

**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL  
“ENRIQUE ÁLVAREZ CÓRDOVA”**

**CENTA**

**GERENCIA DE INVESTIGACIÓN**

**UNIDAD DE BIOMETRÍA Y SOCIOECONOMÍA**

**GUÍA DE PROCEDIMIENTOS PARA EL ANÁLISIS  
ECONÓMICO EN LA INVESTIGACIÓN**

**AGROPECUARIA**



Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal  
“Enrique Álvarez Córdova”  
Km 33 1/2 Carretera a Santa Ana, Ciudad Arce La Libertad  
República de El Salvador, C.A.  
Teléfono: (503) 2397-2200

**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL,  
“Enrique Álvarez Córdova”.**

**Director Ejecutivo**

Santos Rafael Alemán Ortega

**Gerente de Investigación Tecnológica**

Manuel de Jesús Osorio Torres

Jefe de Unidad de Biometría y Socioeconomía

Jaime Ayala Moran

**Autores:** Abner Neftalí Rosa Pasasin

Jesús Alejandro Segovia Molina

Iván Wilfredo Callejas

José Arístides de León Rodríguez

Jaime Ayala Moran

**2018**

# INTRODUCCIÓN

El análisis económico es una herramienta útil en la toma de decisiones y recomendaciones para el investigador y agricultor en el proceso de evaluación de nuevas tecnologías, y es por tanto, complementaria a la evaluación participativa a productores, al análisis agronómico y estadístico. El objetivo del análisis económico es tener suficiente evidencia que las opciones tecnológicas propuestas son factibles económicamente de acuerdo al dominio de recomendación, en términos de generación de beneficios directos e indirectos medidos en unidades monetarias (PASSOLAC 1999).

En el caso de la investigación agropecuaria existen diversos tipos de análisis económicos, el más utilizado es el presupuesto parcial de beneficio neto llamado comúnmente presupuesto parcial. Es de mencionar que existen otros tipos de presupuestos parciales de beneficio bruto, de margen bruto, de flujo de fondos, paramétricos y de riesgo (Ramírez 1994 y Sermeño *et al.* 2001).

Para el caso de esta guía, en las investigaciones desarrolladas en CENTA se recomienda utilizar el presupuesto parcial acompañado del análisis marginal según la metodología del CIMMYT (1988). Esto debido a que en estas etapas de la investigación ayuda al investigador a centrar su atención en los efectos de las tecnologías que se estén desarrollando, en las cuales es necesario reducir costos y aumentar retornos o ingresos. En el caso de validación se usará el presupuesto parcial según la metodología del CATIE (Ramírez 1994 y Sermeño *et al.* 2001), porque en esta etapa permite al investigador demostrar el impacto de un cambio de tecnología sobre los costos e ingresos de los productores.

Por otra parte, cuando los datos económicos de una investigación son limitados, se recomienda el análisis de costo-eficacia según la metodología del manual técnico Manejo Integrado de Plagas (Sermeño *et al.* 2001).

## OBJETIVO GENERAL.

Proporcionar un instrumento metodológico que ayude a los técnicos de los programas y laboratorios de CENTA a normar los conceptos de los análisis económicos incluidos en los protocolos y resultados finales de investigación; además que sirva para profundizar de mejor manera en la interpretación de los resultados de estos análisis.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Proponer el presupuesto parcial, como herramienta principal para el análisis económico.

Definir los conceptos y metodología para calcular los indicadores económicos en el análisis de presupuesto parcial.

# ANÁLISIS ECONÓMICO

## CONCEPTUALIZACIONES BÁSICAS PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO

### COSTOS

Habrán que separar los mismos según las funciones que corresponden en:

\* Costos de producción

Aquellos en que es necesario incurrir desde la preparación del terreno hasta la cosecha incluida.

\* Costos de comercialización

Aquellos en que se incurre una vez efectuada la cosecha y hasta la generación de los ingresos por la venta del producto, una vez que se ha optado por una modalidad dada de comercialización.

