



Resultados y Lecciones en

Reconstitución de Arroz con Extrusión

Proyecto de Innovación en
Región del Maule



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en **Reconstitución de arroz a base de sus subproductos con método de extrusión**



Proyecto de Innovación en
Región del Maule

Valorización a mayo de 2010



SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**

Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto y a los participantes en los talleres de difusión, a Juan Carlos Galaz, profesional FIA y en especial a la Sra. Laura Almendares C., Ingeniero Agrónomo M.Sc., Decana de la Facultad de Tecnología de la Universidad de Santiago de Chile y a don Mauro Grossi, Ingeniero civil industrial, empresario y consultor.

Resultados y Lecciones en Reconstitución de arroz a base de sus subproductos con método de extrusión

Proyecto de Innovación en la Región de Maule

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 205.015

ISBN N° 978-956-328-094-4

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Bernardita Mancilla V. y Rodrigo Cruzat G. - AQUAVITA Consultores

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

M. Francisca Fresno R. y M. Margarita Casadio P - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Andrea Villena M.

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes	5
2. Situación actual de la industria arrocera en Chile y alcances de la industria mundial	7
2.1 Breve panorama mundial.....	7
2.2 Situación en Chile.....	8
3. Procesos del arroz y sus subproductos	10
3.1 Procesamiento del arroz.....	10
3.2 Subproductos de arroz.....	10
4. La técnica de extrusión.....	12
5. El Alcance del modelo	13
6. El Proyecto de Inversión	14
7. Claves de la viabilidad de la innovación.....	20
8. Asuntos por resolver.....	21

Sección 2. El proyecto precursor	23
1. El entorno económico y social.....	23
2. El proyecto.....	24
3. Los productores del proyecto hoy	33

Sección 3. El valor del proyecto	35
---	----

ANEXOS	
1. Cuadros económicos y estadísticas.....	38
2. Literatura consultada.....	40
3. Documentación disponible y contactos.....	40



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas del proyecto “Obtención de productos innovativos, a partir de subproductos de arroz, utilizando una nueva metodología de extrusión”, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información aporte a los interesados elementos nuevos, que les permitan tomar decisiones productivas y/o adoptar el potencial desarrollo de iniciativas relacionadas con este tema.

► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este documento se desprenden de las experiencias y lecciones de un proyecto financiado por FIA y denominado “Obtención de productos innovativos, a partir de subproductos de arroz, utilizando una nueva metodología de extrusión”. El proyecto fue ejecutado por el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Santiago de Chile (USACH), el Sindicato Arroceros Los Huiques y el productor Alberto Gatica de Parral, entre diciembre de 2005 y mayo del 2007.

El objetivo principal planteado en el proyecto precursor fue desarrollar nuevos productos alimenticios a partir de subproductos del proceso industrial del arroz, utilizando técnicas de extrusión.

Asimismo, el proyecto tuvo como objetivos específicos:

- Caracterizar los arroces chilenos a través de análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales.
- Desarrollar tecnologías para generar nuevos productos innovadores de interés para el mercado, a partir de la industrialización de sub productos del arroz¹ y otros derivados del proceso de descascarado-pulido-calibrado del arroz.

¹ Sub productos del arroz, tales como: harinas, harinillas, puntas, media grana, granos quebrados.

- Evaluar los productos obtenidos a través de análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales para determinar su composición, calidad microbiológica, comportamiento y aceptación.
- Determinar rentabilidad y proyecciones de los nuevos productos extruidos.
- Generar la estrategia comercial (simulación) de escala piloto a escala industrial para la inserción de los productos obtenidos en el mercado.



El proyecto surgió como resultado frente a la búsqueda de una alternativa económica que utilice los subproductos del proceso del arroz, principalmente para que este segmento (que constituye aproximadamente el 40% del arroz paddy), tuviera un uso más rentable que su venta como alimento para uso animal, estabilización de caminos, etc. El proyecto fue considerado en un contexto social y económico, ya que la mayoría de los productores de arroz son pequeños y el margen de ganancia que tienen es estrecho debido a que no se les paga por su producción total (entre otros factores), sino que sólo el arroz de grano entero resultante del proceso que ocurre dentro del molino (60%).

El producto creado es un arroz reconstituido (con forma de grano) hecho por extrusión a partir de algunas partes de los subproductos del arroz, al que, como parte del proceso, se le agregan sabores como churrasco, cebolla, ajo, además de fibra, para potenciar el producto, generando mayor valor agregado. Este nuevo arroz tiene las mismas propiedades culinarias y alimenticias que el grano normal, con la diferencia de que es más eficiente energéticamente durante su cocción, ya que se prepara con la mitad de tiempo y tres cuartos menos de agua.

La experiencia recogida del proyecto precursor propone un modelo de negocio orientado a agregar valor a la cadena del arroz, mediante la reutilización de los subproductos derivados de su procesamiento y, a partir de estos, confeccionar un arroz reconstituido, fortificado o diferenciado. El modelo propone la instalación de una unidad extrusora anexa al proceso normal y que se inserte en la cadena ya formada, de manera de no competir con las capacidades actuales de la misma, sino complementarse a ella. El modelo no tiene un destinatario único, sin embargo, cualquiera sea el actor de la cadena que decida acoger la iniciativa va a producir impactos benéficos sobre el resto de los actores, como se explica más adelante en este documento.



► 2. Situación actual de la industria arrocera en Chile y alcances de la industria mundial

Para ilustrar el valor de la innovación del proyecto precursor, se considera pertinente avanzar en la base conceptual y tecnológica de la herramienta.

2.1 Breve panorama mundial

El arroz es el segundo cereal más cultivado en el mundo después del maíz. Sin embargo, en términos de consumo directo, es el cereal más consumido por el ser humano. De hecho, es parte de la dieta de más de la mitad de la población mundial, siendo el cereal más energético, en cuanto a rendimiento de calorías por hectárea, y el con mayor digestibilidad humana. Su gran aporte calórico proviene de los hidratos de carbono, aunque también posee un nivel medio de proteínas y está libre de gluten, algo muy importante para poder ser consumido por la población de enfermos celíacos.² Adicionalmente, el arroz no tiene sodio, colesterol y muy bajas trazas de grasas. Al arroz además se le reconocen múltiples cualidades como la disminución del colesterol y de la hipertensión arterial.

El arroz es explotado desde hace más de 10.000 años, en el centro antrópico asiático, principalmente en la cultura china e india. A la cultura mediterránea sólo llegó en los años 350 a.C. Actualmente, se cultiva en más de 42 países a lo largo de todos los continentes y en todo tipo de climas, con lo que se reconocen más de 2.000 variedades cultivadas. Su importancia ha sido tal para el desarrollo de la civilización, que la ONU declaró al 2004 como el Año Internacional del Arroz.

Los diez países mayores productores de arroz en orden decreciente son: China, India, Indonesia, Vietnam, Bangladesh, Tailandia, Birmania, Japón, Brasil y Filipinas. En el lugar 11 se encuentra USA que posee el mayor rendimiento mundial y es el mayor exportador del arroz de mejor calidad. En el modelo económico del arroz, son los mismos productores los mayores consumidores de arroz, por lo que sólo un 5% de la producción logra exportarse, almacenarse y transarse en el mercado mundial.

En los últimos 40 años la producción mundial ha aumentado a más del doble. En 1970 era de 265 millones de toneladas y en el 2010 alcanza las 606 millones de toneladas. Si bien la superficie cultivada también ha aumentado durante el mismo periodo de años, en más del 20%, llegando en la actualidad a las 152 millones de hectáreas, el aumento en la producción se debe principalmente a la mayor tecnología aplicada para incrementar los rendimientos en casi el 100%.

Aún así, la demanda mundial ha sobrepasado la producción y desde el 2000 que se han ocupado más del 80% de las reservas mundiales. La mayoría de los países del sudeste asiático han visto reducidas sus producciones producto de embates climáticos. Sólo Tailandia ha podido crecer en rendimiento, ayudando así a mantener levemente los balances globales. De todas maneras este aumento del consumo ha influido en la consecuente alza de los precios, que han aumentado en un 75% desde comienzos de siglo.

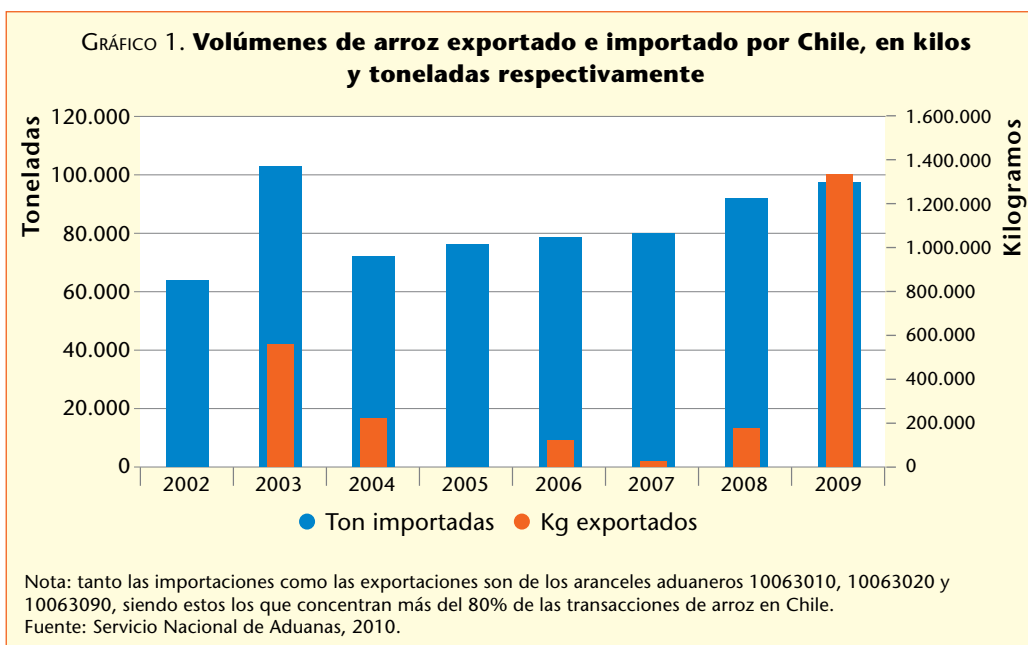
² Enfermedad celíaca: se trata de una intolerancia de la mucosa gástrica al gluten de las harinas de trigo, el centeno, la cebada y la avena. El gluten es la proteína que le da elasticidad a todas las masas elaboradas con dichas harinas. La intolerancia al gluten afecta a 1 de cada 250 personas nacidas vivas. La padecen individuos predispuestos genéticamente (www.celiacos.com).

