

**INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS (ICTA)
SOCIOECONOMÍA RURAL**

**PROGRAMA EVALUADOR *EX ANTE* DE TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS
** EVALEX ****

Mamerto Reyes Hernández

Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, junio de 2002

PROGRAMA EVALUADOR EX ANTE DE TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS

**** EVALEX ****

Mamerto Reyes Hernández¹

1. ANTECEDENTES

Para la evaluación de la rentabilidad de la inversión en investigación agrícola existen dos enfoques metodológicos alternativos, estos son el de la función de producción y el de los excedentes económicos.

Con la primera de estas metodologías, el concepto de función de producción se utiliza para estimar la productividad marginal de la investigación agrícola. Este enfoque fundamentalmente se basa en la introducción del conocimiento técnico como un factor adicional en la función de producción, para lo cual se han empleado diferentes especificaciones de variables proximales. Entre estas se tienen a los gastos en investigación, gastos en investigación y extensión, cantidad de publicaciones científicas en ciencias agrícolas y número de científicos trabajando en instituciones de investigación agrícola. El modelo básico usado con este enfoque ha sido el siguiente:

$$Q = A \prod_{i=1}^m X_i^{\beta_i} \prod_{j=0}^n R_{t-j}^{\alpha_{t-j}} e^U \dots\dots\dots (1)$$

en donde:

- Q valor de la producción agrícola
- A factor desplazador
- X_i i-ésimo factor de producción convencional
- R_{t-j} variable proxi del conocimiento agrícola en el t-j-ésimo año
- β_i elasticidad de producción de i-ésimo factor de producción convencional
- α_{t-j} elasticidad de producción del nivel de la variable proxi del conocimiento técnico en el t-j-ésimo año
- e base de los logaritmos naturales

¹ Economista Agrícola, Asociado de Investigación, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Centroamérica. Email: mrhdz@yahoo.com

- U término aleatorio de error
- Π operador de multiplicatoria

Este modelo ha sido empleado tanto con datos de series de tiempo como con información de sección cruzada (Norton y Davis, 1981). En estudios de series de tiempo se aprecia el uso de una especificación alternativa de la función de producción, esta es la siguiente:

$$P = A W^{\tau} E^{\varepsilon} \prod_{i=0}^m X_i^{\beta_i} \prod_{j=0}^n R_{t-j}^{\alpha_{t-j}} e^U \dots\dots\dots (2)$$

en donde:

- P Índice de la productividad de la agricultura
- W Índice ambiental
- E Medida del nivel de educación de la mano de obra agrícola

τ y ε son coeficientes de elasticidad de los insumos a que están asociados

A, X_i , R_{t-j} , β_i , α_{t-j} , e, U, y Π , ya fueron descritos en la especificación de la función de producción (1).

De acuerdo con Norton y Davis (1981), la principal variante entre los estudios realizados con el enfoque de la función de producción radica en la duración y forma del rezago que existe entre el momento en que se realiza el gasto en investigación y el momento en que impacta en el producto. En los primeros estudios llevados a cabo con este enfoque se usaron rezagos simples de uno o dos años. En estudios posteriores, los rezagos empleados fueron de 6 ó 7 años siguiendo una distribución de "U" ó "V" invertidas.

Con el enfoque de los excedentes económicos por su parte, se busca determinar el cambio en los excedentes de productores y consumidores que resulta del desplazamiento de la oferta que ocasiona la tecnología generada por la investigación agrícola. Téngase presente que el excedente de los productores es una medida de la ganancia pecuniaria de los productores y el excedente de los consumidores es una medida de la ganancia en utilidad de los consumidores. Como ambas están expresadas en las mismas unidades monetarias, la suma de los cambios en ambos excedentes constituye la ganancia para la economía nacional derivada

del cambio tecnológico, la cual al analizarse en conjunto con los costos de la generación y transferencia de dicha tecnología, permite determinar su rentabilidad.

En la determinación de la rentabilidad usando este enfoque, la magnitud del desplazamiento de la oferta que ocasiona la tecnología (Norton y Davis, 1981), el tipo de desplazamiento de la oferta (Lindner y Jarret, 1978), y la especificación matemática dada a las funciones de oferta y demanda (Voon y Edwards, 1991), son elementos claves, ya que tienen influencia directa en el monto de los beneficios.

En el cálculo de la magnitud del desplazamiento de la oferta se observan distintas variantes, desde estimaciones sencillas del tipo con y sin nueva tecnología, como los trabajos de Griliches de 1958 (1980) y Hayami y Herdt (1978), pasando por estimaciones en función de la adopción de tecnología, como en los trabajos de Scobie y Posada (1976), Rivas *et al* (1991), Sanint (1992), y Wood y Paitx (1998), hasta estimaciones con modelos complejos que consideran la transferencia de conocimientos e insumos utilizados en su producción, como en el trabajo de Evenson y Flores (1978).

Como se desprende de esta breve revisión, la elección de uno u otro enfoque descansa principalmente en la facilidad que el investigador tenga para obtener los datos requeridos. En la revisión hecha por Norton y Davis (1981) se aprecia que el uso del enfoque de la función de producción se ha restringido a países desarrollados, en tanto que el enfoque de los excedentes económicos se ha empleado tanto en desarrollados como en subdesarrollados.

1.1 Enfoque general de los excedentes económicos

La manera general de estimar los beneficios del cambio tecnológico, usando el enfoque de los excedentes económicos, es la siguiente:

Sean

$$S=f(q)$$

la función de oferta con tecnología tradicional;

$$S1=g(q)$$

la función de oferta con la tecnología mejorada;

$$D=h(q)$$

la función de demanda;

P el precio de equilibrio de oferta y demanda en el escenario de la tecnología tradicional; y
 P1 el precio de equilibrio de oferta y demanda en el escenario de la tecnología mejorada.

Gráficamente, esto se puede representar como se muestra en figura 1.

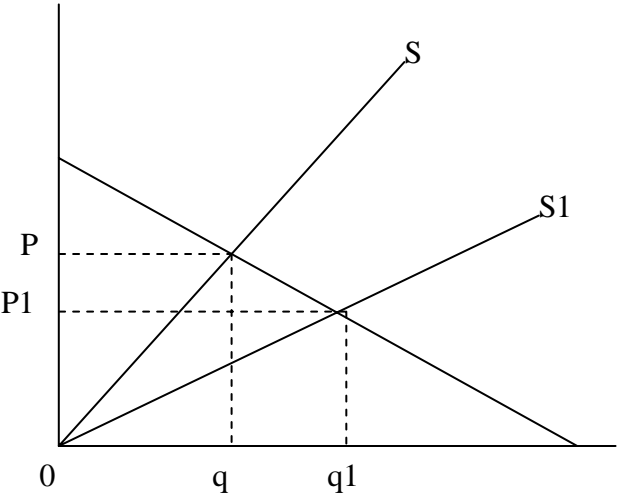


FIGURA 1. Equilibrio de mercado y cambio tecnológico

En el escenario de tecnología tradicional, la estimación del excedente de los productores se hace de la manera siguiente:

$$IT = P \cdot q \dots\dots\dots (3)$$

es el ingreso total, y

$$CT = \int_0^q f(q) \, dq \dots\dots\dots (4)$$

es el costo total [porque f(q) es un segmento del costo marginal, de donde su integral es el costo total].

De (3) y (4) se infiere que la ganancia o excedente de los productores es

$$EXC \text{ PROD} = IT - CT \dots\dots\dots (5)$$

En este mismo escenario, el excedente de los consumidores se estima así:

$$DAP = \int_0^q h(q) dq \dots\dots\dots (6)$$

es la disposición a pagar total por el monto “q” de productos, y

$$GT = P q \dots\dots\dots (7)$$

es el gasto total en el monto q de productos,
por tanto, el excedente de los consumidores es

$$EXC CONS = DAP - GT \dots\dots\dots (8)$$

de la misma manera, en el escenario de la tecnología mejorada, los excedentes económicos son los siguientes:

$$EXC PROD1 = P1 q1 - \int_0^{q1} g(q) dq \dots\dots\dots (9)$$

$$EXC CONS1 = \int_0^{q1} h(q) dq - P1 q1 \dots\dots\dots (10)$$

de donde, el cambio en los excedentes económicos derivado del cambio tecnológico es,

$$\Delta EXC ECON = (EXC PROD1 - EXC PROD) + (EXC CONS1 - EXC CONS) \dots\dots\dots (11)$$

1.2 Enfoque de los excedentes económicos en mercados deficitarios

Las aplicaciones de este enfoque en mercados deficitarios, requieren una adaptación que permita captar donde se presentan los cambios en los excedentes e identificar otros beneficios del cambio tecnológico.

En un mercado deficitario como el de maíz, arroz o frijol en Guatemala, el cambio de tecnología solamente produce cambios en los excedentes de productores (Reyes Hernández, 2001). Para los consumidores no existen cambios en los excedentes, pues la demanda es

cubierta por la producción interna más las importaciones, y una mayor producción no afecta la demanda, sino solamente a las importaciones, reduciéndolas.

Esta reducción de importaciones es la fuente de un segundo beneficio para la economía nacional pues constituye un ahorro de divisas. Una ilustración de los beneficios del cambio tecnológico en un mercado deficitario se presenta en la figura 2.

En esta figura, PI es el precio internacional y a este nivel de precio, en el escenario de tecnología tradicional [S=f(q)], los productores ofrecen “q” y la demanda es de “qT”, de donde, las importaciones son “qT - q”. En el escenario de tecnología mejorada [S1=g(q)], al precio internacional los productores pueden ofrecer “q1”, la demanda continúa siendo “qT” y las importaciones se reducen en “q1 - q”.

