



Jorge González  
Julieta Parada  
Mario Paredes

# Evaluación económica y productiva

La actividad agrícola de la zona centro sur, regiones de Maule y BíoBío está inserta en escenarios de fuerte competencia y presión por el uso más adecuado y rentable de los recursos. El cultivo del arroz, que otorga identidad a sectores de la zona sur de Maule y la Provincia de Ñuble, en BíoBío, no escapan a la situación macro indicada, realidad que obliga al rubro, básicamente sustituidor de importaciones, a una dinámica de adecuación y adopción de innovaciones tecnológicas. También obliga a incorporar más capacidades técnicas y económicas, que permitan avanzar en competitividad, con niveles de beneficio atractivos, y menor riesgo del capital financiero, físico y humano requerido. Por otra parte, contrastando diversos antecedentes e información disponible, es claro que aún existe una brecha tecnológica entre el manejo técnico que segmentos de productores arroceros realizan, y la tecnología que instituciones como INIA investigan y generan, con un comportamiento económico interesante.

Este capítulo busca contribuir a mejorar las perspectivas del arroz, entregando información económica orientadora, bajo un enfoque de ordenamiento y análisis de estándares o fichas técnico-económicas que favorecen evaluar más objetivamente resultados esperados, y proporcionar a los productores mejores antecedentes de análisis para sus decisiones.

Primero se presenta un resumen de los Indicadores Económicos más utilizados, con la aplicación de un ejemplo real de producción de arroz, y en segundo lugar un estudio de sensibilización de las modalidades: i) siembra convencional con mínima mecanización, ii) convencional mecanizado (avión), y iii) siembra en seco con un manejo mecanizado. Luego, se determinó y analizó en detalle el comportamiento económico de tres estándares de manejo técnico del arroz con la variedad Zafiro-INIA, estudio que formó parte



Convenio subsecretaría del Ministerio de Agricultura - programa Arroz INIA, en tres modalidades de manejo (a) siembra convencional con mínima mecanización, (b) convencional mecanizado (avión) y (c) siembra en seco. La información técnica y económica propuesta se sistematizó en estándares dinámicos en una base de datos elaborados por INIA. El manejo estuvo basado en recomendaciones INIA y juicios de expertos.

Cada estándar posee una sección de Labores, Insumos, Costo Fijo y Rendimiento, y un Informe Económico con indicadores de costo, ingreso, margen, Relación Beneficio/Costo, y Costo Unitario. Con ello se determinaron resultados para sustentar el potencial de competitividad que posee el país, basado en tres ejes: variedades modernas, manejo tecnológico y económico eficientes, y transferencia de tecnología. Asimismo, el presente trabajo entrega información económica orientadora al abordar la sensibilización económica de la información relevante generada en estudio I, permitiendo más claridad respecto el comportamiento económico esperado en variables económicas claves, en tres modalidades de manejo técnico de la variedad Zafiro-INIA. De estudios previos se utilizó información de los estándares técnico-económicos dinámicos de la base de datos, realizando una sensibilización de Hertz o multidimensional que, que permitió evaluar diferentes niveles de las variables precio producto y rendimiento esperado. Luego, con la sensibilización fue factible visualizar el comportamiento económico ante escenarios de diferente grado de oportunidad o amenaza y, adicionalmente, atenuar la “rigidez” que posee un análisis sólo con valores medios o únicos de variables relevantes.

## 1. Generación de Indicadores Económicos en Arroz: evalúe su gestión productiva.

El resultado final de una gestión de producción de arroz, igual que otros cultivos, es altamente dependiente de un manejo tecnológico aplicado adecuado, y de niveles de eficiencia económica alcanzados, que permitan mejorar la competitividad y facilitar la permanencia en el negocio arrocero. Sin embargo, desde la perspectiva económica, producir sólo genera costos y, paralelamente, el ingreso de dinero sólo se concreta cuando la comercialización del arroz es efectuada. Luego, es claro que todo análisis global de la gestión de producción de arroz requiere generar, conocer y

analizar indicadores económicos. En el Cuadro 1 se presenta un esquema resumido de indicadores económicos, sus definiciones y criterio de cálculo, para establecer una evaluación económica del arroz producido y comercializado. En el Cuadro 2 se presenta un ejercicio con los indicadores descritos previamente valorizados. Luego, se establece una interpretación tipo del resultado obtenido.

