

## El uso de herramientas cuantitativas en actividades de producción en el sector agropecuario

Rodrigo Posada Bernal<sup>1</sup>

### ■ Resumen

Tomar decisiones en el sector agropecuario es un proceso que comienza con identificar el problema y finaliza con poner en marcha una alternativa adecuada existiendo para ello diferentes herramientas cualitativas y cuantitativas que permitirán una elección racional. Se presenta el caso de Fertilizer S.A., una empresa que produce fertilizantes líquidos para plantas. Se aplica un modelo cuantitativo para la toma de decisiones, el cual evidencia la posibilidad de optimizar los recursos escasos que en cualquier producción participan, especialmente en las agropecuarias, donde el costo de los insumos es sumamente elevado y los márgenes de rentabilidad son muy estrechos.

**Palabras clave:** toma de decisiones, problemas, optimización, costos

## Use of quantitative tools in production activities for the agricultural and livestock sectors

### ■ Abstract

Choice making in agricultural and livestock sectors is a process that starts with the identification of the problem and finishes when an adequate alternative is established. For that purpose, several qualitative and quantitative tools are available, and they allow a rational election. The case of Fertilizer S.A. is presented as an example. It is a company devoted to produce liquid fertilizer for plants. A quantitative model for taking decisions is applied, evidencing the possibility of optimizing the scarce resources that participate in any production process, especially in those of the agricultural and livestock sectors, in which inputs are expensive and profitability rates are narrow.

**Key words:** Decisions, problems, optimization, costs.

<sup>1</sup> Magister en Ciencias de la Administración. Universidad EAFIT. e-mail: rposadab@ces.edu.co



## O uso de ferramentas quantitativas em atividades de produção no setor agropecuário

### ■ Resumo

A tomada de decisões no setor agropecuário é um processo começa com a identificação do problema e finaliza com a posta em marcha da alternativa adequada existindo para isso diferentes ferramentas qualitativas e quantitativas que permitirão uma eleição racional. Apresenta-se o caso de Fertilizer S.A., uma empresa dedicada à produção de fertilizantes líquidos para plantas. Aplica-se um modelo quantitativo para a tomada de decisões, o qual evidencia a possibilidade de aperfeiçoar os recursos escassos que em qualquer produção participam, especialmente nas agropecuárias, onde o custo dos insumos é sumamente elevado e as margens de rentabilidade são muito estreitas.

**Palavras importantes:** tomada de decisões, problemas, otimização, custos.

### ■ Introducción

El sector agropecuario debe estar regido por procesos que aseguren su eficiencia, su rentabilidad y, por consiguiente, la permanencia de los proyectos productivos a través del tiempo. Esto implica que la actividad productiva en este sector debe estar apoyada por herramientas cuantitativas que permitan tomar decisiones que aseguren el cumplimiento de las producciones deseadas y generen un alto nivel de utilidades.

Se entiende como proceso de toma de decisiones, todo aquel procedimiento que una persona debe realizar para poder solucionar un

problema. El problema debe ser interpretado como toda circunstancia que exige la elección de una alternativa, entre un cúmulo de posibles soluciones, enmarcada en un ambiente de incertidumbre y acompañada con un relativo grado de riesgo (Mathur 1996).

Específicamente, el proceso de toma de decisiones en el sector agropecuario debe entenderse como un sistema que integra factores endógenos y exógenos a una situación específica, y que, mediante la utilización de elementos interdisciplinarios, analiza y ofrece soluciones óptimas a los problemas analizados.

Dicho proceso de toma de decisiones comienza con la identificación del problema, labor que no es sencilla debido a la gran cantidad de variables que intervienen en la manifestación del problema, y finaliza con la puesta en marcha de la alternativa adecuada.

Uno de los errores más comunes en las decisiones empresariales consiste en no identificar el problema real; normalmente se actúa sobre las manifestaciones del problema, lo que genera acciones que, en forma temporal, ofrecen una solución, pero el problema continúa sin una solución eficiente y definitiva.

Es, pues, muy importante identificar el problema en forma correcta; pero tal vez es igual de importante dimensionar el problema desde el poder de acción del decisor (Bazerman 2001).

