

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
Serie Evaluación de Impacto



Evaluación económica y de impacto *ex ante* de la fertilización de pradera natural con mezcla de fertilizantes

María Carolina De la Fuente G.
Josué Martínez L.

El estudio tuvo como propósito realizar un análisis económico comparativo entre un predio con adopción de la propuesta tecnológica INIA y uno sin adopción. La información se obtuvo desde las unidades de validación o áreas de trabajo instaladas en predio de un productor referente o líderes de opinión, ubicados en diferentes territorios, con características fisiográficas, agroecológicas, económicas y culturales definidas (Tapia & Villavicencio , 2014).

Autores

María Carolina De la Fuente González.

Josué Martínez Lagos.

Cita bibliográfica

De la Fuente, M. & Martínez, J., 2019. Evaluación económica y de impacto *ex ante* de la fertilización de pradera natural con mezcla de fertilizantes. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA.

Comité técnico

Maruja Cortés Belmar,

Ingeniera Agrónoma, M.Sc. Desarrollo Rural, Dra. Economía,

Coordinadora Nacional del Programa de Transferencia y Extensión INIA.

© 2019. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Fidel Oteiza 1956, pisos 11, 12 y 15, Providencia, Santiago, Chile.

Tel.: +56 2 2577 1000. E-mail: carolina.delafuente@inia.cl

Permitida su reproducción parcial citando fuente y autores. Prohibida la reproducción total sin autorización del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Diseño y diagramación

Kate Social Media

Santiago, Chile, 2019

Agradecimientos

Al productor que permitió validar la propuesta tecnológica INIA en su predio.

Fertilización de pradera natural con mezcla de fertilizantes

En el marco de la estrategia de trabajo territorial se identificó que uno de los problemas que enfrentan los productores de leche en la región de Los Ríos, se relaciona con la alta degradación de la pradera. Esta degradación provoca la disminución de la productividad y calidad del forraje, que se traduce en un traspaso de minerales y nutrientes deficitario a los animales y una menor calidad de producto animal.

Bajo esta contingencia nace la unidad de validación “Estimación de la producción de forraje de acuerdo a diferentes fuentes de fertilización”, establecida en 2017 en la comuna de Máfil, región de Los Ríos. El propósito fue mostrar a los productores el efecto de distintos tipos de fertilización en la pradera. Estos efectos fueron determinados por medio de un análisis marginal entre los rendimientos derivados de una pradera sin fertilización (testigo) y los rendimientos de la propuesta tecnológica INIA (con fertilización).

En términos económicos, el balance fue favorable, el margen operacional se incrementó en un 140% y los retornos de optar por la propuesta tecnológica INIA se tradujeron en que, por cada peso invertido en aplicar fertilizante en su pradera, el productor incrementó sus beneficios en 1.5 pesos.

Índice

NOMBRE DEL PROGRAMA TERRITORIAL.....	4
ASPECTOS METODOLÓGICOS (SUPUESTOS Y LIMITACIONES)	5
RESULTADOS	7
CONCLUSIONES	10
REFERENCIAS	11

Nombre del Programa Territorial

Nombre del Programa Territorial: Transferencia Tecnológica bajo esquema de Trabajo Territorial - Leche - INIA Remehue.

Nombre de la Unidad de Validación (UV): estimación de la producción de forraje, de acuerdo a diferentes fuentes de fertilización en Máfil.

Objetivos técnicos de la UV: mostrar a los productores el efecto de distintos tipos de fertilización en la pradera.

Objetivos económicos de la UV: aumentar el margen de utilidad por hectárea de pradera.

Necesidad detectada: en el marco de la estrategia de trabajo territorial se identificó que uno de los problemas que enfrentan los productores de leche en la región de Los Ríos se relaciona con la alta degradación de la pradera. Esto provoca la disminución de la productividad y calidad del forraje, lo que se traduce en un traspaso de minerales y nutrientes deficitario a los animales y una menor calidad de producto animal.

Descripción de la Unidad de Validación¹

La unidad de validación se estableció el 2017 en el sector de Runca en la comuna de Máfil, región de Los Ríos. El propósito de la unidad fue mostrar los efectos de la fertilización en la pradera, a través de distintos tratamientos:

- (1) t1: Área sin fertilización (testigo o control).
- (1) t2: Fertilización nitrogenada (urea de liberación lenta o Amintec).
- (1) t3: Fertilización fosforada (P_2O_5).
- (1) t4: Fertilización potásica (KCl).
- (1) t5: Fertilización con Mezcla (NPK en forma de Amintec, Superfosfato triple y Muriato de potasio).

