

DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE DESARROLLO TECNOLOGICO

OSCAR A. DUARTE TORRES¹



Contenido

Resumen

Objetivo

Introducción

Fases para el diseño de alternativas de desarrollo tecnológico

1. Identificación de objetivos
2. Evaluación ex-ante de alternativas
 - 2.1 Identificación y selección de alternativas
 - 2.2 Factibilidad de las alternativas seleccionadas, a nivel del sistema de producción

Bibliografía

Anexo

Resumen

El diseño de alternativas de desarrollo tecnológico es el proceso a través del cual el grupo de investigadores explora diferentes propuestas para la construcción de sistemas de producción más eficientes desde el punto de vista físico-biológico, económico y energético, con el fin de mejorar la función objetivo del productor y de la región.

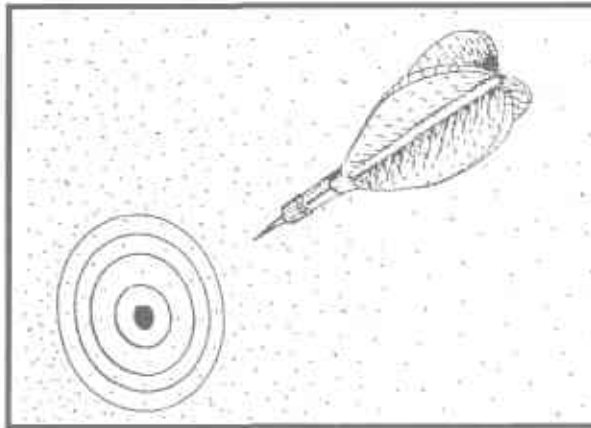
El proceso debe sustentarse en la experiencia del equipo técnico y en el análisis y síntesis de la información recolectada por fuentes secundarias, la información diagnóstica del proceso de caracterización y en el análisis de los resultados previos de investigación (inventario tecnológico).

Antes de probar a nivel de campo las alternativas seleccionadas, debe obtenerse información anticipada (análisis de factibilidad) de los efectos de la tecnología sobre los distintos componentes y la función objetivo del sistema de producción, considerando los criterios de los investigadores y productores a quienes va dirigida la tecnología.

Debido a lo complejo que pueda resultar el análisis de factibilidad a nivel de todo el sistema de producción, éste debe apoyarse en la construcción de modelos y en la utilización de herramientas computacionales, programación lineal, etc. El uso de modelos y herramientas facilita al equipo de investigadores el ordenamiento de la lógica mental que éste se forma alrededor de la toma de decisiones de los productores, antes de plantear estrategias de intervención para la evolución o reestructuración del sistema de producción. El diseño de alternativas debe generar un plan de trabajo para orientar la elaboración y ejecución de un proyecto.

* Alternativa: Cada una de las cosas entre las cuales se opta. Diccionario de la Lengua Española. Vigésima primera edición. Madrid, 1992.

¹ Zoot., M. Sc. Sistemas de Producción. Programa Nacional Agroecosistemas, Subdirección de Sistemas de Producción. CORPOICA CI-Tibatátá.



Objetivo

El estudio de esta secuencia facilitará el desarrollo de habilidades en el manejo de metodologías y herramientas para el diseño de alternativas que propicien el desarrollo tecnológico de los sistemas de producción.

Introducción

El análisis de la información obtenida en el proceso de caracterización le facilita al grupo de investigadores identificar las principales ineficiencias y potencialidades de los sistemas de producción, sus causas y consecuencias, generando criterios para proponer cambios en la estructura y función de éstos.



La identificación de los posibles cambios, o diseño de alternativas de desarrollo tecnológico, es un proceso intermedio entre la caracterización de los sistemas de producción y la formulación y ejecución de un proyecto. En el proceso metodológico para el diseño de alternativas, el grupo de investigadores analiza y evalúa diferentes opciones tecnológicas, a partir de la tecnología y el conocimiento ya generados, con el objeto de proponer mejoras a los sistemas de producción a nivel local y regional.

Por ser un proceso de planeación, el diseño de alternativas de desarrollo tecnológico sigue algunos de sus principios (Romero, *et al.*, 1994).

- **Principio de unidad:** el diseño de alternativas debe estar integrado con todo el conjunto de un plan o programa.
- **Principio de prevención:** durante el diseño de alternativas tecnológicas se formula

sistemática y ordenadamente un conjunto de decisiones que orienta una acción futura, lo cual posibilita la elaboración de un plan que facilita anticiparse al futuro.