Desde esta perspectiva, los problemas pueden ser agrupados en dos grandes bloques: el primero de ellos está compuesto por una serie de problemas sobre los cuales no se tiene ninguna capacidad de acción; en este caso se dice que los problemas se encuentran en una zona de no-acción por parte del decisor, y esta incapacidad nos obliga a convivir con el problema. Por ejemplo, el riesgo de una guerra nuclear es un problema latente, sobre el cual no tenemos

los ciudadanos corrientes, ningún control o capacidad de acción. El segundo bloque está compuesto por aquellos problemas sobre los cuales se tiene capacidad de acción; en este caso podemos decir que los problemas se encuentran en una zona de acción por parte del decisor, y es sobre este tipo de problemas sobre los que se centra la temática de este ensayo.

Una vez identificado el problema sobre el cual se puede actuar, es necesario caracterizar el problema en forma correcta, para poder emprender las acciones que realmente lo solucionen.

Para tipificar un problema en forma correcta, es necesario identificar tres aspectos en el mismo: el detonante del problema, el evidenciador del problema y la manifestación del problema (Hammond 2001).

El detonante del problema es aquel elemento que en muchas oportunidades es muy sutil, que genera el problema, y es sobre el cual debe centrarse toda la acción administrativa, para poder solucionar verdaderamente el problema.

El evidenciador es el elemento, interno o externo al problema, que pone en forma manifiesta el problema. Este evidenciador es aquel que nos dice que efectivamente algo no está funcionando de acuerdo con los planes trazados, y que, por consiguiente, hay que hacer algo.

La manifestación del problema es lo que se percibe efectivamente del problema. Para poder percibir la manifestación del problema, es necesario poseer un parámetro que permita comparar lo percibido con lo propuesto, y determinar a partir de esta comparación la magnitud del problema, ya que es desde esta perspectiva desde donde se planea y se asumen estrategias.

Una vez que el problema ha sido perfectamente identificado, se debe pasar a la etapa de la

solución, lo cual exige la identificación de las posibles alternativas que puedan dar respuesta al problema.

En el planteamiento de las alternativas siempre tiene que estar presente la racionalidad del decisor, la cual nos dice que el decisor siempre buscará en su alternativa el beneficio individual o colectivo. El paso siguiente, y tal vez el más complejo, consiste en elegir la alternativa que en mejor forma soluciona el problema planteado. Para lograr, esto existen diferentes herramientas cualitativas y cuantitativas que permitirán una elección racional.

Cuando hablamos de racionalidad en las decisiones, es imprescindible determinar cuáles son las características que deben poseer las alternativas, para que la decisión tomada se revista de esta categoría. Una alternativa es racional, cuando cumple con las tres siguientes condiciones: que genere satisfacción a quien toma la decisión, que genere utilidad y que genere beneficio (Etzioni 1996).

Un aspecto importante que adquiere gran trascendencia en el estudio de las decisiones se refiere al comportamiento del decisor como tal. La forma como el individuo perciba su mundo y su entorno, y la manera como se desenvuelve en este determinan su actuar frente a la solución de problemas.

En un proceso de toma de decisiones podemos identificar tres tipologías de decisores, las cuales se clasifican según la información que requieran para analizar las alternativas, y según el tiempo que requieran para elegir la respectiva alternativa. Estas tipologías son: decisor analítico, decisor flemático y decisor sanguíneo (Hammond 2001).

El decisor analítico es aquel que requiere la información pertinente y suficiente para analizar las alternativas, y esta información es revisada



durante un tiempo prudencial; el decisor flemático es aquel que requiere un gran cúmulo de información para analizar las alternativas que se presenten, y adicionalmente necesita de un lapso sumamente amplio para tomar la decisión respectiva, y el decisor sanguíneo es aquel que requiere de muy poca información para analizar las alternativas, y requiere un tiempo mínimo para tomar la decisión correspondiente.

Ninguna de las tres tipologías enunciadas anteriormente es buena o mala por sí misma; su efectividad depende de una serie de competencias y condiciones que el decisor debe poseer, las cuales están enmarcadas dentro de la racionalidad de las personas, y estas son: la intuición, la deducción y el análisis.

La intuición es un sentimiento que no tiene soporte científico, pero que se nos presenta como una herramienta importantísima en el momento de optar por la alternativa adecuada. Es la percepción de la realidad intangible (Bazerman 2001).

La deducción es un proceso mental que nos permite anticiparnos a una realidad y hacer generalizaciones de variables y acciones similares. Por esto, en el proceso de toma de decisiones la información histórica es de gran importancia para recrear posibles desenlaces de situaciones presentes. Quien no conoce su historia está abocado a repetir los errores.

El análisis es otro proceso mental en el cual se manifiesta la capacidad del individuo de extraer de un cúmulo de información, las conclusiones relevantes para el proceso de decisiones que se evidencia.

