



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INIA

BOLETÍN INIA N° 79

ISSN 0717-4829

PRINCIPIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EMPRESAS AGROPECUARIAS

VÍCTOR VALENCIA B. - HUMBERTO NAVARRO D.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INIA

PRINCIPIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EMPRESAS AGROPECUARIAS

VÍCTOR VALENCIA B.
HUMBERTO NAVARRO D.
Centro Regional de Investigación Tamel Aike

Coyhaique, Chile, 2002

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Autores:

Victor Valencia B. (Ing. Agr., M.Ph.)

Humberto Navarro D. (Ing. Agr., M.Sc.)

Centro Regional de Investigación Tamel Aike

Boletín INIA N° 79

Este boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación Tamel Aike, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y el autor.

Cita bibliográfica correcta:

Valencia B., Víctor; Navarro D., Humberto. 2002. Principios para la Toma de Decisiones en Empresas Agropecuarias. Coyhaique, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 79. 62 p.

Diseño: Jorge Berríos V.

Diagramación: Luis Puebla L.

Impresión: Impresos CGS Ltda. - Telefónofax. 5432212

Cantidad de ejemplares: 300.-

Coyhaique, 2002

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	5
I. PROCESO DE TOMA DE DECISIONES	7
Conceptos Básicos	7
Proceso de Toma de Decisiones	9
1. Identificación y definición del problema	10
2. Recopilación de información	10
3. Identificación y análisis de alternativas de solución	12
4. Toma de la decisión	13
5. Implementación de la decisión	14
6. Control y evaluación de los resultados	14
7. Aceptación de las consecuencias de la decisión	15
Consideraciones Generales	17
II. PRINCIPIOS DE ECONOMÍA	19
Descripción de los Principios	19
• Marginalidad	19
• Función de producción	20
• Ley de rendimientos decrecientes	21
Sustitución de Recursos de Producción	25
• Relación de sustitución	26
Combinación de Rubros	27
• Rubros competitivos	28
• Relaciones suplementarias y complementarias	29
• Diversificación versus especialización	30
Consideraciones Generales	31

III. HERRAMIENTAS PARA ASISTIR LA TOMA DE DECISIONES. PRESUPUESTOS	33
Presupuestos	34
• Presupuestos de operación	34
• Presupuestos financieros	34
• Presupuestos de actividades	35
• Presupuestos parciales	39
• Presupuestos completos	44
Consideraciones Generales	46
IV. HERRAMIENTAS PARA ASISTIR LA TOMA DE DECISIONES. PROGRAMACIÓN LINEAL	49
Características de la Programación Lineal (PL)	49
Aplicación de la Programación Lineal en Problemas de Planificación Predial	50
• Pasos a seguir en la solución de un problema	51
Análisis e Interpretación de Resultados	55
Algunas Aplicaciones de la Programación Lineal en Agricultura	58
Consideraciones Generales	59
V. LITERATURA SUGERIDA	61

INTRODUCCIÓN

Varios factores inciden en el éxito económico de la actividad agropecuaria, muchos de los cuales desafortunadamente escapan al control individual del productor. Ejemplos de éstos son el precio de insumos y productos, las condiciones climáticas y factores fito y zoonosanitarios, por mencionar algunos.

Sin embargo, a pesar de la fuerte incidencia de tales factores, al igual que en cualquier otra actividad productiva, parte importante del éxito y mantención de la empresa a través del tiempo, se sustenta en una correcta planificación, organización y control de los procesos de producción que se lleven al interior de la misma.

Lo anterior, cobra mayor relevancia en un escenario como el actual, caracterizado por la constante aparición de nuevas tecnologías, el fomento a la innovación productiva, la globalización e integración de la economía mundial y las mayores exigencias de los mercados. En este contexto, el análisis integrado de tales factores, así como la identificación de sus efectos sobre un rubro específico, determinan que cada vez sea más importante conocer y manejar las herramientas tecnológicas necesarias para una correcta toma de decisiones a nivel predial.

Convencidos de las falencias que en esta materia existen en casi todos los estratos de productores, diversos esfuerzos están siendo desarrollados por instituciones y organizaciones ligadas al desarrollo del sector agrícola (FIA, CORFO, INDAP, Fundación Chile), con el propósito de mejorar la eficiencia productiva a través de programas destinados a apoyar la gestión de las empresas agropecuarias en el país.

En este contexto, el presente documento pretende ser un aporte destinado a facilitar el entendimiento de los fundamentos básicos ligados al proceso de toma de decisiones, resaltar la importancia que éste tiene en los resultados de la empresa, y entregar algunos conceptos y nociones indispensables para mejorar la competitividad de las explotaciones agropecuarias.

I. PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

Conceptos Básicos

El proceso de toma de decisiones está directamente ligado al manejo o administración de la empresa agropecuaria. En términos generales y en el contexto de la producción agropecuaria, éste se puede definir como aquel proceso mediante el cual limitados recursos de producción (capital, tierra y trabajo), son asignados a la producción de diversas alternativas productivas, usualmente competitivas en el uso de estos recursos, con el fin de alcanzar ciertos objetivos.

Considerando lo anterior, se identifican tres grandes interrogantes a las cuales usualmente el empresario o productor se ve enfrentado al momento de tomar decisiones.

¿Qué producir?

La respuesta a esta pregunta involucra la decisión acerca de que rubro o combinación de rubros se debiesen establecer en el predio. En caso que el principal objetivo del productor sea la maximización de utilidades, la selección debiera coincidir con aquella que maximice las utilidades. Sin embargo, no siempre este es el principal objetivo del productor, situación en la cual deberá seleccionar él o los rubros que satisfagan sus objetivos personales. Una ilustración de tal situación, puede estar representada por una condición en la cual, desde el punto de vista de la maximización de utilidades, el predio debiese dedicarse, por ejemplo, a la producción de leche y remolacha. Sin embargo, para el productor podría ser más importante la satisfacción de tener un rebaño de carne y/o dedicar menos tiempo al predio, con lo cual la elección no coincidirá con aquella que reportaría mayores utilidades. En este boletín sólo analizaremos los criterios básicos a considerar para la primera situación.

¿Cómo producir?

Esta interrogante está referida a la definición de la combinación de recursos de producción que debieran emplearse para la producción del rubro o rubros seleccionados. Decidir entre sistemas pastoriles de producción de leche versus sistemas intensivos con estabulación completa, podría ser un ejemplo de esta situación.

¿Cuánto producir?

Esta tercera pregunta, comprende la determinación del nivel de producción que debiese ser alcanzado para cada rubro de producción seleccionado. Ejemplo de esto pueden ser el nivel de producción por vaca, el rendimiento de trigo por hectárea, etc.

En condiciones prácticas, las repuestas a estas tres interrogantes están estrechamente relacionadas y para tratar de resolverlas correctamente es necesario considerar algunos principios básicos de economía, los cuales serán revisados en la segunda parte de este boletín.

Antes, sin embargo, es necesario analizar otras situaciones determinantes en el proceso de toma de decisiones. Estas son:

- *Los objetivos propuestos deben ser alcanzados.*
- *Los recursos de producción para alcanzar estos objetivos son limitados.*
- *Existen diferentes formas de utilizar estos recursos para alcanzar los objetivos propuestos.*

Identificación de los objetivos

Esta debiera ser la primera tarea en el proceso de toma de decisiones. Tiene relación con las preferencias del productor y sus circunstancias específicas, encontrándose por lo mismo una amplia gama de posibles objetivos a lograr en la empresa. Dentro de los más comunes se pueden mencionar por

ejemplo, la maximización de las utilidades, alcanzar un determinado tamaño de empresa, lograr el crecimiento de la misma, reducción de las deudas, mantención de un ingreso estable en el tiempo, etc.

En el desarrollo de este boletín se asumirá que el principal objetivo del productor es la maximización de utilidades.

Limitados recursos de producción

En general, a nivel predial, la cantidad de recursos de producción es limitada, por lo tanto, los objetivos propuestos deben estar en relación a la cantidad de recursos disponibles y/o a la capacidad de conseguirlos.

Uso alternativo de los recursos

Los recursos no solamente son limitados, sino que también existen diversas formas en como éstos pueden ser utilizados para conseguir los objetivos propuestos. En otras palabras, el productor enfrenta variadas alternativas de uso para los recursos existentes, debiendo tomar la decisión de destinar tales recursos en las alternativas o rubros de producción que le permitan maximizar la utilidad total de la empresa y no de un rubro en particular. Esta decisión de por sí compleja, aumenta su grado de complejidad en la medida que el número de posibles alternativas o rubros, que compiten por el uso de los recursos, se incrementa.

Proceso de Toma de Decisiones

Todo individuo toma decisiones a diario, sin embargo, no todas revisten igual importancia. Ciertamente, para un empresario o productor agrícola decidir acerca del color de la camioneta que desea comprar, no tendrá la misma importancia que decidir sobre cuándo vender sus animales, cuánto forraje y concentrado utilizará, si aumenta o disminuye el tamaño de su rebaño o la superficie de siembra, etc. Mientras la primera decisión no requerirá de un mayor análisis, ya que un color u otro no representaría una

decisión errada, el segundo tipo de decisión requerirá de un análisis más profundo antes de ser tomada, si se quiere evitar consecuencias negativas, o se busca la mejor alternativa para la empresa.

Cualquiera sea la decisión que se deba tomar, existe un proceso lógico a seguir, el cual está compuesto de las siguientes etapas:

- 1. Identificación y definición del problema.*
- 2. Recopilación de información relevante.*
- 3. Identificación y análisis de alternativas de solución.*
- 4. Toma de decisiones.*
- 5. Implementación de las decisiones.*
- 6. Control y evaluación de los resultados.*
- 7. Aceptación de las consecuencias de la decisión.*

1. Identificación y definición del problema

Como ya fue señalado, qué producir, cómo producir y cuánto producir son problemas comunes a los cuales están enfrentados la mayoría de los productores. Sin embargo, también pueden existir múltiples otros problemas más puntuales, como baja en las utilidades, pobres índices productivos, altos costos de producción, etc. Una vez que el problema se ha identificado, se debe definir sus posibles causas.