### Interpretación

El rendimiento de grano de arroz producido y comercializado, 70 qqm/ha, generó un costo total operacional (CT) superior a \$700.000/ha. De este costo, los costos variables (CV) representaron un 90%; luego, el costo fijo (CF) tuvo menor importancia en este sistema. El ingreso bruto (IB) obtenido, una vez efectuada la comercialización, (\$1.250.000/ha) permitió un margen bruto operacional (MB) superior a \$500.000/ha. La eficiencia económica obtenida se caracteriza por una relación beneficio costo (B/C) de 1,7; una utilidad (U) operacional de 75%, un costo unitario (CU) de producción comercializada superior a \$10.000/ha. El comportamiento económico se presenta medianamente atractivo, si se compara con otras evaluaciones económicas.

## 2. Arroz Zafiro-INIA bajo tres sistemas de manejo agronómico. Sensibilización económica de Hertz

Las modalidades evaluadas fueron (a) siembra convencional con mínima mecanización que incluyó labores de preparación de suelo y cosecha mecanizadas, y uso animal y aplicaciones a mano en labores de siembra inundada, control de malezas y otras, (b) convencional mecanizada donde no hubo uso animal ni aplicaciones a mano, solo siembra en avión, control de malezas y fertilización post siembra; y (c) siembra en seco con un manejo mecanizado que partió con siembra con máquina cerealera y/o cero labranza.

La información se sistematizó en fichas o estándares técnico-económicos dinámicos en un programa computacional. El manejo agronómico considerado estuvo basado en recomendaciones de INIA complementado con opiniones de expertos en el rubro. Este trabajo se basó en la información generada por la unidad de economía y gestión de INIA Quilamapu y en los estándares e indicadores de resultado económico generado por esta unidad.

**Cuadro 1.** Indicadores, definiciones y criterio de cálculo para evaluar económicamente arroz.

Indicadores Económicos	Definición	Criterio de Cálculo
Costos Variables (C.V.)	Asociado a gasto de dinero, incluyendo costos de labores, insumos e imprevistos. Está directamente relacionado con un nivel de producción dado de arroz. A mayor producción de arroz, mayores costos variables.	$C.V. = \text{Precio Labores} \times \text{Cantidades Labores} + \text{Precio Insumos} \times \text{Cantidades Insumos}$ Ítems: semillas, fertilizantes, pesticidas, mano obra, uso maquinaria, tratos, fletes, imprevistos, administración, otros.
Costo Fijo (C.F.)	Costo relacionado con un sistema de producción de arroz, que no cambia con las variaciones de la cantidad de arroz producido. Lo anterior bajo un rango de escala (tamaño predio) y de tiempo o plazo (temporada arroz).	$C.F. = \text{Suma de los ítems de costo fijo identificado en escala y plazo dado.}$ Ítems: contabilidad, derechos agua, administración, servidumbres, contribuciones, seguros, arriendos, asistencia técnica, interés al capital, mantención y depreciación activos, otros.
Costo Total Operacional (C.T.)	Suma de todos los valores (\$) de los gastos y costos incurridos para generar arroz comercializable. Incluye todos los costos variables del sistema y el costo fijo asociado a éste.	$C.T. = \text{Suma de Costos Variables (C.V.) y Costo Fijo (T.C.) , valorizados.}$
Ingreso Bruto (I.B.)	Valor de la producción en términos monetarios (\$). Considera dos factores: la cantidad producida comercializable de arroz y el precio unitario (\$/qqm) del grano.	$IB = \text{Multiplicar el precio (\$) del quintal (Qqm) de arroz, por el total de quintales comercializados.}$
Margen Bruto Operacional (M.B.)	Es la nueva riqueza (\$) generada por el plan de producción de arroz ejecutado. Relaciona el costo total operacional generado y el ingreso bruto obtenido.	$MB = \text{Restar al ingreso bruto (IB) el costo total operacional (CT).}$
Relación B/C	Indica los pesos (\$) que retornan a un sistema arrocerero por cada peso (\$) gastado y/o invertido y/o costeadado en el proceso productivo. Determina el retorno de dinero factible de obtener (o esperado) dado un nivel de costo o gasto.	$B/C = \text{Dividir el ingreso bruto (IB) por el costo total operacional (CT).}$

Este artículo abordó la sensibilización económica de la información relevante generada anteriormente, dando más claridad respecto al comportamiento económico esperado en respuesta a cambios en variables económicas claves. El rendimiento valorizado consideró el potencial de Zafiro-INIA menos una proporción por (a) los estándares son una situación “media” y (b) brecha tecnológica. En cada manejo se realizó una sensibilización de Herz o multidimensional, variando precio producto y rendimiento esperado, expresando los cambios en términos de los indicadores de resultado económico, en valores absolutos y relativos (base 100 = precio y rendimiento del estándar inicial). En cada variable se evaluaron tres niveles. En precio producto se evaluó el precio del estándar inicial y los precios obtenidos al sumar y restar a aquel una desviación estándar desde la serie de precios mensual 2008-2011 de la industria molinera, en pesos de enero de 2013. En rendimiento se evaluó el valor del estándar

inicial y la producción obtenida, sumándole y restándole un 10%, respectivamente. Con ello se determinó variaciones interesantes de considerar cuando cambian los niveles de variables económicas relevantes, que permiten sustentar mejor la variabilidad que puede poseer el potencial competitivo del arroz en Chile.