2.2 Situación en Chile

En Chile se cultivaron 23.680 hectáreas con arroz al 2009, distribuidas en 1.500 productores concentrados en un 80% en la Región del Maule, según Odepa.

El rendimiento nacional promedio es de 5,8 ton/ha, lo que redonda en una producción de aproximadamente 127.000 toneladas anuales de arroz paddy. Esta cifra sólo sufre el 41% de la demanda interna, que promedia un consumo de 11 kilos anuales per capita, durante los últimos diez años. Debido a esto la industria debe importar más de 80.000 toneladas de arroz al año, principalmente desde Argentina y Uruguay. Esta importación se hace mayoritariamente bajo la forma de arroz semiblanqueado con un grano partido entre el 5% y 15%, según el Servicio de Aduanas.

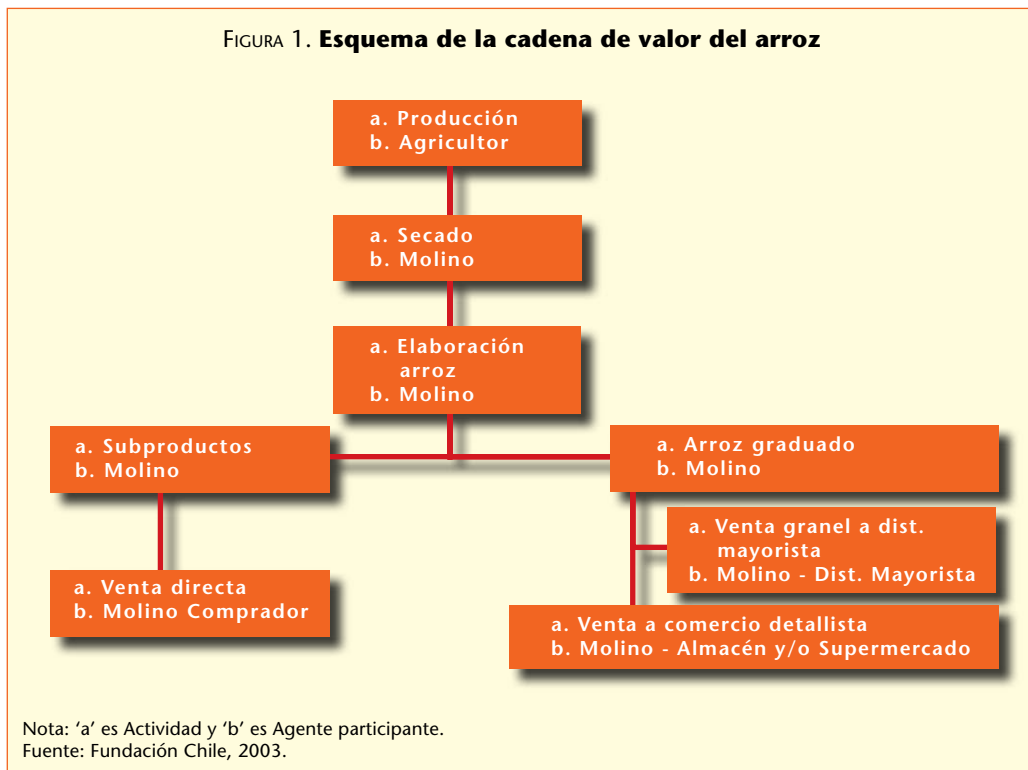
En el gráfico siguiente se aprecian los volúmenes de este arroz ingresados al país, que han venido en aumento desde el 2002 hasta superar las 80.000 toneladas importadas, a partir del 2008.



En este gráfico se pueden apreciar también los volúmenes, en kilogramos, exportados por Chile. A pesar de ser una situación poco notoria en términos de la cantidad del cereal, el año recién pasado tuvo una fuerte alza debido a los mejores precios que se observaron en el mercado mundial. Esto se debió a la especulación que hubo el 2008 frente a una temida posibilidad de inseguridad alimenticia, producto de las bajas cosechas en países afectados por fenómenos climáticos, así como por el acaparamiento de reservas.

En la cadena del arroz se visualizan cuatro agentes: los productores, los molinos arroceros, los distribuidores mayoristas y los distribuidores minoristas (ver Figura 1). En algunos casos, existe una cierta integración en la cadena, especialmente cuando los productores se encuentran asociados, como el Sindicato Arroceros de El Huique que tiene un molino y fue parte del proyecto precursor. Esto permite que los productores obtengan un mejor precio por el producto. En algunas oportunidades esta asociatividad les permite lograr el secado del grano para poder venderlo a los molinos en fecha posterior al período de cosecha, a mejor precio, evitando el descuento del molino por este concepto.

FIGURA 1. Esquema de la cadena de valor del arroz



Como ya fue mencionado, en Chile existen cerca de 1.500 productores de arroz y 14 poderes comparadores (molinos), los cuales concentran casi todo el poder de compra.

Frente a esta cadena, son los mismos molinos industriales los que compran en el mercado mundial el volumen faltante para la demanda interna y, por lo mismo, son la fuerza principal para establecer el precio pagado al productor. En este aspecto es necesario hacer el alcance de que en Chile se comercializan dos tipos de arroz: el grano largo ancho (producido en el país) y el grano largo fino, que por ser más barato es el que más se importa.

Dependiendo de la zona de cultivo y del manejo, la producción por hectárea puede variar entre 5 y 6,5 toneladas anuales. En el caso de la zona en que se desarrolló el proyecto precursor, los niveles productivos son similares al promedio del país, cercanos a las 5,8 toneladas/ha.

Si se considera esta producción, con un ingreso de retorno a productor en torno a \$17.500 pesos/quintal, o su equivalente a 175 pesos/kilo paddy, en base a una estructura de costos del orden de 550 mil pesos por hectárea, el margen bruto por hectárea se ubica en 481.500 pesos, tal como se muestra a continuación.

- Total de costos por hectárea: \$ 550.261
- Ingresos por hectárea: \$ 1.015.000
- Margen bruto por hectárea: \$ 481.593

Los precios pagados por quintal corresponden a lo observado la tercera semana de marzo del 2010 en los informes de Odepa. Ver el detalle de los costos y márgenes de una hectárea de arroz en cuadro 1 de Anexos.

► 3. Procesos del arroz y sus subproductos

3.1 Procesamiento del arroz

Después de la cosecha del arroz por los productores y vendido al molino como grano entero (paddy), éste se encarga de realizar el proceso industrial para transformar el paddy en arroz comercial, para llegar al consumidor final (ver figura 2). El arroz es secado inmediatamente, luego se almacena y se programan las etapas del proceso según los stocks. Las primeras etapas son: separación, limpieza y pesaje. Luego pasa por el descascarado y dos tipos de pulido, para ir removiendo todas las capas del grano.

FIGURA 2. Diagrama del proceso del arroz industrial



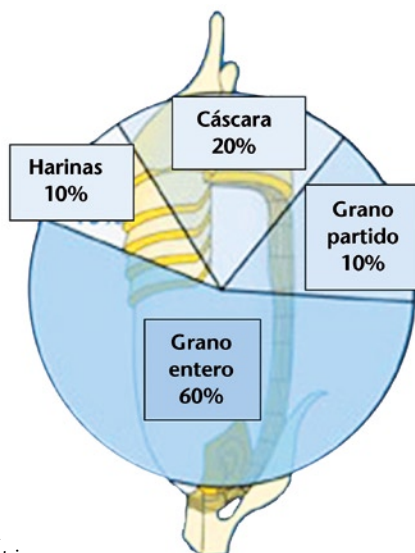
Fuente: Elaborado por AQUAVITA.

La última etapa antes de la separación final es la que le otorga el blanco brillante, al rociar los granos con un glaseado hecho a base de glucosa y talco. Después la separadora detecta las diferencias de color y envía los mismos tipos de arroz a la zona de envasado, para que quede listo para su distribución al por mayor.

3.2 Subproductos de arroz

El proceso del arroz antes mencionado que ocurre dentro del molino, no sólo produce el grano comercial, sino que también quedan subproductos de este procesamiento en distintas proporciones. En la figura 3 se señalan los valores más probables de estas proporciones, según los promedios nacionales de los rendimientos.

FIGURA 3. Diagrama de los porcentajes de productos y subproductos que se obtienen del arroz paddy mediante el proceso industrial del arroz



Fuente: Elaborado por AQUAVITA en base a información de la industria.

El conjunto que se denomina “grano partido” es la sumatoria de las puntillas (3%), la media grana (5%) y la granza (2%) y, mediante el proyecto precursor, se determinó que es la mayor parte de los subproductos del arroz que sirve para el grano reconstituido. Sólo un muy pequeño porcentaje de las harinas, denominado “harinas blancas”, sirve también para este propósito. Los otros componentes de los subproductos son, por una parte, la cáscara que es muy dura y, por otra, las harinas oscuras que producen un opacamiento y amargor al extruido.

A partir de este análisis y según los porcentajes de rendimiento de un quintal métrico de arroz paddy, considerando que el 10% del total corresponde a granos partidos, se estima que, por cada quintal de paddy que ingrese al molino, quedarían 10 kilos de materia prima para el arroz extruido.

El siguiente cuadro muestra la producción anual de subproductos observada en Chile.

CUADRO 1. Producción de arroz y subproductos en Chile

AÑO	Producción Nacional (Ton)	Subproductos Totales 40% (Ton)	Subproductos útiles 10% (Ton)
2002	140.849	56.340	14.085
2003	119.265	47.706	11.927
2004	116.832	46.733	11.683
2005	160.315	64.126	16.031
2006	110.280	44.112	11.028
2007	121.400	48.560	12.140
2008	127.311	50.924	12.731
2009	136.686	54.674	13.669
Promedio	129.117	51.647	12.912

Fuente: Odepa 2010.