Una correcta definición del problema minimizará el tiempo requerido para completar los siguientes pasos del proceso.

2. Recopilación de información

Este es un punto fundamental en el proceso de toma de decisiones. Una vez definido el problema, es necesario recopilar la mayor cantidad de datos

relevantes al mismo. Diversas fuentes pueden ser útiles en esta tarea. Publicaciones de institutos de investigación y universidades, centros de gestión, programas de transferencia tecnológica, revistas especializadas, diarios, programas de televisión, etc. Es importante considerar, sin embargo, que dependiendo de la naturaleza del problema, probablemente la información más valiosa será la proveniente de los registros llevados al interior de la empresa. En tal sentido, contar con registros históricos confiables de las actividades desarrolladas es una gran ventaja.

Los productores que mantienen un sistema de contabilidad de gestión dentro de su empresa tienen adelantada gran parte de la tarea requerida en esta etapa.

El tipo de información requerida es diverso. Datos relacionados con requerimientos y costos de infraestructura y maquinaria para una determinada actividad de producción pueden ser necesarios, así como también conocer las relaciones entre los recursos requeridos y el nivel productivo para los rubros seleccionados, el precio de insumos y productos, y los posibles costos e ingresos de cada actividad.

También es importante la información que se pueda recopilar para pronosticar futuras tendencias en el comportamiento de los factores que inciden en los resultados exitosos de una actividad o rubro. Por ejemplo, análisis histórico de precios, sucesos climáticos, políticas de fomento y desarrollo específicos para ciertos rubros, tendencias de los poderes compradores, condiciones de mercado, etc.

Especial relevancia cobra esta etapa en un escenario como el de los últimos años en el cual, producto de la pérdida de competitividad de algunos rubros, se ha puesto en un segundo plano las ideas tendientes a fomentar el aumento de la eficiencia de producción de algunos rubros tradicionales, exacerbando, por otro lado, el concepto de la innovación y búsqueda de nuevas alternativas de producción.

La adaptación de nuevos rubros o innovaciones, en los cuales la información es escasa, y en muchos casos poco objetiva debe ir necesariamente acompañada de un análisis muy cuidadoso y objetivo de la misma (mercados, precios, condiciones especiales, etc.), para evitar consecuencias negativas.

Si bien la recopilación de información es fundamental, no se debe perder de vista que es sólo una parte del proceso de toma de decisiones. Demasiado tiempo dedicado a la recopilación y análisis de información de difícil acceso podría significar un costo elevado, el cual podría verse no compensado por el ingreso extra que significaría contar con datos más detallados y precisos.

3. Identificación y análisis de alternativas de solución

El resultado de esta etapa debiera consistir en un plan de acción definido.

Una vez que la información requerida ha sido ordenada y procesada, un listado de potenciales soluciones al problema tiene que ser diseñado, sin descartar *a priori* ninguna posibilidad. Luego, se deben analizar en detalle los posibles resultados y consecuencias de las alternativas de solución planteadas, así como también se tienen que detectar las diferencias más significativas entre las diversas opciones.

En esta etapa, posiblemente también se deba recurrir a recopilar algún tipo de información más específica que no haya sido considerada en el punto anterior.

Dependiendo de las características del problema, el análisis de las posibles alternativas puede ser más o menos complejo. Generalmente, esto requerirá la construcción de un plan financiero, en el cual se detallen los ingresos, flujo de caja, activos, deudas, etc., resultantes de adoptar cierta opción.

El plan debiera ser construido considerando el análisis en varios años, para determinar si el plan de acción seleccionado es sustentable en el largo plazo. Esto cobra mayor relevancia cuando inversiones de largo plazo (galpones, salas de ordeña, maquinaria, etc.) son consideradas.

Existen diversas técnicas para ser utilizadas en el análisis de las posibles alternativas, cada una de las cuales será más o menos ventajosa de acuerdo a las características del problema y tipo de análisis requerido. Las más ampliamente utilizadas son el análisis de presupuestos y la programación lineal. Dada la importancia de estas herramientas en el análisis y selección de un determinado plan de acción éstas serán tratadas en mayor profundidad en la tercera y cuarta parte este boletín respectivamente.

4. Toma de la decisión

Esta etapa pareciera ser relativamente sencilla, si los tres pasos anteriores se han completado en forma satisfactoria, sin embargo, existen algunos puntos a considerar.

Como resultado de la etapa de análisis, se pueden dar dos situaciones. La primera, es simplemente no tomar ninguna acción o volver a definir el problema, lo que sucedería cuando no se obtuvo una solución satisfactoria. La segunda situación, cuando existen una o más alternativas satisfactorias, involucra seleccionar un plan de acción.

Existe la posibilidad que después de analizar todos los pro y contras de cada propuesta no se encuentre sólo una única alternativa que sea claramente superior a otras, en este caso la selección debiese considerar aquella alternativa que incremente en mayor medida las utilidades de la empresa.

En caso que no exista una clara diferencia en el incremento de las utilidades, es recomendable seleccionar aquella en que el riesgo asociado sea el menor.

5. Implementación de la decisión

Una vez que el plan de acción está definido, el siguiente paso corresponde a su implementación. Como ya se mencionó, una posibilidad consistiría en no hacer nada, luego que la planificación efectuada señalase que dejar las cosas tal cual, es el mejor curso de acción. Un ejemplo de esto lo representa una situación donde ante una variación importante en los precios de la producción, la organización productiva de un predio siguiese siendo la más adecuada, aunque se registre una disminución en los ingresos.

En el caso que exista un plan de acción concreto, este se debe implementar en forma correcta y rápida para obtener los resultados esperados. Omitir las acciones requeridas equivale a no haber tomado una decisión.

Este es un escenario no poco frecuente entre los productores agrícolas, generalmente asociado a decisiones o planes de acción percibidos como riesgosos.

6. Control y evaluación de los resultados

El control del plan durante su ejecución es una actividad trascendente, sin la cual el tiempo y costo involucrado en los pasos anteriores del proceso puede ser desperdiciado.

Habiendo implementado una decisión (plan), es necesario controlar su progreso.

Esto se explica por las siguientes razones:

- Aun cuando se asume que el plan se originó con información detallada, el conocimiento del ambiente donde se implementará el mismo, nunca es perfecto. Puede ocurrir que algunos de los supuestos hechos en el “pa-

pel”, eventualmente en la práctica pudiesen estar incorrectos, lo cual requerirá adaptar las modificaciones pertinentes. Diferencias en las estimaciones de costos constituirían un ejemplo de esta situación.

- Pueden existir situaciones en las que durante la ejecución del plan se registran variaciones en factores incidentes en las utilidades y flujo de caja de la empresa, a los cuales el productor debe estar atento. Ejemplo de esto lo constituyen cambios en los precios de insumos y/o productos, caídas en la producción, etc. El control permanente de registros productivos y financieros (contabilidad de gestión) mantenidos al interior de la empresa permite determinar oportunamente las diferencias entre lo real y lo presupuestado; permitiendo hacer los ajustes necesarios para asegurar que el objetivo de maximizar las utilidades será alcanzado.

Ejemplo de lo anterior podría ser la reducción de los costos, en aquellos casos donde los gastos sobrepasen lo inicialmente presupuestado. En otras situaciones el ajuste podría traducirse en la expansión de la producción, como respuesta a un incremento en el precio del producto o a una disminución del precio de un insumo importante.

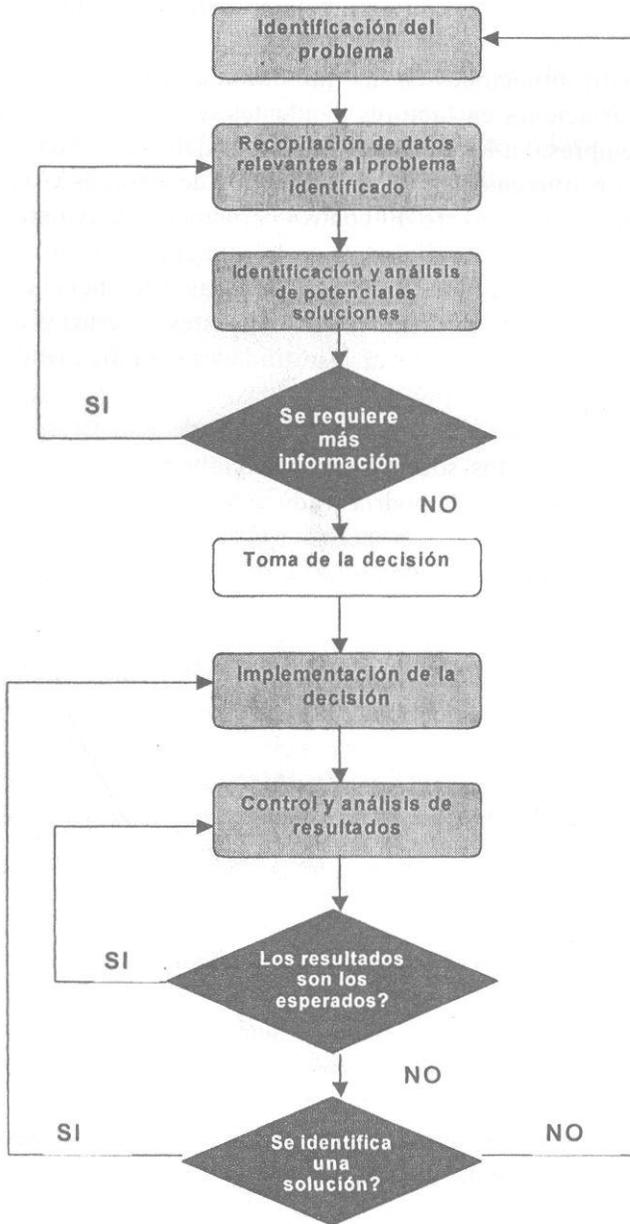
Al evaluar los resultados de las decisiones implementadas se debe considerar que no todas ellas serán correctas. En consecuencia, se deben analizar detenidamente los resultados de cada decisión, con el objeto de reunir datos e información que permitan hacer correcciones y mejorar las futuras decisiones.