Pasar del esquema mental a la acción real es el paso más difícil en el proceso de toma de decisiones; por esto, es necesario que una vez identificado el problema y planteadas las alternativas, este sea expresado en términos

cuantitativos, pues esta estructura implica por sí misma una acción concreta y medible. Es, pues, el primer reto que se plantea en la modelación de un problema. Para realizar la modelación y, por consiguiente, todo el proceso de solución nos basaremos en un ejercicio práctico, aplicado al sector agropecuario (Adaptado de Anderson 2004):

## ■ Caso Fertilizer S. A.

Fertilizer S. A. es una empresa que produce fertilizantes líquidos para acelerar la floración de las plantas.

Los fertilizantes que esta empresa produce se denominan: 10-15-10 y 15-10-15. El primer número del fertilizante indica el porcentaje de potasio que contiene un galón del producto, el segundo número indica el porcentaje de nitrógeno y el tercer número indica el porcentaje de oxígeno. El resto del fertilizante es completado con agua, la cual se obtiene en cantidades ilimitadas.

La empresa para el mes siguiente tiene la certeza de que puede adquirir cinco mil unidades de nitrógeno, ocho mil unidades de potasio y seis mil unidades de oxígeno.

El galón del fertilizante 10-15-10 tiene un precio de US35 y el galón del fertilizante 15-10-15 tiene un precio de US40. Todos los costos de mantenimiento de inventario, de costo de insumo, de producción y mercadeo son calculados en US28 para el 10-15-10 y en US34 para el 15-10-15.

El jefe de producción de Fertilizer S. A. desea determinar qué cantidad de galones de cada fertilizante debe producir, para obtener la máxima utilidad en el próximo mes.

El primer paso en el proceso de solución consiste

en determinar las variables, en este caso las llamaremos:

$X_1$ : El número de galones de fertilizante 10-15-10 a producir.

$X_2$ : El número de galones del fertilizante 15-10-15 a producir.

Luego definiremos la función objetivo. El objetivo del problema consiste en maximizar las utilidades para el próximo mes; por consiguiente, debemos calcular las utilidades de cada fertilizante.

Una forma práctica de calcular las utilidades consiste en aplicar la formula:

**Utilidad** = Precio de venta - costos totales

Para el fertilizante 10-15-10 la utilidad será:

**Utilidad** = US35 – US28

**Utilidad** = US7 por galón

Para el fertilizante 15-10-15 la utilidad será:

**Utilidad** = US40 – US34

**Utilidad** = US6 por galón

La función objetivo del ejercicio se planteará de la siguiente forma:

**Maximizar  $Z = 7 X_1 + 6 X_2$**

Esta maximización estará sujeta a las restricciones identificadas, que en este caso son restricciones de disponibilidad de materia prima.

De potasio se pueden adquirir 8.000 unidades; de nitrógeno, 5.000 unidades, y de oxígeno, 6.000 unidades; por consiguiente, las cantidades utilizadas en la formulación de cada fertilizante no pueden exceder estas cantidades.

Las restricciones, entonces, se expresaron de la siguiente forma:

Como los números de fertilizante indican los porcentajes de los componentes utilizados, entonces para el potasio, el 10-15-10 requiere de un 10% o un 0,10 de este mismo por galón; y para el fertilizante 15-10-15 se requiere de un 15% ó 0,15 de este mismo; por consiguiente, la restricción para el potasio será:

$$0,10 X_1 + 0,15 X_2 \leq 8.000$$

La restricción para el nitrógeno será:

$$0,15 X_1 + 0,10 X_2 \leq 5.000$$

La restricción para el oxígeno será:

$$0,10 X_1 + 0,15 X_2 \leq 6.000$$

De esta forma la modelación total del problema será:

**Maximizar  $Z = 7X_1 + 6X_2$**

Sujeto a:

$$0,10 X_1 + 0,15 X_2 \leq 8.000$$

$$0,15 X_1 + 0,10 X_2 \leq 5.000$$

$$0,10 X_1 + 0,15 X_2 \leq 6.000$$

Para  $X_1, X_2 > 0$

Lo interesante de este caso radica especialmente en el análisis que podría realizarse en la adquisición de la materia prima, pues, como lo veremos, existirán insumos que en menor o mayor proporción no interfieren en la producción del fertilizante, y por consiguiente podría racionalizarse su compra.