► 4. La técnica de extrusión

Las técnicas tradicionales para el procesamiento de los alimentos corresponden, entre otras, a torres de expansión, pistolas de expansión, secadores de tambor, marmitas de cocción, etc. A estas se le ha incorporado, desde hace algunos años, el método de extrusión que en un principio se aplicaba sólo en los metales y plásticos. Éste consiste básicamente en forzar un fluido de materia prima, a través de una matriz sólida con formas u orificios que la restringe, para obtener una forma determinada. En el caso de los alimentos, esta materia fluida es consecuencia de la aplicación de calor, por lo que también genera una cocción (“Alta Temperatura en Corto Tiempo” o técnica de H.T.S.T.). Con esto no sólo se logra obtener una figura deseada a partir de un grano o harina, sino que también se puede manejar su cocción, pasteurización, expansión, reducción de humedad y, por supuesto, su reestructuración. Así se han creado alimentos con formas nunca antes pensadas, como ciertos productos de aperitivo (cheese pop), cereales de desayuno (cornflakes) y comidas de animales (pellet).



En este sentido, la aplicación de este proceso dentro de la industria alimenticia lleva casi 50 años, no es extremadamente reciente, no así su utilización con los desechos de un producto para reconfigurarlos y darles la misma forma y textura que el producto comercial. Este es el caso de los subproductos del arroz como puntas, media grana y granos quebrados, que en el mejor de los casos se venden a un bajo precio para la alimentación animal, pero que con este proceso se transforman en granos de arroz reconstituidos.

Asimismo, dentro de los principales atractivos que aporta la extrusión se destaca que no requiere de materias primas de alta calidad, porque la tecnología permite alterar la estructura al punto de que no son reconocibles los ingredientes dentro del producto reconstituido final. Por lo tanto, se mejora el valor agregado de los subproductos del proceso del arroz. Pero también existe otra propiedad del método que permite incrementar aún más el valor del producto final: ésta corresponde a la fortificación del grano reconstituido, a nivel de mezcla de la materia prima que entra al extrusor incorporando en ella cualquier tipo de aporte como proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas, fibras, minerales, saborizantes, etc.

La fortificación del arroz se da en varios países y con tres métodos, pero el más efectivo es el de la **extrusión**, ya que este sistema imposibilita que a través de la cocción el arroz pierda los nutrientes agregados. Las otras dos técnicas son la de **cobertura**, a través de ceras y gomas que cubren el grano, y la de **empolvado**, que plantea la fijación de una harina especial gracias a fuerzas electrostáticas. La desventaja de ambas aplicaciones es que, con la primera se suele agregar un color, olor y sabor extraño, desagradable para algunos consumidores; en la segunda, la técnica no es aprovechable para las poblaciones que lavan el arroz antes de cocinarlo para desprender el almidón, ya que la harina enriquecida que impregnaba el grano también se lava.

Según esto, la innovación que se deriva del proyecto precursor se verifica no solo en el proceso de extrusión propiamente tal, ni en la adición de elementos nutritivos o diferenciadores, que de por sí son valiosos, sino especialmente en la tecnología que implica el lograr la reconstitución de los subproductos del arroz como grano entero.

► 5. El Alcance del modelo

El proyecto precursor propone un “modelo de negocios aprendido”, consistente en la elaboración de arroz reconstituido como grano entero por método de extrusión y a partir de los subproductos del procesamiento del arroz. El modelo en cuestión permite la generación de un nuevo producto que supone el aprovechamiento de lo que hoy se descarta del consumo humano, utilizando la maquinaria de extrusión adecuada para generar que una mezcla de materia prima derivada del arroz y una serie de productos accesorios (descritos más adelante). El producto final tiene la forma del grano normal y sus características culinarias. Es interesante señalar además que el modelo se presenta como una unidad productiva anexa o complementaria al proceso actual del arroz y de su cadena de valor, pudiendo ser insertada y acogida por cualquier actor partícipe de esta cadena.

Con el objeto de añadir mayor valor al producto, se estudió la agregación de saborizante y fibra al extruido. Se evaluó a qué nicho pertenecía este tipo de arroz enriquecido con fibra y con sabor a cebolla o churrasco, identificando a las dueñas de casa y profesionales jóvenes. También que su venta sería a distribuidores mayoristas, para que ellos le dieran un destino comercial específico considerando que el proceso permite la incorporación de una infinidad de otros suplementos alimenticios (vitaminas, hierro, calcio, omega, fibra, etc.) añadiendo mayor valor al producto y abriendo otras posibilidades de comercialización, dirigiéndolo a personas con necesidades específicas, como ancianos, infantes, altas demandas físicas, obesos, etc.



Por otra parte, es necesario recordar que el arroz reconstituido, generado por el proyecto precursor, requiere menos necesidades para su cocción, ya que está listo en la mitad del tiempo normal (sólo 10 minutos) y ocupa sólo un cuarto del agua (en vez de la proporción agua:arroz 2:1 éste se hace con 1:2). Esto optimiza el tiempo de los usuarios, generando a la vez ahorro de agua y energía para su cocción, lo que constituye un valor a la hora de promocionar el producto.

En general, esta tecnología podría ser implementada por los molinos, los productores asociados o algún otro agente y de acuerdo a ello en el anexo de este documento se muestran los correspondientes análisis económicos. No obstante, aunque los productores se mantengan como los primeros agentes de la cadena de valor y no inviertan en la implementación de este modelo, una mayor parte de su producto (arroz paddy) podría ser utilizado para hacer arroz reconstituido, por lo que podrían obtener algún beneficio al negociar un mejor precio por kilo/paddy, incrementando sus ganancias por quintal. Actualmente el productor no percibe ganancia por los subproductos del arroz por cuanto para evitar gastos de transporte no lo retira del molino, disponiendo el molinero del subproducto como mejor lo estime.

► 6. El Proyecto de Inversión

La producción de arroz extruido reconstituido viene a insertarse a la industria ya implementada del arroz, desde la producción de la materia prima hasta los mismos canales de distribución y comercialización. Con respecto a lo primero, la materia prima no es el arroz en sí, en cuanto no es este material el que entra a la máquina, sin embargo, sí es necesario contar con su producción y sus rendimientos asociados para conocer la cantidad de subproductos que se disponen después del paso del cereal por el proceso industrializado. En este caso, lo que se considera como “grano partido” es la fracción del subproducto que se utiliza, según lo determinado por el proyecto precursor (puntas, media grana y granza) y que, en su conjunto, suman 10% del grano paddy.

Con objeto del análisis de la inversión, se considera una situación estándar en la que se compra la materia prima al molino y se realiza la instalación de la unidad de extrusión, por la que finalmente saldrá el producto, arroz extruido reconstituido, para ser vendido a granel a un distribuidor.

Evaluación económica de la producción de arroz reconstituido

Para el desarrollo de esta parte del documento se utilizó parte del estudio financiero realizado por el mismo proyecto precursor, en términos de los supuestos y los costos, los que fueron revisados y actualizados según el caso. Asimismo, ciertos ítems económicos no se incluyeron dentro de la evaluación, como el transporte de materiales (principalmente materia prima) y la potencia instalada, ya que podrían ser suplidos por los inversionistas de diversas maneras según su conveniencia. Tampoco se incluyó el pago por la patente del producto, ya que esta está en trámite y no se han definido las especificaciones.

Inversiones

Las inversiones requeridas para el establecimiento de una unidad reconstructora de arroz han sido determinadas por un total de \$ 147.714.000 (Cuadro 2), de los cuales el mayor costo corresponde al del equipo extrusor y el pago de su traslado al país desde Suiza, con un valor de \$ 103.950.000.³

CUADRO 2. **Costos de implementación de una unidad de extrusión de arroz**

Ítem	\$/unidad
Costo de equipo extrusor de 150Kg/hr	103.950.000
Caldera de vapor de 20Kg/hr	4.400.000
Torre de enfriamiento	3.850.000
Contenedores	9.504.000
Construcción de galpón 140 m ²	18.760.000
Capacitación	250.000
Otros (imprevistos, energía, almacenaje)	7.000.000
TOTAL	147.714.000

Nota: No se considera transporte de la materia prima al galpón, potencia instalada, ni pago de la patente.

Fuentes: Proyecto precursor, actualizado por los autores.

Coefficientes técnicos y económicos supuestos

- **Instalaciones de la planta de elaboración de extruido:** mencionada como inversión, cabe señalar que el tamaño de la máquina es de una capacidad de 150 Kg/hr.

³ Tipo de cambio del dólar a \$ 500.

- **Materia prima:** ésta se refiere al 10% del grano paddy, correspondiente a 2% de granza, 3% de puntilla y 5% de media grana. Se ha considerado el valor de la misma en promedio ponderado de \$ 166,5/kg, según la información de la Arrocería Mantul. Como se señaló, no se considera el transporte ya que este último costo depende de quién y dónde haga la inversión.
- **Electricidad:** el consumo de energía requerido para los gastos generales es de 1,05 Kw, más la potencia de la máquina extrusora que es de 35 Kw. Esto se calcula para cada una de las 18 horas diarias de trabajo y los 250 días anuales de trabajo, lo que da un total de 162.225 Kw/año. El precio considerado es de \$ 58/Kw, según datos de Chilectra.
- **Operarios:** el personal de planta requerido, que corresponde entre otros al jefe de turno, encargados de molienda, etc. suman un total de remuneraciones de \$1.821.429 mensuales. Además se considera, como costo indirecto, un gerente de planta y un administrador que en total suman \$2.000.000 mensuales.
- **Aditivos:** este ítem corresponde a los demás insumos que el proceso de extruido requiere además de la materia prima para generar el grano reconstituido: ligante, agua, saborizante, antioxidante, etc... En total, suman un poco más del 6% de la constitución del grano, totalizando 34.535 kilos anuales con un costo de \$ 3.767.859.
- **Volúmenes de producción:** la máquina extrusora tiene capacidad para 150Kg/hr, pero se utiliza sólo a un 80% de la capacidad instalada (acorde a lo que generalmente realizan estas líneas de producción). Sin embargo, desde el punto de vista de los subproductos, la eficiencia del proceso es del 106,4%, considerando que nada se pierde durante la acción y que el 100% de la materia prima ingresada es de 540.000 kilos anuales. A estos se le agregan los 34.535 kilos de aditivos (6,4%), lo que suma como volumen de salida resultante 574.535 kilos de arroz reconstituido.
- **El producto y su comercialización:** El producto que deriva del proceso se refiere a un arroz reconstituido con y sin aditivos saborizantes, para ser entregado a granel a un tercero que los envasa y distribuye a mayoristas y minoristas.
- **Ingresos por venta:** El valor de venta del producto final se considera similar al pagado por el arroz Grado 2, establecido como \$ 400 a mayoristas, según la información del mercado durante el 2010. Se toma este parámetro, ya que el arroz extruido es un producto nuevo y no tiene graduación. Manteniendo este valor constante durante los años del proyecto, los ingresos anuales son de \$ 229.838.581.