- **Principio de equilibrio:** el diseño de alternativas debe guardar estrecha relación con la coherencia y compatibilidad interna de actividades, recursos y el desarrollo regional e institucional.
- **Principio de ejecutabilidad:** el diseño de alternativas se sustenta en la realidad (caracterización), permitiendo que se lleven a cabo planes que respondan a condiciones existentes y, por tanto, que sean ejecutables.
- **Principio de participación:** el diseño de alternativas es por esencia un proceso participativo. Todos los investigadores involucrados en este proceso deben estar articulados de tal manera que cada uno cumpla con su labor sin interferir la del otro, pero teniendo presente los objetivos del equipo.



El diseño de alternativas de desarrollo tecnológico es un proceso que contempla las siguientes fases:

1. Identificación de objetivos
2. Evaluación ex-ante de las alternativas, (Identificación y selección de alternativas y factibilidad de estas alternativas).

Cada una de estas fases es objeto de discusión en la presente secuencia, en sus aspectos conceptuales y metodológicos, de suerte que sirvan para orientar al equipo de investigadores en el diseño de alternativas de

desarrollo tecnológico que permitan reducir o eliminar las principales limitantes y potencializar las principales fortalezas detectadas en el proceso de caracterización de los sistemas de producción.

Mediante el diseño de alternativas de desarrollo tecnológico, se logra un mejor uso y combinación de los recursos y factores de producción, con el objeto de buscar soluciones a los principales factores limitantes y potencializar las fortalezas del sistema, para así mejorar la función objetivo de los productores.

FASES PARA EL DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

1. Identificación de objetivos

La identificación de objetivos debe centrarse en la búsqueda de situaciones deseadas, relacionadas con propósitos que respondan tanto a necesidades y aspiraciones de la población beneficiaria (Medina *et al.*, 1994) como al desarrollo regional. Para ello es necesario contar con información sobre los principales problemas y potencialidades de los sistemas productivos y estimaciones de los recursos requeridos.

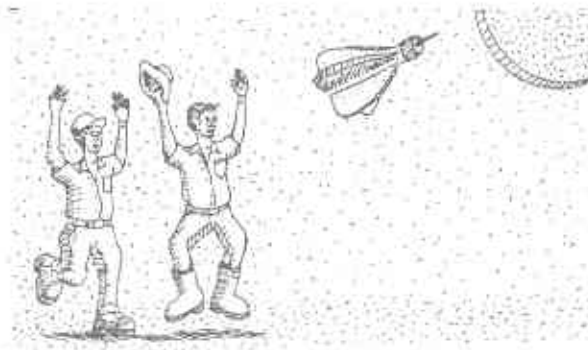
Con base en esta información, el grupo de investigadores construye hipótesis de trabajo relacionadas con el desarrollo tecnológico (Escobar, 1993). Para la construcción de estas hipótesis, el equipo debe tener en cuenta que las unidades de explotación agropecuaria es-

tán integradas con los niveles locales y regionales y con otros sectores de la economía. Por tanto, el equipo debe relacionar cómo responden en forma particular estas unidades productivas a sus propios objetivos y cómo contribuyen al desarrollo regional.



Las hipótesis deben apoyarse en información actualizada y confiable sobre cuatro factores productivos primarios, en los cuales se basa cualquier unidad de producción agropecuaria.

- **Tierra o recurso físico:** además de las áreas de terreno, aquí se involucran aspectos medio ambientales (aire, agua, suelo, entre otras) y factores relacionados con su ubicación (por ejemplo, respecto a núcleos de población).
- **Recurso humano o mano de obra:** es el que está disponible tanto a nivel del predio como a nivel regional.
- **Capital:** incluye recursos financieros y el capital ya invertido en instalaciones, maquinaria, tecnología, capacitación, entre otras.



- **Gestión o administración:** condición necesaria para convertir estas unidades productivas en empresas.

Los objetivos suministran dirección y son la base para el proceso de seguimiento y evaluación. El planteamiento de objetivos medibles, precisos y pertinentes con el ámbito del proyecto señalan el rumbo y destino de las acciones que deben realizarse para lograr lo propuesto en el proyecto.



Tomando como base los problemas identificados en la fase de análisis y priorización de problemas, y sus relaciones de causa-consecuencia (árbol de problemas de la Secuencia 1), los objetivos pueden identificarse a través de la construcción de un nuevo árbol. Este se construye básicamente haciendo positivos (situación deseada) los factores adversos detectados (figura 1).

La construcción de este árbol permite identificar diferentes niveles de objetivos y fijar los límites de acción y compromisos del proyecto:

- ✓ **Propósito (objetivo específico):** aquel que puede ser alcanzado totalmente mediante la ejecución del proyecto. Es decir, fija el nivel máximo de compromiso de la entidad ejecutora. Está relacionado con la solución del problema prioritario.