### COSTOS VARIABLES

Son los costos relacionados con los insumos o factores de producción que varían de una alternativa a otra. Por ejemplo: el costo extra de implementar condiciones especiales para la tecnología nueva que no se necesitaba para la producción tradicional; el tipo y cantidad de insumos y mano de obra (Herrera *et al.* 1994)

En el cálculo de los costos que varían, el costo de oportunidad es un concepto esencial. No todos los costos incluidos en el presupuesto parcial representan el intercambio de dinero. En el caso de la mano de obra, por ejemplo, es posible que el agricultor prefiera hacer el trabajo él mismo, en vez de contratar a otra persona para realizar la tarea. El costo de oportunidad se define como el valor del recurso en su mejor uso alternativo (CIMMYT 1988).

Total de costos que varían = $\sum$ Costos de los insumos utilizados en la tecnología evaluada.
---

#### INGRESO BRUTO.

El ingreso bruto se obtiene de multiplicar la producción por el precio de venta en un momento específico. Siempre será necesario establecer la unidad de medida para la producción.

Ingreso Bruto = Rendimiento ajustado x precio de venta de la producción

#### INGRESO NETO.

El ingreso neto también es conocido por algunos autores como beneficio neto. Para calcularlo se resta el total de los costos que varían del beneficio bruto (también conocido como ingreso bruto).

Ingreso Neto = Ingreso bruto - Total de costos que varían

## PRESUPUESTO PARCIAL DE BENEFICIO NETO.

Llamado comúnmente presupuesto parcial, se emplea para evaluar los efectos de la implementación de un cambio tecnológico o practica alternativa sobre el comportamiento económico del sistema productivo. Al utilizarlo suponemos que las ganancias netas representan una medida apropiada del éxito o fracaso relativo en términos económicos (Ramírez 1994).

El análisis de presupuesto parcial puede ser empleado para comparar el impacto de un cambio tecnológico sobre los costos e ingresos de la finca. Este enfoque del presupuesto se denomina parcial porque no incluye los costos fijos, sino solo aquellos que son diferentes al comparar las prácticas tradicionales de producción que sigue el agricultor con las tecnologías propuestas (costos variables) (Horton 1982).

Para las investigaciones desarrolladas en CENTA se sugiere utilizar este tipo de presupuesto, ya que permite desglosar los indicadores económicos básicos para el análisis económico (ver anexo A-1).

### ANALISIS MARGINAL.

Es el procedimiento por el cual se calculan las tasas de retorno marginales (demuestra el retorno de inversión económica realizada más los ingresos adicionales) entre los tratamientos no dominados (comenzando con el tratamiento de menor costo y procediendo paso a paso al que le sigue en escala ascendente), y se comparan esas tasas de retorno con la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor. Este tipo de análisis es útil tanto para formular recomendaciones para el agricultor cuando existe suficiente evidencia experimental, como para seleccionar los tratamientos de ensayos posteriores (CIMMYT 1988).

### ANALISIS DOMINANCIA

Un análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT 1988).

A continuación se presenta un ejemplo hipotético retomado de CYMMYT (1988), para el análisis de dominancia, los datos se refieren al uso de herbicida para la densidad de siembra en maíz.

Cuadro 1 Análisis de dominancia

Tratamiento	Control de maleza	Densidad de siembra (Kg de semilla/ha)	Total de costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
1	Ninguno	120	2,400	10,360
3	Ninguno	160	3,200	10,136 (D)
2	Herbicida	120	3,875	11,765
4	Herbicida	160	4,675	11,965

Fuente: CIMMYT (1988).

Obsérvese que el tratamiento tres es el dominado, ya que genera menos beneficios netos. Desde una lógica económica, ningún agricultor estará de acuerdo en aumentar sus costos y a la vez disminuir sus ingresos netos.

### PROPUESTA PARA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS.

Para evaluar diferentes tecnologías, lo más recomendable es un análisis marginal a partir del presupuesto parcial, con el cual se logra establecer cual tecnología genera mayor rentabilidad. Para realizar este análisis se debe tener la siguiente información:

- ◆ Rendimiento promedio del testigo y de los tratamientos evaluados.
- ◆ Rendimiento ajustado (criterio del técnico).
- ◆ Precio de venta de la producción.
- ◆ Total de costos que varían.
- ◆ Costos Marginales.
- ◆ Beneficio Neto.
- ◆ Beneficios Neto Marginales
- ◆ Tasa de retorno mínima.