Análisis de Rentabilidad del Proyecto

Producto Arroz reconstituido con saborizantes

A continuación se presenta el flujo de caja y los indicadores de rentabilidad para este producto, que conlleva los supuestos tal como fueron nombrados anteriormente. Cabe señalar que el proyecto precursor evaluó sólo esta posibilidad ante el mercado (con saborizante), luego de realizar un estudio analizando las preferencias de los posibles futuros consumidores.

CUADRO 3. Flujo de caja anual de una unidad productora de arroz extruido con saborizantes**Cuadro general proyecto 1 Unidad (Pesos)**

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7 - 10
Volumen de producción (Kg)		574.596	574.596	574.596	574.596	574.596	574.596	574.596
Total Ingresos		229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581
Costos Directos		126.894.057	126.894.057	126.894.057	126.894.057	126.894.057	126.894.057	126.894.057
Costos Insumos		93.677.859	93.677.859	93.677.859	93.677.859	93.677.859	93.677.859	93.677.859
Costo Energía, Servicios y Personal		33.216.198	33.216.198	33.216.198	33.216.198	33.216.198	33.216.198	33.216.198
Costos Indirectos		24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000
Total Costos		150.894.057	150.894.057	150.894.057	150.894.057	150.894.057	150.894.057	150.894.057
MARGEN BRUTO		78.944.524	78.944.524	78.944.524	78.944.524	78.944.524	78.944.524	78.944.524
Impuestos		10.977.420	10.977.420	10.977.420	10.977.420	10.977.420	10.977.420	10.977.420
MARGEN NETO		67.967.104	67.967.104	67.967.104	67.967.104	67.967.104	67.967.104	67.967.104
Inversiones	147.714.000							
Capital de trabajo								
Valor de Desecho								
FLUJO NETO CAJA	-147.714.000	67.967.104	67.967.104	67.967.104	67.967.104	67.967.104	67.967.104	67.967.104
VAN (12%)		242.553.251						
TIR		45,04%						

Nota: No se considera transporte de materia prima, potencia instalada, ni pago de la patente.

Fuente: Elaborado por AQUAVITA.



Análisis de Sensibilidad

Producto de la alta tasa interna de retorno que alcanza el modelo en su escenario probable, es que resulta conveniente realizar un análisis de sensibilidad, haciendo variar ciertos ítems fundamentales que alteran los indicadores de rentabilidad. En el cuadro siguiente se aprecia un resumen con los datos de VAN, TIR, Costos de Implementación y Margen Neto, tanto para el escenario base (probable) como para los siguientes tres: Aumento del precio de la materia prima en 15%, disminución del precio de venta del producto final en 10% y aumento del costo de la energía en 15%.

CUADRO 4. Resultados del análisis de sensibilidad en horizonte a 10 años (\$)

Horizonte 15 años		INVERSIONISTA		
Escenario (en régimen)	TIR (%)	VAN, tasa 12% (\$)	Costos Implementación	MARGEN NETO
1. Escenario base				
Precio materia prima de arroz \$166,5/Kg	45,04%	242.553.251	147.714.000	67.967.104
Precio venta de arroz elaborado \$400/Kg				
Costo de la energía \$58/Kw				
Volumen de producción anual 574.596Kg				
2. Precio materia prima aumenta 15%				
Precio materia prima de arroz \$191/Kg	37,15%	180.508.717	147.714.000	42.614.738
Precio venta de arroz elaborado \$400/Kg				
Costo de la energía \$58/Kw				
Volumen de producción anual 574.596Kg				
3. Precio venta de arroz elaborado disminuye 10%				
Precio materia prima de arroz \$166,5/Kg	31,17%	134.766.194	147.714.000	34.519.036
Precio venta de arroz elaborado \$360/Kg				
Costo de la energía \$58/Kw				
Volumen de producción anual 574.596Kg				
4. Costo de la energía aumenta en 15%				
Precio materia prima de arroz \$166,5/Kg	44,18%	235.706.193	147.714.000	52.383.817
Precio venta de arroz elaborado \$400/Kg				
Costo de la energía \$67/Kw				
Volumen de producción anual 574.596Kg				

Fuente: Elaborado por AQUAVITA.

Nota: No se considera transporte de materia prima, potencia instalada, ni pago de la patente.

Como resultado, se aprecia que en todos los escenarios el modelo productivo continúa siendo rentable y con grandes expectativas de retorno. Producto de estas cifras, se realizó también los análisis del modelo en dos escenarios más, para probar la resistencia de los indicadores. El primero de ellos considerando un aumento de 100% del precio de la materia prima y manteniendo la TIR sobre el 20% para que el modelo siga siendo atractivo (escenario B), nos da el valor al que debería ser vendido el producto final. El segundo (escenario C), llevando el VAN a 0 y manteniendo el precio de venta del producto final a los \$400 del mercado actual, arrojaría el máximo precio al que puede ser comprada la materia prima (Cuadro 5).

CUADRO 5. Análisis de sensibilidad de los indicadores de rentabilidad

Escenarios	Valor venta \$	Valor M. Prima \$	TIR	VAN \$
A	400	166,5	45,04%	242.553.251
B	487	333	20,28%	55.340.512
C	400	262	≤ 12%	0

Fuente: Elaborado por AQUAVITA.

Los resultados mostraron nuevamente que el modelo sigue siendo viable y atractivo, incluso ante cifras extremas.

Análisis de los inversionistas

El modelo de arroz extruido que se presenta en este documento no tiene un destinatario definido a priori. No obstante, es posible analizar qué actores de la cadena podrían ver un mayor o menor interés en hacer esta inversión. Para esto se han considerado dos tipos de actores: (a) el molino y (b) otros actores.

a. El molino: Se ha considerado a éste como un actor a propósito de que en la práctica es él quien tiene a disposición el subproducto que no es retirado por los productores y que el molino vende para diversos usos (forraje, estabilización de caminos, etc.) La parte utilizable para el arroz extruido tiene un precio referencial de \$ 166,5/kilo promedio ponderado al año 2010. Esto representa en la práctica un ingreso no operacional adicional para el molino y desde esta perspectiva, la motivación del molino por invertir debe considerar la diferencia entre hacer la inversión para generar este nuevo negocio, o mantener el negocio actual (venta de subproducto) sin realizar inversión alguna.

En el cuadro siguiente se muestra el Margen Bruto y el Margen Bruto acumulado del negocio actual.

CUADRO 6. Margen bruto anual y acumulado del negocio de venta de subproductos (540 toneladas)

CUADRO GENERAL DEL NEGOCIO DE VENTA DE SUBPRODUCTO										
ITEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Volumen de producción (Kg)	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000
Total Ingresos	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000
Margen Bruto	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000
Margen Bruto Acumulado	89.910.000	179.820.000	269.730.000	359.640.000	449.550.000	539.460.000	629.370.000	719.280.000	809.190.000	899.100.000

Fuente: Elaborado por AQUAVITA.

A este flujo se le debe restar el flujo del Margen Bruto acumulado del modelo de arroz extruido.

CUADRO 7. Margen bruto anual y acumulado del negocio de venta de subproductos (540 toneladas)

CUADRO GENERAL DEL NEGOCIO DE VENTA DE SUBPRODUCTO										
ITEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Volumen de producción (Kg)	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000
Total Ingresos	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000
Margen Bruto	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000	89.910.000
Margen Bruto Acumulado	89.910.000	179.820.000	269.730.000	359.640.000	449.550.000	539.460.000	629.370.000	719.280.000	809.190.000	899.100.000

Fuente: Elaborado por AQUAVITA.

CUADRO 8. Márgenes brutos acumulados del modelo de arroz extruido, de la venta de subproductos y la diferencia entre ellos

CUADRO RESUMEN						
ITEM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Margen Bruto (extruido)		78.944.524	78.944.524	78.944.524	78.944.524	78.944.524
Margen Bruto Acumulado (extruido)	-147.714.000	- 68.769.476	10.175.048	89.119.573	168.064.097	247.008.621
Margen Bruto Acumulado (tradicional)		89.910.000	179.820.000	269.730.000	359.640.000	449.550.000
Diferencia de MgB acumulados		- 158.679.476	- 169.644.952	- 180.610.427	- 191.575.903	- 202.541.379

ITEM	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Margen Bruto (extruido)	78.944.524	78.944.524	78.944.524	78.944.524	78.944.524
Margen Bruto Acumulado (extruido)	325.953.145	404.897.669	483.842.193	562.786.718	641.731.242
Margen Bruto Acumulado (tradicional)	539.460.000	629.370.000	719.280.000	809.190.000	899.100.000
Diferencia de MgB acumulados	- 213.506.855	- 224.472.331	- 235.437.807	- 246.403.282	- 257.368.758

Fuente: Elaborado por AQUAVITA.

A la diferencia observada entre ambos márgenes se le calculan los coeficientes de rentabilidad TIR y VAN. Si se mantienen los valores de materia prima y venta del producto final como son presentados en el modelo, la conveniencia de la inversión resulta negativa para el molino, a propósito de que sin hacer dicha inversión tiene ya un negocio disponible. Pero si los parámetros del análisis cambian, por ejemplo, baja el valor de la materia prima o sube el valor del producto final, la decisión de la inversión cambia.

CUADRO 9. Análisis de la decisión de cambio en base a los valores de materia prima y producto final, para la obtención de distintos indicadores de rentabilidad.

Escenario	Valor M. Prima \$	Valor Venta \$	TIR	VAN \$
A	166,5	400	No existe	-1.252.910.568
B	166,5	476	< 12	14.060.260
C	126,5	400	< 12	443.658

Fuente: Elaborado por AQUAVITA.

