los GEI se puede avanzar en los esquemas de certificación de bonos de carbono, para poder contar con nuevas fuentes de financiamiento tanto para agricultores como industria, los que permitirán la adopción de las innovaciones tecnológicas propuestas por el nuevo sistema de Arroz Climáticamente Inteligente.

EMISIONES DE GEI Y MERCADOS DE CARBONO

La información técnica y científica sobre la dinámica de GEI emitidos por los sistemas agropecuarios chilenos es escasa, resultando prioritario para posicionar al país en los acuerdos internacionales de políticas de mitigación y al mismo tiempo aprovechar las oportunidades de financiamiento que se desprenden de los mercados asociados a la captura o mitigación de GEI.

Las estimaciones existentes de GEI desde la agricultura chilena se apoyan en información de regiones externas que no necesariamente se relacionan con las particulares condiciones de suelo y clima, así como las prácticas de manejo que prevalecen en las zonas agrícolas más importantes del país. Dichas estimaciones indican un incremento global de alrededor de 32% en las emisiones de GEI equivalentes a dióxido de carbono (CO₂e) en nuestra agricultura entre los años 1984 y 2003 (Hube, 2015).

Las mediciones disponibles indican que una hectárea de arroz en Chile puede emitir aproximadamente 8 ton de CO₂eq/año en sistemas de producción tradicional (Hube, 2015).

En los mercados voluntarios de CO₂, a nivel internacional existe una serie de registros de bonos de CO₂ con mayor o menor relevancia en cuanto a volúmenes y metodologías aceptadas. Entre los más relevantes en cuanto a reconocimiento y volúmenes de transacciones se encuentran Verra, Gold Standard, American Carbon Registry, Climate Action Reserve y Clean Develop Mechanism de Naciones Unidas (South Pole, 2023). De ellos, Verra es el de mayor relevancia en cuanto a volumen de bonos registrados, y entre el grupo de metodologías que acepta dentro de las llamadas AFOLU (agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, por sus siglas en inglés) se encuentra la VM0042 v2.0 (Verra, 2023). Esta metodología puede ser utilizada globalmente, y de hecho está siendo utilizada en Chile en una docena de proyectos de grandes ganaderos a través de Efecto Manada en su colaboración con Ruuts (Ruuts, 2023).

En tanto, a través del Reglamento que regule la aplicación del artículo 8 de la Ley 20.780 se establecerán aquellas metodologías que el mercado regulado chileno considerará como aptas para que los contribuyentes afectos al impuesto verde puedan compensar sus emisiones. Se espera que el reglamento incluya una metodología igual o similar a la mencionada anteriormente.

Es importante considerar que, si bien la existencia del mercado voluntario de CO₂ en Chile es de larga data, se ha mantenido incipiente. Ello se debe a distintos motivos, siendo algunos de los más relevantes la dificultad de acceso al financiamiento para la verificación y certificación, la falta de incentivos y la poca escalabilidad de los proyectos ya existentes –que han sido desarrollados por actores económicos de gran envergadura (Diario Financiero, 2022). Sin embargo, cambios normativos recientes hacen prever que este mercado podría dinamizarse y ofrecer oportunidades de financiamiento importantes para el sector.

Respecto de experiencias internacionales sobre estas innovaciones vale la pena destacar la situación colombiana. En efecto, este país lleva la delantera en el establecimiento de regulaciones y de desarrollo de mercados voluntarios en Latinoamérica. Se han establecido en ese país empresas certificadoras (ej. Environmental and Social Solutions) con plataformas que permiten certificar proyectos agrícolas, para luego lograr la emisión de bonos de carbono que se comercializarán en el mercado local e internacional. Por ejemplo, en el caso de las ganaderías de la Sabana de Bogotá, los ganaderos que emitieron bonos de carbono sobre sus predios adaptaron sus explotaciones a las buenas prácticas en ganadería, adoptaron sistemas agrosilvopastoriles con especies forrajeras y

fijadoras de nitrógeno, sembraron cercas vivas y destinaron áreas para reforestación. Una vez certificados, se emiten y comercializan los bonos, que en el mercado local pueden cotizarse entre US\$10 y US\$12 por tonelada de CO2 capturada anualmente, mientras que en el mercado internacional pueden alcanzar un precio entre US\$30 y US\$40.

Referencias

Cordero, K. 2018. Towards a more sustainable rice crop: the Rice system intensification (SRI) experience in Chilean temperate japonica rice. The third International Symposium on Rice Science in Global Health, ISRS GH, Kyoto, Japan.

Diario Financiero, 2022: Predios forestales y bonos de carbono: el potencial de un mercado no explotado
<https://www.df.cl/brandcorner/predios-forestales-y-bonos-de-carbono-el-potencial-de-un-mercado-no>

Hubert, M. 2006. System Rice Intensification, Systeme de riziculture intensive Booklet. Association Tefy Saina. Publications S.R.I. – A.T.S. Imprimerie St Paul-6643-DL 6078.

Hube, S.; Alfaro, M.; Ramírez, L.; Donoso, G.; Paredes, M. 2015. Contribución del cultivo de arroz al cambio climático (100 pp.).

