

INVESTIGACIÓN

NIVEL Y VARIABILIDAD DEL BENEFICIO ECONÓMICO DE ROTACIONES PARA LA PRECORDILLERA ANDINA DE LA REGIÓN DEL BÍO-BÍO¹

Level and variability of the economical benefits of rotations for the Andean Foothills of Bío-Bío Region¹

Jorge A. González U.², Emilio Francisco G.³ y William Foster B.³

ABSTRACT

Agricultural activity in the Andean foothills, VIII Region, due to economic and political changes, has reduced the area cultivated and the diversity of crops, and has damaged the soil and affected the development of rural sectors. One possible change that might be of economic benefit is to rely to a greater extent on crop rotations. The cultural rotations previously proposed for the region were quantified and analyzed economically, based on a nominal annual valuation, and corrected to real values, which included expected margin and the risk associated or variability of that income. Information was used from a long-term experiment of dry-land crop rotations of the Quilamapu Regional Research Center of the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). The average gross margin per hectare varied between \$ 160.000 ha⁻¹ in the wheat-rape-oats-lentils rotation (R5) to \$ 250.000 ha⁻¹ in the wheat-oat rotation (R1). R5 also registered the greatest coefficient of variation, and as such appears to be the least recommendable rotation. Wheat-sowed pasture (3 years) (R4) registered a margin of \$ 230.000 ha⁻¹ and the lowest coefficient of variation (0.27). Rotations with natural fertilized pasture have intermediate economic behavior. The complementary analysis by crop sequences derived from each rotation suggests that there is no crop that is especially recommendable to begin each rotation cycle.

Key words: foothills, rotation alternatives, economic benefit, risk.

RESUMEN

En la agricultura de la Precordillera Andina de la VIII Región, por razones económicas y de política agrícola, se ha reducido la superficie cultivada y la diversidad de rubros, se ha deteriorado el suelo y afectado el desarrollo de sectores rurales. Su aptitud hace factible incorporar rotaciones de cultivos como base de planificación predial. Por ello se cuantificaron y analizaron económicamente rotaciones culturales previamente propuestas para la zona, en base a valorización nominal anual, corrección a valores reales, generación de riqueza (margen) y determinaciones de indicadores de dispersión (riesgo) del beneficio económico. Se utilizó información de un experimento de largo plazo de rotaciones de secano del Centro Regional de Investigación Quilamapu del Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA). El margen bruto real promedio por hectárea de rotación varió de \$ 160.000 ha⁻¹ en la rotación trigo-raps-avena-lenteja (R5) a \$ 250.000 ha⁻¹ con la rotación trigo-avena (R1). R5 además registró el mayor coeficiente de variación, por tanto pareciera ser la rotación menos recomendable. Trigo-pradera sembrada (3 años) (R4) alcanzó margen de \$ 230.000 ha⁻¹ y

¹Recepción de originales: 16 de abril de 2001 (reenviado).

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile.
E-mail: jgonzale@quilamapu.inia.cl

³Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Casilla 306, Correo 22, Santiago, Chile.
E-mail: webmaster@faif.puc.cl

el menor coeficiente de variación (0,27). Alternativas con ganadería a base de pradera natural fertilizada tienen un comportamiento económico intermedio. El análisis complementario por secuencias de cultivo derivadas de cada rotación sugiere que no existe un cultivo especialmente recomendable para iniciar el ciclo de cada rotación.

Palabras clave: precordillera, alternativas de rotaciones, beneficio económico, riesgo.

INTRODUCCIÓN

La actividad productiva involucra tomar acciones frente a distintas alternativas posibles. El análisis exhaustivo del comportamiento económico de alternativas hace un aporte valioso para la toma de decisión. Luego, la propuesta de una alternativa productiva agrícola debe efectuarse bajo criterios económicos, además de consideraciones técnicas y de recursos disponibles, pues los agricultores deciden tomando en cuenta, explícita o implícitamente, aspectos agronómicos y económicos; los primeros son ampliamente conocidos y discutidos, no ocurriendo lo mismo con los aspectos económicos.

La precordillera andina de la VIII Región posee una agricultura mayoritariamente de secano. Según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, 1977) existe una superficie de aptitud agrícola de 630.000 ha, con relieve ondulado y suelo mayoritariamente formado por cenizas volcánicas. Por razones económicas y de política agrícola, en la zona se ha reducido la superficie sembrada y la variedad de rubros producidos, se ha deteriorado el recurso suelo, y afectado el desarrollo económico de sectores de la comunidad (Ruz *et al.*, 1995). Han predominado sistemas que incorporan trigo (*Triticum vulgare* L.), bovinos de carne y ovinos alimentados con pradera natural de baja productividad. Sistemas más intensivos también incorporan trigo y lenteja (*Lens esculenta* L.), raps (*Brassica napus* L.), avena (*Avena sativa* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.).

