

ANALISIS ECONOMICO DE LOS EXPERIMENTOS REGIONALES DE LEGUMINOSAS INTERCALADAS CON MAIZ.

Compilado por: G. Sain, E. Borbón, H. Barreto, y J. Bolaños.

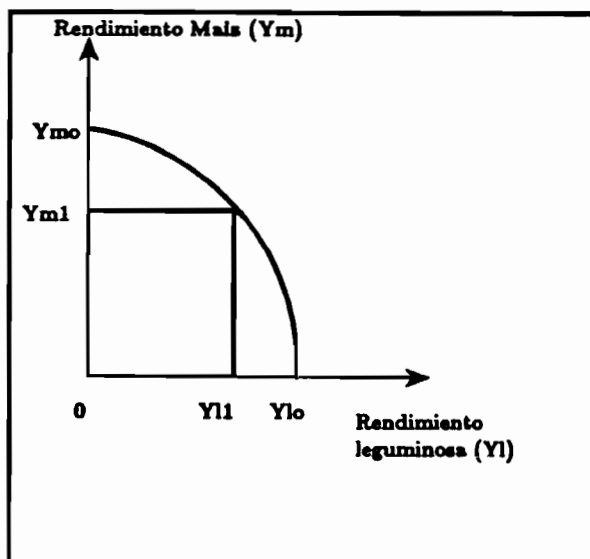
I- Introducción

En el área de Centro América y el Caribe una gran proporción del maíz se siembra en zonas caracterizadas por suelos de baja fertilidad, frágiles, en laderas, y bajo una agricultura de subsistencia de bajos insumos. Debido a su ubicación en laderas y a un manejo inadecuado los suelos en estas zonas sufren de un potencial de erosión alto, y han sufrido una degradación severa en sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

El Programa Regional de Maíz inició en 1989 un programa de investigación destinado al desarrollo de tecnologías adecuadas a la reducción de la degradación de estos suelos y así ayudar a mantener la sostenibilidad de los sistemas de producción de maíz en estas áreas marginales. El Programa consideraba la evaluación en diferentes ambientes de Centro América del uso potencial de distintas leguminosas intercaladas con el maíz. Las hipótesis prevalecientes para esta evaluación se basaron en el rol de las leguminosas en: (a) reducir la erosión por efecto de una mejor cobertura del suelo; (b) reducir la incidencia de las malezas; (c) aportar nitrógeno (N) al sistema de cultivo mediante la fijación del N atmosférico; y (d) mejorar la estructura del suelo mediante un mayor aporte de materia orgánica.

Se reconoce, sin embargo, que en el corto plazo el efecto de intercalar la leguminosa en el sistema traerá aparejado una reducción en el rendimiento por efecto de la competencia por nutrientes, agua, y luz (Francis, 1989). Este costo se ilustra en la Figura 1 donde se muestra una de las posibles curvas de transformación para una superficie dada de tierra (por ejemplo 1 Ha.) y para un cierto nivel tecnológico.

Figura 1. El costo de intercalar una leguminosa en el cultivo de maíz



El costo por competencia que surge de intercalar la leguminosa con el maíz en el primer ciclo, está dado por el valor de la reducción en rendimientos en maíz respecto al monocultivo: $P_m (Y_{m1} - Y_{mo})$, menos el valor de la producción de la leguminosa: $P_l (Y_{l1})$. Donde P_m y P_l son los precios de campo del maíz y de la leguminosa respectivamente; Y_{mo} y Y_{lo} son los rendimientos en monocultivo para el maíz y la leguminosa respectivamente y Y_{m1} y Y_{l1} son aquellos obtenidos después del intercalado.

Se espera sin embargo que en el mediano o largo plazo estas desventajas sean neutralizadas por los efectos positivos mencionados anteriormente. El control de malezas, por ejemplo, ha sido reportado como uno de los componentes más importantes de los costos de producción de maíz al representar una elevada demanda de mano de obra. Se espera que la rápida cobertura del suelo de algunas leguminosas produzca una reducción importante en este costo por disminución en la incidencia de las malezas. Lo mismo se puede decir respecto al fertilizante que generalmente representa uno de los costos en efectivo más importante. Trabajos presentados por Mello (1978) reportaron cantidades de N fijados por *Canavalia ensiformis* y *Stizolobium deringarum* en el orden de los 190 y 157 kg/Ha./año respectivamente.

Con estos antecedentes el Proyecto se concentró en la evaluación agronómica y económica del impacto de intercalar tres leguminosas: *Stizolobium deeringarum* Bort, *Vigna Ugniculata* L. y *Canavalia ensiformis* L. con el maíz en una gran variedad de ambientes a través de la región centroamericana. Estas tres leguminosas fueron elegidas como las más promisorias de acuerdo a una serie de ensayos previos en donde se evaluaron diferentes criterios tal como la adaptación al crecimiento bajo las condiciones de sombra que establece el maíz.

El objetivo de este trabajo es ofrecer una metodología sencilla para evaluar el potencial económico de cada una de las leguminosas para ser introducidas en los diferentes sistemas de siembra del maíz prevalecientes en las áreas donde el ensayo fué establecido. Para ello, se establece primero una serie de criterios metodológicos, para luego proveer un ejemplo para su ilustración.

II- Metodología

El método propuesto es el de presupuesto parcial y análisis incremental documentado en el Manual del CIMMYT (1989) pero extendido para incorporar los efectos residuales. En adición, las posibles interacciones de cada leguminosa con el sistema del agricultor se tratan como costos o beneficios, en ese sentido se trata de un análisis económico normativo, es decir trata de simular que pasaría el agricultor incorporara la leguminosa en su sistema).