- ✓ **Finalidad (objetivo general):** identifica aquel nivel de objetivos al cual se contribuye, pero sin ser compromiso único del proyecto. Son aquellos objetivos ubicados en niveles superiores del propósito.

- ✓ **Productos (objetivos inmediatos):** son logros que se espera generar como resultado de la ejecución de las actividades planeadas. En el árbol, los productos están ubicados en niveles inferiores del propósito y son necesarios para alcanzarlo.

En este momento, el equipo puede identificar otros productos que no se habían tenido en cuenta en el árbol.

Mientras un equipo puede identificar como propósito el incremento en el rendimiento en panela, otro lo puede identificar a nivel de la eficiente extracción de los jugos. (Figura 1)

El criterio del equipo de investigación y su capacidad técnica y operativa, son los elementos que definen a qué nivel se puede ubicar el propósito del proyecto.

El diseño de alternativas de desarrollo tecnológico debe iniciar con la definición de objetivos realistas y compatibles con la situación que se quiere mejorar.

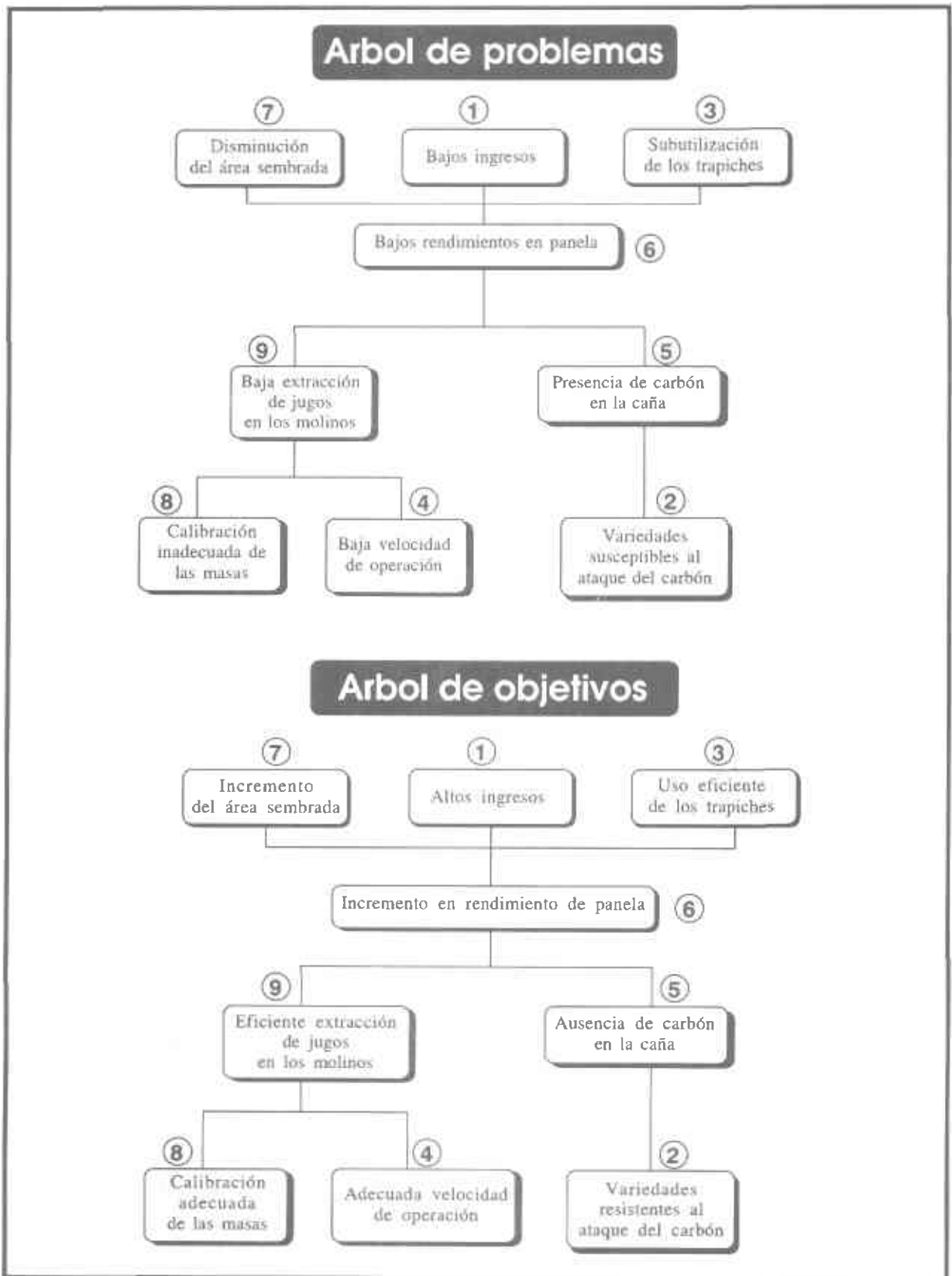


Figura 1. Identificación de objetivos a partir del árbol de problemas.