En este caso, los beneficios del cambio tecnológico se estiman, como:

$$\Delta \text{EXC PROD} = [\text{PI} \cdot q_1 - \int_0^{q_1} g(q) dq] - [\text{PI} \cdot q - \int_0^q f(q) dq] \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{AHORRO DE DIVISAS} = \text{PI} (q_1 - q) \dots\dots\dots (13)$$

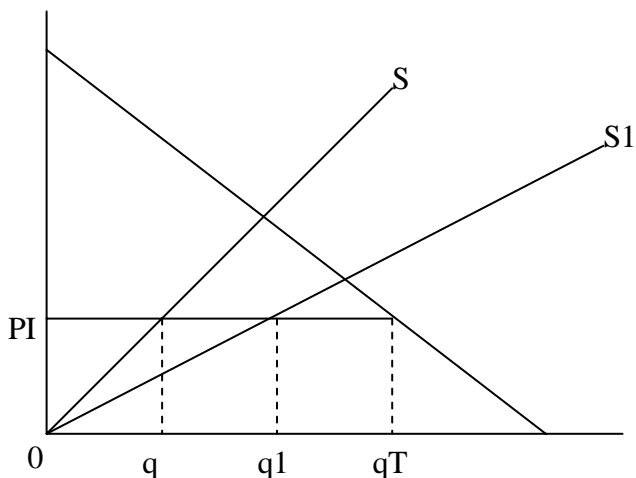


Figura 2. Cambio tecnológico en un mercado deficitario

1.3 Enfoque de los excedentes económicos aplicado a nivel regional y subregional

Para aplicaciones regionales o subregionales del enfoque de los excedentes económicos, se supone que la contribución de una región o subregión a la oferta nacional de

un producto es marginal, es decir, no afecta el nivel de precios, por lo que en los dos escenarios tecnológicos se utiliza el mismo precio en la estimación de los excedentes. Por otro lado, para enfrentar la ausencia de funciones de oferta, los excedentes de productores se estiman directamente de los ingresos y costos de producción. Esto fue lo que hicieron Martínez y Sain (1983) en El Caisán, Panamá y Sain y Matute (1993) en el municipio de Jutiapa, departamento de Atlántida, Honduras. En términos conceptuales, se asume una demanda infinitamente elástica (una línea horizontal) y un oferta perfectamente inelástica (una línea vertical).

Cuando no se tiene acceso a información de costos, usando esta adaptación subregional del enfoque de los excedentes económicos, el beneficio del cambio tecnológico se puede estimar directamente como la diferencia entre los valores de producción en los dos escenarios tecnológicos, es decir, entre ingresos totales. Esto fue lo que hicieron Reyes Hernández y Calderón Aguirre (1999) cuando estimaron la rentabilidad de la vacunación de bovinos contra antrax en Zacapa, Guatemala, realizada en el período inmediato post Huracán Mitch. En este caso, el beneficio, fue la diferencia del valor del hato en los escenarios con vacunación y sin vacunación.

2. EL PROBLEMA

Para la evaluación *ex ante* de proyectos de investigación agrícola se tiene acceso a dos programas, uno es el “Modelo de Excedentes Económicos (MODEX)” desarrollado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Rivas *et al*, 1991) y el segundo es el “Dynamic Research Evaluation for Management (DREAM)” desarrollado en el International Food Policy Research Institute (IFPRI) (Wood y Baitx, 1998) .

En estos programas se usa el enfoque de los excedentes económicos y como herramientas analíticas son muy poderosos. Sin embargo, en países en desarrollo donde se carece de mucha de la información que requieren para operarse, tal como, elasticidades de oferta y demanda, tasas de crecimiento autónomo de estas variables, su adopción como instrumento de gestión de la investigación agrícola ha sido virtualmente nula. En Guatemala, esto es válido a nivel subregional, regional y nacional.

Para enfrentar este problema, hemos estado trabajando en el desarrollo de un programa que permita hacer análisis a nivel subregional y regional. En Guatemala, la fisiografía

montañosa del país define varias regiones un tanto *sui generis* que reducen las posibilidades de generar tecnologías que tengan un dominio nacional. Por ejemplo, para maíz se puede hablar de unas diez regiones, por ejemplo, una grande a nivel de la costa del pacífico, otra en los semiáridos quebrados del suroriente, otra en los semiráridos planos del oriente, tres pisos altitudinales en el altiplano central, tres a cuatro pisos altitudinales en el altiplano noroccidental, y otras. Cultivos como frijol, papa, brócoli, y otros con los que trabaja el ICTA, poseen por lo menos tres regiones diferenciadas por altitud, temperatura, precipitación, suelos, y otros atributos.

3. EL PROGRAMA “EVALUADOR EX ANTE DE TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS (EVALEX)”

3.1 Cálculo de beneficios

El EVALEX es un programa que permite determinar la rentabilidad de alternativas tecnológicas evaluadas *ex ante* desde una perspectiva subregional y regional, y es una adaptación del enfoque de los excedentes económicos.

Se utiliza un modelo económico en el cual se asume que para los productores de una región, los precios son tomados como un dato, es decir, su participación en el mercado no afecta el nivel de precios. Por otro lado, se utilizan valores reales del año en que principia el proyecto y se asume que tanto los precios reales de los productos como la superficie de cultivo pueden variar, aumentando o reduciéndose.

El modelo permite evaluar la rentabilidad económica de dos tipos de tecnología, las que aumentan los rendimientos y las que reducen los costos. Para las primeras, cuando la tecnología en evaluación tiene el mismo costo que la tradicional, la ganancia social de una tecnología es la diferencia entre la ganancia obtenida con la tecnología evaluada y la obtenida con la tecnología tradicional, por lo que como proxy de esta ganancia se toma de la diferencia entre los ingresos totales derivados de ambas tecnologías. El razonamiento es el siguiente:

Si las ganancias con las tecnologías mejorada y tradicional, se estiman de la manera siguiente,

$$G_{tm} = IT_{tm} - CT \dots\dots\dots (14)$$

$$G_{tt} = IT_{tt} - CT \dots\dots\dots (15)$$

en donde:

G ganancia del productor

IT ingresos totales

CT costos totales

tm tecnología mejorada

tt tecnología tradicional

y la ganancia del cambio tecnológico es la diferencia entre las ganancias con tecnología mejorada y tecnología tradicional, esto es

$$GCT = G_{tm} - G_{tt} = (IT_{tm} - CT) - (IT_{tt} - CT)$$

en donde:

GCT ganancia del productor derivada del cambio tecnológico

reduciendo términos semejantes, se tiene

$$GCT = IT_{tm} - IT_{tt} \dots\dots\dots (16)$$

Para las tecnologías mejoradas que aumentan los rendimientos pero que tienen un costo mayor que las tradicionales, a la ganancia del cambio tecnológico debe sustraerse el costo adicional en que se incurre por utilizarlas. Entonces, respecto a (16), sería

$$GCT = IT_{tm} - IT_{tt} - \Delta CT \dots\dots\dots (17)$$

en donde:

ΔCT incremento de costos generado por el uso de la tecnología mejorada

Por otro lado, para aquellas tecnologías que incrementan los rendimientos, pero que tienen un costo menor, a la estimación de la ganancia del productor debe adicionarse el ahorro de costos que resulta de su adopción, esto es,

$$GCT = IT_{tm} - IT_{tt} - (-\Delta CT) \dots\dots\dots (18)$$

Ahora, para los cultivos que existe un déficit crónico, además del incremento en las ganancias de los productores, se toma como beneficio del cambio de tecnología, el ahorro de divisas que generan por reducir importaciones. Este beneficio se estima como el producto del precio al agricultor por el incremento de producción que resulta de cambiar la tecnología, esto es,

$$AD = P (Q_{tm} - Q_{tt}) \dots\dots\dots (19)$$

en donde:

- AD ahorro de divisas
- P precio al productor
- Q producción

tm y tt ya fueron definidas en (15)

Ahora, para las tecnologías que reducen costos pero que rinde igual que las tradicionales, los beneficios son los costos ahorrados.

La forma de estimar estos beneficios es la siguiente:

$$GCT = CT_{tm} - CT_{tt} \dots\dots\dots (20)$$

3.2 Estimación de la adopción de tecnología

En el tiempo, la senda que sigue la adopción de una tecnología tiene un patrón logístico, es decir, presenta una curva con forma de “S”. Inicialmente asciende con lentitud, luego en un ritmo mayor hasta alcanzar un techo máximo donde se estanca la función. Esta

relación tiene la siguiente especificación matemática,

$$Y = K / (1 + e^{-\alpha + \beta t}) \dots\dots\dots (21)$$

en donde:

Y adopción de la tecnología (% del área del cultivo con la tecnología evaluada)

K nivel máximo de adopción de la tecnología

e base de los logaritmos naturales

t años

α y β son parámetros de la función

Para ajustar empíricamente esta ecuación usando el enfoque tradicional de los mínimos cuadrados, es necesario linealizarla, y para ello se procede de la manera siguiente:

Despejando (21) respecto a α y β , se tiene

$$\text{Ln} [(K/Y) - 1] = \alpha + \beta t \dots\dots\dots (22)$$

haciendo

$$L = \text{Ln} [(K/Y) - 1]$$

se tiene el modelo lineal

$$L = \alpha + \beta t \dots\dots\dots (23)$$

el cual es fácilmente ajustable con mínimos cuadrados.