De acuerdo al VI Censo Nacional Agropecuario (Instituto Nacional de Estadísticas, 1997), actualmente se siembran 75.000 ha de cultivos anualmente, donde el trigo representa 48% de la superficie regional del rubro en secano; las cifras para avena, lenteja y raps son 45, 40 y 42%, respectivamente. La ganadería con praderas sembradas alcanza a 5.300 ha, lo que representa un 11% del total regional de praderas sembradas. Luego, en el área predomina la aptitud agrícola-ganadera, que es susceptible de mejorar con tecnología de rotaciones, que equilibren las necesidades productivas, económicas y de conservación del suelo. En este sentido, al diversificar la producción vía rotaciones, es factible mejorar o mantener la productividad del sistema agrícola e incrementar la posibilidad de acceder a un nivel satisfactorio y menos incierto de ingreso económico (González y Ruz, 1994). Por esta razón, durante 16 temporadas el Centro Regional de Investigación (CRI) Quilamapu del INIA estudió rotaciones propuestas para el área, generando información de producción y manejo técnico, que constituye la base del presente estudio económico, que permite avanzar en esta área de conocimiento poco desarrollada, dado que es difícil y de alto costo obtener información agronómica de ensayos que incluyen un número importante de temporadas.

Los objetivos del presente estudio fueron cuantificar y analizar el beneficio económico operacional y la variabilidad (asociada al concepto de riesgo) de este indicador económico de rotaciones culturales sugeridas para la precordillera andina de la VIII Región, y proponer una metodología de cálculo económico de experimentos agronómicos de larga duración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se estructuró basándose en dos componentes metodológicos: el primero, el experimento agronómico de rotaciones desarrollado por INIA CRI Quilamapu e información de manejo y rendimientos obtenidos; el segundo componente dice relación con el procedimiento de determinación del beneficio económico esperado generado en cada rotación estudiada.

Componente agronómico

En la Precordillera Andina de Ñuble VIII Región se inició en 1980 un experimento de largo plazo de rotaciones culturales, que representaban diferentes grados de intensificación agrícola. Dicho experimento se desarrolló en la Comuna de San Ignacio (36°49' lat. Sur; 71°55' long. Oeste), en un suelo correspondiente a la Serie Santa Bárbara (CIREN, 1999). El clima es mediterráneo frío, con pluviometría y temperatura media anual de 1.400 mm y 12,5 °C, respectivamente.

Se evaluaron 5 rotaciones (R) de cultivos: la rotación 1 (R1) estaba constituida por trigo y avena grano; R2 por trigo y pradera natural utilizada durante tres temporadas; R3 incluía trigo, luego dos años de pradera natural y posteriormente avena grano; R4 tenía trigo y luego pradera sembrada de trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.) por tres temporadas; y R5 incluía trigo, raps, avena grano y lenteja (Cuadro 1). Para generar información productiva de los cultivos en todas las temporadas de estudio, cada rotación originó tantas secuencias como cultivos poseía. Así, la rotación R1 originó dos secuencias, una que inició el estudio con trigo y otra con avena.

El diseño experimental del estudio agronómico evaluado económicamente fue bloques al azar con 4 repeticiones. Cada bloque estaba constituido por 18 parcelas, dadas por el total de secuencias generadas por las 5 rotaciones (Cuadro 1). El manejo agronómico se planificó y ejecutó de acuerdo a las recomendaciones técnicas del

INIA, sin modificaciones durante el experimento (Rodríguez *et al.*, 1992). En cada cultivo dicho manejo fue similar, independiente de la rotación en que estaba incluido. El mismo criterio se siguió para las praderas. Las variedades sólo se cambiaron si se discontinuaba su comercialización o por motivos sanitarios.

Componente económico

Como indicador final de beneficio económico se utilizó el Margen Bruto Real Promedio por Rotación (MBRPR) expresado en el modelo matemático (1).

$$\text{MBRPR}_{(k)} = (\sum \text{MBRATR}_{(i,k)}) / N \quad (1)$$

Donde:

MBRTR = margen bruto real anual ponderado por rotación.

k = Rotación R1,.....,R5

i = Temporada 1, 2,.....,16

N = 16 temporadas.

Como indicadores de la dispersión o variabilidad interanual del beneficio económico se calcularon los índices Desviación Estándar (DE) y Coeficiente de Variación (CV) de acuerdo a las definiciones y metodologías descritas por Edwards (1992).