El escenario A, que mantiene las condiciones actuales, no muestra indicadores de rentabilidad favorables para propiciar la decisión de cambio. El escenario B, por su parte, indica a qué valor puede ser vendido el producto final para que la TIR sea mayor a 12%, siempre que se mantenga el precio de compra de la materia prima a \$166,5/kg. En el escenario C y buscando también una TIR sobre 12%, obtenemos el mayor valor al que puede ser comprada la materia prima, si el precio final del producto continúa en \$400/kg.

Con estos dos últimos escenarios, la decisión de cambio comienza a ser atractiva para el molino.

Consideraciones

Si el molino tuviera que pagar por la materia prima al productor⁴ un tanto, es decir, dejara de ganar los \$ 166,5/kg libres, entonces el negocio actual disminuiría y la diferencia con la opción de invertir se estrecharía, tendiendo a aumentar la inclinación hacia la inversión.

b. Otros actores: En este caso, los “otros actores” se refiere a cualquier inversionista que decide implementar el modelo, considerando aquel que se presenta en el apartado de la Evaluación Económica de la Producción de Arroz Extruido, con su respectivo análisis de sensibilidad.

Los productores, de preferencia asociados, cabrían en este escenario considerando el mismo costo alternativo de \$166,5 al vender a terceros el subproducto. Este actor, a diferencia del molino, debe considerar el costo de transporte de la materia prima desde el molino al lugar donde se ubique la planta extrusora, y debe considerar además el aseguramiento de la materia prima.

► 7. Claves de la viabilidad de la innovación

Disponibilidad de la materia prima

Es necesario considerar las cantidades de materia prima que se necesitan para este tipo de unidad (540 ton/año) y para otras, así como la manera en que se abastecerá, es decir considerar el número de hectáreas mínimas necesarias para obtener este volumen de subproducto. Otra posibilidad a estudiar, es abastecerse con la importación de la materia prima.

Relación entre el costo del arroz blanco y los subproductos

La materia prima, al ser un subproducto de la elaboración de arroz blanco, depende de los precios y de la demanda de éste, especialmente la media grana que generalmente es incluida dentro de la comercialización del arroz. Por otra parte, si disminuyeran las ofertas de otros productos para forraje, el precio de la materia prima también podría aumentar, de tal manera que no dejara margen para agregar valor con la extrusión, no siendo una inversión rentable.

Definición temprana del canal de comercialización

Si bien esta unidad de negocio va inserta en la cadena de valor del arroz blanco, especialmente en la obtención de la materia prima, no necesariamente puede ser reincorporada a nivel de molino o de distribuidor cuando una firma posee toda esta parte de la cadena. Por lo que no sólo es necesario considerar la interacción de los agentes de venta y compra, sino que se debe evaluar si es posible llegar con el producto directamente a los lugares de colocación, quizás en un mercado menos masivo.

Asesoría especializada

Debido a que es una tecnología de aplicación innovadora en el procesamiento del arroz, es necesario que se considere asesoría técnica para la operación y mantención de los equipos, para luego capacitar a personal de planta que pueda hacerlo. Esto preserva la regularidad de la producción y mantiene la calidad.

⁴ El modelo considera un costo de materia prima que es el valor alternativo de mercado.

▶ 8. Asuntos por Resolver

Empaquetamiento tecnológico

- Avanzar los estudios de mercado: Si bien el proyecto precursor contempló un estudio de mercado de pequeña escala para detectar el nicho del nuevo producto (muestras sólo en tres regiones), es importante probar más extensamente en Chile y no sólo en consumidores finales, sino que también en los compradores mayoristas, así como la aceptación del producto en el extranjero.
- Promoción: En este mismo sentido el modelo requiere de un adecuado plan de marketing, el que resulta del estudio de mercado, enfocado a la difusión. Con esto se enfatizan las características ventajosas del extruido de arroz y sus posibilidades de enriquecimiento, potenciando su diferenciación.

Pre gelatinización

Realizar los estudios y análisis de esta etapa entendida como el proceso por el que se cambia la fórmula de extruido, generando una mezcla más dura, con las mismas características que el producto ya conformado, pero con mayor resistencia a las temperaturas y tiempos de cocción, en caso de no seguir las instrucciones de preparación, para evitar consecuencias de la sobre cocción.

Estimación del tipo de demanda

Existen empresas de alimentos preparados e instituciones gubernamentales interesadas en comercializar o utilizar el arroz extruido, sin embargo, necesitan que todo el paquete tecnológico esté desarrollado, ya que dentro de su campo de acción no está la experiencia de generar la materia prima de sus elaboraciones. Por otro lado, esto tiene la ventaja de que el productor de arroz extruido no absorbería la introducción al mercado de un nuevo producto.

Protección de la propiedad intelectual

Con la adaptación de una técnica y el consecuente desarrollo de un nuevo producto, es muy importante obtener la patente asociada. Si bien este trámite ya se encontraba en proceso al momento de realizar este documento, sería interesante estudiar el patentar la técnica y el producto en otros países, cuya dieta esté basada de manera significativa en el arroz.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

En Chile, el número de explotaciones productoras de arroz se estima que asciende a 1.500, según ODEPA. Los tres cuartos de éstas son mayoritariamente unidades pequeñas, de menos de 5,5 ha. La mitad del cuarto restante pertenece a productores con superficies mayores a 15,2 ha, y es este sector el que tiene los mayores rendimientos, generando sobre el 60% de la producción nacional.

En términos generales, esta es una actividad de menor rentabilidad comparativa respecto a otros rubros agropecuarios. Esto se debe, en parte, a que todos los productores venden al mismo tiempo el grano entero y húmedo a los molinos que, a la vez son los poderes compradores y los que tienen la infraestructura necesaria para el secado, pelado y pulido del grano. De esta manera son ellos los que establecen el precio de compra. Sin poder producir un suficiente margen de ganancia que permita la inversión, los productores se encuentran en un evidente retraso en el desarrollo de la tecnología productiva, como el bajo uso de semillas certificadas, niveles insuficientes de fertilizantes, falta de inversiones para la micro nivelación de suelos, etc. Todo lo anterior contribuye a que no se alcancen los rendimientos esperados para el país, a pesar de las excelentes condiciones agro-climáticas.

Sin embargo, en el último tiempo esta situación ha ido paulatinamente contrarrestándose debido al reconocimiento que hizo el Ministerio de Agricultura sobre la importancia de este cereal para la alimentación. Con ello, se ha estructurado una política nacional de desarrollo sectorial, donde se



enmarca la constitución de la Comisión Nacional del Arroz, que agrupa a los productores agrícolas de este cereal, a los industriales, instituciones del Estado y otros interesados.

Lo anteriormente descrito corresponde al escenario con el que se encontraron quienes realizaron el proyecto precursor. La justificación de éste fue poder entregar una alternativa productiva que utilice los subproductos del arroz, para que finalmente los productores arroceros reciban un valor superior por su producción de arroz paddy.

► 2. El proyecto

Los análisis y resultados que se presentan en este documento se desprenden de las experiencias y lecciones de un proyecto financiado por FIA y denominado “Obtención de productos innovativos, a partir de subproductos de arroz, utilizando una nueva metodología de extrusión”. El proyecto fue ejecutado por el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Santiago de Chile (USACH), el Sindicato Arroceros Los Huiques y el productor Alberto Gatica de Parral, entre diciembre de 2005 y mayo del 2007.

El objetivo principal planteado en el proyecto fue desarrollar nuevos productos, a partir de subproductos del proceso industrial del arroz, utilizando técnicas de extrusión.

Además el proyecto tuvo los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar los arroces chilenos a través de análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales.
- Desarrollar tecnologías para generar nuevos productos innovativos de interés para el mercado, a partir de la industrialización de sub productos del arroz⁵ y otros derivados del proceso de descariado-pulido-calibrado del arroz.
- Evaluar los productos obtenidos, a través de análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales para determinar su composición, calidad microbiológica, comportamiento y aceptación.
- Determinar rentabilidad y proyecciones de los nuevos productos extruidos.
- Generar la estrategia comercial (simulación) de escala piloto a escala industrial para la inserción de los productos obtenidos en el mercado.

Metodología

Para el propósito de este documento se sintetizó y ordenó las acciones metodológicas realizadas por el proyecto precursor, ya que por tratarse en su mayoría de pruebas de ensayo y error, se escapaban de un contexto cronológico que puede ser difícil de entender para el lector.

A. Obtención de arroz y materia prima

Los productores asociados al proyecto proveyeron las muestras de arroz requeridas para el análisis y también la materia prima resultante del proceso de secado, descascarado y pulido, ya que el Sindicato de Agricultores de El Huique cuenta con un molino propio. Todos los subproductos fueron

⁵ Sub productos del arroz, tales como: harinas, harinillas, puntas, media grana, granos quebrados.

recepcionados en los laboratorios de la USACH, menos la cascarilla, por no constituir una materia prima ideal para el proceso de extrusión.

A las muestras de arroz se les determinó el perfil físico-químico, luego los niveles microbiológicos, según su zona de origen. De esta manera se dispuso de un perfil base para caracterizar al arroz chileno y poder compararlo después con los resultados de los análisis de los subproductos y del producto extruido. La finalidad de contar con este perfil en esta instancia permitió tener parámetros para después afirmar que durante la línea del proceso no se pierden las características y cualidades del arroz.

El análisis constó de los siguientes parámetros:

- Clasificación de grado y calidad del producto, según NCh 1359-2003.
- Humedad, proteínas, grasas, cenizas y fibra dietaria, según AOAC 1995 e ISP.
- Temperatura de gelatinización del almidón, capacidad de absorción de agua y contenido porcentual de amilasa, según AACC 1985.
- Color, por sistema Hunter Lab (Colorímetro Tri Estímulo)

B. Caracterización de la materia prima

Análisis de parámetros físico-químicos

Siguiendo con la línea de análisis que logró una caracterización del arroz, se realizó también el análisis de la materia prima, es decir de los subproductos del arroz, con los mismos parámetros anteriormente nombrados.

Algunos de los resultados del análisis de los subproductos se presentan a continuación en el cuadro 10.