2. Evaluación ex-ante de alternativas de desarrollo tecnológico

2.1 Identificación y selección de alternativas

Formulada la situación deseada, se procede a identificar y seleccionar las alternativas de desarrollo tecnológico que permitan el logro del propósito identificado por el equipo de investigación.

Para identificar estas alternativas se debe revisar y analizar el estado del arte a nivel local, regional y nacional. De esta manera se traza un marco que orienta sobre el requerimiento de ajustar o validar tecnologías o la necesidad de generarlas.

Después, se procede a seleccionar las alternativas, teniendo en cuenta uno o varios de los siguientes criterios (Romero *et al.*, 1994):

- **Alternativas de óptimo físico-biológico (productivas):** aquellas relacionadas con las condiciones biofísicas de la finca y la región (clima, suelo, agua, topografía, entre otras).
- **Alternativas de óptimo económico (competitivas):** basadas en la búsqueda de relaciones que tengan que ver con la minimización de costos y maximización de beneficios. Se debe tener presente que no siempre el óptimo económico coincide con el físico-biológico.



Es importante que en esta selección se tengan en cuenta las relaciones entre lo micro y lo macroeconómico. Por ejemplo, el equipo de investigadores debe relacionar el impacto de medidas a nivel local, regional, nacional o internacional (política de precios, tasas de cambio, tasas de interés, entre otras) con las decisiones que pueden tomar los productores en sus unidades productivas. Y viceversa, es decir, cómo las alternativas tecnológicas desarrolladas en la finca pueden influir sobre decisiones de los niveles jerárquicos superiores (disminución del precio de mercado de un producto debido a sobreoferta, aumento del costo del jornal por mayor demanda de mano de obra en tecnologías mejoradas, entre otras). Las relaciones micro-macro son elementos técnicos y de política que contribuyen a un diseño de alternativas con mayores posibilidades de adopción a nivel del sistema de producción, al tiempo que facilitan la inserción de las actividades agrícolas en las economías nacionales (Escobar, 1993).

- **Alternativas de óptimo social (equitativas):** buscan resultados en aspectos relacionados con la diferenciación de roles, el acceso y control de los recursos productivos, la distribución de beneficios, entre otros. Incluyen, por ejemplo, la perspectiva y la diferenciación por género y edad, el equilibrio en beneficios entre productores y consumidores, y entre productores grandes y pequeños.



- **Alternativas de óptimo ecológico (sostenibles):** buscan mantener la capacidad productiva con el menor deterioro del recurso natural. Este óptimo puede lograrse al establecer un balance entre el uso potencial y actual del suelo.

La utilización de un instrumento como la matriz de selección de alternativas permite reducir el número de posibles soluciones a partir de los criterios planteados anteriormente (Medina *et al.*, 1994). La matriz es un formato de doble entrada en cuyas filas se ubican las distintas alternativas identificadas y en las columnas los diferentes descriptores relacionados con los criterios que se consideren importantes y pertinentes, como por ejemplo productividad, competitividad, sostenibilidad y equidad (cuadro 1).

Para diligenciar la matriz de selección de alternativas se propone proceder de la siguiente manera:

- 1. Consignar** las diferentes **alternativas** en las filas.
- 2. Establecer y priorizar los criterios con los respectivos descriptores.** Se recomienda como máximo cinco descriptores por criterio (el anexo 1 presenta algunos descriptores de los criterios de sostenibilidad, competitividad, productividad y equidad).

- 3. Cuantificar el efecto de las diferentes alternativas sobre el descriptor.** Se evalúa **verticalmente** de qué manera las alternativas afectan a un descriptor, proporcionando en cada casilla una calificación de acuerdo con la siguiente escala propuesta (el equipo de investigación puede definir su propia escala).

- 30 a -21 = la alternativa afecta negativa y fuertemente al descriptor
- 20 a -11 = la alternativa afecta negativa y medianamente al descriptor
- 10 a -1 = la alternativa afecta negativa y levemente al descriptor
- 0 = la alternativa no afecta al descriptor
- 1 a 10 = la alternativa afecta positiva y levemente al descriptor
- 11 a 20 = la alternativa afecta positiva y medianamente al descriptor
- 21 a 30 = la alternativa afecta positiva y fuertemente al descriptor

Como se pretende comparar el efecto relativo de las distintas alternativas sobre un determinado descriptor, **NUNCA** debe entenderse la calificación de manera horizontal.