Ruuts, 2023: Escalando la Ganadería Regenerativa en Sudamérica
<https://ruuts.la/sara/>

Sinha, S., and Talati, J. (2007). Productivity impacts of the system of rice intensification (SRI): A case study in West Bengal, India, Agricultural Water Management, Volume 87, Issue 1, Pages 55-60, ISSN 0378-3774, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.06.009>.

Sharif, A. (2011). Technical adaptations for mechanized SRI production to achieve water saving and increased profitability in Punjab, Pakistan. Paddy Water Environ 9, 111–119. <https://doi.org/10.1007/s10333-010-0223-5>

South Pole, 2023: Estándares para el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones
<https://www.southpole.com/es/projects/project-development-standards-labels>

Uphoff, N. 2015. Sistema de Intensificación del Cultivo del Arroz (SRI): respuestas a preguntas frecuentes (en línea). Traducido por el

	<p>Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura con la revisión de Dídier Moreira y Kelly Witkowsky. San José, Costa Rica, IICA, SRI-Rice. Disponible en http://goo.gl/SsfMNx.</p> <p>Uphoff, N. (2023). "SRI 2.0 and Beyond: Sequencing the Protean Evolution of the System of Rice Intensification" Agronomy 13, no. 5: 1253. https://doi.org/10.3390/agronomy13051253</p> <p>Verra, 2023: VM0042 Methodology for Improved Agricultural Land Management, v2.0 https://verra.org/methodologies/vm0042-methodology-for-improved-agricultural-land-management-v2-0/</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL	Optimizar el sistema de producción de arroz climáticamente inteligente, para impulsar su adopción y contribuir a la descarbonización de los sistemas alimentarios de la región del Maule
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validar maquinaria de bajo costo y fácil acceso para los productores arroceros del Maule, que permitan la reducción de uso de herbicidas en la producción de arroz 2. Establecer nuevas estrategias de fertilización de mayor eficiencia y de menor impacto medioambiental, que permitan una mejor productividad y rentabilidad del cultivo de arroz 3. Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero del Sistema de producción de Arroz Climáticamente Inteligente, para aportar a la implementación de los esquemas de validación y certificación de bonos de carbono que permita avanzar en la descarbonización del sector arroceros y la región. 4. Implementar un modelo de adopción y transferencia tecnológica de las innovaciones desarrolladas en la propuesta.
METODOLOGÍA⁵	1.- Validar maquinaria de bajo costo y fácil acceso para los productores arroceros del Maule, que permitan la reducción de uso de herbicidas en la producción de arroz (INIA-CORTEVA)

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.)

Se realizará una búsqueda de maquinaria de control de malezas en diferentes mercados, que permitan una adquisición a bajo costo y compatible con las prácticas realizadas en el territorio. La búsqueda se realizará por fuentes abiertas, organización de reuniones virtuales o presenciales con posibles oferentes y visitas a empresas desarrolladoras de este tipo de tecnología. Paralelamente, se avanzará en la optimización del prototipo obtenido durante el proyecto anterior. Este, será mejorado tanto en sus aspectos técnicos (ancho y velocidad de trabajo), como sus aspectos comerciales (fabricación, precio y disponibilidad).

2.- Establecer nuevas estrategias de fertilización de mayor eficiencia y de menor impacto medioambiental, que permitan una mejor productividad y rentabilidad del cultivo de arroz (INIA-CORTEVA-SYMBORG)

Para lograr el objetivo, se realizarán evaluaciones de tres diferentes productos para definir la mejor estrategia de fertilización. En primer lugar, se evaluarán fuentes de NPK de liberación más eficiente de los nutrientes de manera localizada en la hilera de arroz, basado en el sistema ACI. En segundo lugar, se evaluarán fertilizantes de origen natural, como compost, o té de compost, bacterias fijadoras de nitrógeno, como complemento de la estrategia de fertilización. En tercer lugar, se evaluarán la adición de micorrizas y endófitos (ENDOMIX) que permitan una mejor absorción de nutrientes, que favorezcan la nutrición de la planta a través del mejor aprovechamiento de los fertilizantes.

3.- Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero del PACI, para aportar a la implementación de los esquemas de validación y certificación de bonos de carbono que permita avanzar en la descarbonización del sector arrocerero y la región. (INIA)

En este objetivo se realizarán mediciones de GEIs (metano y óxido nitroso) utilizando cámaras estáticas en las parcelas de productores asociados al proyecto. Las mediciones se realizarán tanto en los cuadros con arroz bajo siembra convencional, como bajo el ACI. Las cámaras estáticas serán selladas al momento de la medición para cuantificar la acumulación de metano y óxido nitroso a los 0, 20 y 40 min. Se evaluarán la cantidad de agua utilizada durante la temporada de crecimiento, el rendimiento de grano y los flujos de CH₄ y N₂O acumulados. Los resultados obtenidos serán utilizados para calibrar modelos de evaluación con imágenes satelitales.

4.- Implementar un modelo de adopción y transferencia tecnológica de las innovaciones desarrolladas en la propuesta.