CUADRO 10. Caracterización química de los subproductos

Muestra	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	ENN % (HC totales)
Harinilla blanca	12.8	9.9	2.3	4.7	70.3
Harinilla primera	10.9	11.5	16.0	8.6	53.0
Media grana	13.8	5.9	0.7	0.6	79.0
Grano partido	13.8	5.3	0.6	1.0	79.3

Fuente: proyecto precursor.

Análisis microbiológicos

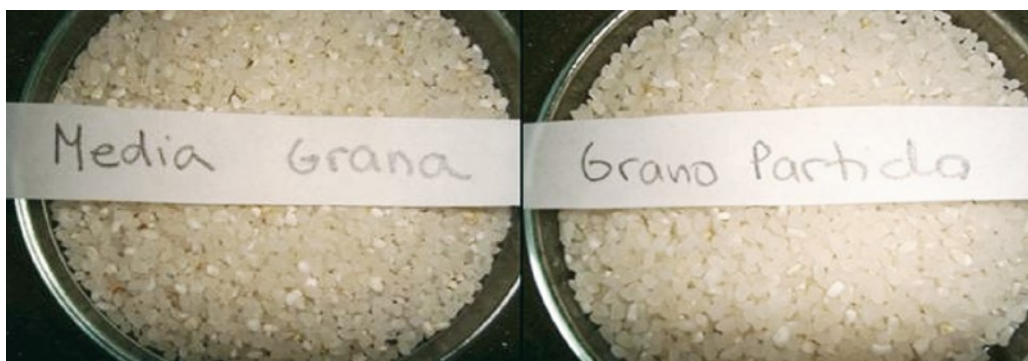
Para este análisis se trabajó bajo la norma APHA 1976 (*American Public Health Association*) e ISP 1998 y se consideró (1) el Recuento de aerobios mesófilos (RAM), (2) la Presencia de *Bacillus cereus*⁶ y (3) Hongos.

Se estimó pertinente realizar este tipo de análisis, ya que si bien el grano pelado-pulido tiene una baja humedad y, por lo tanto, una baja aw (actividad del agua) no se debe suponer que esto es igualmente aplicable a las materias primas que se utilizan para el arroz reconstituido, porque éstas no pasan por procesos de homogenización de humedad, por lo que afectaría la calidad del producto extruido.

⁶ Se refiere a los sustratos que pueden ser encontrados fácilmente en la zona, debido a ser subproductos o desechos de la industria frutícola local.

Por otra parte, al recolectar los subproductos se produce una manipulación adicional y una alta posibilidad de contaminación. Por lo que fue necesario también analizar el arroz reconstituido para determinar si en el caso de haber contaminación, ésta es eliminada a través de las altas temperaturas del proceso de extrusión (80°-90° C).

En primera instancia, para evaluar la cantidad de *B. cereus* se consideró el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) que define los valores de los parámetros microbiológicos. Sin embargo, éste no es específico frente al arroz, siendo productos que contienen leche los más cercanos a los que hace referencia, por lo que los valores estipulados no son comparables. Debido a esto, se consultó literatura que sí tuviese referencia hacia este cereal y se encontró la “Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a Base de Granos y otros, destinado a Programas Sociales de Alimentación” del Ministerio de Salud de Perú, que se refiere a productos crudos de este cereal y que necesitan cocción.



Para el análisis se tomaron muestras de las materias primas y también de los productos derivados del proceso de extrusión. Éstas se incubaron bajo diversos métodos⁷ acorde a las posibilidades de proliferación de cada organismo medido.

Finalmente, los resultados de las muestras de subproductos de arroz arrojan que éstas no representan peligro para el ser humano en cuanto a sus condiciones microbiológicas, debido a que sus valores se encuentran por debajo de los límites establecidos. A propósito de estos resultados y, a pesar de que para el caso del producto extruido los análisis se realizaron más adelante en el proceso, de todas formas se logró determinar que efectivamente las altas temperaturas son capaces de eliminar potenciales colonias de patógenos, por lo que se reafirma la inocuidad del producto en desarrollo.

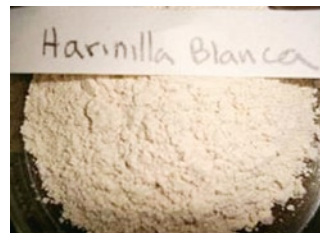
C. Desarrollo de nuevas líneas de productos extruidos

Una vez resueltas las incógnitas para las propiedades de las materias primas, se procedió al desarrollo del producto. Para esto se consideró la utilización de técnicas básicas de extrusión ya existentes para los alimentos, pero adaptándolas a los subproductos del arroz, con el fin de desarrollar la variedad de arroz reconstituido. El equipo extrusor utilizado para el proceso fue el disponible en el laboratorio del Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la USACH, al que se le incorporó matrices adaptadas para



⁷ Se aplicaron diversos métodos para el análisis de cada microorganismo, ya que se midió células vivas, esporas, presuntas células viables, etc. Estos métodos aparecen detallados en el proyecto precursor.

producir arroz, confeccionadas especialmente para el proyecto, pues no se encontraban disponibles en el mercado, toda vez que el proyecto es una innovación en el país. Con esto, se realizaron pruebas de comportamiento de la maquinaria y de los aspectos bioquímicos de la materia prima durante el proceso.



En primer lugar, se analizó el comportamiento de cada uno de los subproductos del pelado y pulido del arroz, menos el de la cáscara. Los resultados arrojaron que los productos extruidos a base de segmentos de pigmentación oscura poseen poca hidratación y sabor amargo. De ahí que finalmente sólo se utilizó la media grana, grano partido, bajos calibres y puntas, dejando de lado a la harinilla primera, la harinilla blanca y los afrechos, que son parte de los materiales oscuros.

Análisis de parámetros físico-químicos

Una vez logrado el ajuste preciso de la maquinaria y de la materia prima se procedió a analizar el producto extruido bajo los mismos parámetros nombrados anteriormente.

A continuación se presenta el resultado del análisis químico y físico del producto extruido final⁸ (cuadros 11 y 12). En dichos cuadros se aprecia que el arroz extruido posee una composición química similar a la del arroz comercial, pero en cuanto a color, el primero es levemente más amarillento que el segundo.

CUADRO 11. Caracterización química de extruidos

Muestra	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	ENN % (HC totales)
Extruido	11.0	6.3	0.4	0.5	81.8
Arroz Chileno	12.3	6.4	0.8	0.5	80.0
Arroz Argentino	12.5	6.9	0.2	1.2	79.2
Arroz México	11.2	7.4	1.0	0.5	79.9

Fuente: Proyecto precursor.

CUADRO 12. Caracterización física de extruidos: Parámetro de Color.

MUESTRA	100 = blanco	+ = rojo	+ = amarillo
	0 = negro	- = negro	- = azul
Arroz G 1	72.5	- 0.03	16.6
Arroz G 2	73.1	- 0.54	16.4
Ex. Solo	65.0	2.7	19.3
Ex. Sabor pollo	64.2	2.7	17.8
Ex. Sabor churrasco	65.0	2.7	19.3

Nota: Expresado en valores de L,a,b

Fuente: Proyecto precursor.

Con el análisis físico-químico realizado a los productos extruidos, se pudo comparar entre estos con la materia prima y con el grano de arroz comercial, concluyendo que no existe una diferencia sustancial en las características inherentes al arroz. A su vez y por consiguiente, se determinó que el aporte nutricional de este cereal sigue siendo el mismo, ya sea como grano comercial o como grano reconstituido.

El análisis microbiológico, a pesar de haberse efectuado en esta etapa del proceso de desarrollo del producto, apareció referido en el punto 2 junto con el análisis pertinente que se le realizó también

⁸ Producto extruido final: constituido por la materia prima blanca-amarillenta y no oscura.

a la materia prima. Cabe recordar que los resultados de ambos estudios arrojaron cifras muy inferiores a los límites para la salud del ser humano, por lo que resultan ser productos inocuos.

Otros análisis

Siguiendo con el proceso de reconstitución del arroz y cómo se pretende que el producto innovador sea un arroz de mesa, es necesario realizar pruebas de cocción para luego proceder con análisis sensoriales. Esta prueba tuvo como fin determinar si el valor de la humedad inicial y de otras características del producto extruido producía algún efecto en la preparación tradicional del arroz graneado.⁹ Los resultados obtenidos demostraron que este nuevo tipo de arroz reacciona mejor con una proporción menor de agua, de 1:2 (agua:arroz) y con sólo 10 minutos de cocción, que la tradicional receta de 2:1 y 25 minutos.

D. Generación específica de nuevos productos para el mercado

Con el fin de aumentar el aprovechamiento de la tecnología de extrusión en el arroz, se pensó en agregar a la materia prima que entra a la máquina, diversos aditivos que mejorasen el valor agregado del producto. Así se determinó utilizar saborizantes y suplementos nutricionales, tales como: pimentón, ajo, cebolla, pollo, callampa, churrasco y fibra. De esta manera se armó la siguiente batería de muestras.

1. Muestra sabor Churrasco 1 %
2. Muestra sabor Pollo 0.8 %
3. Muestra sabor Pollo 0.2 %
4. Muestra sabor Carne 0.4 %
5. Muestra suplementadas con Fibra al 1%
6. Muestra sabor Pimentón 0.6 %
7. Muestra sabor Ajo 1.2 %
8. Muestra sabor Cebollas 1.2 %
9. Muestra sabor Callampas 1.2 %

A las muestras crudas de estos tipos de arroz reconstituido también se les realizó la evaluación físico-química, según las mismas normas y protocolos anteriormente nombrados, con el fin de seguir reafirmando la continuidad de las características del arroz (Cuadro 13).

CUADRO 13. Contenido de humedad, proteínas, cenizas y materia grasa de los productos extruidos de arroz con aditivos

Muestra	Humedad	Proteínas	Cenizas	Mat. Grasa
M1	9.9	6.6	1.05	0.11
M2	10.6	6.8	1.1	0.20
M3	13.2	6.1	1.06	0.12
M4	12.4	6.2	1.0	0.13
M5	11.2	6.3	0.8	-
M6	11.1	6.5	0.9	-
M7	11.4	6.4	0.75	-
M8	11.2	6.3	0.8	-
M9	11.3	6.4	0.9	-

Fuente: Proyecto precursor.