Cuadro 1. *Formato de matriz de selección de alternativas de desarrollo tecnológico*

Propósito _____

CRITERIOS											
Alternativa	Productividad				Competitividad		Sostenibilidad		Equidad		Resultados

La cuantificación del efecto de diferentes alternativas sobre un descriptor se continúa para cada uno de ellos, hasta completar la matriz. Por último, se halla el resultado de la suma algebraica para cada alternativa (cuadro 2).

4 Ponderación de los descriptores. Las alternativas con mayores puntajes presentan una ventaja relativa sobre las demás para ser seleccionadas, como por ejemplo, las alternativas de uso de residuos de cosecha y de leguminosas nativas. Sin embargo, antes de tomar esta decisión se recomienda someter los criterios a una ponderación, con el fin de darle mayor peso a aquellos más relevantes y relacionados con el propósito. Esta ponderación se puede hacer sobre una base del 100%. Luego de acuerdo con el criterio del equipo de investigadores, se distribuye el porcentaje asignado entre los diferentes descriptores.

En el ejemplo en consideración, el equipo de investigación decidió asignarle el 50% del peso de las variables a los descriptores de competitividad (aumento de ingresos y disminución de costos, distribuidos de manera uniforme entre los dos), 35% a los descriptores de productividad (mayor producción de carne y leche, 20%, y mayor número de terneros 15%), 10% al descriptor de equidad y un 5% al descriptor sobre sostenibilidad (cuadro 3).

Al ponderar los descriptores, las alternativas con mayores puntajes, y por ende con mayor ventaja para ser seleccionadas, serían la evaluación de leguminosas nativas y mejoradas, señalando que mediante este proceso de ponderación es posible que se involucren alternativas que originalmente no fueron tenidas en cuenta (la alternativa 3) o que se cambie el orden de prioridad (la alternativa 2 está ocupando el primer lugar).

Cuadro 2. Ejemplo de matriz para seleccionar alternativas de desarrollo tecnológico

Propósito: establecer un sistema de alimentación de bovinos doble propósito en época seca.

Alternativas	Productividad		Competitividad		Equidad	Sostenibilidad	Total
	Producción carne/leche	Producción terneros	Aumento ingresos	Disminución costos	Disponibilidad mano obra	Reducción contaminación	
1. Evaluación de residuos de cosecha	14	17	21	-10	-9	28	61
2. Evaluación de leguminosas nativas	18	14	23	-8	-8	20	59
3. Evaluación de leguminosas mejoradas	24	20	26	-17	-15	18	56
4. Evaluación de gramíneas y leguminosas	28	24	28	-25	-21	10	44
5. Evaluación henificación de pastos	20	26	22	-27	-23	8	26
6. Evaluación de Ensilaje de pastos	22	24	23	-28	-25	8	24

Cuadro 3. Ejemplo de matriz para seleccionar alternativas de desarrollo tecnológico, ponderando los descriptores
Propósito: establecer un sistema de alimentación de bovinos doble propósito en época seca.

Alternativas	Productividad 35%		Competitividad 50%		Equidad 10%	Sostenibilidad 5%	Total *(100%)
	Producción carne/leche *(20%)	Producción terneros *(15%)	Aumento ingresos *(25%)	Disminución costos *(25%)	Disponibilidad mano obra *(10%)	Reducción contaminación *(5%)	
1. Evaluación de residuos de cosecha	14 (2.8)	17 (2.5)	21 (5.2)	-10 (-2.5)	-9 (-0.9)	28 (1.4)	(8.6)
2. Evaluación de leguminosas nativas	18 (3.6)	14 (2.1)	23 (5.7)	-8 (-2.0)	-8 (-0.8)	20 (1.0)	(9.6)
3. Evaluación de leguminosas mejoradas	24 (4.8)	20 (3.0)	26 (6.5)	-17 (-4.2)	-15 (-1.5)	18 (0.9)	(9.4)
4. Evaluación de gramíneas y leguminosas	28 (5.6)	24 (3.6)	28 (7.0)	-25 (-6.3)	-21 (-2.1)	10 (0.5)	(8.4)
5. Evaluación de henificación de pastos	20 (4.0)	26 (3.9)	22 (5.5)	-27 (-6.7)	-23 (-2.3)	8 (0.4)	(4.7)
6. Evaluación de ensilaje de pastos	22 (4.4)	24 (3.6)	23 (5.7)	-28 (-7.0)	-25 (-2.5)	8 (0.4)	(4.6)

* = valor de ponderación
Entre paréntesis, el resultado de multiplicar el valor de escala por el valor de ponderación

2.2 Factibilidad de las alternativas seleccionadas a nivel del sistema de producción



El análisis de factibilidad busca obtener información anticipada sobre los efectos que pueda tener la alternativa tecnológica seleccionada sobre todo el sistema de producción y de éste con su entorno (por ejemplo: reordenamiento de los factores productivos, nivel máximo de producción que no conlleve una reducción de precios). Se busca analizar el grado de compatibilidad de la propuesta con la estructura existente y los cambios que se causarían en esa estructura si las recomendaciones fuesen aceptadas.