(INIA-Agricultores-Tucapel)

Se implementará un modelo de Investigación Participativa operacionalizado a través de Grupos de Innovación Participativa (GIP) basado en el involucramiento de los productores y

	<p>extensionistas al proceso de investigación y generación de innovaciones. Esto implica la participación activa en todas sus etapas y actividades, desde el diagnóstico, la formulación, la configuración y el diseño de experimentos, hasta el monitoreo, la evaluación y la difusión de las innovaciones generadas. Esta forma de operar reduce los factores asociados a: la exposición al riesgo y la incertidumbre, complejidad de los cambios propuestos, la necesidad de aprendizajes adicionales y disminuye la posibilidad de que información contradictoria inhiba la adopción.</p>
<p>ANÁLISIS DE ACCIONES DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	<p>El presente proyecto de innovación en producción de arroz tiene como objetivo mejorar la eficiencia y sostenibilidad del proceso de cultivo de arroz, minimizando su impacto ambiental, que adicionalmente tomará medidas para que su propia gestión genere aportes en la misma dirección. Para lograr este propósito, se proponen medidas específicas en tres áreas clave: gestión de envases de agroquímicos, reducción del uso de vehículos y selección de productos de mínimo impacto ambiental. Estas acciones serán implementadas en conjunto para maximizar los beneficios ambientales y contribuir al desarrollo de una agricultura más responsable con el medio ambiente.</p> <p>1. Gestión de Envases de Agroquímicos: La gestión adecuada de los envases de agroquímicos es fundamental para evitar la contaminación del suelo y el agua. Se propone implementar un sistema de triple lavado de los envases, que consiste en enjuagar los envases con agua limpia en tres ocasiones para eliminar cualquier residuo de agroquímicos. Luego de este proceso, los envases deberán ser perforados para evitar su reutilización y facilitar su reciclaje.</p> <p>Los envases que hayan pasado por este proceso serán dispuestos en los puntos de recolección más próximos a las parcelas de cultivo. Estos puntos son gestionados en colaboración con las autoridades locales y empresas de reciclaje, garantizando que los envases sean recogidos y enviados a plantas de reciclaje autorizadas.</p> <p>2. Reducción del Uso de Vehículos: La reducción de la huella de carbono asociada al proyecto se abordará mediante la disminución del uso de vehículos. Se impulsará el uso compartido de maquinaria agrícola entre los agricultores de la región, de manera que se reduzca la cantidad de vehículos en funcionamiento y se optimice el uso de los recursos. Para esto, se creará un grupo de trabajo entre los participantes del proyecto</p>

	<p>(productores, extensionistas e INIA) que facilite la coordinación entre los agricultores y la planificación de los trabajos de campo.</p> <p>3. Selección de Productos de Mínimo Impacto: La selección de agroquímicos y fertilizantes de mínimo impacto ambiental es esencial para garantizar la salud del ecosistema agrícola. Se promoverá el uso de productos con impacto ambiental, que sean menos tóxicos para los organismos no objetivo y presenten una menor persistencia en el medio ambiente.</p> <p>Además, se fomentará la adopción de prácticas de manejo que prioricen el uso de métodos mecánicos para el control de malezas. Se brindará asesoramiento técnico a los agricultores para implementar estas prácticas y se realizarán actividades de difusión periódicas para mantenerlos actualizados sobre las mejores técnicas disponibles.</p>
<p>ANÁLISIS EXTERNALIDADES</p>	<p>DE</p> <p>Se identifican las siguientes externalidades positivas generadas por el proyecto “Arroz Climáticamente Inteligente 2.0: Maule carbono neutral”; la creación de un mercado de producción de maquinaria de control de malezas en la industria metalmecánica local y la activación de un entorno habilitante para la generación de proyectos de valorización de bonos de carbono. Estas externalidades positivas destacan cómo el proyecto no solo contribuye al desarrollo de la producción de arrocería de la Región del Maule, sino también a la promoción de actividades sostenibles y generadoras de beneficios adicionales para la comunidad y el medio ambiente.</p> <p>1. Creación de un Mercado de Producción de Maquinaria de Control de Malezas en la Industria Metalmecánica Local:</p> <p>a) Fomento de la Economía Local: La implementación del proyecto requerirá de maquinaria especializada para el control de malezas. Al establecer este nuevo mercado de producción de maquinaria agrícola, se impulsará la creación de empleos locales y la generación de oportunidades para empresas de la industria metalmecánica, lo que contribuirá al desarrollo económico de la región.</p> <p>b) Transferencia de Tecnología: La fabricación de maquinaria de control de malezas exigirá el desarrollo de tecnologías y conocimientos especializados. Esta transferencia de conocimiento y tecnología beneficiará a las empresas locales, permitiéndoles adquirir nuevas capacidades y mejorar su competitividad en el mercado.</p>