Para el ajuste de (23) es necesario conocer el nivel máximo que puede alcanzar la adopción y el número de años que ello requiere. Por ejemplo, para una recomendación para el control químico de malezas en arroz se espera un 50% de adopción y un período de cuatro años de transferencia para lograrlo. Esto lo representan las siguientes series de datos:

Años	Adopción
1	0
4	50

Como el ajuste del modelo requiere hacer transformaciones logarítmicas en sus datos, es necesario que las series no posean ceros, pues no hay logaritmos para estos valores. Para lograr este cometido en lugar de cero se introduce un valor convencional muy cercano a cero pero positivo, digamos 0.00001 y un valor muy cercano a K, en este caso digamos 49.99999; con lo que las series se transforman en,

Años (t)	Adopción (Y)	L *
1	0.00001	15.4249483
4	49.99999	-15.4249483

* $L = \ln [(K/Y) - 1]$; $K=50$

con estas series modificadas se ajusta el modelo (23). Siguiendo el enfoque de los mínimos cuadrados se tiene que,

$$\hat{\beta} = [\sum Lt - (\sum L \sum t)/n] / [\sum t^2 - (\sum t)^2/n] \dots\dots\dots (23)$$

$$\hat{\alpha} = (\sum L - \beta \sum t) / n \dots\dots\dots (24)$$

en donde:

$\hat{\alpha}$ indica que se trata de un estimador del parámetro poblacional

Calculando las correspondientes sumatorias de (23) y (24), se tiene,

$$\hat{\beta} = -10.2832988$$

$$\hat{\alpha} = 25.7082471$$

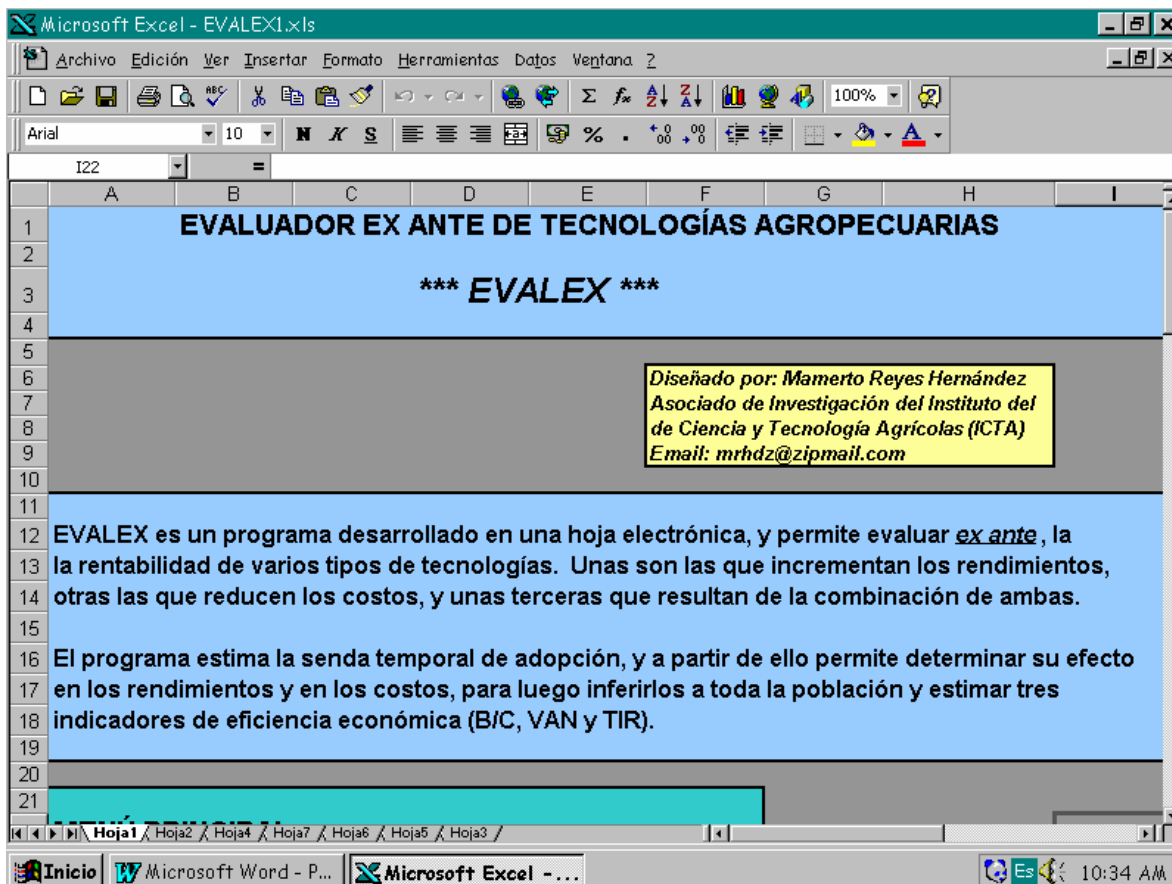
luego, con el modelo

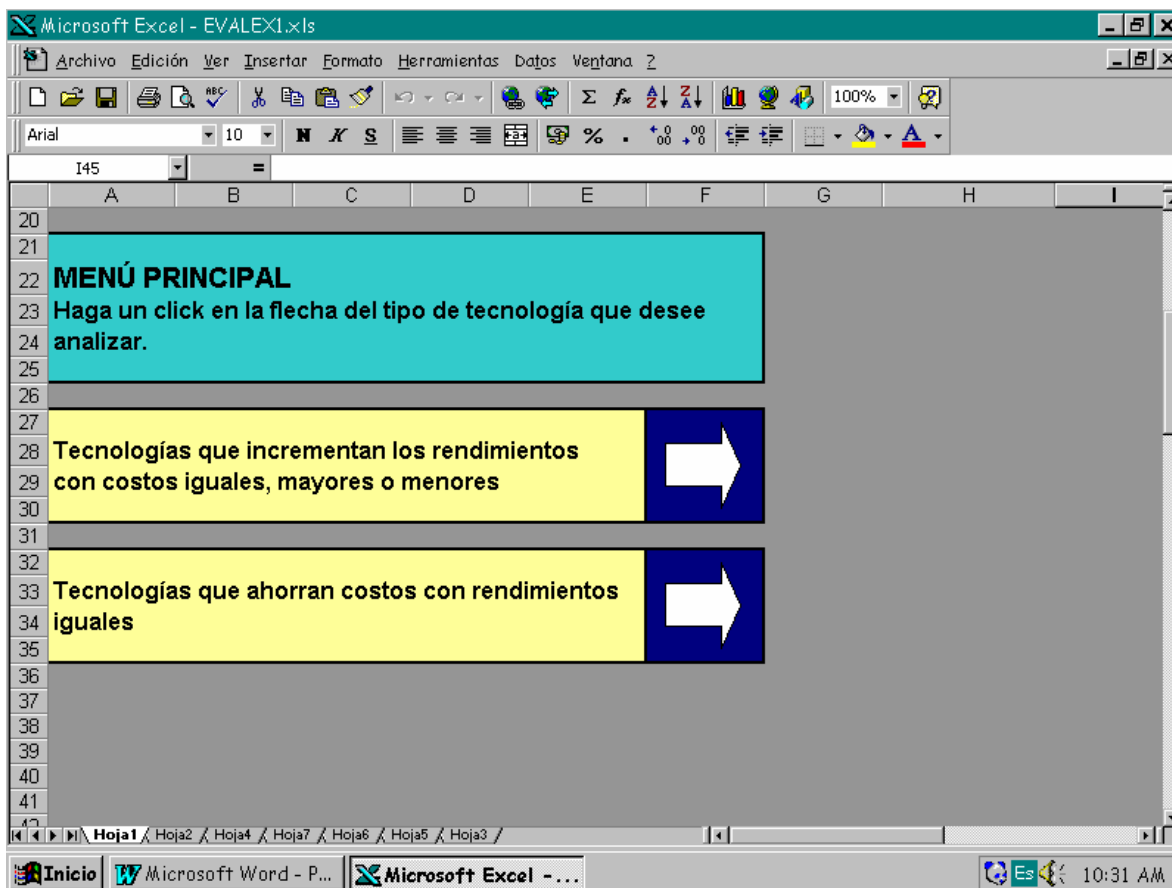
$$\hat{Y} = 50 / (1 + e^{25.7082471 - 10.2832988 t})$$

se estima la adopción de la tecnología para el período evaluado.

4. OPERACIÓN DEL EVALEX

La apertura del EVALEX se realiza abriendo el archivo “EVALEX1.XLS”, el cual se encuentra en el directorio “C:\EVALEX”. Al abrir el archivo, éste muestra la siguiente pantalla:





Como se indica en la introducción, el EVALEX permite analizar tecnologías que incrementan los rendimientos y que utilizan costos iguales, mayores o menores que los de la tecnología tradicional y tecnologías que ahorran costos y que permiten obtener los mismos rendimientos que la tecnología tradicional. Para entrar a cualquiera de estas alternativas, solamente debe hacer un click en la correspondiente flecha.

4.1 Tecnologías que incrementan rendimientos

Para entrar a esta sección solamente debe hacer un click en la flecha de estas tecnologías. Al abrir este archivo le presentará la siguiente pantalla:

EVALUACIÓN EX ANTE DE LA RENTABILIDAD DE UNA TECNOLOGÍA
**** CASO DE INCREMENTO EN RENDIMIENTOS ****

INFORMACIÓN BÁSICA: En las columnas de "Información", "Unidades", y "Evolución", registre la información que se le requiere.