A continuación se mencionan algunos criterios de factibilidad, aplicables a nivel de todo el sistema de producción (Escobar, 1993):

- Comparación del requerimiento real y esperado de la tecnología propuesta con relación a los factores limitantes.
- Cálculo de costos por la reestructuración productiva que haya que hacer en el sistema de producción.
- Los riesgos agronómicos y económicos en que se incurra por la adopción de la alternativa.
- Posibles efectos de nuevas o mejores líneas de producción sobre volúmenes de comercialización.

Debido a lo complejo que puede resultar el análisis de factibilidad a nivel de todo el sistema de producción, se justifica la construcción de modelos, los cuales hacen posible el estudio de ciertas interacciones de actividades que por su complejidad, serían muy difíciles de aislar en la realidad (Gutiérrez-Alemán, 1986).

Un modelo es una abstracción de la realidad. Un modelo matemático permite reducir la realidad a expresiones de relación numérica. El modelo matemático busca simular la toma de decisiones en la unidad de producción, con respecto a la función objetivo, definida esta como aquella situación deseable para los productores. Esta debe estar sujeta a limitaciones económicas, sociales, tecnológicas, entre otras, impuestas por las características del sistema.



La programación lineal es un modelo de simulación que determina matemáticamente la maximización o minimización de la función objetivo.

A continuación se presenta un ejemplo (adaptado de Hardaker, 1975) para ilustrar el uso de la programación lineal en el análisis de factibilidad.

EJEMPLO

Consideremos un grupo de fincas que comparten las siguientes características: 10 ha de superficie (aptas para sembrar maíz y frijol), 585 jornales/semestre como mano de obra disponible y \$2'000.000/semestre de capital. Los requerimientos para sembrar 1 ha de maíz son 55 jornales y \$ 230.000 de capital, mientras que para sembrar frijol se requieren 124 jornales por cada ha y \$330.000. El ingreso neto por ha de maíz (Función objetivo) es \$85.000 y por frijol \$176.000. De acuerdo con las características regionales del mercado, existe un alto riesgo de deprimir los precios del frijol si estas fincas siembran más de 4 hectáreas con frijol.

La figura 2 representa gráficamente las diferentes posibilidades de producción del grupo de fincas considerado, obtenidas a través de la programación lineal.

En dicha figura, la línea **superficie** señala las diferentes posibilidades de uso del recurso tierra (10 ha) con los dos cultivos; es

decir, si se siembran 10 ha de maíz, la única posibilidad es sembrar 0 ha de frijol.

La línea **capital** muestra que con el dinero disponible podrían sembrarse como máximo 6.0 ha con frijol u 8.7 ha con maíz y la relación de la superficie que se podría cultivar al combinar los dos cultivos, utilizando el capital disponible.

Los extremos de la línea **mano de obra** indican el número máximo de hectáreas que podrían sembrarse con frijol (4.7 ha) y en maíz (10.6 ha), a partir de los jornales disponibles. A lo largo de esta línea se representa la manera como podría repartirse esa mano de obra para manejar diferentes áreas de terreno con los dos cultivos.

La línea **restricción frijol** muestra que de este cultivo deberían sembrarse como máximo 4 ha.

Sólo dentro de la zona sombreada (bajo la línea **ABCD**) es posible encontrar una solución factible, en el sentido que no es restringida por ninguno de los factores considerados; por ello se conoce como conjunto factible. A lo largo de la línea **AB**, el factor limitante es la restricción por frijol, mientras que a lo largo de la línea **BC** lo es la mano de obra y a lo largo de la línea **CD** lo es el capital. Ahora bien, el punto de optimización del uso de recursos, es decir, aquel donde se obtiene la mejor combinación en la siembra de áreas de los dos cultivos para obtener en este caso el mayor ingreso neto debería encontrarse a lo largo de la línea **ABCD** y se detecta calculando el ingreso neto para cada uno de los puntos **A**, **B**, **C** y **D** (cuadro 4). El mayor ingreso neto, al hacer la mejor combinación de los recursos disponibles, se obtiene al sembrar 5.2 ha de maíz y 2.4 ha de frijol (punto **C**).