	<p>c) Reducción de la Dependencia de Importaciones: Al contar con una oferta local de maquinaria de control de malezas, se disminuirá la dependencia de importaciones de equipos agrícolas similares. Esto puede resultar en un ahorro de divisas y una mayor autonomía económica para el país.</p> <p>2. Activación de un Entorno Habilitante para la Generación de Proyectos de Valorización de Bonos de Carbono:</p> <p>a) Impulso a la Economía de Bajo Carbono: La generación de proyectos de valorización de bonos de carbono promoverá prácticas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector arrocerero regional. Esto conlleva a una economía más sostenible y comprometida con la lucha contra el cambio climático.</p> <p>b) Desarrollo de Capacidades Locales: La validación de metodologías de reducción de emisiones y su verificación con imágenes satelitales requerirá de expertos y técnicos en el ámbito ambiental. La formación de profesionales locales en estas áreas y la colaboración con instituciones de investigación pueden fortalecer las capacidades técnicas de la Región del Maule.</p> <p>c) Atracción de Inversiones Sostenibles: La generación de bonos de carbono representa una oportunidad para atraer inversión hacia proyectos sostenibles y amigables con el medio ambiente. Esto puede tener un impacto positivo en la economía y contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas más limpias en el sector arrocerero de la Región del Maule.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

V. PRODUCTOS Y RESULTADOS

DESCRIPCIÓN PRODUCTOS	DE
	<p>A. Maquinaria desarrollada y validada para el control mecanizado de malezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Prototipos de maquinaria diseñada específicamente para el control mecanizado de malezas en campos de arroz. ● Informe técnico que detalla el funcionamiento y eficacia de la maquinaria en la reducción del uso de herbicidas. ● Guía de implementación y mantenimiento de la maquinaria para los agricultores.

	<p>B. Nuevas estrategias de fertilización más eficientes y amigables con el medio ambiente para el nuevo sistema productivo disponibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Protocolos de fertilización que incluyan el uso de fertilizantes de origen natural, micorrizas y endófitos para el cultivo de arroz. ● Informe técnico que respalda la efectividad de estas nuevas estrategias de fertilización. ● Guía práctica de aplicación de las estrategias de fertilización para los agricultores. <p>C. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero cuantificadas y calibradas con imágenes satelitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Informe detallado de las emisiones de metano y óxido nítrico en campos de arroz en la Región de Maule, cuantificadas y calibradas mediante imágenes satelitales. ● Datos y resultados obtenidos en el monitoreo de emisiones de GEI. ● Metodología de medición y calibración de emisiones para futuras implementaciones y verificaciones de bonos de carbono. <p>D. Metodología implementada para la co-creación de soluciones tecnológicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Documento que describa la metodología utilizada para la co-creación de soluciones tecnológicas entre agricultores, investigadores, asesores y extensionistas. ● Herramientas y recursos para facilitar la transferencia y difusión de las soluciones tecnológicas entre los productores de arroz de la región. ● Informe de resultados y lecciones aprendidas de la implementación de la metodología de co-creación.
<p>DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS</p>	<p>A. Aumento de la eficiencia y productividad del cultivo de arroz mediante el desarrollo y validación de maquinaria para el Control Mecanizado de Malezas, en los predios de agricultores arroceros del Maule:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Maquinaria específicamente diseñada y probada para el control mecanizado de malezas en campos de arroz.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Reducción demostrada en el uso de herbicidas en los campos donde se implementa la nueva maquinaria. <p>B. Aumentos de la eficiencia de las prácticas de manejo nutricional del cultivo el arroz, a través de la implementación de Nuevas Estrategias de Fertilización Eficientes y Amigables con el Medio Ambiente (reducción huella de carbono), en los predios de los agricultores arroceros del Maule:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Uso exitoso de fertilizantes de origen natural, micorrizas y endófitos en la fertilización del cultivo de arroz. ● Mejora en la productividad de los cultivos de arroz ● Reducción de la contaminación del suelo y agua por el uso de fertilizantes convencionales. <p>C. Disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (metano y óxido nitroso) del cultivo del arroz a través de la cuantificación y calibración de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero con Imágenes Satelitales en los predios de los agricultores arroceros del Maule:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Obtención de datos precisos sobre las emisiones de metano y óxido nitroso en campos de arroz en la Región de Ñuble. ● Validación y calibración de las emisiones con imágenes satelitales para su uso en esquemas de implementación, verificación y certificación de bonos de carbono. <p>D. Aumento de la competitividad del sector arrocerero del Maule a través de la metodología implementada para la Co-Creación de Soluciones Tecnológicas en pro de la descarbonización del rubro y su Transferencia y Difusión entre los Productores Arroceros del Maule:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Implementación exitosa de la metodología de co-creación que involucra a agricultores, investigadores, asesores y extensionistas. ● Desarrollo de soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades locales y validadas por los agricultores de la región.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- | | |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none">● Transferencia y difusión efectiva de las soluciones tecnológicas a través de capacitaciones, eventos y plataformas de colaboración. |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