	Información	Unidades	Sentido de la evolución*
i. Superficie cultivada: área de influencia			nap
ii. Evolución de la superficie		%	
iii. Años para desarrollar la tecnología		años	nap
iv. Adopción Máxima (K) ***		%	nap
v. Años para alcanzar K		años	nap
vi Rendimientos			
a. Tecnología tradicional			nap
b. Tecnología mejorada			nap
vii. Precio del producto			nap
viii. Evolución de los precios reales		%	
ix. Horizonte del proyecto		años	nap

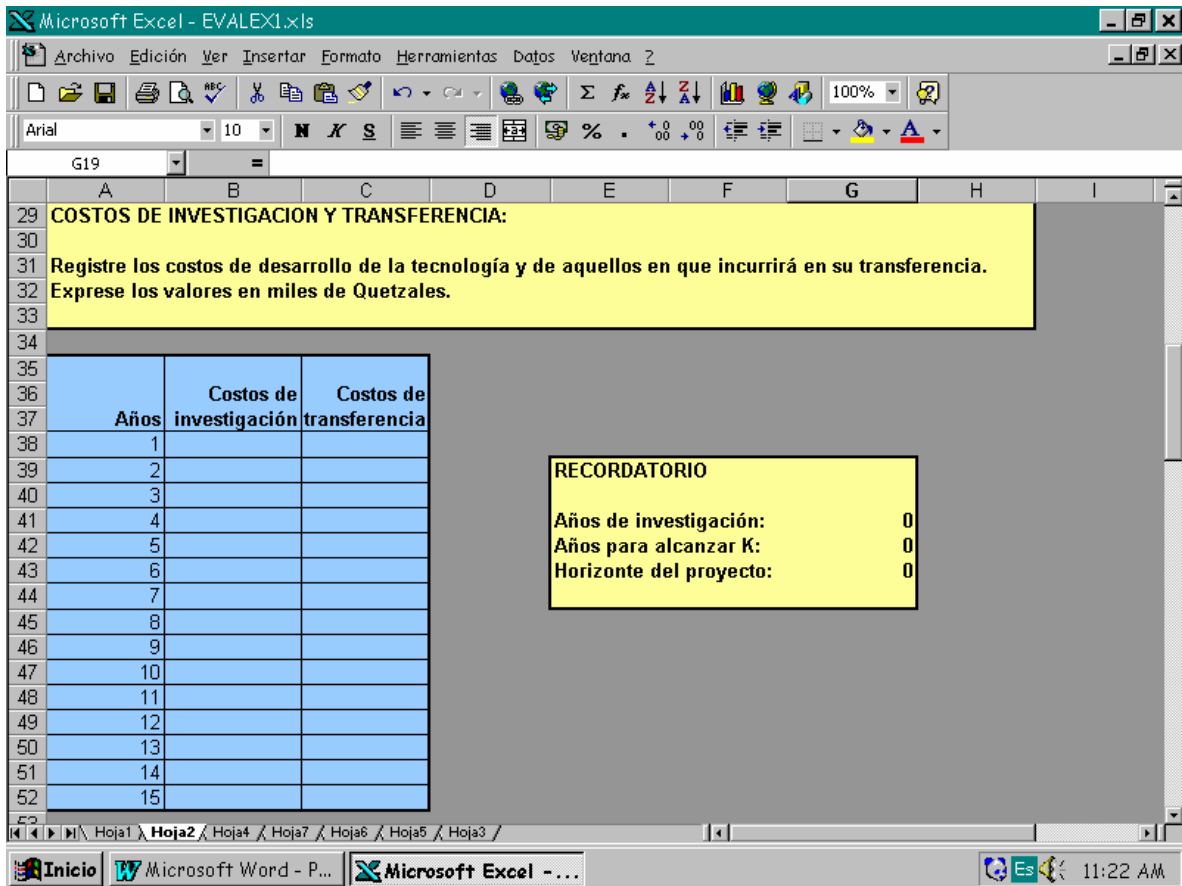
* 1 si es creciente o estable y (-1) si es decreciente
nap = no aplica

Ahora debe introducir la información que se le solicita en este cuadro, y debe hacerlo de la manera siguiente:

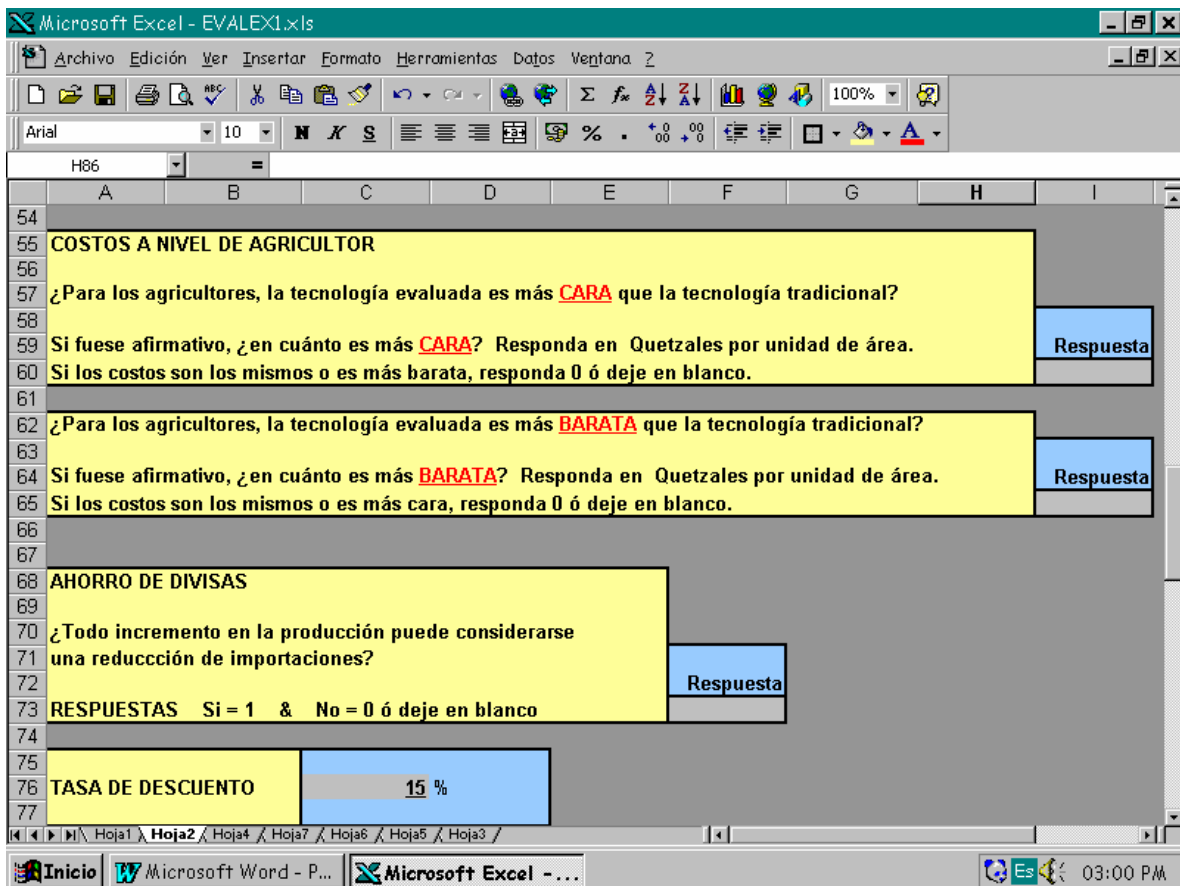
- i. Superficie cultivada: área de influencia. Acá debe registrar toda la superficie cultivada por la población objetivo de la tecnología que está evaluando. En la columna de información debe registrar esta superficie en cuestión y luego en la columna de unidades, debe indicar si se trata de manzanas (mz) ó hectáreas (ha).
- ii. Evolución de la superficie. Acá debe registrar la tasa media anual en que se modifica el total de la superficie cultivada. Es una medida de la tendencia general y en la columna de información debe registrar el porcentaje anual de variación, por ejemplo, 2. Luego en la columna de sentido de la evolución debe registrar "1" si la tendencia es a alza o

- sin variaciones y “-1” si la tendencia es a la baja.
- iii. Años para desarrollar la tecnología. Aquí debe registrar la cantidad de años necesaria para tener una tecnología lista para transferir a los agricultores.
 - iv. Adopción máxima (K). Aquí debe registrar el porcentaje máximo de la superficie cultivada en la que usted espera que sea utilizada la tecnología en evaluación.
 - v. Años para alcanzar K. Aquí debe registrar los años que hay que mantener a la tecnología en transferencia para alcanzar el máximo de adopción esperado.
 - vi. Rendimientos (a) con tecnología tradicional. Registre la media de rendimiento obtenido con la tecnología actual, la que usted busca sustituir. No olvide registrar en la columna de unidades, la medida en que está el rendimiento (kg, qq, tm, etc.)
 - vi. Rendimientos (b) con tecnología mejorada. Registre la media de rendimiento esperado con la tecnología que usted está evaluando. No olvide registrar en la columna de unidades, la medida en que está el rendimiento (kg, qq, tm, etc.)
 - vii. Precio del producto. Registre el precio actual del producto. Este debe expresarse en Quetzales por unidad de producto. Las unidades usadas son las mismas empleadas para registrar los rendimientos.
 - viii. Evolución de los precios reales. Esto se refiere al patrón temporal que siguen los precios del producto en términos reales. Para la mayoría de productos agrícolas, los precios reales tienden a la baja. En la columna de información debe registrar el porcentaje anual de variación y en la columna de sentido de la evolución debe registrar “1” si la tendencia es al alza o sin variaciones y “-1” si es a la baja.
 - ix. Horizonte del proyecto. Debe registrar la cantidad de años que tomará la ejecución del proyecto. En este programa debe registrar como mínimo 10 años y 15 como máximo.

Al terminar de introducir esta información, debe continuar con los datos de los costos de investigación para desarrollar la tecnología y los costos de transferencia. En este caso, los costos se deben registrar en miles de Quetzales. A la par del cuadro de captura de costos aparecerá un cuadrado con la información de los años que usted indicó que necesita para tener lista la tecnología para transferencia, los años de transferencia para alcanzar el máximo nivel de adopción esperada, y la duración del proyecto. La información se debe gravar en el cuadro siguiente:



Luego es necesario que registre información adicional sobre los costos de producción en que se incurre o se ahorran por el uso de la tecnología en evaluación, algo sobre el ahorro de divisas que puede generar la tecnología en evaluación, y la tasa de descuento a utilizar. Todo esto debe responderse en los cuadros que se presentan a continuación:



COSTOS A NIVEL DE AGRICULTOR, en la primera sección se desea determinar si la tecnología en evaluación es más CARA que su comparador tradicional. Si fuese más cara debe indicar en cuanto lo es. Para ello use Quetzales por unidad de superficie (mz ó ha). Si fuese igual o más barata registre “0” o deje en blanco.