Por lo sencillo del ejercicio anterior (solamente dos cultivos y cuatro restricciones) fue factible hallar el punto óptimo con la ayuda de

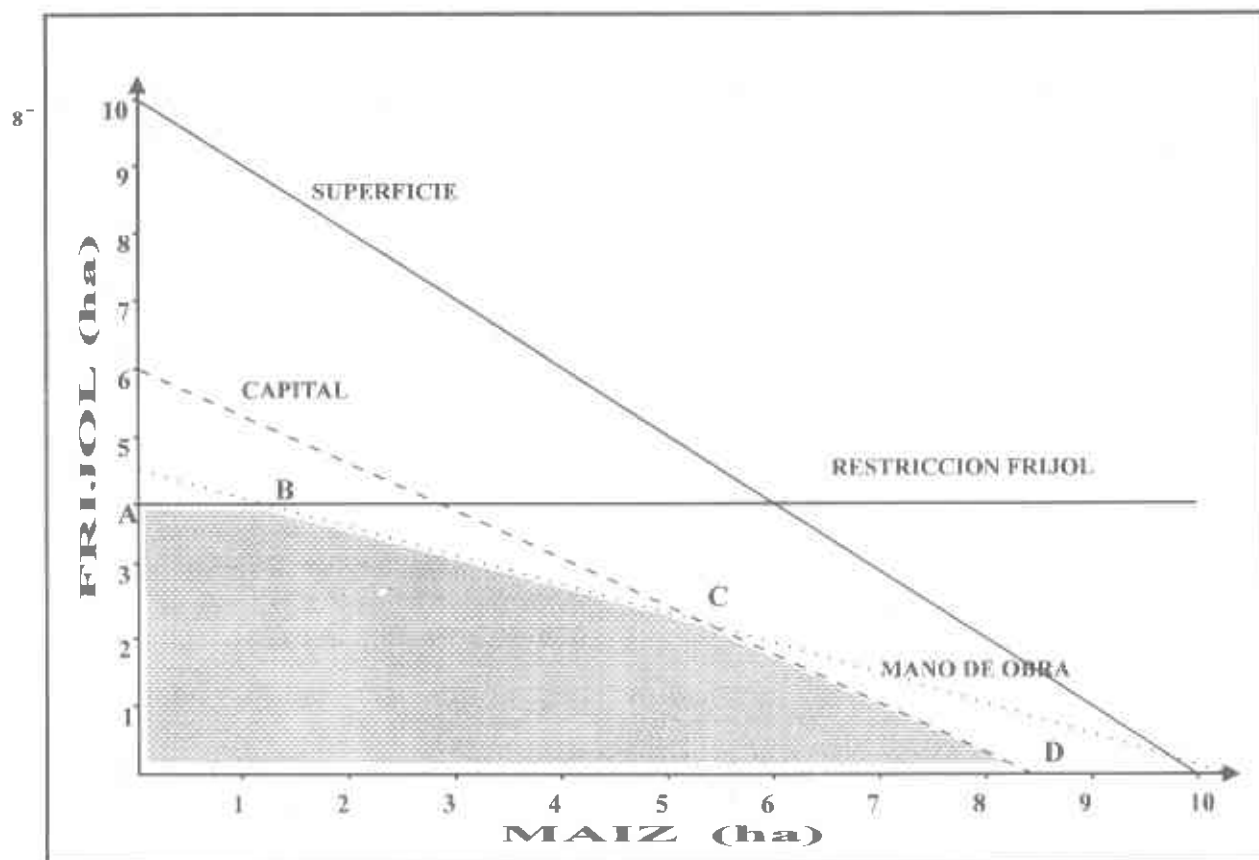


Figura 2. Representación de los factores de producción de un conjunto de fincas, obtenidas a través de la programación lineal

una calculadora manual. En casos complejos, con mayores posibilidades de actividades y un número mayor de restricciones, se requerirá el uso de programas de computador (por ejemplo BLP, LOTUS, QPRO entre otros).

Cuadro 4. Diferentes opciones del conjunto factible para encontrar el punto de máximo ingreso neto.

Plan	Maíz (ha)	Frijol (ha)	Ingreso neto (\$)
A	0	4.0	704.000
B	1.6	4.0	840.000
C	5.2	2.4	864.400
D	8.7	0	739.500

El modelo de programación lineal permite ejecutar análisis de sensibilidad frente a diferentes opciones, tales como mayor o menor disponibilidad de los factores de producción involucrados, cambios en la estructura de costos o modificación del precio de los productos (que afecta el ingreso neto). De la misma manera, el modelo de programación lineal permite comparar actividades con mejoras tecnológicas o sin ellas, y su resultado indica el tipo de cambios que deberían ocurrir en la estructura del sistema de producción, si la alternativa tecnológica fuese incorporada.