7. Aceptación de las consecuencias de la decisión

Este último paso del proceso de toma de decisiones, consiste en asumir la responsabilidad de los resultados y consecuencias de la decisión ejecutada.

En la Figura 1 se resumen los principales pasos e interacciones involucrados en el proceso de toma de decisiones.

Figura 1. Diagrama del proceso de toma de decisiones.



Consideraciones Generales

Identificar la mejor decisión o conjunto de decisiones que permitan el logro de un objetivo propuesto es una tarea compleja, pero no imposible. La calidad de las decisiones tomadas será reflejo de cómo enfrentamos dicha tarea. Si sistemáticamente se sigue el proceso para la toma de decisiones expuesto en esta primera parte, se aumentan considerablemente las posibilidades de tomar una decisión acertada.

II. PRINCIPIOS DE ECONOMÍA

Aunque esta segunda parte puede resultar un tanto árida, el conocimiento y aplicación de los principios básicos de economía son importantes en la toma de decisiones. A continuación se intentará demostrar tal importancia, mediante el desarrollo de algunos ejemplos sencillos.

Descripción de los Principios

Los principios de economía son un conjunto de normas, que al ser aplicadas correctamente en su conjunto, aseguran desde un punto de vista teórico, que la elección de una determinada decisión se debiera traducir en la maximización de utilidades.

En general, para la gran mayoría de los productores agrícolas, los principios de economía no representan más que complejas ideas teóricas, restringidas a círculos académicos y de poca relevancia en la “práctica”. Sin embargo, la práctica a través de numerosos y crecientes ejemplos sugiere lo contrario, demostrando que el conocimiento y manejo de estos principios es imprescindible para tomar decisiones que conlleven a resultados exitosos.

• *Marginalidad*

En términos simples este principio es aplicado para determinar la cantidad de recursos o insumos necesaria para lograr el nivel de producción, en el cual las utilidades por unidad producida son máximas.

Para maximizar utilidades el incremento en los ingresos producidos por generar una unidad “extra” de producto, debe ser mayor o al menos igual al costo involucrado en producir esta unidad.

De la marginalidad se derivan algunos conocidos términos usados en el análisis de la gestión productiva. Así por ejemplo, rendimiento o producción marginal está referido al cambio en la cantidad física de producto obtenido, asociado a la utilización de una unidad adicional de insumo o recurso. Igualmente los conceptos de ingreso marginal y costo marginal están referidos respectivamente a cambios en los ingresos y en los costos asociados para producir una unidad extra de producto.

Como se puede inferir, para calcular cualquiera de los cambios o variaciones marginales indicadas, es necesario encontrar la diferencia entre un valor inicial y el nuevo valor resultante, originado por el cambio en el factor correspondiente. Para indicar este cambio se utiliza la letra griega delta (Δ).

Por ejemplo, Δ *rendimiento de maíz*, significaría “cambio en rendimiento de maíz” y correspondería a la diferencia en el rendimiento causado por una variación en la cantidad de insumos utilizados respecto a la producción original.

• *Función de producción*

Este concepto básico de economía representa la relación existente entre diferentes cantidades de insumos o recursos utilizados para producir un determinado producto y la cantidad producida de dicho producto. Esta misma relación puede ser llamada curva de respuesta, curva de rendimientos, o relación insumo/producto.

Una función de producción cualquiera, puede ser ilustrada a través de la siguiente fórmula:

$$P = f(I_1, I_2, I_3, \dots, I_n)$$

Esto no significa más, que la producción o rendimiento (P) es función de la cantidad de insumos utilizados ($I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$) para obtener tal rendimiento. Como se verá más adelante, pueden existir múltiples funciones de producción para obtener un mismo rendimiento en un mismo producto, dependiendo de la combinación de insumos utilizados.

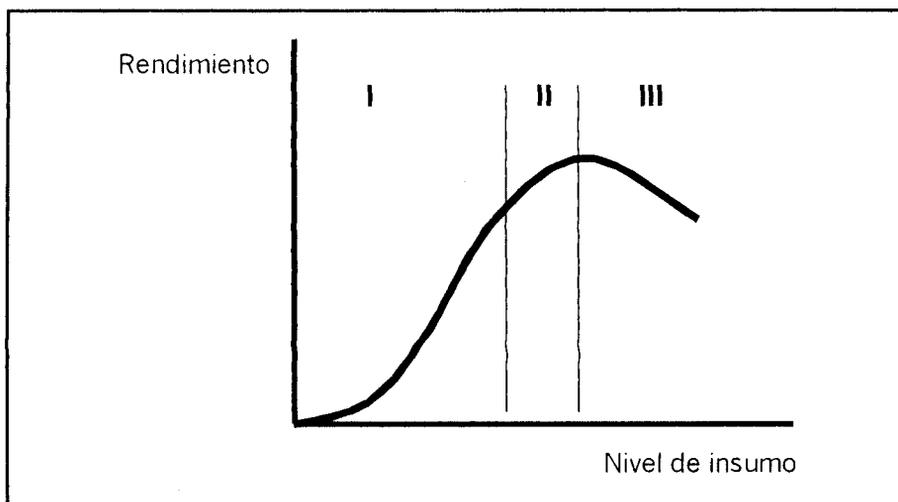
• *Ley de rendimientos decrecientes*

Esta conocida ley en economía y otras disciplinas está estrechamente relacionada a la determinación del nivel de insumos o recursos requeridos para obtener el nivel de producción en el cual las utilidades serán las máximas para un determinado rubro.

Esta ley establece que en la medida que se aumente la cantidad de un insumo específico utilizado (ej. Fertilizante), la producción extra originada (producción marginal) después de cierto punto declinará. Es importante enfatizar que esto rige sólo bajo el supuesto que la cantidad del resto de los insumos de producción utilizados se mantenga invariable.

Este fenómeno se ilustra en la Figura 2, donde la curva de respuesta (función de producción) presenta tres etapas bien definidas. En la primera (I) el rendimiento aumenta en forma notoria y sostenida, en relación directa a la cantidad de insumo utilizado. En consecuencia, en esta etapa la producción marginal será alta y llegará a su máximo. Etapa que termina donde la producción marginal comienza a decrecer y se hace igual al producto promedio. En la etapa dos (II), si bien el rendimiento sigue en aumento se observa que éste no sigue una tendencia tan pronunciada como en la etapa anterior, llegando a un punto en el cual ya no hay respuesta. Así, en esta etapa la producción marginal disminuye hasta llegar a hacerse cero, punto en el cual la producción se hace máxima. Finalmente en la etapa tres (III) se observa una disminución en el rendimiento en la medida que aumenta la cantidad de insumo utilizado. En esta etapa la producción marginal presenta valores negativos.

Figura 2. Ilustración de ley de rendimientos decrecientes.

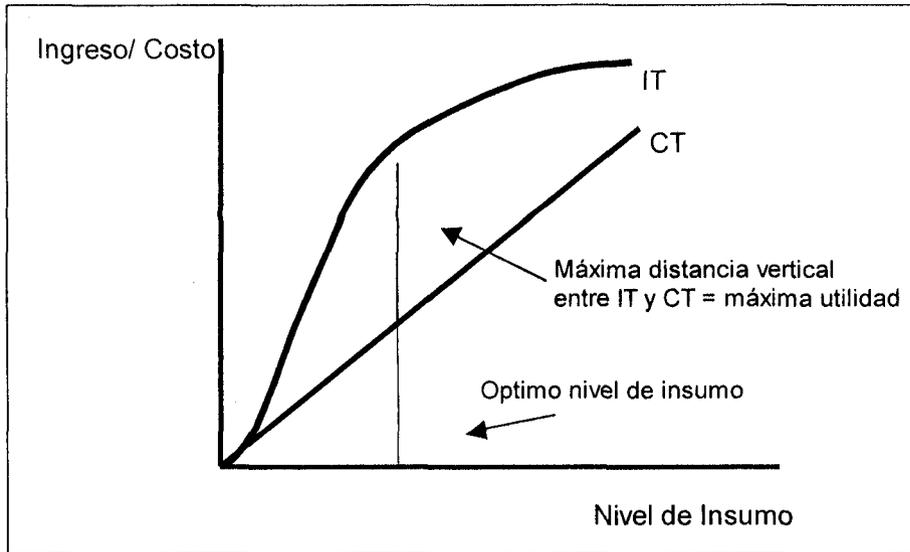


Entonces, para poder tomar una correcta decisión respecto a la cantidad de insumos a utilizar se debe determinar un nivel óptimo de uso. Al igual que en el caso anterior, para encontrar el punto o nivel óptimo de uso de un insumo, que genere la máxima utilidad, se puede recurrir a la construcción de un gráfico.

Como se ilustra en la Figura 3, éste debe incluir las curvas de ingresos totales (IT) y costos totales (CT) correspondientes a los distintos rendimientos originados por los diferentes niveles de insumo utilizado. Conviene señalar que se asume que el costo de cada unidad adicional de insumo utilizado se mantiene constante, así el costo total (CT) es representado por una línea recta.

Como el concepto de utilidad puede ser definido como la diferencia entre ingresos totales y costos totales, la utilidad se hace máxima en el punto donde la distancia vertical entre la curva de ingresos y costos es la mayor.

Figura 3. Punto de máxima utilidad.



Antes de seguir con el análisis del resto de los principios económicos, se presenta a continuación un ejercicio sencillo destinado a aplicar y ver la utilidad de los conceptos de marginalidad.

Un problema común de este tipo, estaría representado por el nivel de fertilizante a utilizar por hectárea para un cierto cultivo. El Cuadro 1 ilustra la solución a este problema. En este caso se determinará el nivel de nitrógeno requerido por una pradera de ballica-trébol blanco para obtener la producción de forraje (fardos para venta) que maximice las utilidades, de acuerdo a los precios del fertilizante y fardos considerados en el análisis.

