

# Análisis Marginal: Un Procedimiento Económico para Seleccionar Tecnologías o Prácticas Alternativas<sup>1</sup>

---

Edward A. Evans<sup>2</sup>

## Introducción

Hoy en día, muchos agentes de extensión e investigadores agrícolas incorporan cierto nivel de análisis económico a las decisiones relacionadas con la selección de tecnologías o prácticas que recomiendan a los productores agrícolas para mejorar sus ingresos. Esto es un gran contraste con las dos décadas anteriores cuando poco o ningún análisis económico fue incluido en los procesos de decisión. En ese periodo, las recomendaciones de los investigadores fueron sólo para incrementar los rendimientos porque ellos pensaban que los productores sólo estaban interesados en los retornos netos. Hoy, sin embargo, los investigadores, y los que recomiendan prácticas mejoradas a la comunidad agrícola, consideran cómo la tecnología propuesta y sus riegos asociados pueden impactar la rentabilidad, y por lo tanto se han más en las etapas iniciales de la planificación y análisis de la investigación.

En las últimas dos décadas, la disminución de fondos para la investigación y una mayor presión para dar cuenta de las investigaciones realizadas con

fondos públicos han hecho que los investigadores sean más selectivos en sus investigaciones, enfocándose en tópicos que tienen el potencial para dar el mayor "impacto por dólar". Al mismo tiempo, la creciente globalización ha forzado a los productores agrícolas a ser más competitivos, dependiendo de instituciones de investigación tales como el Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas de la Universidad de Florida (UF/IFAS, University of Florida's Institute of Food and Agricultural Sciences) para obtener tecnologías que satisfagan las demandas de los consumidores así como las sensitivas preocupaciones ambientales, incrementen la productividad, tengan una ventaja competitiva, y sean financieramente viables.

Estas tendencias han creado la necesidad por un conjunto de herramientas y procedimientos para que los investigadores, especialmente aquellos que no tienen acceso a un economista, puedan emplearlas para determinar qué prácticas deben ser adoptadas. El propósito de este artículo es bosquejar un procedimiento económico simple, basado en los principios económicos del análisis marginal, para asistir a los investigadores en la toma de decisiones.

---

1. Este documento, EDIS FE573, es uno de una serie de publicaciones del Departamento de Food and Resource Economics, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida (UF/IUFAS), Gainesville, FL. Este traducción del FE565. La traducción del inglés al español estuvo a cargo de Carlos Jauregui. Fecha de primera publicación: Septiembre 2005. Visite nuestro sitio web EDIS en <<http://edis.ifas.ufl.edu>>.

2. Edward A. Evans, Profesor Asistente, Departamento de Food and Resource Economics, TREC, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida (UF/IUFAS), Gainesville, FL.

Estos procedimientos fueron popularizados por el CIMMYT (Perrin, et al., 1988) y se resumen abajo. CIMMYT es la sigla del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo localizado en México.

## Definiendo el Análisis Marginal

El análisis marginal, usado dentro de este contexto, es un procedimiento para calcular las tasas marginales de retorno entre tecnologías, procediendo paso a paso, de una tecnología de bajo costo a la siguiente tecnología de costo mayor, y comparando las tasas de retorno contra una tasa de retorno mínima aceptable (Perrin, et al., 1988). El procedimiento es útil para hacer recomendaciones a productores y para seleccionar tecnológicas alternativas. El principio económico que soporta el análisis es que es beneficioso para el productor continuar invirtiendo hasta el punto donde el retorno de cada unidad extra invertida sea igual a su costo. Cuando se aplica a una situación en la cual el productor se enfrenta a un conjunto de alternativas tecnológicas, el productor debe invertir en la tecnología más costosa mientras que la tasa marginal de retorno (al cambiar de una tecnología de bajo costo a una tecnología de costo mayor) sea más grande que la tasa de retorno mínima aceptable. Por lo tanto, las recomendaciones tecnológicas a los productores no deben basarse solamente en la premisa de que una tecnología es rentable (Eso es, los retornos adicionales son más grandes que los costos adicionales) si no que también debe satisfacer el criterio adicional de que la tasa marginal de retorno debe estar por encima de la tasa de retorno mínima aceptable. Tecnologías que satisfagan estos criterios tienen más posibilidad de ser adoptadas.

## Llevando a Cabo el Análisis Marginal

Hay varios pasos para llevar a cabo un análisis marginal. El nivel de complejidad de un análisis marginal varía de acuerdo a la naturaleza del experimento y del nivel de sofisticación empleado. Por ejemplo, considere los ensayos con cuatro niveles por acre del fertilizante "X" (40, 80, 120, y 160 libras). Asuma que el productor no está usando

fertilizante al momento, como se indica en el Cuadro 1, Tecnología 1. El investigador desea que el productor adopte la tecnología de usar el fertilizante "X" (aplicando una de las dosis prescritas de fertilizante). Los resultados del experimento se muestran en el Cuadro 1.