Para la determinación de MBRPR se desarrollaron y calcularon indicadores intermedios que, en orden cronológico son, margen bruto nominal anual por cultivo (MBNAC), margen bruto real anual por cultivo (MBRAC) y margen bruto real anual ponderado por rotación (MBRATR). Los componentes metodológicos de estos indicadores (expresados en las igualdades matemáticas 2, 3 y 4) son los siguientes:

Margen Bruto Nominal Anual por Cultivo (MBNAC)

Expresado en la igualdad (2) como resultado de restar el costo directo de producción del cultivo a su ingreso bruto respectivo.

Cuadro 1. Rotaciones de cultivo estudiadas y sus secuencias derivadas. Primer ciclo. Precordillera Andina**Table 1. Crop rotations studied and their derived sequences. First cycle. Andean Foothills**

Rotación	Secuencia	1ª temporada	2ª temporada	3ª temporada	4ª temporada
R1	1	Trigo	Avena	Trigo	Avena
	2	Avena	Trigo	Avena	Trigo
R2	3	Trigo	P. Nat. 1 ^{er} año	P. Nat. 2 ^o año	P. Nat. 3 ^{er} año
	4	P. Nat. 1 ^{er} año	P. Nat. 2 ^o año	P. Nat. 3 ^{er} año	Trigo
	5	P. Nat. 2 ^o año	P. Nat. 3 ^{er} año	Trigo	P. Nat. 1 ^{er} año
	6	P. Nat. 3 ^{er} año	Trigo	P. Nat. 1 ^{er} año	P. Nat. 2 ^o año
R3	7	Trigo	P. Nat. 1 ^{er} año	P. Nat. 2 ^o año	Avena
	8	P. Nat. 1 ^{er} año	P. Nat. 2 ^o año	Avena	Trigo
	9	P. Nat. 2 ^o año	Avena	Trigo	P. Nat. 1 ^{er} año
	10	Avena	Trigo	P. Nat. 1 ^{er} año	P. Nat. 2 ^o año
R4	11	Trigo	P. Art. 1 ^{er} año	P. Art. 2 ^o año	P. Art. 3 ^{er} año
	12	P. Art. 1 ^{er} año	P. Art. 2 ^o año	P. Art. 3 ^{er} año	Trigo
	13	P. Art. 2 ^o año	P. Art. 3 ^{er} año	P. Art. 1 ^{er} año	P. Art. 1 ^{er} año
	14	P. Art. 3 ^{er} año	Trigo		P. Art. 2 ^o año
R5	15	Trigo	Raps	Avena	Lenteja
	16	Raps	Avena	Lenteja	Trigo
	17	Avena	Lenteja	Trigo	Raps
	18	Lenteja	Trigo	Raps	Avena

Fuente: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu, Departamento de Recursos Naturales.

P. Nat.: Pradera natural.

P. Art.: Pradera artificial.

$$MBNAC_{(j)} = IBNAC_{(j)} - CDNAC_{(j)} \quad (2)$$

Donde:

j = j-ésimo cultivo de la rotación.

IBNAC = ingreso bruto nominal anual por cultivo.

CDNAC = costo directo nominal anual por cultivo.

El Ingreso Bruto Nominal Anual por Cultivo (IBNAC), se calculó en base al rendimiento experimental y precio nominal del producto (ODEPA, 1998). Dado que la producción de las praderas, expresada como carne, leche o lana depende de la especie animal, sistema productivo, raza, etc., se valoró por el costo alternativo del

pasto producido, usando el precio del heno de alfalfa de primer corte para pradera natural y de segundo corte para pradera de trébol subterráneo. Los rendimientos de materia seca se llevaron a equivalente heno de acuerdo a índices del National Research Council (1984). Cada ingreso bruto calculado se incorporó a su rotación respectiva y, dentro de cada rotación, a su secuencia respectiva según temporada. Con similar procedimiento se calculó el Costo Directo Nominal Anual por Cultivo (CDNAC), quedando también la información estructurada por temporada, su cultivo respectivo y el costo directo. El costo directo consideró fertilizantes, semillas, pesticidas, inoculantes, labores de preparación de suelo, cultivación, aplicación de pesticidas, cosecha y pastoreo.

Margen Bruto Real Anual por Cultivo (MBRAC)

El MBRAC se calculó en moneda de 1999 de acuerdo a la igualdad matemática (3).

$$MBRAC_{(j)} = MBNAC_{(j)} \cdot FC \quad (3)$$

Donde:

MBNAC = margen bruto nominal de cada cultivo;

j = j-ésimo cultivo de la rotación;

FC = Factor de corrección.

Se utilizó información histórica del Índice de Precios al Consumidor (IPC) del Banco Central, para calcular y aplicar un FC a cada margen nominal anual de cultivo. El FC se obtiene de la expresión $FC = I_{1999}/I_{(i)}$, donde: I_{1999} es IPC acumulado a diciembre 1999, e $I_{(i)}$ es IPC acumulado al año i, con i = años 1981 a 1996. A modo de

ejemplo, en el Cuadro 2 se presentan los valores de MBRAC obtenidos en la rotación R5 y sus secuencias derivadas.