VI. SEGUIMIENTO:

Indicadores de Proceso	Descripción	Línea Base	Meta	Forma de cálculo	Período de medición	Medio de Verificación
1) Cualitativos	Nivel de satisfacción de los participantes de los GIPs de los prototipos de control mecanizado de malezas	0	50%	% de satisfacción promedio de participantes de GIPs	36 meses	Encuestas de satisfacción
2) Cuantitativos	Número de prototipos evaluados (prospectados y desarrollados)	1	4	Sumatoria de prototipos prospectado y desarrollados	36 meses	Informe de evaluación de prototipos
3) Cualitativos	Niveles de satisfacción de los participantes de los GIPs a las estrategias nuevas de fertilización propuestas	0	50%	% de satisfacción promedio de participantes de GIPs	36 meses	Encuestas de satisfacción
4) Cuantitativos	Número de nuevos insumos de fertilización evaluados para las nuevas estrategias de fertilización	0	4	Sumatoria de insumos de fertilización evaluados	36 meses	Informe de evaluación de nuevas estrategias de fertilización
5) Cuantitativos	Número de mediciones de GEIs realizadas en el cultivo del arroz	0	2	Sumatoria de # de mediciones realizadas por temporada	36 meses	Informe de resultados de las mediciones de GEIs
6) Cualitativos	Nivel de satisfacción de participación de en GIP	0	70%	% de satisfacción promedio de participantes de GIPs	36 meses	Encuestas de satisfacción

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

7) Cuantitativos	Número de participantes en días de campo masivos	0	250	Sumatoria de participantes en tres días de campo masivo (temporadas 1, 2 y 3)	36 meses	Listados de participantes
-------------------------	--------------------------------------------------	---	-----	-------------------------------------------------------------------------------	----------	---------------------------

Indicadores de resultados	Descripción	Línea Base	Meta	Forma de cálculo	Período de medición	Medio de Verificación
Cualitativos	Nivel de conocimiento de modelo de Arroz Climáticamente Inteligente 2.0 en la población objetivo del proyecto	0%	70%	Porcentaje de conocimiento de puntos críticos del modelo de Arroz Climáticamente Inteligente 2.0 de los participantes en los días de campo masivo	36 meses	Encuesta aplicada a los participantes en los días de campo masivo
Cuantitativos	Número de aplicaciones de herbicidas en cultivo de arroz	5	3	Sumatoria de # de aplicaciones de herbicidas realizadas por temporada según protocolo	36 meses	Informe de resultados de temporada
Cuantitativos	Emisiones de GEI (CO ₂ eq) del cultivo de arroz	8 ton de CO ₂ eq/año	1 ton de CO ₂ eq/año	Sumatoria de emisiones de Metano y Óxido Nitroso según metodología de laboratorio	36 meses	Informe de laboratorio
Cuantitativos	Porcentaje de unidades de fertilizantes (NPK) reemplazadas por las nuevas estrategias de fertilización	0	30%	% unidades tradicional - % de unidades de la nueva estrategia	36 meses	Informe de evaluación de nuevas estrategias de fertilización

VII. ANÁLISIS DE MERCADO

**ANÁLISIS
POTENCIAL DE
MERCADO**

El mercado internacional del arroz de variedades japónicas es un segmento particular dentro de la industria del arroz que se caracteriza por la demanda de arroces de alta calidad y características únicas asociadas a las variedades japónicas. Estas variedades son muy valoradas por su textura, aroma, sabor y apariencia, lo que las convierte en productos de alto valor y prestigio en los mercados internacionales. Algunas de las características del mercado internacional del arroz de variedades japónicas:

Calidad Superior: El arroz de variedades japónicas se destaca por su calidad superior en comparación con otras variedades. La textura pegajosa y suave, así como el delicado sabor y aroma, son atributos muy apreciados por los consumidores y chefs de todo el mundo.

Demanda en Mercados Específicos: El arroz de variedades japónicas es especialmente buscado en países con fuertes tradiciones culinarias que incluyen el sushi, como Japón, Corea del Sur, China, Estados Unidos, Canadá y países europeos. También es apreciado en restaurantes de alta gama y en la cocina gourmet en todo el mundo.

Precio Premium: Debido a su alta calidad y demanda especializada, el arroz de variedades japónicas generalmente se comercializa a precios más altos en comparación con otras variedades de arroz. Esta prima se justifica por las características únicas y la sofisticación que aporta a las preparaciones culinarias.

Certificaciones y Etiquetas de Origen: Algunas variedades japónicas, como el arroz Koshihikari de Japón o el arroz Carnaroli de Italia, cuentan con certificaciones y etiquetas de origen que garantizan su autenticidad y calidad, lo que refuerza aún más su valor en el mercado internacional.

Por otro lado, el mercado nacional del arroz se caracteriza por identificarse como un sector de vital importancia para la seguridad alimentaria y la economía del país. El arroz es uno de los alimentos básicos de la canasta familiar chilena y, por lo tanto, su producción y comercialización tienen una gran relevancia para satisfacer las necesidades de consumo interno.

El arroz es ampliamente consumido en Chile (9 kg/per cápita/año) y su demanda es sostenida a lo largo del tiempo. Es un componente esencial en la dieta de la población, presente en diversos platillos y preparaciones culinarias, lo que garantiza una demanda estable a lo largo del año. Aunque Chile tiene una producción nacional de arroz, también importa una parte considerable de este grano (50%) para complementar la