### ***Determinado los Beneficios Netos***

Para determinar los "beneficios netos" de las diferentes tecnologías, el investigador debe primero calcular el "beneficio bruto en campo" y los "costos totales que varían" al cambiar de tecnologías. El beneficio bruto en campo para cada tecnología se obtiene multiplicando el "rendimiento ajustado" por el "precio a la entrada de la finca". El rendimiento ajustado representa una fracción (por ejemplo, 0.90) del rendimiento promedio que el investigador obtiene bajo condiciones experimentales (una razón para hacer ajuste en el rendimiento es que el productor, al cambiar de tecnología, no usa la misma precisión y puntualidad del investigador; por lo tanto, una estimación conservadora es justificada). El precio a la entrada de la finca es el precio que el productor recibe menos cualquier costo por comercialización y cosecha.

Los costos totales que varían (costos totales) para cada tecnología son la suma de SOLAMENTE esos costos que se espera que cambien debido al uso de otra tecnología. Si el uso de una tecnología en particular resulta en un ahorro en los costos, entonces este ahorro debe ser sustraído del costo total. En ciertas situaciones, cuando no haya precios de mercado para algunos insumos, el investigador podría consultar con un economista que sea capaz de estimar el costo económico (de oportunidad) del recurso.

El beneficio neto de una tecnología determinada es obtenido sustrayendo los costos totales de los beneficios brutos en campo. Debe señalarse que el beneficio neto no es lo mismo que la ganancia neta ya que este sólo toma en consideración esos costos que varían cuando se cambia de una tecnología a otra.

Como se señaló, anteriormente, el primer paso es identificar todas las variables involucradas en el cambio de tecnologías, calcular los beneficios

brutos en campo (el costo total de cada tecnología después de que los rendimientos hayan sido ajustados hacia abajo, por decir 10%) y los beneficios netos. Esta información se resume en el Cuadro 2.

### **Conduciendo un Análisis de Dominancia**

Una vez determinados los beneficios netos para cada tecnología, el paso siguiente es hacer un análisis de dominancia. Este se hace clasificando las tecnologías, incluyendo la tecnología que el productor usa normalmente, ordenándolas de menor a mayor, en base a los costos, conjuntamente con sus respectivos beneficios netos. Moviéndose de la tecnología de menor a la de mayor costo, la tecnología que cueste más que la anterior pero rinda un menor beneficio neto se dice que es "dominada" y es excluida del análisis.

El Cuadro 3 ilustra cómo el cambio en tecnología incrementa los costos totales. Esta ilustración revela que la Tecnología 5 es dominada y puede ser excluida del análisis. Cambiando de la Tecnología 4 a la Tecnología 5, el productor incurriría en un costo adicional de \$25 (\$110 menos \$85) y tendría una pérdida en los beneficios netos de \$7 (\$528 menos \$535). El hecho que la Tecnología 5 tenga los rendimientos brutos más altos (3,544 libras) por acre y los beneficios brutos más altos (\$638) muestra que los costos asociados con el cambio a esta nueva tecnología fueron lo suficientemente altos para no garantizar un cambio de la Tecnología 4 (Cuadro 2). Aquí podría llevarse a cabo más investigación sobre la Tecnología 5 para ver si se pueden incrementar los beneficios o reducir los costos.

### **Calculando la Tasa Marginal de Retorno (TMR)**

Una vez eliminadas todas las tecnologías dominadas, la tasa marginal de retorno entre tecnologías es calculada. Procediendo paso a paso, comenzando con la tecnología de menor costo y siguiendo con la próxima tecnología más alta, la tasa marginal de retorno es calculada expresando la diferencia entre los beneficios netos de ambas como un porcentaje del costo total adicional. La tasa marginal de retorno calculada una indicación de lo que el productor puede esperar recibir, en promedio,

al cambiar de tecnología. Por lo tanto, una tasa marginal de retorno del 150%, al cambiar de una Tecnología 1 a una Tecnología 2 implica por cada dólar invertido en la nueva tecnología, el productor puede esperar recobrar el dólar invertido más un retorno adicional de \$1.50.

El Cuadro 4 muestra cómo debe calcularse la tasa marginal de retorno. Los números muestran que la tasa marginal de retorno más alta, 287% (eso es, \$86 dividido entre \$30) fue obtenida cambiando de Tecnología 1 a Tecnología 2. Sin embargo, como se explica en seguida, esto no implica que necesariamente esta tecnología debe ser recomendada.

### **Determinando la Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TRMA)**

Antes de que una tecnología sea recomendada al productor es aconsejable que el investigador conozca lo que el productor considera una tasa de retorno mínima aceptable. Por lo general, mientras más innovativo sea el productor, más baja será la tasa de retorno que acepte. Debido a que la mayoría de productores se sienten muy cómodos con la tecnología que están usando, generalmente toma un retorno considerable para que cambien voluntariamente de tecnología. Perrin, et al. (1988) dan algunas pautas para determinar la tasa de retorno mínima aceptable. Sin preguntarle a los productores la tasa de retorno que ellos consideraban razonable, los investigadores vieron que la evidencia empírica señalaba que una tasa entre 50% y 100% era adecuada. Si la tecnología es nueva y requiere del aprendizaje de nuevas habilidades, entonces el límite superior debe ser usado. En casos donde el cambio de tecnología simplemente represente un ajuste, tal como una nueva dosis de fertilizante, el límite inferior es aceptable. Un enfoque alternativo para estimar la tasa de retorno mínima es duplicar la tasa de interés usada por las instituciones de préstamo.