Margen Bruto Real Anual Ponderado por Rotación (MBRATR)

Este indicador intermedio se determinó, para cada temporada, valorizando la igualdad (4) en base a los márgenes reales previamente obtenidos.

$$MBRATR_{(k,i)} = \sum (MBRAC_{(j,k,i)} \cdot T_{(j,k)}) \quad (4)$$

Donde:

i = es la i-ésima temporada;

k = es la k-ésima rotación;

j = es el j-ésimo cultivo de la rotación k, y

T = es el ponderador o proporción del cultivo j en la rotación k.

Cuadro 2. Margen Bruto Real Anual por Cultivo (MBRAC) de la cuatro secuencias derivadas de la Rotación R5. \$ ha⁻¹ de diciembre de 1999
Table 2. Annual Real Gross Margin per crop (MBRAC) in the four sequences derived from Rotation R5. \$ ha⁻¹ of December 1999

Temporada	Secuencia 15	MBRAC 15	Secuencia 16	MBRAC 16	Secuencia 17	MBRAC 17	Secuencia 18	MBRAC 18
1980/81	Trigo	286.769	Raps	46.518	Avena	127.669	Lenteja	-101.041
1981/82	Raps	-37.842	Avena	-10.149	Lenteja	-28.587	Trigo	263.383
1982/83	Avena	224.830	Lenteja	-103.884	Trigo	505.496	Raps	59.831
1983/84	Lenteja	-18.306	Trigo	218.239	Raps	165.542	Avena	-6.287
1984/85	Trigo	818.711	Raps	223.154	Avena	142.518	Lenteja	234.026
1985/86	Raps	302.819	Avena	340.764	Lenteja	36.279	Trigo	764.222
1986/87	Avena	358.872	Lenteja	-28.668	Trigo	220.308	Raps	228.994
1987/88	Lenteja	-120.500	Trigo	477.168	Raps	121.546	Avena	147.057
1988/89	Trigo	239.246	Raps	154.569	Avena	169.213	Lenteja	-65.452
1989/90	Raps	132.799	Avena	100.976	Lenteja	-96.271	Trigo	400.993
1990/91	Avena	186.630	Lenteja	-72.745	Trigo	457.966	Raps	244.451
1991/92	Lenteja	-190.556	Trigo	304.646	Raps	-207.767	Avena	243.463
1992/93	Trigo	417.107	Raps	72.141	Avena	221.954	Lenteja	-77.572
1993/94	Raps	4.091	Avena	230.058	Lenteja	-59.351	Trigo	512.161
1994/95	Avena	192.413	Lenteja	-91.951	Trigo	366.474	Raps	41.945
1995/96	Lenteja	-60.090	Trigo	402.954	Raps	112.324	Avena	213.649

Luego, cada MBRATR resultó de la suma ponderada de los MBRAC, usando como ponderador (T) la proporción ocupada por cada cultivo en la rotación. De esta forma, en cada rotación, se obtuvieron 16 datos anuales de margen bruto real ponderado ($MBRATR_{(i)}$). Finalmente, con un promedio aritmético de estos 16 datos anuales se obtuvo, de acuerdo a la igualdad (1), el margen real promedio de cada rotación estudiada ($MBRPR_{(k)}$) y, paralelamente, la desviación estándar y coeficiente de variación de este indicador final.

Obtención de precios y sistematización de información

De series históricas tales como el Boletín Económico Mensual de la Sociedad Nacional de Agricultura (1981 a 1985), Boletín Económico y de Mercado de la Sociedad Nacional de Agricultura (1985 a 1986), Precios de Mercados Mayoristas de ODEPA (1998) y Boletín Mensual del Banco Central de Chile (1982 a 1998), se obtuvieron precios nominales de las semillas, pesticidas, inoculantes, fertilizantes, jornadas hombre, jornadas animal, maquinaria agrícola, productos y materiales usados en el experimento de rotaciones de 16 años (1980-1996) de ejecución. El precio utilizado es un promedio de los indicados en las diferentes fuentes.

Se construyeron fichas computacionales incorporando la información de manejo INIA, insumos de cultivos y rendimiento de producto, expresada en unidades por hectárea. Las labores de manejo a nivel experimental de los cultivos se valoraron según su equivalente agronómico a nivel de campo; por ejemplo, la aplicación al voleo de fertilizantes realizada manualmente durante el experimento agronómico, se considero y valorizó como una aplicación con tractor y trompo abonador. El número de jornadas hombre ha^{-1} , jornadas maquinaria ha^{-1} y jornadas animal ha^{-1} utilizados son los reportados por Velasco *et al.* (1996) para cultivos de Precordillera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis y discusión se realizó en base a las cifras de las rotaciones originales. Además, a efecto de corroborar la consistencia de la información económica generada, se analizaron los resultados obtenidos en las secuencias derivadas de cada rotación.