Cuadro 1. Ejemplo de los conceptos de marginalidad

Nitrógeno (kg/ha)	Producción forraje (fardos/ha)	Producción marginal (fardos/ha)	Valor marginal de producción (\$) (4)	Costo marginal de insumo (\$) (5)	Ingreso marginal (\$) (6)	Costo marginal (\$) (7)
1	2	3	4	5	6	7
50	250					
100	350	2,0	1.600	400	800	200
150	400	1,0	800	400	800	400
200	430	0,6	480	400	800	667
250	450	0,4	320	400	800	1.000
300	455	0,1	80	400	800	4.000

Precios: nitrógeno \$ 400 kg, fardo \$ 800 c/u.

Las primeras dos columnas (1 y 2) contienen los datos de la función de producción, expresados por hectárea. En este caso son datos aproximados; en condiciones reales, esta información puede ser inferida de resultados de investigación de acuerdo a cada situación en particular. La producción marginal (3) es calculada a partir de estos datos y representa la cantidad de fardos adicionales que se producen por el incremento de una unidad de nitrógeno dentro de cada tramo de 50 unidades adicionales. Así, en el ejemplo, la producción marginal por una unidad adicional de nitrógeno que se agregue dentro del rango de 50 a 100 kg será dos fardos.

A pesar que en este ejemplo el valor marginal de la producción (4) en ningún caso es igual al costo marginal del insumo requerido para obtenerla (5), el nivel de uso de fertilizante que maximizaría las utilidades sería de 200 kg, punto en el cual el valor marginal de la producción es mayor al costo marginal de producirla. La aplicación de 50 unidades adicionales (250 kg), produciría un costo marginal mayor al ingreso generado. Para encontrar el punto exacto, donde el ingreso marginal es igual al costo marginal, se debe contar con una función de producción más ajustada. En otras palabras, para este caso se requeriría conocer los valores físicos de producción para incrementos menores a 50 kg de nitrógeno que se producirían por aplicaciones sobre 200 kg.

Muchas otras respuestas útiles se pueden deducir del Cuadro 1. Por ejemplo, éste indica que producir convenientemente un rendimiento de 450 fardos por hectárea, el precio del fertilizante debiera ser no mayor a \$ 320 (asumiendo que el precio de los fardos no cambie). Igualmente, si el precio del fertilizante fuese superior a \$ 480/kg, el nivel de fertilizante que maximizaría las utilidades sería menor a 200 kg/ha. También se puede deducir que si el valor de los fardos aumentara a \$ 1.000 sería conveniente obtener un rendimiento de 450 fardos por hectárea.

Hasta ahora se han analizado los principios involucrados en sólo una de las tres interrogantes enunciadas en la primera parte de este manual que es ¿cuánto producir?

A continuación analizaremos los principios que influyen en las decisiones de cómo producir y qué producir.

Sustitución de Recursos de Producción

En la producción de un determinado producto (ej. leche, carne, trigo, etc.) se requiere de varios insumos o recursos, los que no sólo son complementarios, sino también en muchos casos pueden ser sustitutos. Existen innumerables ejemplos de esto (sustitución de concentrado por forraje, reemplazo de mano de obra por maquinaria, labores de cultivo por herbicidas, etc.).

Astí, el problema productivo que requiere de una decisión, consiste en la selección de la combinación de recursos de producción requerida para alcanzar un determinado rendimiento, al mínimo costo posible.

Para resolver este problema se debe aplicar el principio de la relación de sustitución.

• *Relación de sustitución*

La relación de sustitución o relación por la cual un insumo se sustituirá por otro, está determinada por la relación entre la cantidad de recurso reemplazado y la cantidad de recurso reemplazante o agregado.

$$\text{Relación de sustitución} = \frac{\text{Cantidad de recurso reemplazado}}{\text{Cantidad de recurso agregado}}$$

En ambos casos estas cantidades son las diferencias o cambios en la cantidad de recursos usados entre dos diferentes combinaciones para un mismo rendimiento.

El segundo paso para determinar la combinación de recursos que minimice los costos, consiste en la determinación de la relación de precios entre los dos recursos. Esta es:

$$\text{Relación de precio} = \frac{\text{Precio de recurso agregado}}{\text{Precio de recurso reemplazado}}$$

Luego, la combinación de recursos de mínimo costo para un rendimiento dado está determinada por el punto donde la relación de sustitución y precio son iguales.

Estas relaciones se demuestran a través del siguiente ejemplo. En el Cuadro 2 se presentan 5 diferentes dietas (A-E), cada una de las cuales corresponde a una combinación de concentrado y ensilaje que produce la misma cantidad de leche por vaca.

Cuadro 2. Ejemplo de relación de sustitución de recursos

Dieta	Concentrado (kg/día)	Ensilaje (kg MS/día)	Relación de sustitución	Relación de precio*
A	8	7		
B	7	7,5	2	0,33
C	6	8	0,66	0,33
D	5	10	0,5	0,33
E	4	13	0,33	0,33
F	3	17	0,25	0,33

*Concentrado \$ 85 kg. Ensilaje \$ 28 kg/MS.

De los datos se deduce que la óptima combinación de los dos recursos de producción estaría representada por la dieta E, en donde las relaciones de sustitución y precio son iguales (0,33).

Mientras la relación de sustitución no variará con el tiempo, es posible esperar variaciones en la relación precio, en la medida que varíen los precios de uno o ambos recursos. Así por ejemplo, si el costo de la materia seca de ensilaje aumentase a \$ 43/kg, la dieta óptima en tal caso sería la D. Una disminución en el costo del ensilaje o un aumento en precio del concentrado se traduciría en la dieta con un menor uso de este último recurso.

Combinación de Rubros

Como ya se mencionó, la tercera interrogante que requiere una decisión por parte del productor es ¿qué producir?

Aunque en la práctica esta decisión muchas veces no pasa por un análisis de maximización de utilidades, debido a que los productores ya han adoptado un rubro específico y seguirán en él ya sea por tradición, gusto o limitaciones agroecológicas, igualmente es conveniente analizar los otros factores a considerar ante una decisión de este tipo.

Esto es especialmente importante al momento de enfrentar la decisión, respecto a la diversificación productiva y adopción de nuevos rubros.

Tres tipos de relaciones entre rubros se pueden observar, estas son:

- competitivas
- complementarias
- suplementarias.

• *Rubros competitivos*

En este caso la combinación de rubros implica la selección entre actividades que compiten por los mismos recursos de producción, lo que se traduce en que el incremento de un rubro sólo es posible con la disminución de otro. Al igual que en el procedimiento anterior, la combinación óptima de dos actividades competitivas se puede determinar a través de la comparación entre la relación de sustitución y precios de ambas. Esto es:

$$\text{Relación de sustitución} = \frac{\text{Cantidad de producto sustituido}}{\text{Cantidad de producto sustituido}}$$

$$\text{Relación de precio} = \frac{\text{Precio de la unidad de producto sustituido}}{\text{Precio de la unidad de producto sustituido}}$$

La combinación de actividades que maximizará las utilidades es aquella donde la relación de sustitución es igual a la relación de precio¹.

En el Cuadro 3 se ilustra un ejemplo para dos empresas competitivas. En éste se asume una situación hipotética en que el recurso limitante es la su-

¹Esto asume que los costos totales de producción serán los mismos para cualquier posible combinación de las dos actividades. Si esto no es así, la relación de utilidades por unidad de cada actividad debe ser usada en cuenta de la relación precio.

perficie predial y que en esta superficie disponible sólo se pueden obtener las producciones de maíz y trigo, señalados por las combinaciones (1 a 6).

Cuadro 3. Ejemplo de sustitución para actividades competitivas

Combinación	Maíz (t)	Trigo (t)	Relación de sustitución	Relación de precio*
1	0	80		
2	20	75	0,25	0,75
3	35	70	0,33	0,75
4	50	60	0,67	0,75
5	70	45	0,75	0,75
6	125	0	0,83	0,75

*Maíz \$ 75 kg. Trigo \$ 100 kg.

En este caso la combinación óptima sería la producción de 65 toneladas de maíz y 50 toneladas de trigo (5) situación en la cual, la relación de sustitución y precio es igual. Combinaciones de actividades con valores de relaciones de sustitución menores a la relación de precio, sugieren que aún sería posible aumentar la sustitución de cierta actividad por otra, mientras valores de relación de sustitución superiores indican que esta sustitución sería excesiva.

• Relaciones suplementarias y complementarias

Dos actividades son suplementarias si el nivel de producción de una de ellas puede ser incrementado sin afectar el nivel de producción de la otra. Aunque este tipo de relaciones son poco comunes, un ejemplo de esto estaría representado por el agroturismo, situación en la cual esta actividad puede verse incrementada sin influir notoriamente en la producción de otra actividad productiva dentro del predio. En tal sentido, una decisión acertada estaría representada por el desarrollo de ambas actividades, al menos hasta el punto donde éstas se tornen competitivas.

Las actividades complementarias son aquellas en las cuales el incremento en la producción de una, causa un aumento en la producción de la otra. Un ejemplo típico lo constituye la introducción de ovinos en sistemas de producción bovina. Diferentes hábitos de pastoreo y menor incidencia de parasitismo permiten aumentar la producción de ambas actividades, eso si se mantiene una relación de cargas correctamente controlada. Al igual que en el caso anterior la complementariedad entre actividades sólo es válida dentro ciertos límites, tras los cuales comienzan a ser competitivas.

• *Diversificación versus especialización*

Finalmente, ante la decisión respecto a qué producir, el productor enfrenta dos alternativas: especialización o diversificación. Ambos casos presentan ventajas y desventajas, las que requieren ser analizadas para cada situación en particular.

La especialización en un rubro específico, en general conlleva a un mayor grado de eficiencia en el uso de los recursos de producción, un aumento en el uso y demanda de nueva tecnología, desarrollo de economías de tamaño, reducción de costos y acceso a mejores precios para productos e insumos.

Aunque aparentemente la especialización presenta ventajas claras, existen poderosos argumentos a favor de la diversificación. Quizás el más conocido de éstos, sea el deseo (generalizado entre los productores) de evitar el riesgo e incertidumbre asociado a la producción agrícola. Así, por ejemplo, posibles caídas en precios y/o rendimientos para un producto específico (ej. Leche) serán menos graves en una empresa con varias otras actividades que en el caso de un predio exclusivamente lechero. Otros factores como flujo de caja, disponibilidad de equipos, maquinaria e infraestructura deben ser considerados al momento de decidir entre especialización y diversificación.