La dosis aplicada fue dependiente de los resultados del análisis de suelo, correspondiente a dosis de mantención:

- (1) t1: sin fertilización (pradera natural).

¹Extraído de información entregada por extensionista encargado de la unidad de validación.

- (1) t2: 100 kg de Amintec/ha.
- (1) t3: 150 kg de Muriato de potasio/ha.
- (1) t4: 80 kg de Muriato de potasio/ha.
- (1) t5: 100 kg de Amintec + 150 kg de Superfosfato triple/ha y 80 kg de Muriato de potasio/ha.

Los resultados estadísticos de los rendimientos de cada tratamiento, entregó diferencias significativas entre el t1 y t5, es decir, los kilogramos de materia seca derivados de una superficie de una hectárea de pradera sin fertilizar versus una superficie de una hectárea de pradera tratada con una mezcla de fertilizantes son estadísticamente diferentes, traduciéndose en un incremento de rendimiento de 180% (más de 3.500 kilogramos adicionales) en el tratamiento 5.

A continuación, se efectúa análisis económico comparativo entre la situación sin aplicación de fertilizante (tratamiento 1) y la situación optimizada (tratamiento 5: con mezcla de fertilizantes).

Aspectos metodológicos (supuestos y limitaciones)

La metodología de evaluación generó dos escenarios:

- (1) Sin fertilización (práctica actual del agricultor).
- (2) Con propuesta tecnológica INIA: mezcla de fertilizantes.

La construcción de ambos escenarios requirió la identificación de los beneficios y costos incurridos en un horizonte de evaluación anual, utilizando para ello una ficha técnica económica que recogió información relevante de la actividad productiva de cada escenario; rendimiento, precio de venta y costos directos de producción (labores, maquinaria e insumos). Adicionalmente, se construyeron indicadores económicos: ingreso bruto, costo operacional, márgenes brutos y costo unitario, que permitieron comparar ambas situaciones en un período agrícola.

La determinación de la rentabilidad obtenida por el cambio de la práctica actual del productor por la propuesta tecnológica INIA, se realizó por medio de análisis económico comparativo entre distintas alternativas, denominado análisis marginal (Evans, 2004) (CIMMYT, 1988). Este análisis considera sólo los costos incrementales en insumos, mano de obra o maquinaria derivados de la adopción de la propuesta tecnológica INIA. Posteriormente, y una vez establecidos el beneficio neto y la diferencia en costo, se procedió a determinar el análisis marginal beneficio costo.

El escalamiento a nivel regional del impacto económico *ex ante* de la adopción de la propuesta tecnológica INIA se determinó por medio del efecto incremental en los rendimientos y costos entre la situación base y la situación optimizada.

El modelo de adopción asume con patrón logístico (Franco I. , 1981) (Reyes, 2002) (Programa de economía de CIMMYT, 1993), es decir, en un comienzo la adopción crece con lentitud, luego se incrementa rápidamente hasta alcanzar su porcentaje máximo (Reyes, 2002) (Programa de economía de CIMMYT, 1993).

Supuestos

- El ingreso bruto se determinó asumiendo una eficiencia de conversión (alimento en leche) de 1, es decir, por cada kilogramo de materia seca consumida por el animal se obtiene 1 litro de leche (Klein, Lanuza, & Navarro, 1993).
- El 78% de la superficie con pradera natural en la comuna de Máfil adopta la propuesta del INIA.

Modelo de estimación de adopción

El modelo de adopción según varios autores (Franco I. , 1981) (Reyes, 2002) (Programa de economía de CIMMYT, 1993), sigue un patrón logístico, es decir, en un comienzo la adopción crece con lentitud, luego se incrementa rápidamente hasta alcanzar su porcentaje máximo (Reyes, 2002) (Programa de economía de CIMMYT, 1993).

La función utilizada para su estimación fue la siguiente:

$$Y = \frac{K}{(1 + e^{(\alpha + \beta t)})}$$

Donde:

Y: adopción de la tecnología (% del área del cultivo con tecnología evaluada).

K: nivel máximo de adopción de la tecnología.

e: base de logaritmo natural.

t: años.

α y β : son parámetros de la función.