Cuadro 2 Procedimiento para calcular el Análisis Marginal

Tratamiento	Costos que varían (\$/ha)	Costos marginales (\$/ha)	Beneficios Netos (\$/ha)	Beneficio netos marginales (\$/ha)	TRM (%)
1	2400		10360		
2	3875	1475	11765	1405	95
4	4675	800	11965	200	25

Nota: para el cálculo de los costos marginales se restan los costos del tratamiento 2 de los costos del tratamiento 1, haciendo el mismo procedimiento para calcular los beneficios marginales.

## TASA DE RETORNO MARGINAL.

Se obtiene dividiendo el beneficio neto marginal entre el costo marginal, expresada en porcentaje (CIMMYT 1988). Por ejemplo :

Costo Marginal (Trat. 1)	=	3875 - 2400	=	<b>1475</b>
Costo Marginal (Trat 2)	=	4675 - 3875	=	<b>800</b>
Beneficio Neto Marginal (Trat. 1)=		11765 - 10360	=	<b>1405</b>
Beneficio Neto Marginal (Trat 2)=		11965 - 11765	=	<b>200</b>
<b>TRM = BNM / CM</b>	=	1405 / 1475	=	0.95 * 100 = <b>95%</b>
<b>TRM = BNM / CM</b>	=	200 / 800	=	0.25 * 100 = <b>25%</b>

Según los cálculos del análisis anterior y siguiendo el ejemplo mostrado, por cada dólar que el productor invierte en adquirir y aplicar herbicida y utilizar 120 kg de semilla por hectárea, puede esperar recuperar el dólar y obtener \$0.95 adicionales.

## TASA DE RETORNO MÍNIMA.

Como información general, este parámetro nos sirve para establecer un techo mínimo de la inversión realizada al cambiar o adoptar una tecnología. Es necesario estimar una tasa de retorno mínima que sea aceptable para los agricultores de un dominio de recomendación.

Para que los resultados de las investigaciones sean propuestos para validación se debe considerar una tasa de retorno marginal de la nueva tecnología superior a la del testigo, tomando como referencia la relación beneficio costo del testigo. Por ejemplo, si un testigo tiene una relación de beneficio costo de 1.50 (por cada dólar se recupera el dólar más \$0.50), la tasa de retorno marginal de la nueva tecnología debería ser superior a 150%. Debe tomarse en cuenta que con fines de ilustración no se ha considerado si el productor utiliza créditos

# PROPUESTA PARA VALIDAR TECNOLOGÍA

La validación tecnológica se realiza a través de la comparación entre una nueva tecnología y un manejo tradicional. A continuación se muestra el procedimiento del análisis de presupuesto parcial según metodología del CATIE, a partir de los datos obtenidos en una validación de semilla híbrida BRT 943-20 del programa de granos básicos, CENTA:

<i>Ingreso Neto (A)</i>	=	Ingreso bruto de nueva tecnología - Costo variable de nueva tecnología
<i>Relación</i>	=	Ingreso bruto de nueva tecnología / Costo variable de nueva tecnología
<i>Beneficio Costo (A)</i>		
<i>Ingreso Neto (B)</i>	=	Ingreso bruto del testigo - Costo variable del testigo
<i>Relación</i>	=	Ingreso bruto del testigo / Costo variable del testigo
<i>Beneficio Costo (B)</i>		
<i>Cambio en el Ingreso Neto</i>	=	A - B
<i>Tasa de Retorno Marginal (TRM)</i>	=	$(A-B) / (\text{Costo variable de nueva tecnología} - \text{Costo variable del testigo}) * 100$

Cuadro 3 Bosquejo modificado para el cálculo del presupuesto parcial en validación.