Consideraciones Generales

La aplicación de principios básicos de economía es imprescindible para lograr una correcta solución a problemas relacionados con el uso de recursos a nivel predial.

Interrogantes tales como ¿cuánto?, ¿cómo? y ¿qué? producir, pueden ser resueltas desde la perspectiva de la maximización de utilidades aplicando los principios de marginalidad, ley de rendimientos decrecientes y relaciones de sustitución de recursos y precios analizados en esta segunda parte.

III. HERRAMIENTAS PARA ASISTIR LA TOMA DE DECISIONES. PRESUPUESTOS

Descrita en la segunda parte la importancia de la aplicación de los principios de economía en la toma de decisiones, en las siguientes dos partes, se analizará el uso de algunas técnicas para apoyar la toma de decisiones.

Estas técnicas o metodologías están destinadas a facilitar el análisis de posibles efectos ligados a uno o más cambios, que pudiesen afectar o se propongan dentro de una determinada actividad o rubro; así como también para evaluar los efectos que tales cambios pudiesen tener en la empresa o predio en su conjunto. En este contexto, se debe enfatizar que la etapa de recopilación de información, descrita en la primera parte del boletín, es de vital importancia para poder aplicar con éxito estas técnicas.

Entre los métodos tradicionalmente utilizados en planificación predial se destacan el análisis de presupuestos, los programas de planificación y la programación lineal. Debido a la importancia, difusión y aplicabilidad que tienen el análisis de presupuestos y la programación lineal en la solución de los problemas que enfrenta la toma de decisiones, es que estos dos temas serán tratados en mayor profundidad.

Mientras el desarrollo y análisis de presupuestos será el motivo de esta tercera parte, una introducción a la aplicación de la programación lineal en la toma de decisiones, constituirá el tema principal de la cuarta y última parte.

Presupuestos

El desarrollo de presupuestos es probablemente la herramienta más utilizada en planificación predial. En términos simples, un presupuesto puede ser definido como el análisis cuantitativo de un plan de producción o cambio en éste, el cual en algunos casos incluye el pronóstico de sus resultados financieros.

Lo anterior involucra el establecimiento de aspectos físicos de la estrategia o plan de producción, tales como: qué y cuánto producir, la cantidad de recursos de producción necesarios, así como también, aspectos financieros del plan de producción en el cual se incluyen los costos e ingresos proyectados.

Existen diversos tipos de presupuestos, cada uno de los cuales tiene una aplicación específica de acuerdo a las características del problema de planificación que se enfrente.

- ***Presupuestos de operación***

Estos se utilizan para presupuestar las cantidades físicas de recursos requeridos para desarrollar cierto plan de producción (mano de obra, insumos, maquinarias, infraestructura, etc.). Generalmente se organizan en base a tiempo, es decir los requerimientos se detallan por unidad de tiempo de acuerdo a las características del plan (semanas, meses, trimestres, años, etc.). Este tipo de presupuesto no incluye información de la valoración monetaria de los recursos.

- ***Presupuestos financieros***

Indican el programa de flujos (requerimientos y disponibilidad) de dinero de un determinado rubro o de la empresa en su conjunto. Entre éstos se encuentran presupuesto de ingresos, presupuesto de egresos, presupuesto de efectivo (flujo de caja), presupuesto de inversiones, balance proyectado y estado de resultados proyectados. Al igual que el anterior, tienen como referencia una unidad de tiempo.

Otro tipo de presupuesto lo constituye el **presupuesto por rubro o actividad**, el que se utiliza para estimar costos e ingresos proyectados para un rubro específico y basados en una unidad productiva (ej. hectárea).

Por su parte, los **presupuestos parciales** son empleados para analizar el efecto de un cambio tecnológico o de manejo en la estrategia de producción de un rubro en particular.

Finalmente, se encuentran los **presupuestos completos**, los cuales están relacionados con el análisis del efecto de cambios mayores que afecten a la empresa o predio como un todo.

Debido a que en el caso de algunos de los tipos de presupuestos mencionados, además de la información entregada, se puede inferir con valiosa información adicional para la toma de decisiones se describirán en mayor detalle el presupuesto de actividades, presupuestos parciales y los presupuestos completos. Para los interesados en conocer en mayor profundidad los fundamentos y aplicación del resto de los presupuestos mencionados, se sugiere recurrir a la literatura señalada en la sección final de este manual.

• *Presupuestos de actividades*

El presupuesto de actividades o rubros, es simplemente un resumen de los ingresos y gastos proyectados para un rubro específico, el cual tiene como referencia una unidad de producción (ej. hectárea o cabeza). El propósito de este análisis es estimar las utilidades producidas por unidad de una determinada actividad de producción. Todos los costos, incluyendo tanto los fijos como variables, deben formar parte de este presupuesto. Como se verá a través del desarrollo de un ejemplo, esta herramienta también es útil para calcular los costos de producción, y puntos de equilibrio de ventas y rendimientos entre otros.

Los presupuestos de actividades pueden ser organizados y presentados de diversas maneras, pero cualquiera sea la forma, éstos deberán incluir tres secciones básicas: ingresos, costos variables y costos fijos.

Un ejemplo de presupuesto para el caso teórico de un rebaño de cría es presentado en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Ejemplo de presupuesto por rubro para crianza
(unidad productiva 1 vaca)

Ítem	Unidades, kg	\$/unidad	Total (\$)
INGRESOS			
Venta terneros*	104	580	60.320
Venta terneras*	74	550	40.700
Venta vacas rechazo*	55	400	22.000
Total ingresos (a)			123.020
COSTOS VARIABLES			
Heno	1.600 kg	27	43.200
Sales minerales	35 kg	105	3.675
Fertilización praderas	0,8 ha	35.000	28.000
Atención veterinaria y medicamentos		8.000	8.000
Maquinarias	0,5 hr	13.000	7.500
Otros gastos			5.135
TOTAL COSTOS VARIABLES (b)			95.510
MARGEN BRUTO			27.510
COSTOS FIJOS			
Mantenimiento y reparación de cercos			1,5
Depreciación de activos			3.500
Contribuciones			1.500
Mano de obra	3,7 jh	3.330	12.321
TOTAL COSTOS FIJOS (c)			18.821
TOTAL COSTOS (b + c)			114.331
MARGEN NETO (a - (b + c))			8.689

*Asume: 0,9 terneros destetados por vaca, 10% reemplazo, 230 kg PV machos, 210 kg PV hembras.

Interpretación del presupuesto

Como se observa, además de permitir comparar costos y utilidades entre rubros, este procedimiento es útil para visualizar la estructura de costos de la actividad. De la información del Cuadro 4 se deduce que después de descontar los costos, el margen neto o utilidades proyectadas serían de \$ 8.689 por vaca. Conviene señalar que en este caso, algunos costos fijos no fueron incluidos, como el interés al capital y costos de oportunidad. En situaciones particulares y dependiendo del criterio del analista, existe la alternativa de incluirlos, ya que en rigor representan costos asociados a la producción.

Importante información adicional también puede ser calculada con los datos expuestos en el presupuesto. Por ejemplo, el cálculo de los puntos de equilibrio de rendimiento y venta del producto.

El punto de equilibrio de rendimiento (PER) se define como el rendimiento mínimo necesario para cubrir la totalidad de los costos de producción. Este se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$\text{PER} = \frac{\text{Costos totales}}{\text{Precio del producto}}$$

Cuando el rubro analizado genera sólo un producto (ej. trigo) este cálculo es relativamente sencillo, ya que sólo existiría un único precio para la producción y así el cálculo se hace directamente utilizando la fórmula. Por ejemplo si los costos totales para una hectárea de trigo fuesen \$ 200.000 y el precio del quintal de trigo fuese \$ 8.500, el rendimiento mínimo requerido para cubrir los costos sería de 23,5 quintales.

En situaciones donde el rubro produce más de un producto, como es el caso del ejemplo expuesto en el Cuadro 4, lo más aconsejable es utilizar el método de “prueba y error”. Esto consiste en dejar la fórmula de lado y hacer el cálculo probando diferentes valores de rendimientos para cada producto en forma simultánea, de tal forma de encontrar los valores respectivos en que los ingresos iguallen a los costos.

Para lo anterior se debe tratar de mantener las diferencias entre los rendimientos originales de cada producto. Es decir, aumentar o disminuir los rendimientos en igual magnitud para todos los productos. Aunque aparentemente este cálculo parece demandante de tiempo, ya que se tienen que probar diferentes cantidades y pueden existir varios productos para un mismo rubro, el uso de hojas de cálculo (Microsoft Excel) simplifica y agiliza bastante este proceso.

En el ejemplo descrito, debido a que los ingresos fueron superiores a los costos totales, los rendimientos necesarios para cubrir los costos serían menores a los asumidos. En este caso, los kilogramos de producción requeridos por vaca para cubrir los costos serían 96 kg de ternero y 67 kg de ternera. Nótese que se mantuvo un diferencial de rendimiento similar al observado en la situación original.

Otra ventaja del procedimiento de prueba y error es que, en casos donde las utilidades son negativas, permite estimar los aumentos de índices técnicos o componentes del rendimiento requeridos para alcanzar los rendimientos de equilibrio a través del análisis de sensibilidad. Para esto, en la hoja de cálculo los rendimientos deben ser expresados en función de tales índices y no incluidos directamente como valores sin relación. Igualmente, en situaciones donde las utilidades sean positivas, se podría desear conocer los valores mínimos a los cuales podría llegar cada componente del rendimiento, antes de que las utilidades se tornen negativas. En cualquiera de las dos situaciones expuestas, se debe tener en cuenta que para efectos del cálculo los costos se deben mantener *sin variación*.