Análisis por rotaciones

En la Figura 1 se describe la evolución del Margen Bruto Real Anual Ponderado (MBRATR) de las 5 rotaciones estudiadas. En la rotación trigo-avena (R1) se obtuvo una tendencia aproximada de incremento del margen hasta la temporada 1985/86. Posteriormente la tendencia a disminución del margen es clara, llegando a niveles parecidos a los que se tuvieron al inicio del estudio. En la rotación trigo-pradera natural (3 años) (R2), se observa una trayectoria más o menos similar a la anterior, con un máximo del margen en la temporada 1985/86, motivado probablemente por el alto precio cancelado en dicha temporada por el grano de trigo.

La rotación trigo-pradera natural (2 años)-avena (R3), presentó una evolución de su Margen Bruto Ponderado semejante a la de R2, pero no presentó temporadas con disminuciones tan bruscas. Los valores del margen obtenido en los últimos años son superiores a los de los primeros años del período. La rotación trigo-pradera sembrada (3 años) (R4), a excepción de 1981/82, se caracterizó por no presentar temporadas con margen sustancialmente menor respecto a las otras rotaciones, estando situado con frecuencia entre \$ 250.000 ha^{-1} y \$ 300.000 ha^{-1} . La rotación R5 (trigo-raps-avena-lenteja) presentó una trayectoria del Margen Bruto Ponderado con muchas variaciones interanuales, alcanzando el máximo en las temporadas 1984/85 y 1985/86. Su menor margen se situó, en más de una temporada, bajo \$ 50.000 ha^{-1} de rotación.

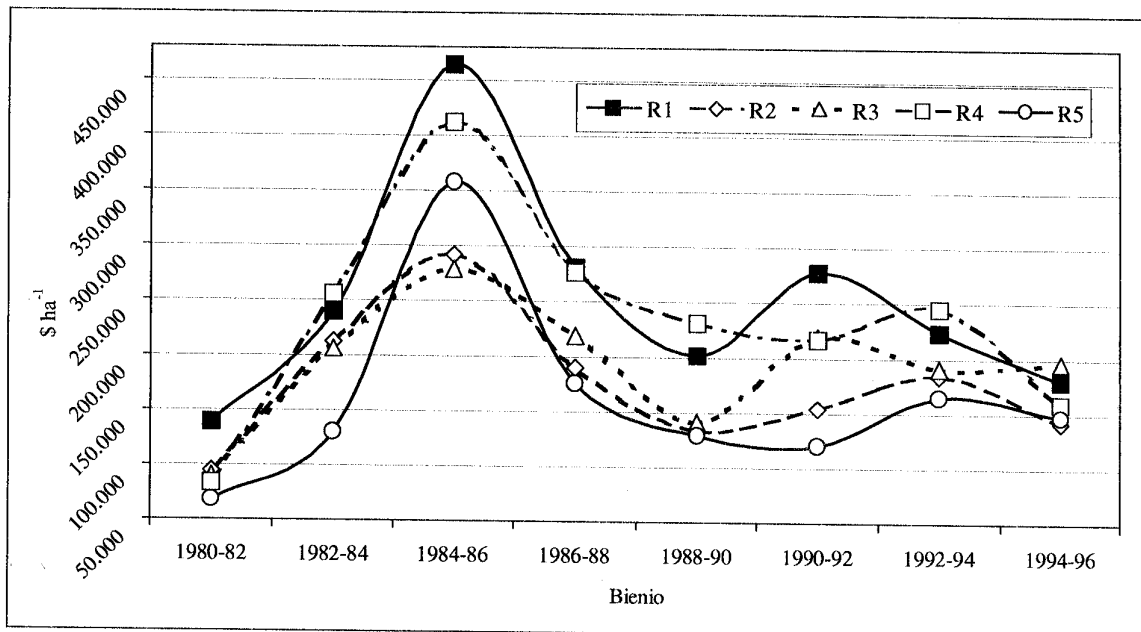


Figura 1. Evolución del Margen Bruto Real Anual Ponderado (MBRATR) de las rotaciones estudiadas. \$ de diciembre de 1999.

Figure 1. Evolution of the Annual Pondered Real Gross Margin (MBRATR) of the rotations studied. \$ of december 1999.