⁹ La manera tradicional considerada es la más común en la cocina chilena: precalentar un poco de aceite en una cacerola, para luego añadir el arroz y saltearlo en él por unos minutos sin que se dore. Una vez hecho esto, se agrega el doble de agua hirviendo proporcional a la cantidad de arroz utilizada (2:1) y un poco de sal, tapar y calentar por 25 minutos a fuego bajo sobre tostador.

Para las evaluaciones sensoriales requeridas para determinar el acercamiento a la reacción de los consumidores, se contó con la participación del panel universal de jueces que dispone el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la USACH. Estos fueron primeramente entrenados en las características propias del arroz, para poder determinar luego la calidad, a través de la Prueba Descriptiva¹⁰ y aceptabilidad por la Prueba Escala Hedónica.¹¹

Al panel se le presentó la batería de muestras anteriormente nombrada, más otras dos muestras testigo (arroz comercial y arroz reconstituido sin aditivos). Como resultado, los productos mejor evaluados de las muestras sometidas al análisis fueron las de ajo, churrasco, cebolla y fibra. A partir de esto se desarrollaron los productos que finalmente se presentaron al estudio de mercado:

- 1) Arroz extruido con sabor a ajo y con fibra
- 2) Arroz extruido con sabor a ajo
- 3) Arroz extruido con sabor a churrasco y con fibra
- 4) Arroz extruido con sabor a churrasco
- 5) Arroz extruido con sabor a cebolla y con fibra
- 6) Arroz extruido con sabor a cebolla

E. Evaluación de mercado

Una vez listas las muestras de producto con sus aditivos incorporados y hechas las pruebas sensoriales, se realizó un estudio de mercado, dividido en dos fases, con el fin de conocer la apreciación de los consumidores. En la primera etapa se quiso identificar los potenciales clientes (el nicho objetivo) utilizando una muestra de personas a las que se les realizó una encuesta en base a la posibilidad de acceder a los productos alimenticios de arroz extruido. La segunda fase se efectuó después de conocer los resultados de la primera y corresponde a identificar la satisfacción o rechazo del grupo objetivo. Para esto, se le presentó a la muestra de potenciales consumidores los prototipos de los productos finales bajo la metodología de focus group. Este estudio se aplicó en tres sectores para dar mayor representatividad: las regiones Metropolitana, V y VIII.



Los resultados de ambas fases en conjunto arrojaron que:

- Se lo percibe como acompañante de comidas.
- El producto resultó más atractivo que el arroz integral.
- Los nichos de potenciales clientes son dos: profesionales jóvenes y dueñas de casa.
- Las muestras de sabor a cebolla y churrasco, indistintamente si contenían o no fibra, resultaron las más atractivas para los potenciales clientes.
- Los clientes comprarían el producto, de preferencia en supermercados.

¹⁰ Las pruebas descriptivas determinan diferencias sensoriales entre los productos (color, aroma, etc.).

¹¹ Método de laboratorio para medir el nivel de aceptación de un alimento, a través de los estados psicológicos que la primera impresión del alimento en cuestión le genera a una persona, estos se informan de acuerdo a una escala verbal-numérica.

- Se debe considerar un envase tipo “caja de cartón” al momento de comercializar el producto.
- Los clientes estarían dispuestos a comprarlo, siempre que el precio sea similar o inferior al arroz tradicional.

A propósito de estos resultados, se logra identificar el Marketing Mix:

Producto: variedades de arroz extruido saborizados con cebolla o churrasco, con y sin adición de fibra. Diferenciación en la presentación y formato, en caja cuadrada de cartón.

Precio: igual o inferior al arroz tradicional.

Plaza: canal de distribución vía mayoristas (mercado consumidor) a través del Molino Vitacura y Cooperativa de Productores, y canal de comercialización por los supermercados.

Promoción: a los nichos identificados: profesionales jóvenes, donde se potencia el contenido de fibra y la facilidad y disminución del tiempo de cocción; y dueñas de casa, donde se enfoca en el sabor y la variedad de usos que se le puede dar al producto.

F. Evaluación de la factibilidad económica

Dentro de los objetivos planteados por el proyecto precursor, también se encontraba el simular la rentabilidad y las proyecciones del producto de innovación (arroz reconstituido). Para esto se estimó la factibilidad económica de la producción de una unidad completa de extruido, cuyos resultados más relevantes son señalados a continuación en este documento.

En este estudio se estimó la factibilidad económica de la producción de una unidad completa de extruido, considerando la inversión en la infraestructura, los costos operacionales, los correspondientes descuentos y depreciaciones y los ingresos también. La evaluación se basó en la implementación de una unidad extrusora (con máquina de 150Kg/hr) anexada al Molino Vitacura, primeramente por estar asociado al proyecto a través del productor Alberto Gatica y, en segundo lugar, porque cuenta con la capacidad e instalaciones necesarias para agregar esta unidad productiva. Se realizó una proyección de los precios, tanto para la materia prima (cuadro 14), como para el valor de venta del producto final (cuadro 15).

CUADRO 14. **Proyección del costo de la materia prima en base a los precios del 2006**

AÑO	Materia Prima	Media Grana y Granza	Puntilla
	Precio Ponderado		
2007	\$ 82,70	\$ 100,00	\$ 60,00
2008	\$ 87,24	\$ 105,49	\$ 63,29
2009	\$ 91,51	\$ 110,65	\$ 66,39
2010*	\$ 95,38	\$ 115,33	\$ 69,20
2011*	\$ 98,92	\$ 119,62	\$ 71,77
2012*	\$ 102,21	\$ 123,59	\$ 74,15
2013*	\$ 105,27	\$ 127,29	\$ 76,38
2014*	\$ 108,15	\$ 130,77	\$ 78,46
2015*	\$ 110,87	\$ 134,06	\$ 80,44
2016*	\$ 113,44	\$ 137,18	\$ 82,31
2017*	\$ 115,90	\$ 140,14	\$ 84,08

Fuente: Proyecto precursor en base a información del Molino Vitacura.

CUADRO 15. Proyección del precio de venta del arroz blanco en base al precio internacional observado del arroz paddy

Año	Proyección precio internacional arroz		% de variación	Proyección PPMNAE(*)
	US\$/ton	Variación		
2003	198			
2004	237	39	19,70%	
2005	289	52	21,94%	
2006	307	18	6,23%	
2007	317	10	3,26%	\$ 270
2008	344	26,91	8,49%	\$ 293
2009	361	16,83	4,89%	\$ 307
2010	376	15,25	4,23%	\$ 320
2011	390	13,98	3,72%	\$ 332
2012	403	12,95	3,32%	\$ 343
2013	415	12,08	3,00%	\$ 353
2014	426	11,35	2,73%	\$ 363
2015	437	10,71	2,51%	\$ 372
2016	447	10,16	2,32%	\$ 381
2017	457	9,67	2,16%	\$ 389

Fuente: Proyecto precursor.

Con esto se pudo obtener tres modelos de flujo de fondos, para escenario pesimista, probable y optimista, bajo los respectivos supuestos. El cuadro 16 muestra el flujo del escenario probable, mientras que el cuadro 17 es el resumen de los indicadores financieros, considerando también los otros dos escenarios.



CUADRO 16. Flujo de fondos del escenario probable

ITEM	PERÍODOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio de venta (kg)		\$ 270	\$ 293	\$ 307	\$ 320	\$ 332	\$ 343	\$ 353	\$ 363	\$ 372	\$ 381
Producción (toneladas)		611	611	611	611	611	611	611	611	611	611
Total Ingresos (MM\$)		165	179	188	196	203	210	216	222	228	233
menos:											
Costos variables (MM\$)		69	74	77	80	82	84	86	88	89	91
Margen Comercial (MM\$)		96	105	111	116	121	126	130	134	138	142
menos:											
Gastos de Administración y ventas (MM\$)		52	55	58	60	62	63	65	66	68	69
Margen Operacional (MM\$)		44	50	53	56	59	63	65	68	71	73
menos:											
Depreciación (MM\$)		11	11	11	11	11	9	9	9	9	9
Utilidad antes de Impuesto (MM\$)		34	39	42	45	49	54	56	59	69	64
menos:											
Impuesto (17%)		5,7	6,7	7,2	7,7	8,3	9,1	9,6	10	10,5	10,9
Utilidad después de impuesto (MM\$)		28	33	35	38	40	44	47	49	51	53
más:											
Depreciación (MM\$)		11	11	11	11	11	9	9	9	9	9
INVERSIONES											
Capital de Trabajo (MM\$)	56	1,9	1,4	1,1	1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,4
Equipos (MM\$)	80										
Infraestructura (MM\$)	17										
Otros (MM\$)	9										
Recuperación del capital de trabajo (MM\$)											66
Valor de desecho (MM\$)											530
Flujo de caja (MM\$)	-161	37	42	45	47	50	53	55	57	60	659
Flujo de caja descontado a 10% (MM\$)	-161	34	35	34	32	31	30	28	27	25	254
Flujo de caja descontado a TIR (MM\$)	-161	28	24	19	15	12	9	7	6	4	37

Nota: no considera Fuente: Proyecto precursor.

CUADRO 17. Indicadores económicos de los escenarios del modelo evaluados por el proyecto precursor

	TIR	VAN (10%)
Escenario Pesimista	10,4%	3
Escenario Probable	33,3%	368
Escenario Optimista	35,8%	442

Nota: los resultados están en millones de pesos.

A propósito de estos resultados obtenidos por el proyecto precursor y en relación a la evaluación hecha en este documento, es necesario aclarar que algunos costos o ítems fueron considerados de diferente manera o simplemente actualizados al año en curso durante la elaboración de este documento. En este sentido, la evaluación financiera del proyecto consideró dentro de la inversión, el arriendo externo de un lugar para almacenar la materia prima, así como también consideró los primeros tres meses de producción, con todos los costos que eso implica. A su vez, la evaluación había considerado un dólar a \$ 520, mientras que este documento tomó un valor estándar de \$500.

▶ 3. Los productores del proyecto hoy

Al finalizar el proyecto, se esperaba que los productores arroceros de las zonas involucradas en él aprovecharan la tecnología adaptada para incorporarla en su producción y recibir las ganancias de este nuevo producto. Pero luego de la muerte del principal gestor privado por parte de los productores, señor Alberto Gatica, la capacidad de organización del sindicato arrocero perdió fuerzas y a la fecha no ha comenzado con la búsqueda de financiamiento para la inversión. Por su parte, los molinos y, mayormente empresas con gran requerimiento alimenticio, como de venta de alimentos procesados e instituciones de gobierno, se encuentran a la espera de que la técnica se encuentre completamente desarrollada y disponible para ser utilizada.