<b>NUEVA TECNOLOGIA</b>	
1) Ingreso Bruto	1064.48
2) Costo Variable	649.19
<b>INGRESO NETO DE LA NUEVA TECNOLOGIA (A)</b>	<b>415.29</b>
<b>RELACIÓN BENEFICIO COSTO NUEVA TECNOLOGIA (1 / 2)</b>	<b>1.64</b>
<b>TESTIGO</b>	
3) Ingreso Bruto	675.13
4) Costo Variable	545.55
<b>INGRESO NETO DE TESTIGO (B).</b>	<b>129.58</b>
<b>RELACIÓN BENEFICIO COSTO DEL TESTIGO (3 / 4)</b>	<b>1.24</b>
<b>CAMBIO EN INGRESO NETO (A-B)</b>	<b>285.71</b>
<b>TASA DE RETORNO MARGINAL ((A-B)/(2-4))*100</b>	<b>276%</b>

Fuente: Horton (1982) y Ramírez (1994), modificada por la unidad de Biometría y Socioeconomía

Esta metodología incluye el costo variable de las parcelas testigos, en este caso la utilización de semillas, tanto híbrida como la semilla del productor tiene un costo; si fuera el caso de una tecnología de insecticida a validar se toma en cuenta el costo del utilizado por el productor como costo variable, y así para cada caso.

En caso que la tecnología a validar no cuente con una homologación con el productor el costo variable de este será cero.



## ANÁLISIS COSTO-EFICACIA

El índice de costo-eficacia es una metodología económica utilizada en los trabajos de protección vegetal cuando los datos económicos son limitados. Por ejemplo, cuando no se cuenta con datos de producción (rendimiento), o estos no se consideran tan confiables y cuando no es conveniente atribuirle al efecto o respuesta del tratamiento de protección vegetal los rendimientos obtenidos. Este tipo de análisis permite seleccionar los mejores tratamientos basándose en la relación de los costos variables con los resultados de la eficacia o efectividad de estos, y se escoge el de menor índice. Lo que realmente se busca es decidir que método de control es más eficiente a un menor costo (Sermeño *et al.* 2001). La eficacia o eficiencia es el efecto positivo obtenido tras la realización de una acción (tratamiento).

A continuación se presentan los pasos para realizar un análisis costo-eficacia, y para ejemplificar el análisis se tomó los datos de una tesis de la Universidad de El Salvador de la facultad de Ciencia Agronómicas del Departamento de Protección Vegetal, la cual consistió en evaluar nueve tratamientos para el manejo de la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) (López Nieto *et al.* 2016).

- 1 Señalar la eficacia de los tratamientos sobre el manejo o control de la plaga o enfermedad.

Cuadro 4 Porcentaje eficacia de los tratamientos evaluados contra la marchitez bacteriana del tomate

Tratamientos	Incidencia (%)	% de eficacia (control) <sup>1</sup>
Ceniza	10	90
Testigo relativo	11	89
Solarización	14	86
<i>Trichoderma harzianum</i>	14	86
Bocashi	16	84
NaClO 0.25%	18	82
Ácido Salicílico	27	73
MML	37	63
Testigo absoluto	50	50

<sup>1</sup>El porcentaje de eficacia es la diferencia del porcentaje total de plantas menos el porcentaje de la incidencia

- Realizar un análisis de dominancia, colocando los valores de efectividad de los tratamientos de mayor a menor, con su respectivo costo variable.

Cuadro 5 Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados contra la marchitez bacteriana del tomate

Tratamientos	% de eficacia	Costos variables (um <sup>1</sup> )
Ceniza	90	149.4
Testigo relativo	89	22.25*
Solarización	86	89.44
<i>Trichoderma harzianum</i>	86	12.9*
Bocashi	84	55.44
NaClO 0.25%	82	12.3*
Ácido Salicílico	73	149.65
MML	63	13.23
Testigo absoluto	50	0

<sup>1</sup>UM: unidad monetaria . Tratamientos dominados

El cuadro anterior muestra el análisis de dominancia, donde los tratamientos dominantes son el testigo relativo, *T. harzianum* y NaClO 0.25% porque presentan mayor o similar porcentaje de eficacia en el control de la enfermedad y el menor costo variable.