	<p>demanda interna. Las importaciones de arroz provienen principalmente de países como Paraguay y Argentina. El mercado del arroz en Chile está regulado por políticas agrícolas y comerciales (determinación de precios a la importación de referencia) que buscan proteger la producción nacional y garantizar un suministro estable y seguro para la población.</p> <p>Se destacan en los últimos años el desarrollo de políticas ministeriales destinadas a fortalecer el desarrollo de los cultivos tradicionales. Estas políticas se basan en la fragilidad de los sistemas alimentarios demostrada en la reciente pandemia y en los efectos de la guerra entre Rusia y Ucrania. Adicionalmente, se busca potenciar la seguridad y soberanía alimentaria del país, por lo cual se ha desarrollado una estrategia ad hoc (ODEPA, 2023) que indica líneas de apoyo específicas para el sector.</p> <p>En cuanto al desarrollo comercial de los mercados de carbono, a nivel internacional este ha tenido un crecimiento exponencial durante los últimos años, y según Morgan Stanley, se espera que el mercado voluntario de compensaciones de carbono crezca de alrededor de \$ 2 mil millones en 2022 a alrededor de \$ 100 mil millones en 2030 y alrededor de \$ 250 mil millones para 2050 (Morgan Stanley, 2023).</p> <p>En tanto, a nivel nacional el desarrollo comercial vinculado al desarrollo de proyectos de mitigación ha sido más bien limitado. Ello en consideración a las dificultades de financiamiento para los distintos tipos de proyectos, la falta de incentivos y a la poca escalabilidad que estos tienen (Diario Financiero, 2022).</p> <p>Sin embargo, la Reforma Tributaria de 2020, que modifica el artículo 8 de la Ley 20.780, establece que los contribuyentes afectos al llamado impuesto verde “podrán compensar todo o parte de sus emisiones gravadas –para efectos de determinar el monto del impuesto a pagar– mediante la implementación de proyectos de reducción de emisiones del mismo contaminante, sujeto a que dichas reducciones sean adicionales, medibles, verificables y permanentes”. Por tanto, esta reforma crea un mercado regulado a nivel nacional de transacción de instrumentos (llámense bonos u otra denominación) que permitan la compensación de emisiones por parte de los contribuyentes. Estos cambios normativos son una oportunidad muy importante para el desarrollo de estos mercados, por lo cual es muy importante establecer un entorno habilitante para la participación de los agricultores arroceros de sus beneficios.</p>
PROPUESTA DE VALOR	El proyecto de Producción de Arroz Climáticamente Inteligente 2.0 tiene como objetivo transformar la forma en que se cultiva el arroz en la

región, promoviendo prácticas innovadoras y sostenibles. A través de la cogeneración de innovaciones entre agricultores, investigadores, asesores y extensionistas, el proyecto busca abordar tres áreas fundamentales: control mecanizado de malezas, estrategias de fertilización eficiente y amigable con el medio ambiente, y monitoreo de gases de efecto invernadero. Esta propuesta de valor destaca los beneficios que el proyecto brindará a la población objetivo, así como su contribución a la seguridad alimentaria regional y nacional.

Propuesta de Valor:

Aumento de la Eficiencia en el Uso de los Recursos:

El Sistema de Producción de Arroz Climáticamente Inteligente 2.0 permitirá a los agricultores de la Región de Maule optimizar el uso de recursos como agua, fertilizantes y energía. Mediante tecnologías y prácticas innovadoras, como el control mecanizado de malezas, se reducirá la necesidad de uso de herbicidas y mano de obra, lo que se traducirá en ahorros significativos para los agricultores. Además, la implementación de estrategias de fertilización más eficientes y amigables con el medio ambiente mejorará la productividad de los cultivos.

Aumento de la Sostenibilidad y Competitividad:

Al adoptar el Sistema de Producción de Arroz Climáticamente Inteligente 2.0, los agricultores de la región podrán mejorar la sostenibilidad de sus sistemas de producción, minimizando el impacto ambiental y asegurando la viabilidad a largo plazo de sus operaciones agrícolas. La implementación de prácticas sostenibles y la incorporación de tecnologías de vanguardia fortalecerán la competitividad de los productores de arroz de Maule en el mercado nacional e internacional. La producción de arroz sustentable y de alta calidad generará valor agregado y abrirá oportunidades para acceder a nuevos mercados más exigentes en términos ambientales.

Acceso al Conocimiento y Cocreación de Soluciones:

El proyecto fomentará la co-generación de innovaciones, promoviendo el intercambio de conocimientos y experiencias entre agricultores, investigadores, asesores y extensionistas. Esto permitirá el desarrollo de soluciones adaptadas a las condiciones locales y la identificación de prácticas exitosas que puedan ser replicadas en toda la región. La colaboración y el aprendizaje conjunto enriquecerán la capacidad técnica de los actores involucrados y generarán un ambiente propicio para la generación de nuevos conocimientos y enfoques en la producción de arroz sostenible.