Siguiendo un procedimiento similar se puede estimar el precio de equilibrio de la producción (PEV). Este indicador señala el precio de venta requerido para cubrir los costos de producción sin variar los rendimientos, y su fórmula es:

$$\text{PEV} = \frac{\text{Costos totales}}{\text{Rendimiento proyectado}}$$

Al igual que en la situación anterior, este cálculo es simple para el caso de un solo producto, debiendo recurrirse al sistema de prueba y error cuando existe más de un producto por rubro. En este caso existirían dos estrategias para su cálculo.

La primera consiste en variar los precios de los productos, manteniendo la relación original considerada entre éstos, en tanto la segunda alternativa sería variar los precios sin mantener la relación original. En tal sentido, la decisión de utilizar una u otra dependerá del tipo de productos.

Como para el ejemplo del Cuadro 4, en teoría los precios del ternero y ternera debieran seguir una tendencia similar, en el cálculo del precio de equilibrio se asumirá la primera de las alternativas señaladas. En este escenario, el precio necesario para cubrir los costos de producción sería de \$ 535/kg para terneros y \$ 505/kg para terneras. Así, se deduce que el sistema podría resistir una disminución de \$ 45/kg, antes que las utilidades se tornen negativas. Nótese que se mantiene la diferencia de precios para ambos productos en \$ 30/kg.

Como se ha visto, el presupuesto por rubro aporta importante información para la toma de decisiones respecto a una actividad de producción en particular. Sin embargo, ésta no es la herramienta adecuada cuando se quiere evaluar el efecto de modificaciones y/o cambios que se quieran introducir en el proceso de producción de un rubro en particular. Como se verá a continuación, el uso de presupuestos parciales es lo más indicado.

• *Presupuestos parciales*

Como se mencionó, los presupuestos parciales son utilizados para calcular los cambios esperados en las utilidades, como consecuencia de un cambio específico que se quiera operar, ya sea dentro de un rubro específico o dentro del predio en general.

En términos simples, este tipo de presupuesto puede verse como una forma de análisis marginal, ya que a través de él se detectan los cambios que ocurrirán en los costos e ingresos como consecuencia de un cambio (mar-

ginal) en el plan de producción. En consecuencia, en este presupuesto, sólo son incluidos los cambios producidos en los ingresos y costos, y no sus valores totales. Así, el resultado final obtenido es una estimación del aumento o disminución de utilidades, como consecuencia del cambio propuesto.

Cuatro interrogantes son planteadas en el desarrollo de un presupuesto parcial:

- *¿Qué costos nuevos o adicionales involucra el cambio propuesto?*
- *¿Qué ingreso actual será perdido o reducido?*
- *¿Qué ingreso nuevo o adicional será percibido?*
- *¿Qué costos actuales serán reducidos o eliminados?*

Las primeras dos interrogantes están relacionadas con la identificación de una posible reducción de utilidades, ya sea a través de un incremento en los costos o una reducción en los ingresos. Por su parte, las dos últimas identifican factores relacionados con el aumento de utilidades, tanto en términos de reducción de costos, como de aumento de ingresos.

Diversos tipos de cambios pueden ser evaluados a través de los presupuestos parciales. Tales cambios pueden ser menores, como por ejemplo aumentar en un 10% el número de vacas en ordeña, o cambiar la rotación de cultivos para un año determinado, así como también se pueden evaluar cambios mayores, como sería por ejemplo eliminar un rebaño lechero y reemplazarlo por cultivos y engorda.

En tal sentido, se pueden identificar tres tipos de cambios:

- **Sustitución de actividades o rubros.** Esto incluye la sustitución total o parcial de un rubro o actividad por otro. Ejemplos de esto serían sustituir la producción de leche por un rebaño de cría o el cultivo de trigo por maíz, etc.

- **Cambios en el tipo y/o nivel de recursos de producción.** Ejemplos de estos cambios pueden estar representados por la sustitución de mano de obra por maquinaria, arriendo de maquinaria en reemplazo de maquinaria propia, cambios en raciones alimenticias, aumento o disminución en el uso de fertilizantes, etc.
- **Cambios en el tamaño o escala de operación.** Dentro de éstos se incluirían cambios en el tamaño total del predio o de una actividad en particular. Comprar o arrendar tierra para aumentar la superficie productiva, incrementar el tamaño del rebaño, etc., serían ejemplos de este tipo.

En el Cuadro 5 se presenta un formato tipo para el desarrollo de presupuestos parciales.

Cuadro 5. Formato para presupuestos parciales

PRESUPUESTO PARCIAL	
CAMBIO PROPUESTO:	
1. COSTOS ADICIONALES (\$)	3. INGRESOS ADICIONALES (\$)
2. DISMINUCIÓN DE INGRESOS (\$)	4. DISMINUCIÓN DE COSTOS (\$)
A. (1 + 2) \$ _____	B. (3 + 4) \$ _____
CAMBIO NETO EN UTILIDADES (B-A) \$	

Costos adicionales. Corresponden a los costos adicionales derivados de la implementación del cambio propuesto. Deben incluirse todos los costos variables y fijos en los que se incurra.

Disminución de ingresos. Los ingresos se podrían ver afectados, si el cambio propuesto contempla la eliminación o reducción del tamaño de una determinada actividad de producción, reducción en los rendimientos, etc. Para estimar adecuadamente esta reducción de ingresos se requiere contar con detallada información respecto a rendimientos, niveles de producción, posibles variaciones de estos valores y precios del o los productos.

Ingresos adicionales. El cambio propuesto podría causar un aumento en el ingreso total del predio, si una nueva actividad es incluida, o si éste contempla el incremento de tamaño o rendimientos de una preexistente. Como para el resto de los componentes del presupuesto, se deben incluir sólo los valores extras o adicionales esperados, producto del cambio y no los valores totales, por ello lo de parcial.

Disminución de costos. Tanto los costos fijos como variables pueden disminuir como resultado del cambio propuesto. Así por ejemplo, los costos fijos como depreciación, intereses o costos de oportunidad pueden reducirse si el cambio contempla la reducción o eliminación de inversiones como maquinaria, construcciones, tierra, etc.

En el Cuadro 6 se ilustra un ejemplo teórico, de un predio en el cual existe un rebaño de crianza y además se produce trigo. El cambio que se quiere evaluar involucra aumentar el tamaño del rebaño en 50 vacas, asociado a una disminución de 40 hectáreas de superficie dedicada a trigo.

Cuadro 6. Desarrollo de un presupuesto parcial

PRESUPUESTO PARCIAL			
CAMBIO PROPUESTO: Aumento en 50 vacas y conversión de 40 ha a producción de forraje.			
1. COSTOS ADICIONALES (\$)*		3. INGRESOS ADICIONALES (\$)	
Costos fijos	1.149.100	Terneros	3.016.000
Costos variables	5.822.850	Terneras	2.035.000
		Vacas rechazado	1.100.000
2. DISMINUCIÓN DE INGRESOS (\$)		4. DISMINUCIÓN DE COSTOS (\$)	
Venta de trigo**	14.440.000	Semilla	1.216.000
(1.800 qq @ \$ 8.000)		Fertilizante	2.462.400
		Pesticidas	981.520
		Labores y maquin.	5.680.000
		Otros	516.996
		Interés costos var.	542.846
		Costos fijos	2.000.000
A. (1 + 2)	\$ 21.371.950	B. (3 + 4)	\$ 19.550.761
CAMBIO NETO EN UTILIDADES (B-A)		\$ -1.821.189	

*Derivados de Cuadro 4.

**Asume producción de 45 qq/ha.

De acuerdo a los rendimientos y valores asumidos en el desarrollo del presupuesto, el cambio evaluado significaría una disminución de las utilidades de \$ 1.821.189, respecto a la situación original. En otras palabras la decisión de reemplazar 40 hectáreas de trigo por 50 vacas de crianza representaría una pérdida de utilidades. Conviene recordar que variaciones en los índices productivos, rendimientos y precios de los productos considerados, influirán en el resultado final.

- ***Presupuestos completos***

Los presupuestos completos son un resumen del total de ingresos, gastos y utilidades que genera el conjunto de actividades o rubros de producción para una determinada empresa. Por esta razón, para la construcción de presupuestos completos es indispensable contar previamente con los respectivos presupuestos por rubro o actividad. Un ejemplo resumido de un presupuesto completo para el caso de un predio cualquiera con diversas actividades o rubros de producción se ilustra en el Cuadro 7.

Como se observa, este tipo de presupuesto no entrega información detallada, si no más bien permite visualizar la estructura general de ingresos y costos de la empresa, así como las utilidades totales de ésta. De esta manera, el presupuesto completo permite comparar utilidades para diferentes planes de producción. Aunque el desarrollo de un flujo de caja es lo más indicado, este tipo de presupuesto también es útil para determinar las necesidades de capital de operación que se requerirán para un plan dado durante el año.

A pesar de que los presupuestos completos no permiten el análisis directo de cambios en los factores claves que regulan los resultados para cada rubro o actividad, el uso de hojas de cálculo (Microsoft Excel) permite relacionar fácilmente los presupuestos por rubro con el presupuesto completo. De esta forma se puede evaluar rápida y confiablemente, el efecto variaciones en precios de productos e insumos, cambios en rendimientos, etc. de una o más actividades de producción sobre las utilidades totales del predio.

Cuadro 7. Ejemplo de presupuesto completo

	\$
Ingresos	
Trigo	7.000.000
Avena	2.900.000
Fardos	1.245.000
Leche	10.750.000
Novillos	4.500.000
Total Ingresos	24.395.000
Costos Variables	
Fertilizantes	2.500.000
Semillas	1.500.000
Agroquímicos	500.000
Combustibles	650.000
Alimentos para ganado	2.380.000
Atención veterinaria y medicamentos	650.000
Arriendo maquinaria	2.500.000
Mano de obra ocasional	450.000
Otros	619.000
Intereses	520.000
Total Costos Variables	13.519.000
Margen Bruto	12.876.000
Costos Fijos	
Mano de obra permanente	2.880.000
Contribuciones	250.000
Mantenimiento y reparaciones	1.200.000
Depreciaciones	1.400.000
Intereses	458.400
Total Costos Fijos	6.188.400
Margen Neto (Utilidades)	6.687.600

Consideraciones Generales

Como se ha visto, el desarrollo de presupuestos es una herramienta muy útil para la planificación predial, la cual provee valiosa y variada información para asistir la toma de decisiones. Sin embargo, esta técnica presenta algunas limitaciones para la formulación de planes prediales de producción que es necesario considerar.