Resultados

Análisis comparativo unidades de validación

La tabla siguiente muestra los rendimientos obtenidos con cada alternativa. En el caso t1, sin fertilización, los rendimientos ascienden a 1.945 kg MS/ha/año, traduciéndose en un beneficio bruto de \$369.550 por hectárea. Al aplicar la mezcla de nutrientes, la productividad por hectárea se incrementa a 5.452 kg MS/ha, es decir, 3.507 kg. MS/ha/año adicionales, generando un beneficio bruto \$1.035.880 por hectárea.

Por otro lado, el costo de producción de la pradera sin fertilización es de \$143.516 por hectárea, correspondiendo más del 70% a insumos utilizados para reparación y mantención del cerco; el 27% restante corresponde a labores (mano de obra) relacionadas con la reparación de los mismos. En el caso de la pradera natural con fertilización (mezcla), los costos se distribuyen de manera similar, es decir, más del 70% de ellos corresponden al uso de insumos y un 28% a labores. Dentro del ítem insumos, los fertilizantes representan sobre el 50% de los costos.

Tabla 1: Costos labores e insumos pradera natural con y sin fertilización año agrícola 2017-2018

	Unidades	Sin fertilización	Con fertilización
Rendimiento pradera	kg MS/ha/año*	1.945	5.452
Litros de leche	Litros/kg MS	1.945	5.452
Precio promedio leche	\$/litro	\$190	\$190
Ingreso bruto (\$)		\$ 369.550	\$ 1.035.880
Costos laborales			
Labores		\$ 39.000	\$ 114.000
Reparación de cercos	\$/ha	\$ 21.000	\$ 21.000
Monitoreo de la pradera	\$/ha	\$ 18.000	\$ 18.000
Compra y flete de fertilizantes	\$		\$ 30.000
Aplicación de fertilizante	\$		\$ 28.000
Toma de muestra de suelo	\$		\$ 17.000
Costos insumos			
Insumos		\$ 104.516	\$ 293.155
Reposición de estacas dañadas del cerco	\$/ha	\$ 35.796	\$ 35.796
Grapas	\$/ha	\$ 10.720	\$ 10.720
Alambres	\$/ha	\$ 58.000	\$ 58.000
Fertilizantes	\$		\$ 157.740
Laboratorio (análisis de suelo)	\$		\$ 30.900
Costos directos de producción	\$/ha	\$ 143.516	\$ 407.155

*: Supuesto: por cada kilogramo de materia seca (kg MS) se produce 1 litro de leche.

Los resultados económicos comparativos se muestran en la Tabla 2. La diferencia del margen operacional es de 140%, traducidos en 290 mil pesos adicionales por hectárea en la pradera fertilizada. Con relación a los costos unitarios, la pradera sin fertilización asciende a \$80 por litro, mientras que en la pradera con fertilización a \$97. Respecto al punto de equilibrio, la diferencia se deriva de los costos en insumos, provenientes del análisis de suelo (\$30.900) y los fertilizantes (\$157.000)

Tabla 2 : Indicadores económicos de unidades de validación sin fertilización y con mezcla de fertilizantes.

	Sin fertilización	Con fertilización
II.- Resultado Económico: Indicadores	\$/ha	\$/ha
Ingreso Bruto (\$)	369.550	1.035.880
Costo Operacional Total (\$)	156.519	526.696
Margen Bruto Operacional (\$)	213.031	509.184
Costo Unitario (\$/L)	80	97
Punto equilibrio-Producción para pagar costos totales	824	2.337

El análisis marginal de las diferentes prácticas permite conocer los retornos percibidos por los agricultores que adopten la propuesta difundida y extendida por el INIA. Los resultados expuestos en la Tabla 3 muestran que si el agricultor cambia su práctica actual (sin fertilización de pradera) por la fertilización de pradera, obtendrá un beneficio marginal sobre los \$402.000, traducándose en que por cada peso invertido en aplicar fertilizante a su pradera, incrementó sus beneficios en 1,53 pesos.

Tabla 3: Análisis marginal de la adopción de práctica alternativa

Análisis Marginal	Sin fertilización	Con fertilización
Beneficio (\$)	369.550	1.035.880
Costos directos (\$)	143.516	407.155
Beneficio neto (\$)	226.034	628.725
Cambio respecto al beneficio derivado de suplementar		
Beneficio Marginal (\$)		402.691
Costo Marginal (\$)		263.639
B/C Marginal		1,53

Estimación impacto ex ante de la adopción a nivel regional-comuna Máfil

La Tabla 6 muestra los flujos de beneficios de la fertilización (mezcla) de la pradera natural. Los impactos generados se producen por incrementos en los kilogramos de materia seca producida por hectárea, cuyos beneficios económicos varían entre los 118 dólares y 2.9 millones de dólares.