En el Cuadro 3 se presenta el Margen Bruto Real Promedio (MBRPR) obtenido en las cinco rotaciones evaluadas. Destaca el hecho que aunque en algunas temporadas hubo cultivos que obtuvieron rentabilidad negativa, durante las 16 temporadas de observaciones, los márgenes de las rotaciones siempre fueron positivos. Esto es importante, considerando el extenso período de colección de datos que respalda en buena medida la consistencia del resultado. Estableciendo un ordenamiento de los valores de margen bruto promedio obtenidos, la rotación trigo-avena (R1) presentó el mayor margen promedio, \$ 250.000 ha⁻¹. La rotación ganadera trigo-pradera artificial (3 años) (R4), también superó los \$ 230.000 ha⁻¹ de margen bruto real promedio. Las rotaciones que incluyen ganadería basada en pradera natural fertilizada (R2 y R3) presentaron márgenes intermedios y R5 obtuvo el menor margen, \$ 160.000 ha⁻¹.

En el Cuadro 3 se observa además la DE y el CV del margen bruto anual. La mayor DE, igual que

en el caso del margen bruto promedio, correspondió a la rotación trigo-avena (R1); esto en términos de adopción de tecnología representaría más riesgo, principalmente para agricultores que buscan maximizar su ingreso. Esto puede explicarse debido a que es una rotación menos diversificada, con importantes variaciones de precio de sus dos productos. En efecto, usando información ODEPA (1998) se pudo determinar que el precio real del trigo y de la avena han tenido, en el período de estudio, diferencias interanuales de hasta un 70 y 75%, respectivamente.

La rotación R5, sólo con cultivos, además de su menor margen, presentó la segunda mayor DE, lo que refuerza la percepción que esta rotación es poco atractiva en términos de riqueza generada y riesgo de adopción. Las 3 rotaciones de aptitud ganadera, del mismo modo que sus márgenes brutos, presentaron DE intermedias, destacando la rotación trigo-pradera natural (3 años), con la menor DE. Es interesante el resultado obtenido con la rotación trigo-pradera artificial (3 años),

Cuadro 3. Margen Bruto Real Anual Promedio por Rotación (MBRPR), desviación estándar y coeficiente de variación de cada rotación

Table 3. Average Real Gross Margin per Rotation (MBRPR), standard deviation and coefficient of variation of each rotation

Rotación	MBRPR, \$ ha ⁻¹	Desviación estándar	Coefficiente variación
R1: Trigo-Avena	250.696	75.209	0,30
R2: Trigo-P. Nat. (3 años)	175.325	54.350	0,31
R3: Trigo-P. Nat. (2 años)-Avena	192.616	65.489	0,34
R4: Trigo-P. Art. (3 años)	234.879	63.417	0,27
R5: Trigo-Raps-Avena-Lenteja	161.872	71.223	0,44

P. Nat.: Pradera natural.

P. Art.: Pradera artificial.

pues, además del margen que genera, su DE fue la segunda de menor magnitud.

En la Figura 2 se grafica el CV del margen bruto anual de las rotaciones. Destaca que la rotación trigo-avena (R1), a pesar de tener la mayor DE tiene un CV menor que las otras tres rotaciones, lo que hace de ella una alternativa de rotación corta interesante de considerar. Las rotaciones que incorporan pradera natural fertilizada (R2 y R3) también presentaron un CV intermedio, igual que los otros indicadores analizados. Esto las sitúa como alternativas interesantes de considerar en la planificación predial, aunque son superadas por otras rotaciones en los tres indicadores. La rotación trigo-pradera artificial (3 años) obtuvo el menor CV, lo que sumado a su aceptable nivel de margen bruto real promedio, hacen de este tipo de rotación una alternativa interesante de considerar en propuestas tecnológicas para el área, que promueven la combinación de cultivos con praderas establecidas, tal como indican Klee *et al.* (1984); Ruiz *et al.* (1984); Chavarría *et al.* (1995); y Chavarría y Klee (1999). Finalmente, la rotación trigo-raps-avena-lenteja (R5) presenta el mayor CV,

superior en 30% al que le antecede en magnitud, lo que hace de esta rotación aquella con el comportamiento económico más bajo de las cinco estudiadas, situación que parece difícil de revertir dado que sus cultivos integrantes históricamente presentan variaciones de precio y dificultades de comercialización.

Análisis por secuencias

Se observó que en todas las secuencias el margen bruto presentó algún grado de diferencia respecto al promedio de las rotaciones respectivas. Esto