	<p>Contribución a la Seguridad Alimentaria Regional y Nacional: Mediante la promoción de la producción sostenible de arroz, el proyecto contribuirá a fortalecer la seguridad alimentaria en la Región de Ñuble y el país en general. Al aumentar la eficiencia y productividad de los cultivos, se incrementará la disponibilidad de arroz en el mercado local, lo que favorecerá el acceso a este alimento básico para la población chilena. La producción local sostenible también reducirá la dependencia de las importaciones, asegurando un suministro estable y confiable de arroz en la región.</p> <p>Captura de valor vía bonos de carbono La Reforma Tributaria de 2020, que modifica el artículo 8 de la Ley 20.780, establece que los contribuyentes afectos al llamado impuesto verde “podrán compensar todo o parte de sus emisiones gravadas –para efectos de determinar el monto del impuesto a pagar– mediante la implementación de proyectos de reducción de emisiones del mismo contaminante, sujeto a que dichas reducciones sean adicionales, medibles, verificables y permanentes”. Por tanto, esta reforma crea un mercado regulado a nivel nacional de transacción de instrumentos (llámense bonos u otra denominación) que permitan la compensación de emisiones por parte de los contribuyentes (Carey, 2022). Por tanto, resulta de extrema relevancia la consideración del contexto legal que dicha norma ha creado. La reforma antes mencionada resulta trascendental en cuanto permite y fomenta tanto el desarrollo de proyectos de mitigación contra la Crisis Climática a nivel nacional, como la posibilidad de que los contribuyentes tengan la posibilidad de compensar sus emisiones a través del financiamiento de los mismos y contribuir así a la Acción Climática. En lo relativo a la aplicación de la norma antes mencionada, actualmente el respectivo Reglamento se encuentra en su etapa final de elaboración. Ello permite la posibilidad de que metodologías como la propuesta por el modelo Arroz Climáticamente Inteligente 2.0 tengan cabida reglamentaria, ya que dicho Reglamento entraría en vigencia en 2024.</p>
<p>ESCALABILIDAD DE LA INICIATIVA</p>	<p>El proyecto pretende escalar los resultados de su gestión en el total de productores de arroz de la Región del Maule. Para asegurar este nivel de escalamiento se consideran algunos de los elementos fundantes de la propuesta, así como también alguna de las externalidades positivas de la iniciativa.</p> <p>El proyecto se ha centrado en la participación activa de agricultores referentes tecnológicos, asesores técnicos de los molinos y extensionistas para co-producir prácticas agrícolas más sostenibles. Además, se trabajará en la generación de incentivos económicos para fomentar la implementación de cambios tecnológicos y de prácticas vía la emisión de bonos de carbono.</p>

A partir de esos elementos se considera la siguiente propuesta de Escalamiento:

1. Creación de Redes de Agricultores Referentes Tecnológicos:

Se promoverá la creación de redes de agricultores referentes tecnológicos que hayan participado de los GIP y adoptado con éxito las prácticas sostenibles propuestas por el proyecto. Estos agricultores se convertirán en líderes y ejemplos a seguir en sus territorios. Se buscará fortalecer sus capacidades como difusores del conocimiento y se incentivará la réplica de sus experiencias en otros agricultores de la zona.

2. Fortalecimiento de Capacidades de Asesores y Extensionistas:

Se capacitará a los asesores y extensionistas para que se conviertan en agentes clave en la difusión del conocimiento sostenible. Se les proporcionará información actualizada sobre las prácticas más innovadoras y se les ofrecerá herramientas para que puedan brindar asesoramiento técnico efectivo a los agricultores. Además, se incentivará su participación activa en los días de campo masivos donde puedan compartir experiencias y establecer sinergias con otros profesionales.

3. Creación de Plataformas de Comunicación y Colaboración:

Se establecerán plataformas de comunicación y colaboración, como grupos de Whatsapp, donde los agricultores, asesores y extensionistas puedan interactuar, intercambiar conocimientos y resolver dudas. Estas plataformas también serán utilizadas para la difusión de información relevante y la organización de eventos.

4. Generación de Incentivos Económicos:

El proyecto aportará elementos para la generación de incentivos económicos para la implementación de cambios tecnológicos y prácticas sostenibles. Estos incentivos provendrán de la emisión de bonos de carbono, donde se valorará la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero alcanzada gracias a la adopción de prácticas sostenibles.

El escalamiento de los resultados permitirá maximizar el impacto positivo del proyecto, alcanzando un mayor número de agricultores y contribuyendo a la sostenibilidad del sector agrícola en su conjunto.

**MODELO DE
TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA**

Este proyecto considera como estrategia de Transferencia Tecnológica desarrollar un proceso de Investigación Participativa. Este método se basa en el involucramiento de los productores y extensionistas al proceso de investigación y generación de innovaciones. Esto implica la participación activa en todas sus etapas y actividades, desde el diagnóstico, la formulación, la configuración y el diseño de experimentos, hasta el monitoreo, la evaluación y la difusión de las innovaciones generadas.

Esta participación estará dirigida a grupos identificados previamente de productores y extensionistas innovadores que formarán Grupos de Investigación Participativa (GIP). Con ellos se evaluarán las tecnologías y prácticas tradicionales en comparación a las innovaciones co-construidas, teniendo en cuenta el conocimiento de productores e investigadores, para utilizar la más amplia gama de conocimientos para resolver problemas técnicos locales. Este método tiene como beneficios adicionales crear capacidad entre los pequeños productores, para que continúen investigando y adaptando tecnologías de acuerdo con la especificidad agrícola a sus condiciones y aumentar el nivel de apropiabilidad y la velocidad de difusión de las innovaciones generadas.

Para su desarrollo, el componente Investigación Participativa se organiza en cuatro etapas que se presentan a continuación:

1. Diagnóstico participativo

Contacto, reconocimiento y acuerdo inicial entre los productores y extensionistas para la participación. Priorización de problemas tecnológicos asociados a las componentes del proyecto.