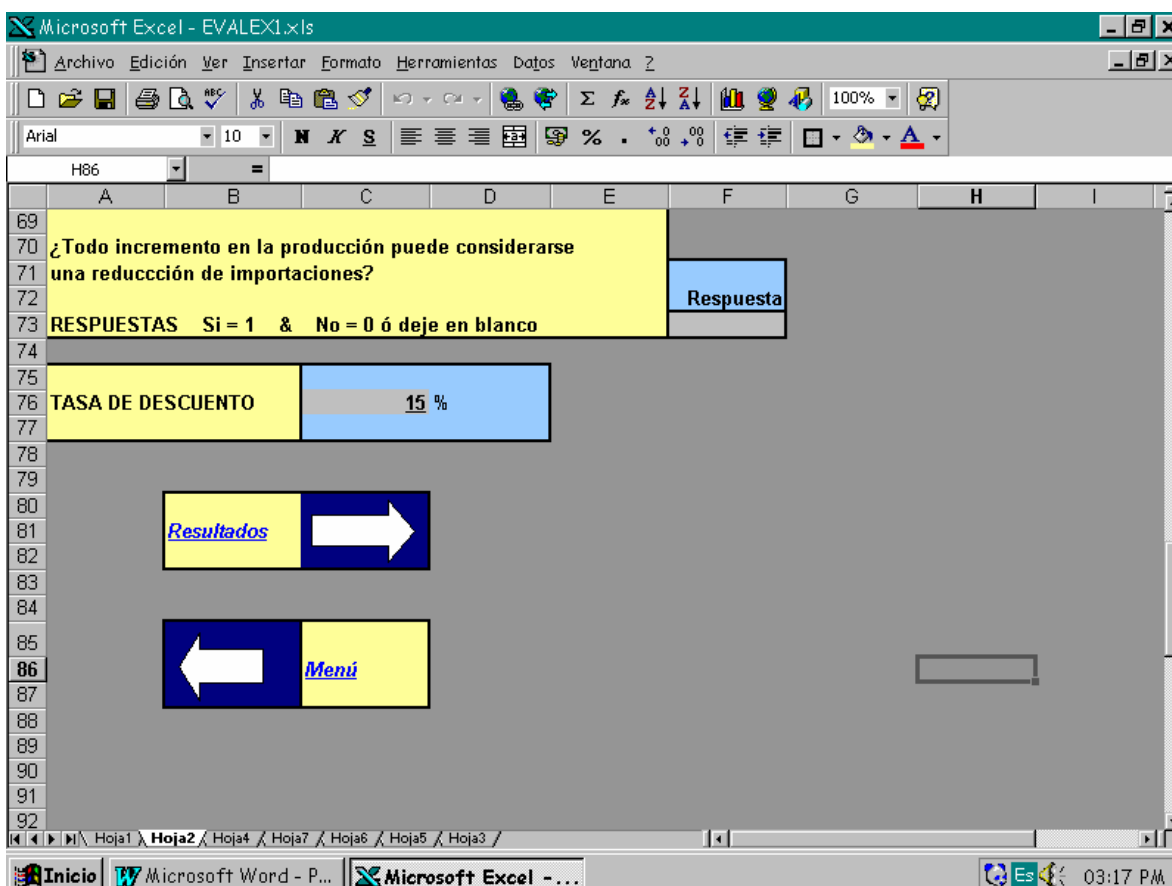
En la segunda sección se desea determinar si la tecnología en evaluación es más BARATA que su comparador tradicional. Si fuese más barata debe registrar en cuanto lo es. Para ello use Quetzales por unidad de superficie (mz ó ha). Si fuese igual o más cara registre “0” o deje en blanco.

AHORRO DE DIVISAS. En esta sección interesa saber si cualquier incremento en la producción significa sustitución de importaciones. Si esto fuese de este modo, la tecnología tiene un beneficio adicional que es la liberación de divisas. Si esto fuese afirmativo,

solamente debe registrar “1” en el espacio de respuesta. Si fuese negativo, solamente debe registrar “0” ó dejar en blanco.

TASA DE DESCUENTO. Debe registrar una tasa social de descuento. Para ello puede utilizar cualquier tasa que se encuentre en 8 y 15 %. Gittinger (1987) indica que para los países en desarrollo, el costo de oportunidad del capital se encuentra entre 8 y 15 %. La respuesta que registre debe estar expresada en porcentaje, por ejemplo 10 % (no en fracción decimal).

Finalmente, puede ir a los resultados. Para ello solamente debe hacer un click en la flecha de resultados.



EJEMPLO: Este es un caso ficticio. El desarrollo de una variedad de arroz para el Valle del Río Polochic requiere cuatro años y un costo anual de Q400 mil. El nivel máximo de adopción esperado es del 60% y requiere de tres años de transferencia. El costo anual de la transferencia es de Q400 mil. El horizonte del proyecto es de 10 años. Después de alcanzar la adopción máxima, la transferencia reduce su presencia en la zona aunque no desaparece. Ello requiere de Q50 mil anuales.

La superficie de arroz en el valle es de 20,000 manzanas y no se espera que se modifique durante la vida del proyecto. Por otro lado, los rendimientos actuales son de 50 qq/mz y se esperan obtener 65 qq/mz con la nueva variedad. Los precios de venta del arroz en granza a nivel de productor son de Q65/qq, y la evolución de los precios reales del arroz es hacia la baja y se reducen en 1.5% anual.

La producción de arroz es deficitaria, por lo que todo incremento en la producción representa una reducción de importaciones.

Los cuadros de captura de información son los siguientes:

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Arial 10

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

A7

EVALUACIÓN EX ANTE DE LA RENTABILIDAD DE UNA TECNOLOGÍA
**** CASO DE INCREMENTO EN RENDIMIENTOS ****

INFORMACIÓN BÁSICA: En las columnas de "Información", "Unidades", y "Evolución", registre la información que se le requiere.

	Información	Unidades	Sentido de la evolución*
i. Superficie cultivada: área de influencia	20000	mz	nap
ii. Evolución de la superficie	0	%	1
iii. Años para desarrollar la tecnología	4	años	nap
iv. Adopción Máxima (K) **	60	%	nap
v. Años para alcanzar K	3	años	nap
vi Rendimientos			
a. Tecnología tradicional	50		nap
b. Tecnología mejorada	65		nap
vii. Precio del producto	65		nap
viii. Evolución de los precios reales	1.5	%	-1
ix. Horizonte del proyecto	10	años	nap

* 1 si es creciente o estable y (-1) si es decreciente
 nap = no aplica

Inicio Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... 10:36 AM

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Arial 10

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

A7

COSTOS DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA:

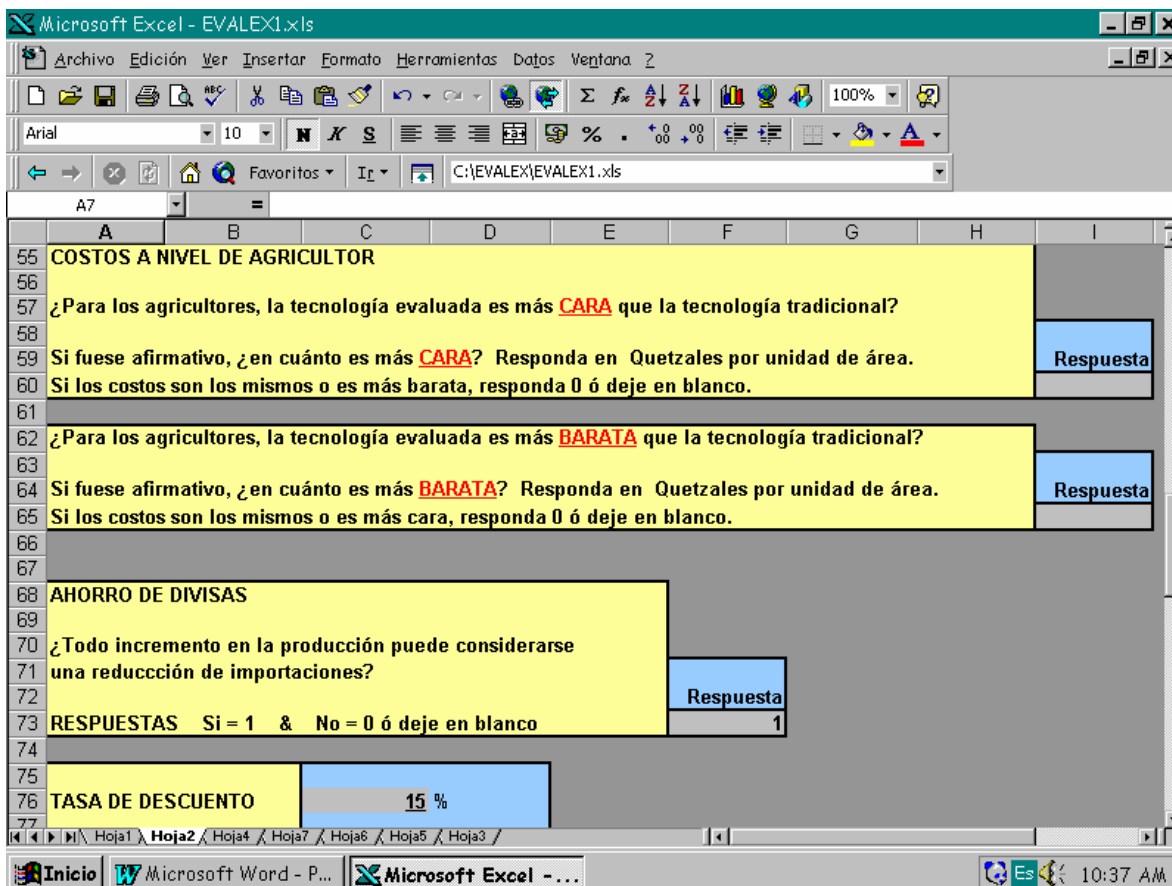
Registre los costos de desarrollo de la tecnología y de aquellos en que incurrirá en su transferencia.
 Exprese los valores en miles de Quetzales.