### Resultados de la modalidad Siembra Convencional y Mínima Mecanización

Con sensibilización a un escenario optimista, es decir, mayor rendimiento de 77qqm/ha y un precio de \$20.211, el ingreso bruto alcanzó \$1.600.000. En cambio, en un escenario, con un precio de \$16.064 y rendimiento de 63 qqm/ha, el ingreso fue de \$1.000.000. Con el mejor escenario los niveles para margen bruto, relación B/C y costo unitario fueron \$840.000, 2,2 y \$9.200, respectivamente; sin embargo, para el escenario más pesimista fueron de

Indicador Económico	Valor Monetario
Costos Variables (CV), \$/ha	640.000
Costo Fijo (CF), \$/ha	75.000
Costo Total Operacional (CT), \$/ha	715.000
Ingreso Bruto (IB), \$/ha ; [70 qqm/ha]	1.250.000
Margen Bruto Operacional (MB), \$/ha	535.000
Relación B/C	1,7
Costo Unitario (CU), \$/qqm	10.214
Utilidad Operacional (U), %	75

**Cuadro 2.** Ejercicio de Indicadores económicos de producción de arroz valorizados.

\$303.000, 1,43 y \$11.250, respectivamente. En términos de cambio relativo (combinación \$18.138 - 70qqm = Base 100), el ingreso bruto osciló entre 80 (pesimista) y 123 (optimista). El margen bruto se afectó más, y osciló entre 54 y 151. La relación B/C entre 80 y 123, y el costo unitario entre 91 (optimista) y 111 (pesimista). El punto de corte del rendimiento, en que el margen bruto y la utilidad se hacen cero, y las relaciones B/C y C/B valen uno, es con 44 qqm, 39 qqm y 35 qqm, para los precios \$16.064, \$18.138, y \$20.211, respectivamente (Cuadro 1).

### Modalidad siembra convencional y mecanizado (avión)

En un escenario optimista, es decir, con un rendimiento estimado de 83 qqm/ha y un precio de \$20.211, el ingreso bruto alcanzó \$ 1.650.000; en cambio, en escenario con precio de \$16.064 y un rendimiento simulado de 67 qqm/ha, el ingreso fue levemente superior a \$1.070.000.

En términos de margen bruto, relación B/C y costo unitario, las cifras bajo un escenario optimista fueron de \$845.000, 2,0 y \$10.000, respectivamente; en cambio, las cifras bajaron a \$245.000, 1,29 y \$12.400, respectivamente, en un escenario más pesimista.

Respecto al cambio relativo, el ingreso bruto osciló entre 79 (pesimista) y 123 (optimista), el margen bruto se afectó fuertemente y osciló entre 46 y 160, la relación B/C entre 79 y 123, y el costo unitario entre 90 (optimista) y 112 (pesimista). El punto de corte del rendimiento fue 52 qqm/ha, 46 qqm/ha y

41 qqm/ha, para los precios \$16.064, \$18.138, y \$ 20.211, respectivamente; con niveles de rendimiento superiores, y por tanto más exigente en términos de eficiencia productiva, que un manejo con mínima mecanización (Cuadro 2).

### Modalidad Siembra en seco y en superficies limitada

En la sensibilización a un escenario optimista, es decir con mayor rendimiento (83 qqm/ha) y mejor precio proyectado (\$20.211), el ingreso bruto superó levemente el \$1.650.000; en cambio, con escenario de menor precio (\$16.064) y menor rendimiento simulado (67 qqm/ha), el ingreso fue del orden de \$1.050.000.

Respecto al margen bruto, relación B/C y costo unitario con escenario optimista, las cifras obtenidas en la sensibilización fueron \$830.000, 2,0 y \$10.125, respectivamente; en cambio, las cifras bajaron a \$ 235.000, 1,28 y \$10.100, respectivamente, en un escenario más pesimista.