1. Un presupuesto sólo refleja el resultado para un punto determinado de la función de producción examinada (estrategia de producción evaluada), el cual no necesariamente corresponderá a la máxima utilidad que se podría obtener para un rubro en particular y, por lo mismo, tampoco para el predio como un todo. En otras palabras, el presupuesto refleja los resultados para el plan específico evaluado, el cual ha sido previamente definido por el productor.
2. Por lo anterior, en la búsqueda de la maximización de utilidades para una actividad determinada, es necesario hacer múltiples presupuestos, ya que en estricto rigor, para cada punto de la función de producción existirá un resultado diferente. Por ejemplo, cambios en las dosis de fertilizantes o concentrados empleados en un sistema de producción, se traducirán en variaciones en los ingresos y costos. Evaluando todas las alternativas posibles, se puede identificar el punto de la función de producción, o estrategia de producción donde la utilidad es la máxima para cada rubro.
3. Aun cuando se desarrollen todos los posibles presupuestos, para cada rubro o actividad dentro del predio y se puedan identificar aquellos planes de producción por rubro que maximicen las utilidades para cada caso, esto no significa que el conjunto de planes generará las máximas utilidades para la empresa como un todo.
4. Lo anterior, es debido a que el desarrollo de presupuestos no permite considerar adecuadamente las múltiples relaciones de competencia por recursos de producción existente entre los diferentes rubros posibles de desarrollar en un predio. Tampoco permite visualizar los efectos de acumulación en el tiempo.

Por ejemplo, probablemente la ejecución del plan de producción que maximice las utilidades para la actividad producción de leche, impide la ejecución del plan que maximiza las utilidades para la engorda o cultivos en el mismo predio, debido a que estas actividades compiten por los mismos limitados recursos de producción (mano de obra, capital y suelo), lo cual no es considerado directamente en la formulación de presupuestos.

Consecuentemente, la combinación de actividades, tanto en términos de tipo como niveles físicos de producción que maximizaría las utilidades totales del predio, no puede ser encontrada a través del uso de presupuestos. La descripción de la herramienta necesaria para apoyar la toma de decisiones frente a una problemática de esta naturaleza es el tema tratado a continuación.

IV. HERRAMIENTAS PARA ASISTIR LA TOMA DE DECISIONES. PROGRAMACIÓN LINEAL

Indiscutiblemente, el uso de presupuestos es una herramienta de gran utilidad en el proceso de planificación predial. Sin embargo, como se mencionó, esta técnica no es la más adecuada cuando se quiere hacer un plan completo de producción predial, el cual involucre el uso más eficiente de los recursos y que a la vez contemple la óptima combinación de actividades y niveles de producción. Como se verá en esta última parte, la programación lineal representa una alternativa ante una problemática de este tipo.

Antes de continuar, sin embargo, es conveniente aclarar que dada la relativa complejidad del tema, el propósito de esta última parte es sólo entregar algunas nociones básicas con el objeto de ir familiarizando a los productores con esta herramienta, antes que hacer una exposición detallada de la misma. Para aquellos interesados en conocer en detalle las bases teóricas y alcances de la metodología, existe bastante literatura especializada al respecto, parte de la cual se señala en la última sección de este boletín.

Características de la Programación Lineal

En términos simples, y adaptados al tema específico de planificación predial, la programación lineal puede ser definida como una técnica basada en un proceso matemático, diseñado para maximizar o minimizar una función objetivo específica (ej. utilidades o costos), el cual considera simultáneamente todas las alternativas de producción posibles y un conjunto de restricciones impuestas (ej. disponibilidad de recursos de producción). Como se verá más adelante, el tipo y calidad de la información generada por esta herramienta es de gran utilidad para la toma de decisiones.

Debido a sus características, la programación lineal se presta adecuadamente para la solución de una amplia gama de problemas en diferentes disciplinas, entre los cuales la planificación predial es uno más de ellos. Tales problemas en general tienen en común las siguientes características:

- *Existencia de un amplio rango de actividades o alternativas posibles de ser seleccionadas.*
- *Variadas restricciones condicionan dicha selección.*
- *Existencia de un objetivo específico que puede ser cuantificado, por ejemplo, utilidades o costos.*

Debido a esto, como se verá más adelante, esta técnica ha sido extensamente utilizada no sólo en la búsqueda de la óptima combinación de actividades o rubros de producción dentro del predio, sino también en muchas otras aplicaciones en el ámbito agropecuario.

Aplicación de la Programación Lineal en Problemas de Planificación Predial

Con el objeto de ilustrar el uso de la programación lineal para apoyar la toma de decisiones en problemas de planificación, se planteará un ejemplo sencillo.

Antes, sin embargo, es conveniente considerar que a diferencia del desarrollo de presupuestos, esta técnica, además de programas computacionales específicos, requiere cierto grado de conocimiento en el uso de los mismos, así como también en la formulación del problema e interpretación de los resultados. Por tal razón, el presente ejemplo no podrá ser desarrollado por el lector, sin embargo, a través de él se podrá tener una idea de la utilidad de la programación lineal para apoyar la toma de decisiones.

• *Pasos a seguir en la solución de un problema*

1. **Definición del problema y determinación de objetivo.** En este caso el problema estará representado por la necesidad de determinar un plan de producción que satisfaga el objetivo propuesto. El objetivo propuesto para este ejemplo será la maximización de las utilidades prediales.
2. **Definición de actividades.** Aquí se debe definir el conjunto de actividades o rubros de producción que se quieran analizar para la elaboración de un determinado plan de producción. Por ejemplo, para un caso determinado estas actividades podrían ser, trigo, papas, crianza, engorda, etc. Para cada actividad se debe contar con información referente a costos, rendimientos, ingresos, coeficientes técnicos, requerimientos de mano de obra, etc.

Las actividades deben ser expresadas en base a una unidad (hectárea, cabeza, horas, etc.). La mantención de registros y/o presupuestos por rubro es importante para proveer la información requerida. Para el ejemplo que se planteará, se considerarán las actividades detalladas en el Cuadro 8, el cual además incluye los respectivos márgenes brutos y requerimientos de mano de obra estimados.

Cuadro 8. Resumen de actividades consideradas

Actividad	Margen Bruto (\$/ha)*	Requerimiento mano de obra Marzo - Junio (JH/ha)*
Trigo	200.000	1,6
Papas	550.000	65
Remolacha	450.000	44
Engorda (2 novillos/ha)	65.000	3
Crianza (13 vacas/ha)	35.750	2

*Los valores señalados son estimaciones

3. Identificación de recursos y restricciones de producción. Se debe tener claridad con respecto a la disponibilidad de recursos de producción. Por ejemplo: superficie, mano de obra, equipos, capital de operación, etc. También es importante definir las posibles restricciones de producción, las cuales por un lado estarán dadas por la disponibilidad de los recursos, pero también éstas pueden incluir restricciones específicas expuestas por el productor. Ejemplo de esto último, podría ser la imposición de un tiempo máximo dedicado al predio, o el deseo de no contratar más mano de obra que la actual, la inclusión obligada de algún rubro, la limitación de otro, etc. En otras palabras, se deben considerar todas las posibles limitantes que se quieran incluir. De esta forma, el resultado considerará tales restricciones y, en consecuencia, el plan obtenido se enmarcará dentro de las mismas.

Los recursos y restricciones asumidas en este ejemplo son las siguientes:

- Superficie total disponible: 100 hectáreas, de las cuales, 50 hectáreas sólo serían aptas para ganadería.
- Superficie mínima remolacha (por contrato): 8 hectáreas.
- Máxima cantidad de mano de obra permanente disponible en período marzo-junio: 244 JH.
- Máxima cantidad de mano de obra temporal disponible en período marzo-junio: 730 JH.

Para efectos demostrativos, la disponibilidad de mano de obra se especificó sólo para un determinado período del año (marzo-junio). En general, la disponibilidad de recursos debiera contemplar la disponibilidad total para el año. Dependiendo del tipo de problema que se analice, esta disponibilidad de recursos podrían ser más o menos detallada, pudiendo por ejemplo, ser expresada por mes o por el contrario simplificarla a sólo el total por año.

4. Construcción de una matriz o tabla. En ésta se representa el problema y contiene todos los elementos o variables que inciden en la solución del mismo. Para el ejemplo señalado, la tabla o matriz sería la siguiente:

Cuadro 9. Matriz de representación del problema

Recursos	Disponibilidad	Relación	Actividades					
			Trigo (1 ha)	Papas (1 ha)	Remolacha (1 ha)	Engorda (1 ha)	Crianza (1 ha)	Mano de obra (1 JH)
Máx. superficie (ha)	100	\geq	1,0	1,0	1	1	1	
Máx. mano de obra permanente (hr)	244	\geq	1,6	1,6	44	3	2	-1
Máx. mano de obra temporada (hr)	730	\geq				1	1	1
Superficie ganadera (ha)	50	\leq			1			
Min. superficie remolacha (ha)	8	\leq						
C			200.000	550.000	450.000	65.000	35.750	-4.830

Interpretación de la matriz:

Como se observa en el Cuadro 9, los recursos y restricciones son asociados con su disponibilidad, estableciéndose la relación de éstos con las respectivas actividades. Relaciones \geq indican que no se puede exceder la disponibilidad establecida, o sea la solución al problema podría contener como máximo la cantidad de recurso indicada. Signo \leq , señala que la solución al menos debe incluir la disponibilidad de recurso señalada. Signo = indica que la solución debe incluir exactamente la cantidad indicada. En el ejemplo, este último caso no fue considerado.

Los números bajo cada actividad indican la asociación de la misma con los recursos o restricciones. Así por ejemplo, cada actividad, para su desarrollo requeriría de superficie, en este caso 1 hectárea.