La USACH está tramitando la patente para esta tecnología que permite reconstituir los subproductos de arroz en granos propiamente tal: además de su tramitación en Chile, lo está haciendo también en otros países con alto consumo de este cereal. También la misma universidad se encuentra postulando a concurso Fondef (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico) para estudiar el pre-gelatinizado de la mezcla de extrusión, con el fin de prevenir consecuencias culinarias indeseables cuando las necesidades de cocción para este arroz no son seguidas fielmente.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto

El producto desarrollado constituye una importante innovación en Chile, toda vez que, por una parte, se ha creado un nuevo producto que permite disponer de una nueva alternativa alimenticia a partir de descartes de la industria del arroz, pero con las mismas características nutritivas y del grano natural y, por otra parte, genera una unidad productiva nueva que puede incorporarse a la cadena de comercialización de este cereal. A propósito del producto, es importante recordar que el proyecto logró generar la potencialidad de una patente en Chile y en otros países de Latinoamérica, la que al momento de la creación de este documento se encontraba en trámite.

La voluntad del proyecto precursor estuvo enfocada a generar una alternativa productiva que permitiera a los agricultores arroceros aumentar sus ingresos por hectárea, al poder comercializar a mejor precio un mayor porcentaje de los componentes del arroz paddy. Con lo logrado por el proyecto precursor al desarrollar un producto innovador y con características comerciales atractivas, se abre una alternativa de mercado para el 25% de los subproductos, por lo que se espera que permita una mejor postura frente a la negociación con los molinos por el precio pagado por el paddy.

Además de lograr el valor del objetivo propuesto por el proyecto precursor, éste también obtuvo otros valores técnicos asociados. En primer lugar, se encuentra el diseño probado de una nueva matriz extrusora para reconfigurar el arroz; luego, la técnica exacta para conjugar los materiales y obtener un producto de alta calidad culinaria, que considera también la selección de los subproductos idóneos para la extrusión y, por último, se logró fijar los parámetros más importantes en los ámbitos físico, químico y microbiológico que le son propios al arroz, obteniendo una información hasta ahora inexistente, necesaria para evaluar el producto en todas sus etapas y ratificar la continuidad de las propiedades del arroz.



Con el nuevo producto de arroz reconstituido se abre la posibilidad de adicionar nuevos elementos a la dieta normal de arroz. Así como el proyecto precursor incluye distintos sabores y fibras al proceso de extrusión, éste también permitiría la incorporación de otros suplementos alimenticios y dietéticos, haciendo posible destinar este cereal a segmentos específicos de la población con necesidades específicas como menores de edad, ancianos, deportistas, etc. al adicionar el elemento deseable para cada segmento como vitaminas, ácido fólico, fierro, calcio, magnesio, omega, etc.

Anexos

Anexo 1. Cuadros económicos y estadísticas

Anexo 2. Literatura consultada

Anexo 3. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Cuadros económicos y estadísticas

CUADRO 1. Costos y margen bruto de una hectárea de arroz en VII región, al año 2009

Ficha técnica-económica del cultivo de arroz

Maquinaria y animal	113.000
Insumos	239.260
Mano de obra	106.148
Servicios	35.000
Otros e imprevistos	40.000
Total Costos Directos	533.408
Rendimiento (qq)	58
Precio de ventas (\$/Kg)	175
Ingreso Esperado	1.015.000
Margen Bruto	481.390

Fuente: Copeval y Fundación Chile.

Cuadro 2 en página 39.

CUADRO 3. Costos directos del arroz extruido

Ítemes	Arroz Natural			Arroz Saborizado		
	Volumen Kg	Participación %	Costo total \$	Volumen Kg	Participación %	Costo total \$
Volumen Final Arroz Extruido	574.535	100,0%	71.541.028	574.596	100,0%	71.662.599
Materia Prima (subproductos)	540.000	93,99%	67.894.740	540.000	93,98%	67.894.740
Ligante	5.745	1,00%	2.298.141	5.746	1,00%	2.298.386
Sabor	0	0,00%	0	57	0,01%	121.182
Color	0	0,00%	0	0	0,00%	0
Antioxidante	57	0,01%	1.321.431	57	0,01%	1.321.572
Vitaminas	0	0,00%	0	0	0,00%	0
Minerales	0	0,00%	0	0	0,00%	0
Otros coadyuvantes	6	0,00%	11.491	6	0,00%	11.492
Agua	28.727	5,00%	15.225	28.730	5,00%	15.227
Subtotal de insumos	34.535	6,01%	3.646.288	34.596	6,02%	3.767.859

Fuente: Proyecto precursor y autores.

CUADRO 2. Flujo de fondo detallado para la producción de arroz extruido saborizado

ITEM	Unidades	Precio	PERÍODOS										
			0	1	2	3	4	5	6	7-10			
PRODUCCIÓN													
Volumen entrada de materia prima (kg)	80%			540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000
Volumen Salida (Extruido) (kg)	106,4%		-	574.596	574.596	574.596	574.596	574.596	574.596	574.596	574.596	574.596	574.596
INGRESOS													
Ventas (kg)	400		-	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581	229.838.581
COSTOS TOTALES													
COSTOS DIRECTOS													
Materia prima	540.000	125,7	-	67.894.740	67.894.740	67.894.740	67.894.740	67.894.740	67.894.740	67.894.740	67.894.740	67.894.740	67.894.740
Sabonizante y Agregados Extrusión	34.596		-	3.767.859	3.767.859	3.767.859	3.767.859	3.767.859	3.767.859	3.767.859	3.767.859	3.767.859	3.767.859
Costo Energía Extrusión	157500	70	-	11.025.000	11.025.000	11.025.000	11.025.000	11.025.000	11.025.000	11.025.000	11.025.000	11.025.000	11.025.000
Costo Energía Línea Montaje	4725	70	-	330.750	330.750	330.750	330.750	330.750	330.750	330.750	330.750	330.750	330.750
Gas, Agua y Servicios	12	62.500	-	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000
Personal Planta	12	1.821.429	-	21.857.148	21.857.148	21.857.148	21.857.148	21.857.148	21.857.148	21.857.148	21.857.148	21.857.148	21.857.148
Servicio técnico	12	100.000	-	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Costo/kg				186	186	186	186	186	186	186	186	186	186
COSTOS INDIRECTOS													
TOTALES				24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000	24.000.000
Gerente de planta	12	1.500.000	-	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000
Administración	12	500.000	-	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000
Costo/kg				42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Costo TOTAL/kg				228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
MARGEN BRUTO													
Depreciación			-	99.013.084	99.013.084	99.013.084	99.013.084	99.013.084	99.013.084	99.013.084	99.013.084	99.013.084	99.013.084
Utilidad antes de Impuesto			-	14.371.467	14.371.467	14.371.467	14.371.467	14.371.467	14.371.467	14.371.467	14.371.467	14.371.467	14.371.467
Impuesto (17%)			-	84.641.618	84.641.618	84.641.618	84.641.618	84.641.618	84.641.618	84.641.618	84.641.618	84.641.618	84.641.618
MARGEN NETO													
Depreciación			-	70.252.543	70.252.543	70.252.543	70.252.543	70.252.543	70.252.543	70.252.543	70.252.543	70.252.543	70.252.543
INVERSIONES													
Línea de Extrusión			147.714.000										
Caldera Vapor			103.950.000										
Torre Enfriamiento			4.400.000										
Contenedores 1000 kg			3.850.000										
Galpón Producción			9.504.000										
Capacitación			18.760.000										
Otros (Imprevistos, almacenaje)			250.000										
Valor de desecho			7.000.000										
Flujo de caja(MM\$)			- 147.714.000	84.624.009	84.624.009	84.624.009	84.624.009	84.624.009	84.624.009	84.624.009	84.624.009	84.624.009	84.624.009

Fuente: Proyecto precursor y autores.

Nota: No se considera transporte de materia prima, potencia instalada, ni pago de la patente.

ANEXO 2. **Literatura consultada**

Darío Polloni S., Gerente general COPEVAL S.A., “El nuevo escenario en la producción de granos en Chile”, de septiembre del 2009. Disponible en:
http://www.sna.cl/seminario/Maule/Presentacion_Dario_Polloni.pdf
Leído el 12 de abril del 2010.

Inia Quilamapu, Boletín INIA No 162 Arroz: Manejo tecnológico, Capítulo 3: Calidad Industrial del grano, 2007. Disponible en:
<http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34405.pdf>
Leído el 8 de abril del 2010.

Fundación Chile, Área agroindustrial, Cadenas Agroalimentarias, Sector arrocero nacional: situación y opciones de desarrollo futuro, 2003. Disponible en:
http://ww2.fundacionchile.cl/portal/c/document_library/get_file?p_l_id=10504&folderId=12883&name=DLFE-919.pdf
Leído el 12 de abril del 2010.

Además se utilizó información de los siguientes sitios:

www.cotriza.cl
www.aduana.cl
www.odepa.cl
www.infoarroz.org
<http://faostat.fao.org>

Además, se reunió información a través de entrevistas realizadas a las siguientes personas:

- **Laura Almendares C.**, Ingeniero Agrónomo M.Sc., Decana Facultad de Tecnología Universidad de Santiago de Chile. Avenida Ecuador 3769, Estación Central, Santiago. Fono (2) 718 0579, email: laura.almendares@usach.cl
- **Mauro Grossi**, Ingeniero civil industrial, consultor y asesor, Lemi Ingeniería, Jorge Monckenberg 861, Ñuñoa, Santiago. Fono (8) 233 0715, email: mauro.grossi@lemi.cl

ANEXO 3. **Documentación disponible y contactos**

El presente documento, su ficha correspondiente y los informes finales del proyecto precursor se encuentran disponibles como PDF, en el sitio Web de FIA “Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario” (<<http://experiencias.innovacionagraria.cl>>), al cual también puede ingresar desde la página de inicio del sitio Web institucional, desde la opción “Experiencias de Innovación de FIA” (<www.fia.gob.cl>).

Contacto: fia@fia.cl