La generación de riqueza en los productores de la comuna de Máfil, en los próximos 5 años, son superiores a 5.7 millones de dólares (Tabla 4). Ante variaciones de precio, la rentabilidad de la incorporación se mantendría sobre los 3 millones de dólares.

Tabla 4: Generación de riqueza por aplicación de fertilizantes en praderas naturales en la comuna de Máfil.

	Con adopción fertilización INIA (\$)	Con adopción fertilización INIA (USD)
VAN incremental	\$ 3.865.130.298	USD 5.704.063

Tabla 5: Análisis de sensibilidad, disminución de un 25% en los precios de venta

	Con adopción fertilización INIA (\$)	Con adopción fertilización INIA (USD)
VAN incremental	\$ 2.266227.855	USD 3.344.443

Tabla 6: Impacto económico ex ante de la adopción de la propuesta tecnológica INIA

Año	Rendimiento sin tecnología (kg/ha)	Rendimiento con tecnología (kg/ha)	Precio leche (\$/L)	Costo adicional tecnología (\$/ha)	Área de cultivo (ha) (a)	Superficie adoptante (ha) (b)	Beneficio económico adopción propuesta INIA (\$)	Beneficio económico total propuesta INIA (US\$) (c)
1	1.945	5.452	\$ 190	\$ 263.639	6.267	0,2	\$ 79.806	USD 118
2	1.945	5.452	\$ 190	\$ 263.639	6.267	96	\$ 38.854.423	USD 57.340
3	1.945	5.452	\$ 190	\$ 263.639	6.267	4.444	\$ 1.789.562.172	USD 2.640.991
4	1.945	5.452	\$ 190	\$ 263.639	6.267	4.887	\$ 1.968.120.046	USD 2.904.503
5	1.945	5.452	\$ 190	\$ 263.639	6.267	4.888	\$ 1.968.515.526	USD 2.905.086

(a) Superficie (ha) con pradera natural en comuna de Máfil (Censo Agropecuario, 2007).

(b) Supuesto: la adopción de la aplicación de fertilizantes a nivel regional se comporta de manera similar a lo sucedido en el GTT de Paillaco.

(c): Valor dólar promedio noviembre 2018: 677,61.

Conclusiones

- La fertilización de la pradera permitió mejorar los retornos por producto animal, los cuales derivaron de mayores rendimientos por hectárea.
- Los retornos por aplicación de fertilizantes (mezcla) fueron de 1.5 dólares adicionales por dólar invertido, por tanto, la aplicación es económicamente rentable.
- A nivel comunal con un 78% de adopción en superficie, el sector pecuario produciría 2.9 millones de dólares.
- El manejo de praderas naturales, por medio de la aplicación de una mezcla de fertilizantes es una actividad esencial para sustentar la rentabilidad del negocio pecuario.

Referencias

- Bernier, R., & Undurraga, P. (2006). Fertilización de praderas permanentes para la producción de leche. En H. Navarro , E. Siebald, & S. Ceus (Edits.), Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Osorno, Osorno, Chile. Recuperado el 8 de octubre de 2018, de Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Centro Regional de Investigación INIA Remehue: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33835.pdf>
- CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. Recuperado el 25 de septiembre de 2018, de CIMMYT.
- Evans, E. (2004). Análisis marginal: un procedimiento económico para seleccionar tecnologías o prácticas alternativas. Recuperado el 25 de septiembre de 2018, de <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Klein, F., Lanuza, F., & Navarro, H. (Abril-Junio de 1993). Niveles de inclusión de ensilaje de maíz en la ración de vacas lecheras con parto de otoño. Agricultura Técnica (Chile), 53(53), 118-125. Recuperado en noviembre de 2019.
- Martínez, M., Martínez, J., Gallardo, R., & Peña, G. (2016). Caracterización del Núcleo Tecnológico lechero y situación del rubro en la región de Los Ríos. Línea Base. Informe interno, INIA. Recuperado el octubre de 2018
- Tapia, F., & Villavicencio , A. (2014). Estrategia de Transferencia Territorial. Informe interno, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Programa de Economía del CIMMYT. (1993). La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. CIMMYT, México, D.F.: CIMMYT.