Para desarrollar esta etapa se contempla la realización de 3 Talleres de diagnóstico participativo en las localidades de Linares, Retiro y Parral al inicio de la primera temporada y 4 Jornadas participativas de diseño y formulación de las nuevas metodologías en terreno durante la temporada inicial.

2. Formulación Participativa de Soluciones Tecnológicas.

Definición de soluciones alternativas, revisión de fuentes de información, identificación de informantes claves; formulación estructurada de propuestas de investigación en predios de los agricultores, identificación y construcción de la estructura organizacional de Grupos de Investigación Participativa (GIP). Establecimiento de parcelas de investigación participativa; preparación de experimentos y adquisición y / o contrato de equipos.

Para desarrollar esta etapa se contempla la realización de 2 Talleres en las temporadas 2 y 3, de diseño de las acciones de la temporada en curso.

3. Desarrollo de Grupos de Investigación Participativa (GIP)
Monitoreo y registro de información de parcelas de investigación participativa. Análisis de progreso y resultados parciales, y análisis, evaluación y sistematización de resultados.

Para desarrollar esta etapa se contempla la realización de 8 días de campo con durante las temporadas 2 y 3.

4. Escalamiento y Difusión
Aplicación de resultados de investigación a sistemas de producción, monitoreo, evaluación y sistematización participativa del proceso de innovación. Diseño de estrategias de socialización y difusión a otras comunidades. Organización de líderes multiplicadores; identificación de nuevas necesidades y gestión y formación de alianzas o redes.

Para desarrollar el proceso de escalamiento se generarán los siguientes productos y actividades:

- 10 Cartillas divulgativas de las nuevas prácticas y tecnologías (formato digital e impreso)
- 3 Días de campo masivos
- Acciones de comunicación en prensa
- Seminario de cierre Resultados del proyecto

VIII. DIFUSIÓN

PLAN DE DIFUSIÓN

Nombre actividad difusión	Descripción	Medio de verificación
Talleres de Diagnóstico de Grupos de Innovación Participativa	Taller de trabajo en sala	Listado de asistencia, Registro fotográfico, Informe de resultados del taller
Talleres de Diseño de Temporada	Taller de trabajo en sala	Listado de asistencia, Registro fotográfico, Informe de resultados del taller
Taller de Seguimiento de Temporada	Taller de campo	Listado de asistencia, Registro fotográfico, Informe de resultados del taller
Día de Campo masivo	Día de Campo en estación experimental Digua	Listado de asistencia, Registro fotográfico
Seminario	Seminario de ponencias en Teatro de Parral	Listado de asistencia, Registro fotográfico,
Notas en Prensa	Notas en Prensa en medios de comunicación de circulación Local, Regional, Nacional	Registro de notas en prensa escrita y digital.
Grupos en Redes Sociales	Grupos WhatsApp donde los agricultores, asesores y extensionistas puedan interactuar, intercambiar conocimientos y resolver dudas.	Grupos WhatsApp vigentes
Cartillas divulgativas	Cartillas divulgativas de las nuevas prácticas y tecnologías (formato digital e impreso)	Cartillas divulgativas (formato digital e impreso)

CARTA GANTT

[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\$)
Publicaciones y servicios de impresión y fotocopiado	Servicio de envío correo y encomiendas	1	unidad	1000			1000
Materiales e insumos de oficina	Cuadernos Lápices Carpetas otros	1	unidad	2000			2000

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

Servicios básicos	Telefonía Agua Luz	1	unidad	6000			6000
Combustible	Movilización personal adm.	1	unidad	3500			3500
TOTAL (M\$)				12500	0	0	12500

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	Una técnica Agrícola y un operario de campo y laboratorio	2	unidad	55800			55800
Contratación de personal para la ejecución	Personal INIA (Aporte Valorado)	1	unidad			12500	12500
Difusión y transferencia	Contratación asesoría especializada	1	unidad	25000			25000
Gastos generales de ejecución	Insumos de laboratorio Combustible Viáticos Arriendo de vehículos	1	unidad	111700	12500		124200

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

	Insumos de campo						
Habilitación de infraestructura							
Giras Tecnológicas							
TOTAL (M\$)				192500	12500	12500	217500

GASTOS DE INVERSIÓN

ítem	Descripción de la inversión	Total Unidades	Unidad de medida	Aporte FIC (M\$)	Aporte pecuniario (M\$)	Aporte Valorizado (M\$)	TOTAL (M\$)
Equipamiento 1	Optimización prototipo controlador de malezas	1	Unidad	10000			10000
Equipamiento 2	Roller para control de malezas uso cultivo cobertera	2	Unidad	10000			10000
Equipamiento 3	Nuevo controlador de malezas mecanizado de fácil acceso	2	Unidad	20000			20000

DIVISIÓN DE FOMENTO E INDUSTRIA

Equipamiento 4	Cortadora de residuos de cosecha, incorporación materia orgánica al suelo	1	Unidad	5000			5000
TOTAL (M\$)				45000	0	0	45000

DECLARACIÓN

Postula con criterio de género

SI (X)

NO ()