En el cuadro también se reflejan las restricciones impuestas en el caso de la remolacha y de la superficie no apta para cultivos. Aquí el signo de la relación es \leq , lo que implica que la solución a este problema debe incluir al menos 8 hectáreas de remolacha y ocupar la totalidad de las 50 hectáreas con alguna actividad ganadera. En otras palabras, se establece que la solución al problema jamás incluirá el uso de más de 50 hectáreas de cultivos.

pero teóricamente sí podría considerar más de 50 hectáreas dedicadas a engorda y/o crianza.

Se observa también la relación entre el recurso mano de obra permanente y los requerimientos del mismo para cada actividad. Al respecto, en la tabla se incluyó una actividad adicional (Mano de obra), la cual no es una actividad de producción propiamente tal, si no una actividad que permite la posibilidad de contratar mano de obra temporal. El número -1 que relaciona esta actividad con la disponibilidad de mano de obra permanente no indica que ésta requiera de mano de obra, si no que aportaría mano de obra en una cantidad determinada en caso que sea requerida. En términos simples, los valores -1 y 1 referidos a esta actividad señalan que existe la posibilidad de contratar mano de obra temporal; la que puede ser potencialmente ocupada por cualquier actividad de producción y que está limitada a una disponibilidad determinada.

Finalmente, en la última fila de la matriz (C), se incluyen los ingresos o costos asociados a cada actividad. Los primeros toman valores positivos y los costos negativos. En el ejemplo, la actividad (Mano de obra) representa un costo, por lo cual su valor tiene signo negativo; mientras el resto de las actividades representan ingresos con valores positivos.

Una vez que la matriz está completa, el siguiente paso es la confección del problema de modo que pueda ser resuelto por el programa computacional específico. Existen varios programas específicos diseñados para resolver problemas de esta naturaleza (ej. LINDO, LPWYE, GAMS, etc.). A pesar que todos éstos se basan en los mismos principios teóricos, cada uno tiene un formato diferente, el cual requiere que el problema sea formulado de forma específica en cada caso.

Análisis e Interpretación de Resultados

Los resultados que entrega la programación lineal son los siguientes:

1. Óptima combinación de actividades, incluyendo sus niveles de participación dentro del plan de producción. Esto se conoce como plan óptimo.
2. La máxima utilidad total, posible de obtener de acuerdo a la disponibilidad de recursos y restricciones de producción impuestas. Esta utilidad está en directa relación al plan óptimo.
3. Los valores marginales de producción de cada recurso o restricción que han sido completamente utilizados en el plan. Esto indica cuánto más agregaría a las utilidades totales, el aumento de una unidad extra de cualquiera de los recursos que hayan sido completamente utilizados y por lo tanto, estén limitando una mayor expansión de alguna actividad.
4. El cambio necesario en los márgenes de las actividades que no fueron incluidas en el plan óptimo, antes que puedan ser consideradas en el plan.
5. Las cantidades de recursos de producción que fueron utilizados. Se identifican las cantidades remanentes de recursos que fueron sólo parcialmente utilizados o inutilizados por el plan propuesto.
6. Los valores límites entre los cuales los márgenes de las actividades incluidas en el plan óptimo podrían aumentar o disminuir, antes que estas dejen de ser consideradas dentro del plan y una nueva solución o plan sea requerido.

De acuerdo a esto, los resultados para el ejemplo planteado serían los siguientes:

1. Óptima combinación de actividades:

La óptima combinación de actividades estaría representada por 32,5 hectáreas de trigo y 17,5 hectáreas de remolacha. Es decir, el plan sugiere ocupar toda la superficie apta para cultivos (50 hectáreas), y sólo con estas dos actividades. Se observa además, que el plan incluyó una superficie de remolacha mayor a la mínima establecida (8 ha), lo cual no infringe la restricción impuesta. El plan también incluiría la engorda en las 50 hectáreas sin aptitud para cultivos y además contempla la contratación de toda la mano de obra temporal disponible para el período marzo-junio.

2. Utilidades:

Este conjunto de actividades representaría una utilidad total de \$ 141.110.892. Esta sería la máxima utilidad posible de obtener de acuerdo a la disponibilidad de recursos y restricciones de producción impuestas.

3. Valores marginales de los recursos:

En este caso, la superficie apta para cultivos tendría un valor marginal de \$ 190.566. Esto significa que la adición de una hectárea extra destinada a cultivos incrementaría las utilidades totales en esta cantidad. El otro valor marginal de recurso correspondió a la mano de obra permanente y temporal, con \$ 5.896 y \$ 1.066 respectivamente por cada JH. El conocer estos valores sirve para saber hasta cuánto se podría pagar por contar con una unidad adicional de recurso.

4. Aumento de márgenes requeridos para actividades no incluidas:

El plan no contempló la inclusión de papas ni crianza, las cuales tenían márgenes brutos de \$ 550.000 y \$ 35.700, por hectárea respectivamente. En tal sentido, la óptima solución señala que en el caso de las papas, se requeriría un margen bruto de al menos \$ 573.820/ha para considerar la inclusión de esta actividad y en el caso de la crianza, este valor debiese ser superior a los \$ 59.100/ha.

5. Cantidad de recursos no completamente utilizados:

Para este ejemplo todos los recursos existentes serían utilizados en su totalidad.

6. Variación máxima permitida de los márgenes de actividades:

En el caso del trigo su margen bruto por hectárea (\$ 200.000) podría caer hasta \$ 51.850 y aún esta actividad sería considerada en los mismos niveles dentro del plan óptimo. Una disminución mayor podría significar que la actividad debiese disminuir su nivel de inclusión o ser eliminada completamente y ser reemplazada por otra. Por el contrario, su margen bruto podría subir hasta \$ 245.200, sin que cambie su nivel de inclusión. Sobre este margen la superficie destinada a trigo sería mayor. Las variaciones de ingreso permitidas para remolacha (\$ 450.000/ha), fueron \$ 434.000/ha y \$ 1.442.320/ha respectivamente, mientras que para engorda (\$ 65.000/ha), estos valores fueron \$ 41.590/ha y \$ 208.254.

Conviene señalar que, aunque las variaciones mencionadas en cada caso no significarían un cambio en el plan, las utilidades totales disminuirían o aumentarían de acuerdo a si los márgenes experimentan reducciones o incrementos.

Aunque el ejemplo ilustrado es bastante simple, se aprecia que la información generada por la programación lineal es de gran utilidad. Problemas de planificación mayores, incluyendo muchas más variables y más restricciones, se pueden resolver de la misma forma.

También es posible introducir información mucho más detallada, respecto a las actividades. Por ejemplo, incluir directamente en la matriz los coeficientes técnicos de rendimientos y requerimientos de recursos para cada actividad, incluir los precios de venta de cada producto en forma directa y no simplificada, como es el caso de considerar los márgenes brutos de cada actividad, asociar factores de riesgo, etc. Esto obviamente sofisticaría la construcción de la matriz, pero al mismo tiempo permite hacer un análisis más fino de la incidencia de las variables técnicas y económicas, que influyen en la determinación de un plan óptimo de producción.

Al respecto una de las características de la programación lineal es que permite estimar rápida y confiablemente el efecto de posibles cambios sobre cualquier variable que se desee, generando un nuevo plan. Esto se denomina análisis de sensibilidad. Por ejemplo, este análisis permite estimar qué sucedería si suben o bajan los precios o rendimientos de una determinada actividad, si se modifican las restricciones impuestas, o cambia la disponibilidad de recursos, o cualquier combinación de cambios que se desee evaluar.

Algunas Aplicaciones de la Programación Lineal en Agricultura

A pesar que, salvo algunas excepciones en nuestro país, el uso de esta tecnología ha estado restringida al ámbito académico y de investigación, dadas las características que presenta la programación lineal, su uso en la solución de problemas relacionados con la agricultura ha abarcado una amplia gama de tópicos en el resto del mundo.

Así, además de ser ampliamente usada para la planificación predial, se ha utilizado por ejemplo, en la identificación de sistemas óptimos de producción para distintos rubros en diferentes escenarios económicos y ambientales, en la evaluación del posible impacto de políticas sectoriales sobre ingresos y técnicas de producción, elaboración de programas de eliminación y reemplazos en lecherías, la identificación de raciones de mínimo costo, la óptima rotación de cultivos, diseño y análisis de planes de inversión, identificación de temas prioritarios de investigación, determinación de sistemas óptimos de riego, etc.

La lista de áreas y tipos de problemas en las cuales se ha aplicado esta técnica es enorme, demostrando a través de su uso, ser una de las herramientas más útiles para apoyar la toma de decisiones.

Consideraciones Generales

1. Al igual que para cualquier técnica de planificación, la cantidad, tipo y calidad de la información con que se cuente para estructurar el conjunto de actividades posibles y recursos disponibles es de vital importancia. Consecuentemente, los resultados generados serán tan confiables como la información utilizada para obtenerlos.
2. A pesar de la gran utilidad que representa esta herramienta en la toma de decisiones, su empleo requiere de experiencia y conocimientos específicos en el tema, lo cual, en gran medida limita su uso a nivel de productores. En tal sentido, en algunas universidades así como en el INIA, existen especialistas que pueden asesorar en esta área.
3. Como para cualquier otra técnica, los resultados que genera la programación lineal deben ser analizados cuidadosamente, sin perder de vista, que aunque de mucho valor, son sólo una ayuda más para orientar la toma de decisiones.

V. LITERATURA SUGERIDA

1. Barnard, C.S. and Nix, J.S. 1994. Farm Planning and Control. Cambridge University Press, Cambridge. 600 p.
2. Dent, J.B., Harrison, S.R. & Woodford, K.B. 1986. Farm Planning with Linear Programming Concept and Practice. Sydney: Butterworths. 111 p.
3. Giles, T. and Stansfield, M. 1990. The Farmer as Manager. (Second Edition), CAB International. 258 p.
4. Fundación Chile, Programa Gestión Agropecuaria. 2000. Manual de Criterios Comunes para el Control de Gestión en Empresas Agropecuarias.
5. Hazell, P. and Norton, R. 1986. Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture. New York: Macmillan Publishing Company.
6. Kay, R.D. 1986. Farm Management Planning, Control and Implementation. (Second Edition), McGraw-Hill Book Company. 397 p.