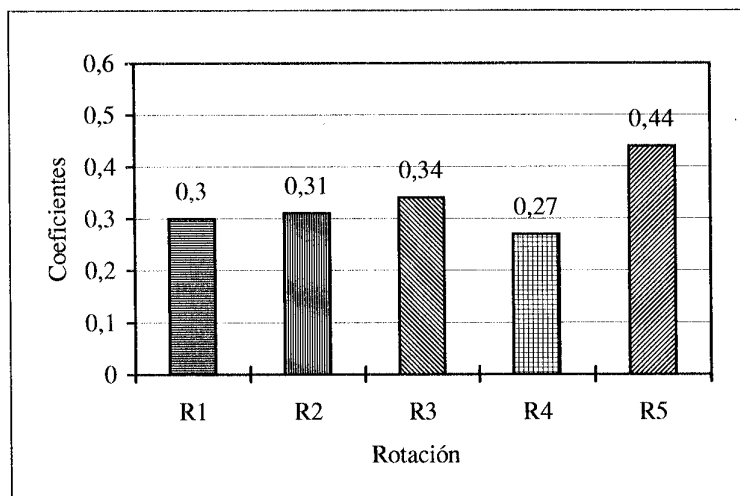


Figura 2. Coeficientes de variación del margen bruto real anual ponderado obtenido en las rotaciones estudiadas.

Figure 2. Coefficients of variation of the annual pondered real gross margins obtained in the studied rotations.

podría deberse a diferencias de rendimiento en un cultivo dado, inducidas por alguna particularidad climática durante las temporadas correspondientes. En la rotación trigo-avena la secuencia 2 que inició el ciclo con avena, presentó mayor margen bruto promedio (Cuadro 4). En R2 (trigo-pradera natural (3 años)), R3 (trigo-pradera natural (2 años)-avena), R4 (trigo-pradera artificial(3 años)) y R5 (trigo-raps-avena-lenteja) los mejores márgenes se dieron en las secuencias que iniciaron la fase experimental agronómica con una pradera natural de tercer año, avena, trigo y lenteja, respectivamente. Por tanto, no parece factible señalar claramente alguna tendencia a favor de un cultivo específico como iniciador o cabeza de rotación, en el entendido que pudiese haber generado un

mejor comportamiento económico de la rotación en el largo plazo.

Las medidas de dispersión del beneficio económico evaluadas en las secuencias, presentaron cifras más elevadas que las obtenidas en las rotaciones originales, dado que en aquel caso se trabajó con un promedio del margen anual de las secuencias pertinentes, y en el análisis por secuencias con sus valores anuales individuales. No obstante, es importante destacar la presencia de tendencias similares en ambos análisis; es decir, las secuencias derivadas de la rotación trigo-pradera artificial (R4) tienden a poseer un menor CV, seguidas por las secuencias de las rotaciones trigo-avena (R1), trigo-pradera natural (R2 y R3) y, en último término, las derivadas de

Cuadro 4. Margen Bruto Real Promedio por rotación (MBRPR), desviación estándar y coeficiente de variación de las secuencias derivadas de las rotaciones originales (\$ diciembre 1999)

Table 4. Average Real Gross Margin per rotation, standard deviation and coefficient of variation of the sequences derived from the original rotations (\$ December of 1999)

Rotación	Secuencia	MBRPR \$ ha ⁻¹	Desviación estándar	Coefficiente variación
R1: Trigo-avena	1	217.886	135.089	0,62
	2	285.723	105.717	0,37
	3	182.002	72.800	0,40
R2: Trigo-P. Nat. (3 años)	4	147.722	57.612	0,39
	5	166.099	97.998	0,59
	6	198.740	123.218	0,62
	7	199.301	83.706	0,42
R3: Trigo-P. Nat. (2 años)-avena	8	186.778	89.653	0,48
	9	201.382	124.856	0,62
	10	205.867	160.576	0,78
	11	272.363	130.734	0,48
R4: Trigo-P. Art. (3 años)	12	252.781	126.390	0,50
	13	217.607	80.515	0,37
	14	234.048	107.662	0,46
	15	161.173	174.066	1,08
R5: Trigo-raps-avena-lenteja	16	144.487	161.825	1,12
	17	149.615	157.095	1,05
	18	186.534	175.341	0,94

P. Nat.: Pradera natural.

P. Art.: Pradera artificial.

la rotación trigo-raps-avena-lenteja (R5), cuyas cuatro secuencias obtuvieron los mayores CV, cercanos o superiores incluso a 1,0.

CONCLUSIONES

El Margen Bruto Real Promedio de las rotaciones (MBRPR) varió aproximadamente de \$ 160.000 ha⁻¹ a \$ 250.000 ha⁻¹.

Los márgenes entre rotaciones no cambian dramáticamente; sin embargo, la consistencia de los resultados permite establecer tendencias de comportamiento económico, al menos, entre tipos de rotaciones y proponer recomendaciones con alcances de largo plazo.

La rotación trigo-avena presentó el mayor margen, \$ 250.000 ha⁻¹; trigo-pradera sembrada (3 años), registró \$ 230.000 ha⁻¹, pero con menor dispersión (coeficiente de variación) interanual. Luego, las propuestas que promueven ganadería en base a pradera establecida para la precordillera andina son alternativas interesantes de considerar desde la perspectiva económica.