Finalmente, se mencionan algunas ventajas y limitaciones en el uso de la programación lineal como herramienta para el análisis de factibilidad de alternativas de desarrollo tecnológico (Rivera *et al.*, 1994).

Ventajas

- Se identifican aquellas acciones de desarrollo tecnológico de mayor impacto potencial inmediato y de mejores relaciones costo:-beneficio, orientando la definición de prioridades por parte del equipo investigador.
- Se obtiene una respuesta rápida estimada del resultado de la interacción de diversos factores, aspecto que por la vía experimental llega a ser inclusive imposible de ejecutar por el tamaño del diseño factorial que requeriría o por el número de años necesarios para su elaboración.
- Reducción en el costo de la experimentación y en el tiempo que deben invertir los investigadores a nivel de campo.

Limitaciones

- Como en todo proceso de simulación, se requiere de información disponible y confiable.
- La programación lineal supone linealidad, es decir, que si con 100 kg de fertilizante nitrogenado se cosechan 10 t de forraje verde, con 300 kg se cosecharán 30 t de forraje; lo cual en la realidad podría sobreestimarse, debido a la ley de los rendimientos decrecientes.
- No existe suficiente desarrollo metodológico para incluir variables de manejo o gestión (cualitativas). ■

*La evaluación ex-ante es un proceso que permite reducir los costos de la investigación y hacer más eficiente el uso del tiempo de los investigadores.
El análisis de factibilidad a nivel de sistema de producción puede ser tan complejo que justifica el uso de herramientas computacionales.*

Bibliografía

- ARDILA, V.; BONILLA, M.; CHAPARRO, O. 1994. *Módulos para la capacitación en gestión del SINTAP*. Módulo I *Caracterización y análisis participativo*. Ministerio de Agricultura de Colombia-CIAT, 90 p.
- ESCOBAR, G. 1993. *Marco conceptual del diseño de alternativas tecnológicas en proyectos de desarrollo agropecuario con enfoque de sistemas*. Primer Simposio de Investigación-Extensión en Sistemas Agrícolas en Latinoamérica. Quito, Ecuador, 3-5 de marzo de 1993, 18 p.
- HARDAKER, J. B. 1975. *Programación de granjas con computadoras*. Traducido del inglés por Benedicto Sanz Sanz. Editorial Acribia, (España). 168 p.
- GUTIERREZ-ALEMAN, N. 1986. *La modelación en la metodología de investigación en sistemas agropecuarios*. En: Informe de la VI Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal. Panamá, septiembre de 1985. CIID-IDIAP, pp 44-56 .
- MEDINA, B.; VELASQUEZ, I.; ARCILA, M. NARVAEZ, E. 1994. *Módulos para la capacitación en gestión del SINTAP*. Módulo II: *La planeación participativa*. Ministerio de Agricultura de Colombia-CIAT, 65 p.
- RIVERA, B.; DUARTE, O.; ESTRADA, R. 1994. *Evaluación de la experiencia de Corpoica en el análisis de sistemas de producción*. Documento presentado en el taller de planeación coordinado por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN). CIP, Lima, octubre 16-22.
- ROMERO, J.; VARGAS, L.; VILLAMIL, L.; LONDOÑO, R.; MURCIA, H.; VERA, V. 1994. *Elementos de planificación para el sector pecuario*. Empresa Editorial. Universidad Nacional de Colombia, 264 p.

ANEXO I			
Algunos descriptores de criterios de política (Adaptado de Ardila <i>et al.</i> , 1994)			
Descriptores de sostenibilidad	Descriptores de competitividad	Descriptores de equidad	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Biofísicos:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Disponibilidad de agua • Tala de bosques • Reincorporación de residuos orgánicos • Contaminación de suelo y agua • <i>Tecnológicos:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de producción • Desaparición de cultivos • Presencia de germoplasma natural • Situación fitosanitaria • Diversificación del uso del suelo • Rotación de cultivos • Biodiversidad • Control biológico • Dependencia de insumos externos • <i>Culturales:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Fragmentación de propiedades • Patrimonio cultural • Abandono de tierras 	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad • Calidad del producto • Estabilidad de precios • Valor agregado post-cosecha • Ingresos • Costos 	<ul style="list-style-type: none"> • Precios jornal urbano y rural • Acceso y control de recursos • Grado de organización comunitaria • Comparación de beneficios para productores y consumidores • Calidad nutricional de la familia • Distribución equilibrada del trabajo 	
	Descriptores de Productividad		
	<ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento/área - Rendimiento/animal - Producción total/ Costos Totales 		