Años	Costos de investigación	Costos de transferencia
1	400	
2	400	
3	400	
4	400	
5		400
6		400
7		400
8		50
9		50
10		50
11		
12		
13		
14		

RECORDATORIO

Años de investigación: 4
 Años para alcanzar K: 3
 Horizonte del proyecto: 10

Inicio Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... Es 10:36 AM



Los resultados se presentan en varios cuadros en los que el primero: EFECTO EN LA PRODUCCIÓN, comprende la senda de adopción, el rendimiento promedio resultante de la adopción de tecnología, la evolución de la superficie, producción con tecnología tradicional, producción con el cambio tecnológico, y la diferencia entre estas producciones.

El cuadro siguiente es el de ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS, en el que se presentan las series de precios del producto, ingresos netos adicionales, ahorro de divisas, ahorro de costos, y la suma de los beneficios totales.

El tercer cuadro es sobre COSTOS DEL CAMBIO TECNOLÓGICO, y en el se presentan la series de costos de investigación y transferencia, de los costos adicionales incurridos por el uso de la nueva tecnología, y la suma de los costos totales.

El cuarto cuadro versa sobre los INDICADORES DE EFICIENCIA ECONÓMICA.

Acá se presentan las series de beneficios, costos, flujo neto, la relación B/C, VAN y TIR.

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana 2

Arial 10

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

310

EFFECTO EN LA PRODUCCIÓN

Años proyecto	Adopción Predicha	Rendimiento Promedio	Superficie	Producción		Incremento producción
				Con tec tradicional	Con cambio tecnológico	
1	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
2	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
3	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
4	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
5	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
6	30.00	54.50	20000	1000000	1090000	90000
7	60.00	59.00	20000	1000000	1180000	180000
8	60.00	59.00	20000	1000000	1180000	180000
9	60.00	59.00	20000	1000000	1180000	180000
10	60.00	59.00	20000	1000000	1180000	180000
11	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
12	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
13	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
14	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0
15	0.00	50.00	20000	1000000	1000000	0

Inicio Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... 10:37 AM

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Arial 10 N K S % . +0.00 -0.00

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

J10 =

ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS						
Años	Precio	Ingresos netos adic	Ahorro de divisas	Ahorro de Costos	Total Beneficios	
1	64.04	0	0	0	0	
2	63.09	0	0	0	0	
3	62.16	0	0	0	0	
4	61.24	0	0	0	0	
5	60.34	0	0	0	0	
6	59.45	5350	5350	0	10700	
7	58.57	10542	10542	0	21084	
8	57.70	10386	10386	0	20772	
9	56.85	10233	10233	0	20465	
10	56.01	10082	10082	0	20163	
11	55.18	0	0	0	0	
12	54.37	0	0	0	0	
13	53.56	0	0	0	0	
14	52.77	0	0	0	0	
15	51.99	0	0	0	0	

Inicio Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... 10:38 AM

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Arial 10 N K S

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

J10 =

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
50									
51	COSTOS DEL CAMBIO TECNOLÓGICO								
52	COSTOS DEL CAMBIO TECNOLÓGICO								
53	COSTOS DEL CAMBIO TECNOLÓGICO								
54		Costos de	Costos de	Costos					
55		investig y	producción	Totales					
56	Años	transf	adicionales						
57	1	400	0	400					
58	2	400	0	400					
59	3	400	0	400					
60	4	400	0	400					
61	5	400	0	400					
62	6	400	0	400					
63	7	400	0	400					
64	8	50	0	50					
65	9	50	0	50					
66	10	50	0	50					
67	11	0	0	0					
68	12	0	0	0					
69	13	0	0	0					
70	14	0	0	0					
71	15	0	0	0					
72									

Hoja1 / Hoja2 / Hoja4 / Hoja7 / Hoja6 / Hoja5 / Hoja3 /

Inicio Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... 10:38 AM

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Arial 10 N K S % . +0/00 +00/00

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

INDICADORES DE EFICIENCIA ECONÓMICA				
Años	Total Beneficios	Costos Totales	Flujo Neto	
1	0	400	-400	
2	0	400	-400	
3	0	400	-400	
4	0	400	-400	
5	0	400	-400	
6	10700	400	10300	
7	21084	400	20684	
8	20772	50	20722	
9	20465	50	20415	
10	20163	50	20113	
11	0	0	0	
12	0	0	0	
13	0	0	0	
14	0	0	0	
15	0	0	0	
Flujo desc	30144	1707	28437	

Inicio Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... 10:38 AM

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Arial 10 N K S % . +0.00 +00%

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

96									
97									
98	TASA DE DESCUENTO		0.15						
99									
100	B/C		17.66						
101	VAN		Q28,437 miles						
102	TIR		107%						
103									
104									
105									
106									
107									
108									
109									
110									
111									
112									
113									
114									
115									
116									
117									

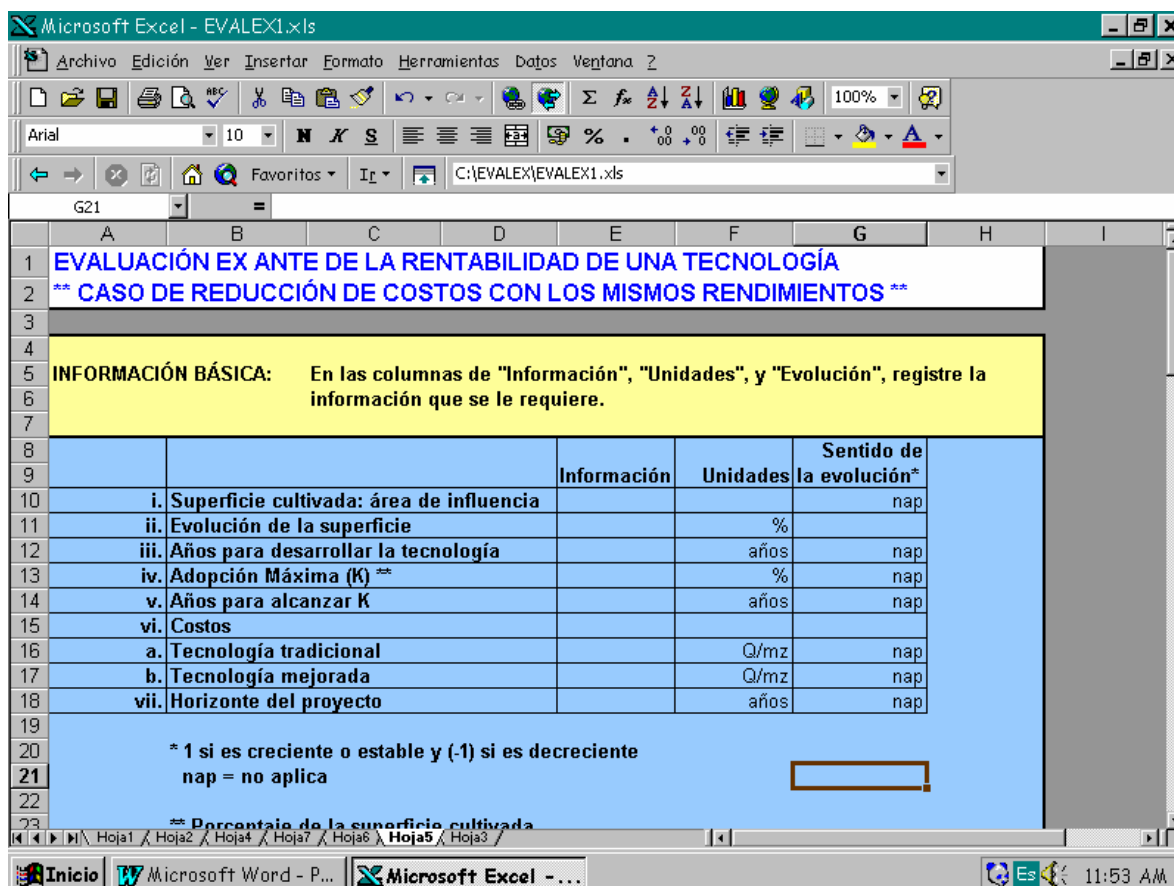
Hoja de datos

Menú

Inicio Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... Es 10:47 AM

4.2 Tecnologías que reducen costos (con los mismos rendimientos)

Para entrar a esta sección solamente debe hacer un click en la flecha de estas tecnologías. Al abrir este archivo le presentará la siguiente pantalla:



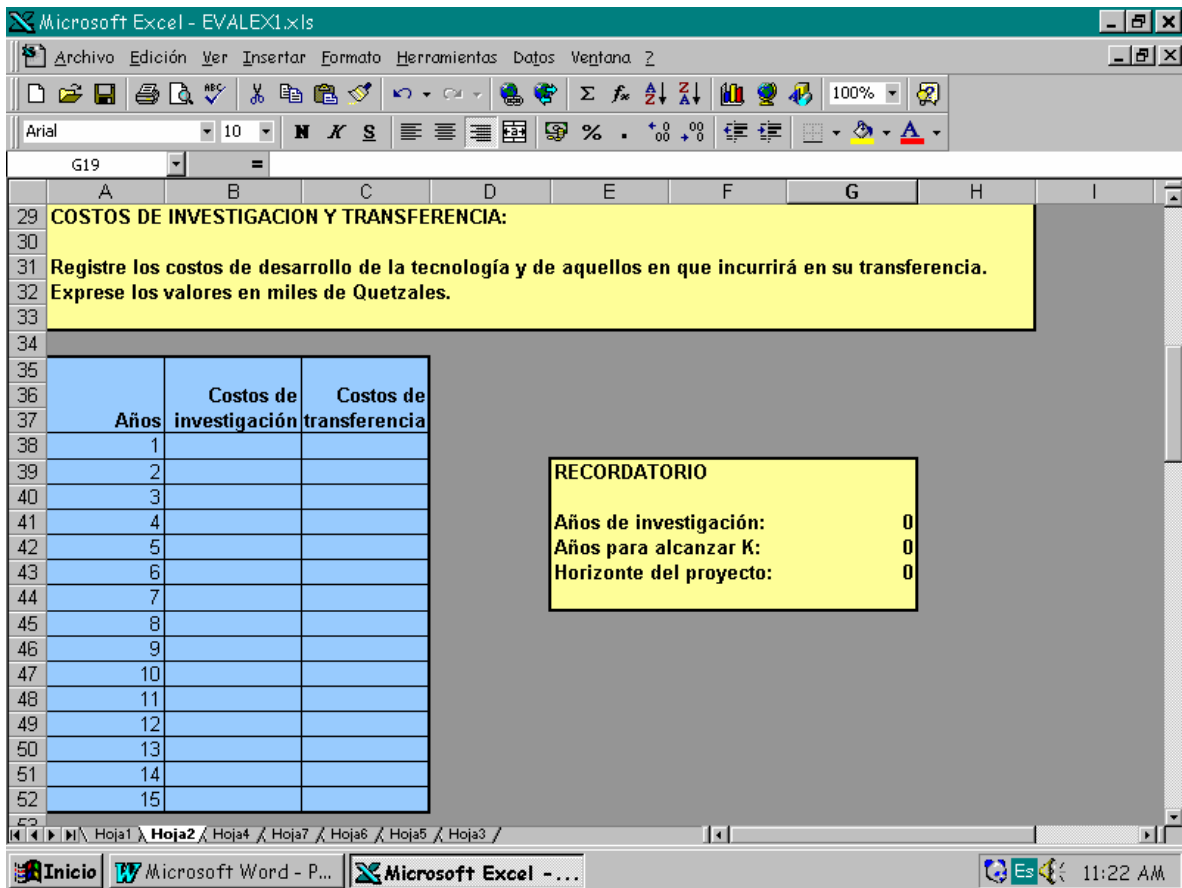
Ahora debe introducir la información que se le solicita en este cuadro, y debe hacerlo de la manera siguiente:

- i. Superficie cultivada: área de influencia. Aquí debe registrar toda la superficie cultivada por la población objetivo de la tecnología que está evaluando. En la columna de información debe registrar esta superficie en cuestión y luego en la columna de unidades, debe indicar si se trata de manzanas (mz) ó hectáreas (ha).
- ii. Evolución de la superficie. Aquí debe registrar la tasa media anual en que se modifica el total de la superficie cultivada. Es una medida de la tendencia general y en la columna de información debe registrar el porcentaje anual de variación, por ejemplo, 2. Luego

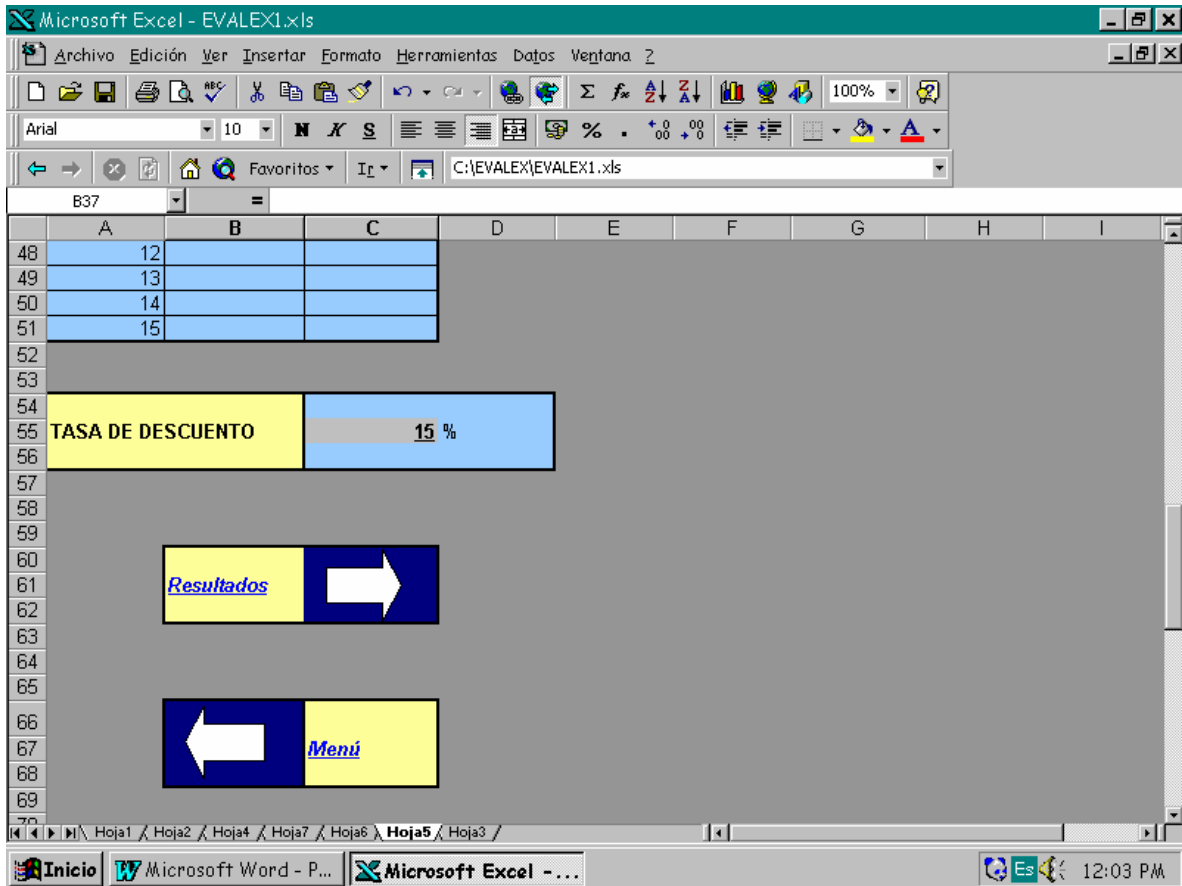
en la columna de sentido de la evolución debe registrar “1” si la tendencia es a alza o sin variaciones y “-1” si la tendencia es a la baja.

- iii. Años para desarrollar la tecnología. Aquí debe registrar la cantidad de años necesaria para tener una tecnología lista para transferir a los agricultores.
- iv. Adopción máxima (K). Aquí debe registrar el porcentaje máximo de la superficie cultivada en la que usted espera que sea utilizada la tecnología en evaluación.
- v. Años para alcanzar K. Aquí debe registrar los años que hay que mantener a la tecnología en transferencia para alcanzar el máximo de adopción esperado.
- vi. Costos (a) con tecnología tradicional. Registre el costo de la práctica o labor que busca sustituir la tecnología bajo evaluación. Este costo debe estar expresado en Quetzales por unidad de área (mz ó ha). Otra manera de registrar este dato es a través de los costos totales de producción con el manejo tradicional.
- vi. Costos (b) con tecnología mejorada. Registre el costo de la práctica con la tecnología bajo evaluación. Del mismo modo que la tradicional, este debe estar expresado en Quetzales por unidad de área (mz ó ha). Otra manera de registrar este dato es a través de los costos totales de producción con el manejo mejorado o sea con la tecnología bajo evaluación.
- vii. Horizonte del proyecto. Debe registrar la cantidad de años que tomará la ejecución del proyecto. En este programa debe registrar como mínimo 10 años y 15 como máximo.

Al terminar de introducir esta información, debe continuar con los datos de los costos de investigación para desarrollar la tecnología y los costos de transferencia. En este caso, los costos se deben registrar en miles de Quetzales. A la par del cuadro de captura de costos aparecerá un cuadrado con la información de los años que usted indicó que necesita para tener lista la tecnología para transferencia, los años de transferencia para alcanzar el máximo nivel de adopción esperada, y la duración del proyecto. La información se debe gravar en el cuadro siguiente:



Luego es necesario que registre la tasa de descuento a utilizar. Esta debe ubicarse entre 8 y 15%.



EXEMPLO:

Este caso también se ha preparado con datos ficticios. Se trata de una tecnología para el control químico de malezas en arroz. El desarrollo de una recomendación de esta naturaleza requerirá 3 años de investigación, y se espera alcanzar una adopción del 60% del área de arroz, la cual se logrará con 4 años de actividades de transferencia. El área de influencia de la tecnología son 20,000 manzanas, y se espera que no aumente ni se reduzca en el futuro.

Para los agricultores, la práctica de control de malezas tiene un costo por manzana de Q300 y con la tecnología a desarrollar se espera que esta labor tenga un costo de Q200/mz.

Respecto a los costos de investigación, estos ascienden Q200 mil anuales. Los costos de transferencia son de Q200 mil, Q300 mil, Q400 mil y Q400 mil, en su orden para el 1°, 2°, 3° y 4° año de transferencia. Luego de ello, los costos de esta actividad son de Q50 mil al año.

El proyecto tendrá una duración de 10 años y como tasa de descuento se usará el 15%.

Los cuadros de captura de información son los siguientes:

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Arial 10 N K S

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

K20

EVALUACIÓN EX ANTE DE LA RENTABILIDAD DE UNA TECNOLOGÍA
**** CASO DE REDUCCIÓN DE COSTOS CON LOS MISMOS RENDIMIENTOS ****

INFORMACIÓN BÁSICA: En las columnas de "Información", "Unidades", y "Evolución", registre la información que se le requiere.