Las rotaciones que incorporan pradera natural fertilizada tienen un comportamiento económico intermedio en términos de riqueza generada y riesgo (CV). La rotación menos recomendable, en una perspectiva económica, es trigo-raps-avena-lenteja.

La metodología desarrollada de cálculo y análisis económico de ensayos agronómicos de largo plazo, basada en la detallada valorización nominal anual de estándares de manejo y corrección a valor real permitió obtener resultados consistentes y de mayor perspectiva que análisis coyunturales de este tipo de experimentos.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean expresar su gratitud al ingeniero agrónomo Sr. Nicasio Rodríguez S., del Centro Regional de Investigación Quilamapu por su disposición y colaboración para recolectar y facilitar para el presente estudio económico la información agronómica básica de 16 temporadas de las rotaciones analizadas.

LITERATURA CITADA

- Banco Central de Chile. Boletín Mensual N° 647 enero 1982, N° 683 enero 1985, N° 719 enero 1988, N° 755 enero 1991, N° 791 enero 1994, N° 815 enero 1996, N° 839 enero 1998. Banco Central de Chile, Santiago, Chile.
- CIREN. 1999. Estudio Agrológico VIII Región. Descripciones de suelos: materiales y símbolos. 389 p. Publicación N° 121. Centro Información Recursos Naturales (CIREN), Santiago, Chile.
- Chavarría, J., N. Caro, y G. Klee. 1995. Trébol encarnado en la Precordillera. 12 p. Serie Quilamapu N° 64. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- Chavarría, J., y G. Klee. 1999. Producción bovina. Calendario de actividades para la Precordillera Andina. 2 p. Informativo Quilamapu N° 23. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- Edwards, G. 1992. Matemáticas y estadística en economía. 288 p. Trabajo docente N° 52. Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, Santiago, Chile.
- González, J., y E. Ruz J. 1994. La rotación de cultivos. Efecto en la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Marco conceptual. Revista Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu N° 61. p. 6-10.

- INIA. 1977. Proyecto Desarrollo Tecnológico para la Precordillera de Bío-Bío. Intendencia Regional, Fondo Nacional de Desarrollo Regional, Gobernación Provincial de Ñuble. Segunda Etapa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile.
- Instituto Nacional de Estadísticas. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados preliminares. 443 p. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- Klee, G., I. Ruiz, y H. Acuña. 1984. Evaluación de sistemas de producción de carne en la Precordillera de la Zona Centro Sur. Un sistema utilizando sólo trébol subterráneo como recurso alimenticio. *Agricultura Técnica (Chile)* 44:27-38.
- National Research Council. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 90 p. National Academy Press, Washington D.C., USA.
- ODEPA. 1998. Pecuarios. Precios Mercados Mayoristas Nominales y Reales 1975-1998. N° 2 Febrero. Ministerio de Agricultura, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.
- Rodríguez, N., F. Soto, y C. Belmar. 1992. Factores que inciden en la producción de trigo en la región Centro Sur. II. Rotaciones para los suelos de la Precordillera Andina. *Agricultura Técnica (Chile)* 52:11-17.
- Ruiz, I., G. Klee, P. Soto, y A. Ulloa. 1984. Evaluación de un sistema de producción de bovinos de carne y otro de ovinos en la precordillera de Ñuble. I. Producción primaria y secundaria. *Agricultura Técnica (Chile)* 44:199-209.
- Ruz, E., N. Rodríguez, y R. Velasco. 1995. Análisis de la política de precios agrícolas y su impacto en los cambios en el uso del suelo. Efecto en parámetros de sustentabilidad en la Precordillera Andina de la Provincia de Ñuble. 122 p. Convenio INIA-IICA. Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- Sociedad Nacional de Agricultura. 1982. Boletín Económico Mensual. 1981 N°s 84 a 95; 1983 N°s 96 a 107; 1984 N°s 108 a 119; 1985 N°s 120 a 125. Sociedad Nacional de Agricultura, Santiago, Chile.
- Sociedad Nacional de Agricultura. 1985. Boletín Económico y de Mercado. 1985 N°s 126 a 132; 1986 N°s 133 a 144; 1987 N°s 145 a 156; 1988 N°s 157 a 168; 1989 N°s 169 a 180; 1990 N°s 181 a 192; 1991 N°s 193 a 204; 1992 N°s 205 a 216; 1993 N°s 217 a 228; 1994 N°s 229 a 240; 1995 N°s 241 a 252; 1996 N°s 253 a 264. Sociedad Nacional de Agricultura, Santiago, Chile.
- Velasco, R., J. González, y J.C. Cruz. 1996. Costos directos de producción de cultivos VII y VIII Región. Proyecto análisis computacional económico de rubros agropecuarios (ACERA). 254 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.