### **Comparando la TRM con la TRMA**

Como señalamos anteriormente, la premisa es que mientras la tasa de retorno marginal sea mayor que la tasa de retorno mínima aceptable el productor estará deseoso de cambiar de una tecnología a otra. La regla de decisión es proceder escalonadamente,

empezando con la tecnología de menor costo total, comparando las tasas de retorno marginales por cambiar de una tecnología a la próxima con el mayor costo y que tenga la tasa de retorno mínima aceptable. Por lo tanto, los productores deben escoger la tecnología con el costo total más alto para la cual la tasa marginal de retorno es mayor o igual a la tasa de retorno mínima aceptable.

Asuma que (basado en discusión con productores) se ha determinado que la tasa de retorno mínima aceptable es 100%. Como se ve en el Cuadro 4, cambiando de la Tecnología 1 a la Tecnología 2, el productor mejoraría, pero mejoraría aún más cambiando a la Tecnología 3, porque la TRM entre las Tecnologías 2 y 3 es mayor que la tasa de retorno mínima aceptable del 100%. Por lo tanto, aún cuando, el hecho de que cambiando de Tecnología 1 a Tecnología 2 rinda la más alta TRM, el ingreso neto de un productor puede mejorar con una inversión adicional para adquirir la Tecnología 3. Sin embargo, se debe notar que cambiando de la Tecnología 3 a la Tecnología 4, la TRM es solo del 36%, y mientras que esto es rentable en el sentido que el ingreso adicional generado por la Tecnología 4 cubre los gastos adicionales, no sería sensato recomendar esta tecnología, porque la tasa de retorno está por debajo de lo que el productor considera una tasa de retorno aceptable. En otras palabras, si un productor fuera a cambiar de la Tecnología 3 a la Tecnología 4, esto significaría invertir otros \$25 (\$85 menos \$60) y obtener un retorno adicional de solo \$9 (\$535 menos \$526), o un retorno del 36% sobre los últimos \$25 invertidos. Por lo tanto, la tecnología a recomendar sería la Tecnología 3. Por supuesto, si la tasa de retorno mínima aceptable del productor fuera menor que el 36%, la tecnología recomendada sería la Tecnología 4.

## Comentarios Finales

Los principios económicos pueden ayudar a los agentes de investigación y extensión a seleccionar tecnologías o prácticas más rentables y con mayores posibilidades de ser adoptadas por los productores. Como el ejemplo lo muestra, no siempre es la tecnología que produce los más altos rendimientos, beneficios netos, retorno promedio, o retorno marginal la que es más recomendable.

## Referencias

Perrin, Richard, Jock Anderson, Donald Winkelmann, and Edgardo Moscardi. 1988. From Agronomic Data Farmer Recommendations: An Economic Training Manual. CIMMYT: Mexico, D.F. Disponible la página de la internet <http://www.cimmyt.org>.

**Cuadro 1.** Datos de un experimento de fertilización.

<b>Tecnología</b>	<b>Fertilizante "X"</b>	<b>"X" Apicaciones</b>	<b>Rendimiento Promedio</b>
	<i>(libras/acre)</i>	<i>(número)</i>	<i>(libras/acre)</i>
1*	0	0	2,222
2	40	1	2,867
3	80	2	3,256
4	120	2	3,444
5	160	2	3,544

\* Tecnología que está siendo usada.  
Fuente: Basado en Perrin y colaboradores (1988).

**Cuadro 2.** Calculando los beneficios netos.

	<b>Units</b>	<b>Tecnología</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Rendimiento Promedio	libras/acre	2,222	2,867	3,256	3,444	3,544
Rendimiento Ajustado	libras/acre	2,000	2,580	2,930	3,100	3,190
<b>Beneficios Brutos en Campo</b>	dólares/acre	<b>400</b>	<b>516</b>	<b>586</b>	<b>620</b>	<b>638</b>
Costo del Fertilizante	dólares/acre	9	25	50	75	100
Costo de la Mano de Obra	dólares/acre	0	5	10	10	10
<b>Costos Totales que Varían</b>	dólares/acre	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>85</b>	<b>110</b>
<b>Beneficio Neto</b>	dólares/acre	<b>400</b>	<b>486</b>	<b>526</b>	<b>535</b>	<b>528</b>

**Cuadro 3.** Análisis de dominancia.

Tecnología	Costos Totales que Varían		Beneficios Netos
	(dólares/acre)		
1	0		400
2	30		486
3	60		526
4	85		535
5	110		528

**Cuadro 4.** Tasa de retorno marginal entre tecnologías.

Tecnología	Costos Totales que Varían		Beneficios	Tasa de Retorno Marginal	
	(dólares/acre)	(dólares/cambio)		(dólares/acre)	(dólares/cambio)
1	0	0	400	—	—
2	30	30	486	86	287
3	60	30	526	40	133
4	85	25	535	9	36