	Información	Unidades	Sentido de la evolución*
i. Superficie cultivada: área de influencia	20000	mz	nap
ii. Evolución de la superficie	0	%	1
iii. Años para desarrollar la tecnología	3	años	nap
iv. Adopción Máxima (K) **	60	%	nap
v. Años para alcanzar K	4	años	nap
vi. Costos			
a. Tecnología tradicional	300	Q/mz	nap
b. Tecnología mejorada	200	Q/mz	nap
vii. Horizonte del proyecto	10	años	nap

* 1 si es creciente o estable y (-1) si es decreciente
nap = no aplica

** Porcentaje de la superficie cultivada

Inicio *** 2. something - W... Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... Es 10:57 AM

COSTOS DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA:
 Registre los costos de desarrollo de la tecnología y de aquellos en que incurrirá en su transferencia.
 Exprese los valores en miles de Quetzales.

Años	Costos de investigación	Costos de transferencia
1	200	
2	200	
3	200	
4		200
5		300
6		400
7		400
8		50
9		50
10		50
11		
12		
13		
14		

RECORDATORIO
 Años de investigación: 3
 Años para alcanzar K: 4
 Horizonte del proyecto: 10

Los resultados se presentan en varios cuadros en los que el primero: EFECTO EN LOS COSTOS, comprende la senda de adopción, el costo promedio resultante de la adopción de tecnología, la evolución de la superficie, los costos con tecnología tradicional, los costos con el cambio tecnológico, y la diferencia entre ambos.

El cuadro siguiente es el de INDICADORES DE EFICIENCIA ECONÓMICA, en el cual se presentan los beneficios (ahorro de costos de producción), los costos, el flujo neto, la relación B/C, VAN y TIR.

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Arial 10 N K S %

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

L23

EFFECTO EN LOS COSTOS

Años proyecto	Adopción predicha	Costo Promedio	Superficie	Costo poblacional		Ahorro Costos
				tradicional	trad y mej	
1	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0
2	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0
3	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0
4	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0
5	0.33	299.67	20000	6000000	5993432	6568
6	59.67	240.33	20000	6000000	4806568	1193432
7	60.00	240.00	20000	6000000	4800000	1200000
8	60.00	240.00	20000	6000000	4800000	1200000
9	60.00	240.00	20000	6000000	4800000	1200000
10	60.00	240.00	20000	6000000	4800000	1200000
11	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0
12	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0
13	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0
14	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0
15	0.00	300.00	20000	6000000	6000000	0

Inicio 2. something - Wind... Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... 11:01 AM

Microsoft Excel - EVALEX1.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

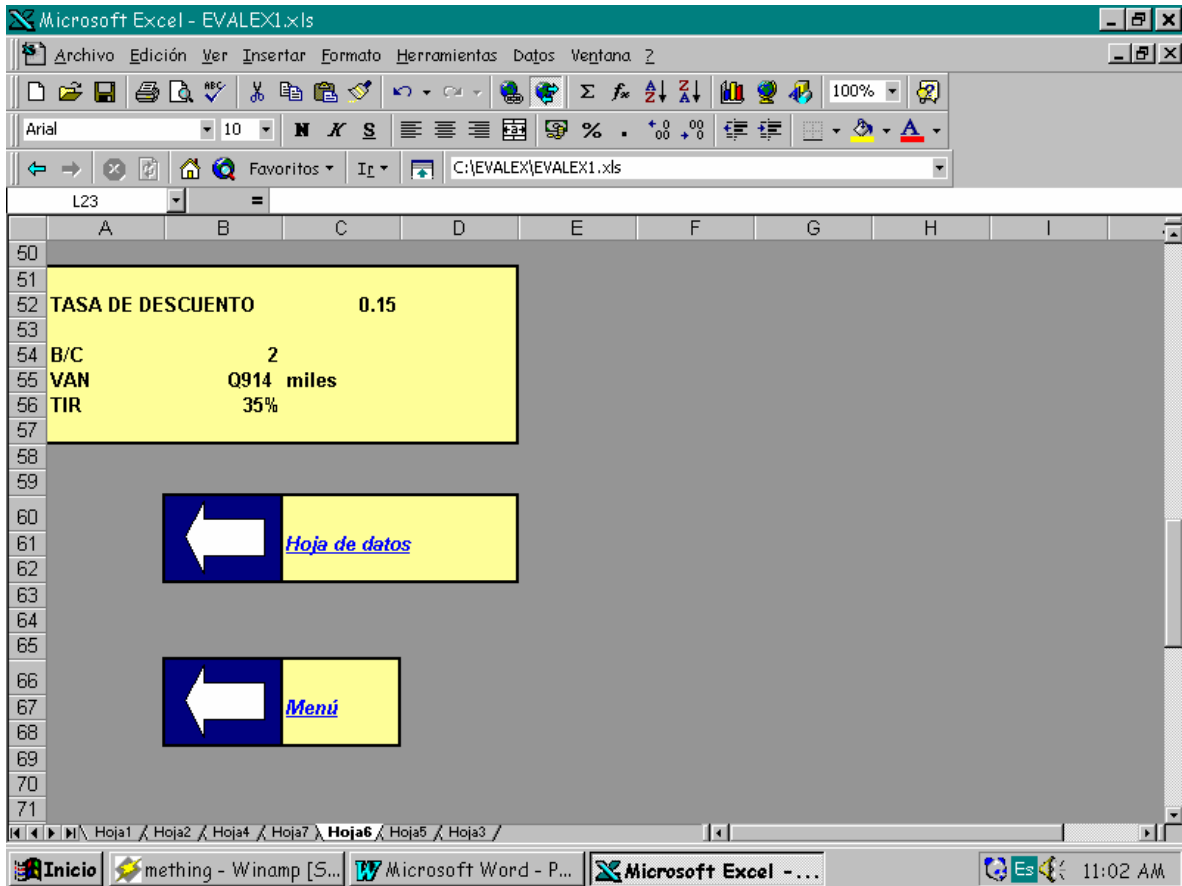
Arial 10 N K S

C:\EVALEX\EVALEX1.xls

L23 =

INDICADORES DE EFICIENCIA ECONÓMICA				
Años	Beneficios (Ahorro en Costos)	Costos	Flujo Neto	
1	0.00	200	-200	
2	0.00	200	-200	
3	0.00	200	-200	
4	0.00	200	-200	
5	6.57	300	-293	
6	1193.43	400	793	
7	1200.00	400	800	
8	1200.00	50	1150	
9	1200.00	50	1150	
10	1200.00	50	1150	
11	0.00	0	0	
12	0.00	0	0	
13	0.00	0	0	
14	0.00	0	0	
15	0.00	0	0	
Flujo desc	2000.36	1086	914	

Inicio Winamp [Stopped]... Microsoft Word - P... Microsoft Excel - ... 11:02 AM



5. REFERENCIAS

EVENSON, R. E. and P. M. FLORES (1978) "Social Returns to Rice Research" in Economic Consequences of the New Rice Technologies, Los Baños, Philippines, International Rice Research Institute (IRRI). Páginas 243-265.

GITTINGER, J. P. (1987) Análisis Económico de Proyectos Agrícolas. 2da. Reimpresión de la 2da. Edición. Traducción del inglés de C. Saavedra Arce. Madrid, Tecnos.

GRILICHES, Z. (1980) "Costos de Investigación y Ventajas Sociales: Maíz Híbrido y otras Innovaciones" in E. FLORES (ed): Lecturas Sobre Desarrollo Agrícola. Lecturas del Trimestre Económico No. 1. México, Fondo de Cultura Económica. Páginas 268-287.

HAYAMI, Y. and R. W. HERDT: (1978) "Market Price Effects of New Rice Technology on Income Distribution" in *Economic Consequences of the New Rice Technology*. Los Baños, Philippines,, International Rice Research Institute (IRRI). Páginas 283-302.

LINDNER, R. K. and F. G. JARRET: (1978) "Supply Shifts and the Size of Research Benefits" in *American Journal of Agricultural Economics* 60(1):48-58.

MARTINEZ, J. C. and G. SAIN (1983) *The Economic Returns to Institutional Innovations in National Agricultural Research: On-Farm Research in IDIAP Panamá*. CIMMYT Economics Program Working Paper 04/83. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

NORTON, G. W. and J. S. DAVIS (1981) "Evaluating Returns to Agricultural Research: A Review" in *American Journal of Agricultural Economics* 63(4):685-699.

REYES HERNÁNDEZ, M. y L. A. CALDERON AGUIRRE, (1999) "Rentabilidad Social de la Inmunización Pecuaria Posterior al Huracán Mitch: El Caso de los Bovinos en Zacapa, Guatemala" in *Tikalía* (Guatemala) 18(2) 15-32.

REYES HERNÁNDEZ, M. (2001) *La Rentabilidad Social de la Investigación Agrícola Gubernamental en Granos Básicos: El Caso del ICTA en Maíz y Arroz en Guatemala: 1973-90*. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.

RIVAS, L.; J. GARCIA; C. SERE; L. S. JARVIS; y L.R. SANINT: (1991) *Modelo de Análisis de Excedentes Económicos*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

SAIN, G. y R. MATUTE (1993) "Cambio Tecnológico e Investigación en Fincas en el Departamento de Atlántida, Honduras" in *Síntesis de Resultados Experimentales del PRM*, Volumen 4. Guatemala, Programa Regional de Maíz de Centroamérica y el Caribe-CIMMYT. Páginas 198-211.

SANINT, L.R. (1992) *New Rice Technologies for Latin America: Social Benefits, Past Reminiscences and Issues for the Future*. Trends in CIAT Commodities 1992. Working Document No. 111. Cali, Colombia, CIAT.

SCOBIE, G.M. and R. POSADA (1976) *The Impact of High-Yielding Rice Varieties in Latin America With Special Emphasis on Colombia*. A Preliminary Report. Cali, Colombia, CIAT.

VOON, J.P. and G.W. EDWARDS (1991) "The Calculation of Research Benefits With Linear and Nonlinear Specifications of Demand and Supply Functions" in *American Journal of Agricultural Economics* 73(2):415-420.

WOOD, S. y W. BAITX (1998) *DREAM: Manual para el Usuario*. San José, Costa Rica, IFPRI-BID-CIAT-IICA.