En términos relativos, el ingreso bruto fluctuó entre 79 (pesimista) y 123 (optimista), el margen bruto fue más sensible y varió entre 45 (pesimista) y 161 (optimista), la relación B/C entre 79 y 123 (optimista), y con un costo unitario entre 90 y 112 (pesimista). El punto de corte del rendimiento fue de 52 qqm, 46 qqm y 41 qqm, para los precios \$16.064, \$18.138, y \$20.211 (optimista), respectivamente; con niveles de rendimiento mínimo o de corte similares a los exigidos por la alternativa con mecanización (avión), y mayores a los registrados por el manejo con mínima mecanización (Cuadro 3).

### CAMBIO ABSOLUTO

Indicador: Ingreso Bruto, \$/ha

PRECIO, \$/qqm	Rendimiento, qqm/ha		
	63	70	77
<b>20.211</b>	1.273.293	1.414.770	1.556.247
<b>18.138</b>	1.142.694	1.269.660	1.396.626
<b>16.064</b>	1.012.032	1.124.480	1.236.928

Indicador: Margen Bruto Operacional, \$/ha

PRECIO, \$/qqm	Rendimiento, qqm/ha		
	63	70	77
<b>20.211</b>	564.327	705.804	847.281
<b>18.138</b>	433.728	560.694	687.660
<b>16.064</b>	303.066	415.514	527.962

Indicador: Relación B/C

PRECIO, \$/qqm	Rendimiento, qqm/ha		
	63	70	77
<b>20.211</b>	1,80	2,00	2,20
<b>18.138</b>	1,61	1,79	1,97
<b>16.064</b>	1,43	1,59	1,74

Indicador: Costo Unitario \$/qqm

PRECIO, \$/qqm	Rendimiento, qqm/ha		
	63	70	77
<b>20.211</b>	11.253	10.128	9.207
<b>18.138</b>	11.253	10.128	9.207
<b>16.064</b>	11.253	10.128	9.207

### CAMBIO RELATIVO

Indicador: Ingreso Bruto, \$/ha

PRECIO, \$/qqm	Rendimiento, qqm/ha		
	63	70	77
<b>20.211</b>	100	111	123
<b>18.138</b>	90	100	110
<b>16.064</b>	80	89	97

Indicador: Margen Bruto Operacional, \$/ha

PRECIO, \$/qqm	Rendimiento, qqm/ha		
	63	70	77
<b>20.211</b>	101	126	151
<b>18.138</b>	77	100	123
<b>16.064</b>	54	74	94

Indicador: Relación B/C

PRECIO, \$/qqm	Rendimiento, qqm/ha		
	63	70	77
<b>20.211</b>	101	112	123
<b>18.138</b>	90	100	110
<b>16.064</b>	80	89	97

Indicador: Costo Unitario \$/qqm

PRECIO, \$/qqm	Rendimiento, qqm/ha		
	63	70	77
<b>20.211</b>	111	100	91
<b>18.138</b>	111	100	91
<b>16.064</b>	111	100	91

## Conclusiones

- En el mejor escenario, el ingreso bruto alcanzó a \$1.500.000/ha en la modalidad convencional con mínima mecanización. En mecanizado, con avión, este valor fue cercano a \$ 1.700.000/ha. En cambio, bajo un escenario más pesimista el ingreso alcanzó al menos un millón de pesos lo que, bajo este indicador, sigue siendo un comportamiento relativamente atractivo.
- Como indicador más preciso de riqueza, el margen bruto en escenarios pesimistas alcanzó cifras desde \$235.000/ha en manejo con siembra en seco hasta \$300.000/ha en siembra convencional y mínima mecanización. Paralelamente, con una sensibilización optimista el margen alcanzó a \$845.000/ha con manejo convencional (avión) y de \$830.000/ha con siembra en seco; sin embargo, estas cifras no son significativamente diferentes.
- En términos de eficiencia económica, la relación B/C presentó, bajo un escenario optimista, valores que fluctuaron entre 2.2 y 2.0 para siembra convencional con mínima mecanización y siembra en seco, respectivamente. Bajo escenario pesimista, las cifras calculadas estuvieron entre 1.43 y 1.29 para los mismos manejos antes indicados. Las cifras determinadas no presentan diferencias

importantes, lo que puede indicar que las alternativas más mecanizadas no presentan aún su mayor potencial económico.

- Como orientador de competitividad del rubro, el costo unitario, bajo un escenario optimista, logró su valor más atractivo con un manejo convencional de mínima mecanización, que alcanzó los \$9.200/qqm y de \$10.130/qqm con siembra en seco. El manejo convencional, con uso de avión, tuvo un comportamiento intermedio, lo que implica la obtención de un mayor rendimiento de grano para

justificar la adopción de este cambio tecnológico.