- Determinar los índices de costo-eficacia y escoger el de menor valor.

Cuadro 6 Índice costo/eficacia para los tratamientos dominantes evaluados contra la marchitez bacteriana del tomate.

Tratamientos	% de eficacia	Costos variables (um)	Índice Costo / Eficacia
Testigo relativo	89	22.25	0.25
<i>Trichoderma harzianum</i>	86	12.9	0.15
NaClO 0.25%	82	12.3	0.15

En el cuadro 6 se muestra los índices de costo-eficacia de los tratamientos dominantes. *T. harzianum* y NaClO 0.25% presentan los menores índices, es decir el menor costo por unidad de eficacia, seguido por el testigo relativo, cuyo costo por unidad de eficacia es mayor, pero con una pequeña superioridad en el porcentaje de eficacia de control de la enfermedad. Analizando los resultados y con la información limitada con que se cuenta, se puede concluir que los tratamientos recomendados son *T. harzianum* y NaClO 0.25%, dado que tienen el menor índice costo-eficacia; en este caso no se ha tomado en cuenta los resultados estadísticos como punto de partida para dicho análisis económico.

## BIBLIOGRAFÍA.

Herrera, F; Cecilia Velasco, C; Denen, H; Radulovich, R. 1994. Fundamentos de análisis económico: guía para investigación y extensión rural. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 61 p.

Horton, D. 1982. Análisis de presupuesto parcial para investigación en papa a nivel de finca. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 17p. (boletín de información técnica 16)

López Nieto, MA; Morán Rosales, SE; Segovia Molina, JA. 2016. Manejo fitosanitario de la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, UES. 60 p.

Osorio, O. s.f. Los costos y las decisiones en agricultura una actividad olvidada Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, Argentina. (22p.)

PASOLAC (Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 1999. Guía metodológica para la validación de opciones tecnológicas. El Salvador, s.e. p.20-21. (Documento PASOLAC: N° 222. Serie técnica: 7/99).

Ramírez, O. 1994. El uso de presupuestos parciales en el manejo integrado de plagas (en línea). Hoja Técnica MIP n° 11. Proyecto RENARN/MIP. CATIE, 7170. Consultado 5 mar. 2018. Disponible en <https://books.google.com.sv/books?id=12kOAQAIAAJ>.

Sermeño, JM; Rivas, AW; Menjívar, RA. 2001. Manual técnico manejo integrado de plagas. San Salvador. El Salvador. MAG-OIRSA-UES. p. 36-37.

## ANEXOS

A- 1: Bosquejo de Presupuesto Parcial para Investigación.

Tratamientos	1	2	3	4	5	6
Rendimiento						
Ajuste al 10% <sup>1</sup>						
Rendimiento Ajustado						
Precio de venta						
Ingreso Bruto						
<b>COSTOS VARIABLES DE LOS INSUMOS (\$)</b>						
a)						
b)						
c)						
d)						
e)						
Mano de obra						
Total de Costos que Varían <sup>2</sup>						
<b>BENEFICIOS NETOS</b>						
<sup>1</sup> En base a criterio del técnico y del productor.						
<sup>2</sup> Referidos a los costos directamente relacionados con la adopción de la nueva tecnología.						

A- 2: Bosquejo modificado para el cálculo del Presupuesto Parcial para Validación

<b>NUEVA TECNOLOGIA</b>	
1) Ingreso Bruto	
2) Costo Variable	
INGRESO NETO DE LA NUEVA TECNOLOGIA (A)	
RELACIÓN BENEFICIO COSTO NUEVA TECNOLOGIA (1/2)	
<b>TESTIGO</b>	
3) Ingreso Bruto	
4) Costo Variable	
INGRESO NETO DE TESTIGO (B)	
RELACIÓN BENEFICIO COSTO DEL TESTIGO (3/4)	
CAMBIO EN INGRESO NETO (A-B)	
<b>TASA DE RETORNO MARGINAL ((A-B)/(2-4))*100</b>	

Fuente: Horton (1982) y Ramírez (1994), modificada por la unidad de Biometría y Socioeconomía