El primer paso consiste, entonces, en convertir en igualdades las ecuaciones de las restricciones, que quedan de la siguiente forma:

$$0,10 X_1 + 0,15 X_2 = 8.000 \quad \text{Ecuación 1}$$

$$0,15 X_1 + 0,10 X_2 = 5.000 \quad \text{Ecuación 2}$$



$$0,10 X_1 + 0,15 X_2 = 6.000 \quad \text{Ecuación 3}$$

Luego extremamos las ecuaciones igualando una variable a cero y calculando el valor de la otra ecuación:

### De la ecuación 1:

$$\text{Si } X_1 = 0, \text{ entonces } \begin{aligned} X_2 &= 8.000/0,15 \\ X_2 &= 53.333,33 \end{aligned}$$

$$\text{Si } X_2 = 0, \text{ entonces } \begin{aligned} X_1 &= 8.000/0,10 \\ X_1 &= 80.000 \end{aligned}$$

### De la ecuación 2:

$$\text{Si } X_1 = 0, \text{ entonces } \begin{aligned} X_2 &= 5.000/0,10 \\ X_2 &= 50.000 \end{aligned}$$

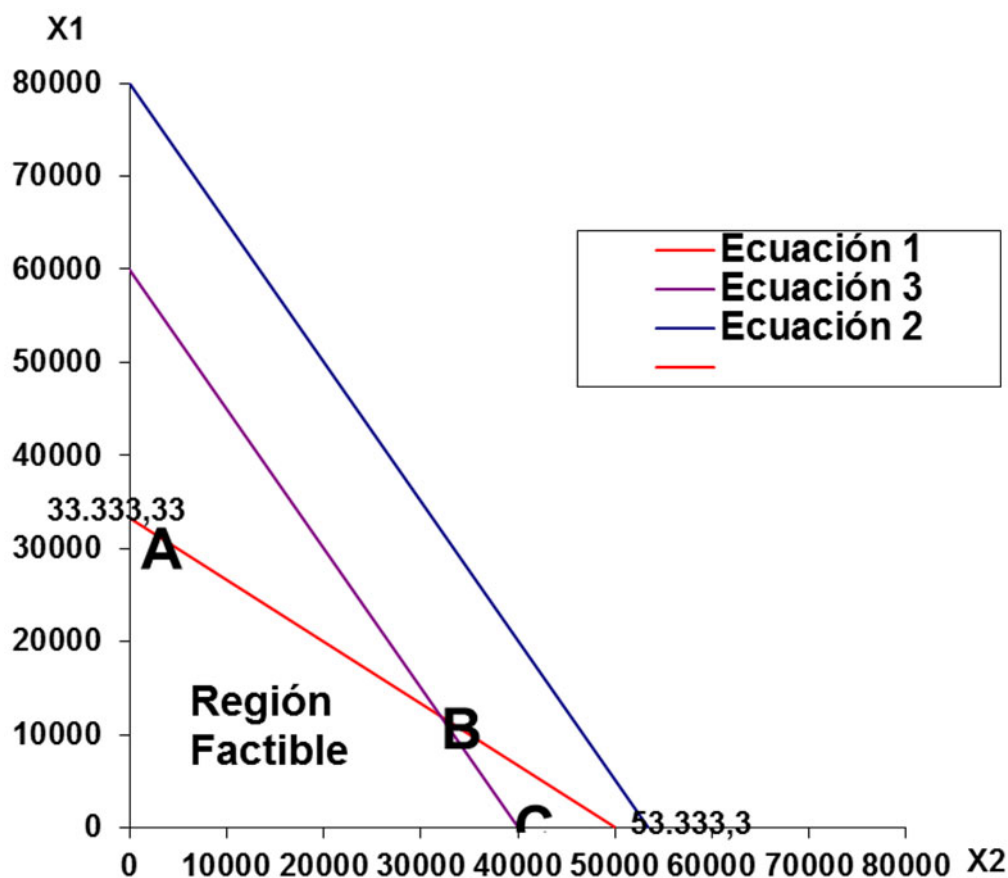
$$\text{Si } X_2 = 0, \text{ entonces } \begin{aligned} X_1 &= 5.000/0,15 \\ X_1 &= 33.333,33 \end{aligned}$$

### De la ecuación 3:

$$\text{Si } X_1 = 0, \text{ entonces } \begin{aligned} X_2 &= 6.000/0,15 \\ X_2 &= 40.000 \end{aligned}$$

$$\text{Si } X_2 = 0, \text{ entonces } \begin{aligned} X_1 &= 6.000/0,10 \\ X_1 &= 60.000 \end{aligned}$$

A continuación trasladamos todos los valores de las variables a un plano cartesiano y las unimos según la restricción a la que pertenecen:



Nuevamente se nos presenta una región factible, comprendida entre el origen del cuadrante y las líneas de las restricciones más cercanas, donde es posible encontrar todas las combinaciones posibles de producción.