- La sensibilización determinada demostró que variando precios y/o rendimiento, es factible generar diferencias importantes en los indicadores económicos de un sistema de manejo determinado. Por ejemplo, con mínima mecanización el margen bruto varió de 46 a 160, según el escenario pesimista u optimista, y con el estándar inicial como base 100. El costo unitario, es el indicador con menos cambio relativo, fluctuando entre 90 y 112 para escenarios optimistas y pesimistas respectivamente.

### CAMBIO ABSOLUTO

Indicador: Ingreso Bruto, \$/ha			
Rendimiento, qqm/ha			
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	1.354.137	1.515.825	1.556.247
18.138	1.142.694	1.360.350	1.505.454
16.064	1.076.288	1.204.800	1.333.312

Indicador: Margen Bruto Operacional, \$/ha			
Rendimiento, qqm/ha			
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	521.623	683.311	844.999
18.138	382.732	527.836	672.940
16.064	243.774	372.286	500.798

Indicador: Relación B/C			
Rendimiento, qqm/ha			
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	1,63	2,82	2,01
18.138	1,46	1,64	1,81
16.064	1,29	1,45	1,60

Indicador: Costo Unitario \$/qqm			
Rendimiento, qqm/ha			
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	12.426	11.100	10.030
18.138	12.426	11.100	10.030
16.064	12.426	11.100	10.030

### CAMBIO RELATIVO

Indicador: Ingreso Bruto, \$/ha			
Rendimiento, qqm/ha			
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	100	111	123
18.138	89	100	111
16.064	79	89	98

Indicador: Margen Bruto Operacional, \$/ha			
Rendimiento, qqm/ha			
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	99	129	160
18.138	73	100	127
16.064	46	71	95

Indicador: Relación B/C			
Rendimiento, qqm/ha			
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	99	111	123
18.138	89	100	110
16.064	79	88	98

Indicador: Costo Unitario \$/qqm			
Rendimiento, qqm/ha			
PRECIO, \$/qqm	63	70	77
20.211	112	100	90
18.138	112	100	90
16.064	112	100	90

**Cuadro 2.** Análisis de sensibilidad a precio producto y rendimiento en siembra convencional mecanizado. Cambios absoluto y relativo.

vamente. No hay diferencias en este cambio entre sistemas de manejo.

- Los sistemas de manejo más mecanizados, con los valores de rendimiento y precio, mostraron leve o moderada superioridad económica respecto de mínima mecanización, lo que indica que la tecnologización del cultivo del arroz requiere, como contrapartida, asegurar rendimientos más elevados (variedad con semilla certificada y manejo

adecuado), precios más atractivos (calidad industrial de grano) para alcanzar una eficiencia económica potencial.

- El análisis de sensibilización demostró ser de gran utilidad para generar información más flexible y amplia, para apoyar la toma de decisiones del sector y, en especial, de los productores arroceros.

### CAMBIO ABSOLUTO

Indicador: Ingreso Bruto, \$/ha			
	Rendimiento, qqm/ha		
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	1.354.137	1.515.825	1.677.513
18.138	1.215.246	1.360.350	1.505.454
16.064	1.076.288	1.204.800	1.333.312

Indicador: Margen Bruto Operacional, \$/ha			
	Rendimiento, qqm/ha		
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	513.501	675.189	836.877
18.138	374.610	519.714	664.818
16.064	235.652	364.164	492.676

Indicador: Relación B/C			
	Rendimiento, qqm/ha		
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	1,61	1,80	2,00
18.138	1,45	1,62	1,79
16.064	1,28	1,43	1,59

Indicador: Costo Unitario \$/qqm			
	Rendimiento, qqm/ha		
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	12.547	11.208	10.128
18.138	12.547	11.208	10.128
16.064	12.547	11.208	10.128

### CAMBIO RELATIVO

Indicador: Ingreso Bruto, \$/ha			
	Rendimiento, qqm/ha		
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	100	111	123
18.138	89	100	111
16.064	79	89	98

Indicador: Margen Bruto Operacional, \$/ha			
	Rendimiento, qqm/ha		
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	99	130	161
18.138	72	100	128
16.064	45	70	95

Indicador: Relación B/C			
	Rendimiento, qqm/ha		
PRECIO, \$/qqm	67	75	83
20.211	100	111	123
18.138	90	100	111
16.064	79	89	98

Indicador: Costo Unitario \$/qqm			
	Rendimiento, qqm/ha		
PRECIO, \$/qqm	63	70	77
20.211	112	100	90
18.138	112	100	90
16.064	112	100	90

**Cuadro 3.** Análisis de sensibilidad a precio producto y rendimiento en siembra en seco. Cambios absoluto y relativo.