Como ya lo explicamos, la solución óptima se encontrará en alguno de los ángulos que se generan dentro de la región factible, en este caso, identificados por A, B y C.

Analicemos las producciones y las utilidades en cada ángulo.

## Ángulo A:

En este punto,  $X_1$  asume un valor de 33.333,33, y  $X_2$  asume un valor de cero.

Reemplazando en la función objetivo, obtendremos:

$$Z = 7 (33.333,33) + 6 (0)$$

$$Z = 233.333,31$$

Interpretando estas cifras podemos decir que si la empresa utiliza todos sus recursos en producir el fertilizante  $X_1$ , podrá producir 33.333,33 galones y la utilidad obtenida será de US 233.333,31.

## Ángulo B:

Este ángulo está formado por el cruce de las líneas que representan a las ecuaciones 2 y 3; por ende, utilizaremos estas ecuaciones para calcular el valor de  $X_1$  y  $X_2$ .

$$\text{Ecuación 2: } 0,15 X_1 + 0,10 X_2 = 5.000$$

$$\text{Ecuación 3: } 0,10 X_1 + 0,15 X_2 = 6000$$

Utilizando cualquier sistema de solución de ecuaciones obtenemos que:

$$X_1 = 11.980,76 \text{ galones}$$

$$X_2 = 32.012,85 \text{ galones}$$

La función objetivo nos arrojará una utilidad de

$$Z = 7 (11.980,76) + 6 (32.012,85)$$

$$Z = 275.942,42.$$

Interpretando estos resultados podemos decir que si Fertilizer S. A. produce 11.980,76 galones del fertilizante 10-15-10 y produce 32.012,85 galones del fertilizante 15-10-15, logrará obtener una utilidad durante el mes siguiente de US275.942,42.

## Ángulo C:

Como podemos observar, en este punto  $X_1$  asume un valor de cero, y  $X_2$  obtiene un valor de 40.000.

Reemplazando estos valores en la función objetivo, obtenemos que:

$$Z = 7 (0) + 6 (40.000)$$

$$Z = 240.000$$

Interpretando esta respuesta, decimos que si Fertilizer S. A. solamente produce 40.000 galones del fertilizante 15-10-15, obtendrá una utilidad de US240.000.

Como decisión final, la empresa debe optar por aquella producción que le genere las mayores utilidades, en este caso es la producción en el ángulo B.

Nuevamente, analizando la gráfica, podemos observar que la región factible está limitada en gran parte por la recta de la restricción 2, o sea por la disponibilidad de nitrógeno, y en una pequeña parte, está limitada por la disponibilidad del recurso 3, o sea, por la disponibilidad de oxígeno; pero el recurso 1, el cual se refiere al



potasio, no está participando en la conformación de la región factible.

Esta situación sugiere que existe un problema en las políticas de compras, pues el recurso potasio está disponible en condiciones exageradas, y por consiguiente se está incurriendo en costos de mantenimiento de inventarios y, en consecuencia, en la utilización poco racional del capital disponible.

A partir de este momento, los modelos cuantitativos nos proporcionan un elemento más para un análisis administrativo, con una amplia aplicación en el sector agropecuario, lo que implicará nuevamente, un proceso de toma de decisiones, para optimizar la aplicación de los recursos disponibles.

El modelo analizado nos evidencia la posibilidad de optimizar los recursos escasos que en cualquier producción participan, especialmente en las agropecuarias, donde el costo de los insumos es sumamente elevado y los márgenes

de rentabilidad son muy estrechos.

## ■ Referencias

Anderson, David. Dennis J. y Thomas A. Williams. (2004). Métodos cuantitativos para los negocios. México: Internacional Thomson. Novena edición.

Bazerman, M. (2001). Decisiones inteligentes sobre el dinero. Editorial John Wiley y Sons,

Etzioni, C. (1996). La exploración combinada: Un tercer enfoque de la toma de decisiones. México: Editorial Porrúa.

Hammond, J; Keeney R; Raiffa H. (2001). (p-230). España: Editorial Gestión. Segunda edición.

Mathur, K; Daniel, S. (1998). Investigación de operaciones: El arte de la toma de decisiones. México: Prentice-Hall.