El Cuadro 1 presenta los tres paneles o secciones que se necesitan estimar mediante la ejecución de este método. Los dos primeros paneles muestran los rubros de un presupuesto parcial típico para el ciclo inicial, y el ciclo residual para un sistema en donde se intercala las leguminosas con el maíz en monocultivo. El tercer panel muestra el análisis marginal que se realiza con los valores actualizados de los beneficios netos y de los costos totales que varían.

Finalmente se da un ejemplo de cálculo usando como base los datos obtenidos durante 1989 (ciclo inicial) y 1990 (ciclo residual) en Cuyuta, Guatemala.

Cuadro 1. Esquema del presupuesto parcial en ambos ciclos: inicial y residual y del análisis marginal actualizado.

CICLO INICIAL

		TRATAMIENTOS			
		Maiz	Maiz/ Mucuna	Maiz/ Canav.	Maiz/ Vigna
R1	Rendimiento grano maíz (Tm./Ha.)				
R2	Rendimiento grano leguminosa (Tm./Ha.)				
R3	Rendimiento rastrojo maíz (Tm./Ha.)				
R4	Rendimiento rastrojo leguminosa (Tm./Ha.)				
R5	Rendimiento rastrojo total (Tm./Ha.)				
P1	Precio de campo del grano maíz (\$/Tm.)				
P2	Precio de campo grano leguminosa (\$/Tm.)				
P3	Precio de campo rastrojo (\$/Tm.)				
BB1	Beneficio Bruto de campo (\$/Ha.)				
C1	Costo de semilla leguminosa (kg/Ha. * \$/kg)				
C2	Costo m. de o. siembra leguminosa (jor/Ha. * \$/jor)				
C3	Costo despunte leguminosa (jor/Ha. * \$/jor)				
C4	Costo control manual malezas (jor/Ha. * \$/jor)				
C5	Costo inserción leguminosa en el sist. (\$/Ha.)				
CTV1	Total costo que varían (\$/Ha.)				
BN1	Beneficio Neto de campo (\$/Ha.)				

Cuadro 1. Continuación

CICLO RESIDUAL

		TRATAMIENTOS			
		Maíz mono-cultivo	Maíz/Mucuna	Maíz/Canavalia	Maíz/Vigna
R6	Rendimiento grano maíz (Tm./Ha.)				
R7	Rendimiento rastrojo maíz (Tm./Ha.)				
P4	Precio de campo del grano maíz (\$/Tm.)				
P5	Precio de campo rastrojo maíz (\$/Tm.)				
BB2	Beneficio Bruto de campo (\$/Ha.)				
TCV2	Total costos que varían (\$/Ha.)				
BN2	Beneficios Netos de campo (\$/Ha.)				

ANALISIS MARGINAL ACTUALIZADO

		TRATAMIENTOS			
		Maíz mono-cultivo	Maíz/Mucuna	Maíz/Canavalia	Maíz/Vigna
TCVA	Total costos que varían actualizados (\$/Ha.)				
BNA	Beneficios netos de campo actualizados (\$/Ha.)				

A continuación se describe brevemente la forma de estimar los diferentes rubros.

A- CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS EN EL PERIODO INICIAL

1- Beneficios brutos

1-1 Sección de Rendimientos

Componente	Descripción
R1. Rendimiento promedio de grano de maíz en toneladas por Ha.	Este es un dato experimental. Incorpora el efecto de reducción en rendimiento por competencia de la leguminosa por nutrientes, agua etc.
R2. Rendimiento promedio de grano de la leguminosa en toneladas por Ha.	Este también es un dato experimental. Solo se llena en el caso de que se halla cosechado grano de leguminosa como producto. Por ejemplo: vigna ugniculata. Incorpora los posibles beneficios para el agricultor de producir el grano de la leguminosa intercalada.
R3. Rendimiento promedio del rastrojo de maíz en toneladas por Ha.	Dato experimental, que se debe medir como parte de los resultados experimentales. En el caso de que resulte difícil separar el rastrojo de maíz de aquel de la leguminosa entonces se debe medir el rastrojo total (maíz + leguminosa) y con esta información se llena la fila R5.
R4. Rendimiento de rastrojo (biomasa) de la leguminosa en toneladas por Ha.	Se toman en cuenta las mismas consideraciones que para R3.
R5. Rendimiento total de rastrojo.	Se obtiene como suma de R3 mas R4 o directamente mediante la toma de datos experimentales. Ver consideraciones en R3.

1-2 Sección de Precios de los Productos.

Componente	Descripción
<p>P1. Precio de campo del grano de maíz en \$/Tm.</p>	<p>El precio de campo del maíz se calcula de acuerdo a la fórmula siguiente:</p> $P_{\text{campo}} = (P_{\text{venta}} - \text{CPR}) \cdot (1-a)$ <p>donde P_{venta} es el precio que recibe el agricultor cuando y donde venda el maíz. A este precio de venta se le sustraen los costos proporcionales al rendimiento (CPR), tales como costos de cosecha, desgrane, y transporte. Finalmente este precio es ajustado por un factor en donde a es el nivel de ajuste a los rendimientos experimentales, usualmente entre el 10 y 20 %.</p> <p>Aunque los cálculos se pueden hacer en moneda corriente de cada país, resulta conveniente expresarlos en dólares para facilitar la comparación de resultados. Para eso se emplea la tasa de cambio prevaeciente al momento en que se toma el dato del precio.</p>
<p>P2. Precio de campo del grano de leguminosa.</p>	<p>Aunque la mecánica de cálculo es igual a P1, la dificultad en este caso se presenta porque normalmente no habrá un precio de venta para el grano de leguminosa. En este caso habrá que estimar un precio sombra o de oportunidad que refleje en forma aproximada el valor que el grano de leguminosa podría tener para el agricultor en caso de que decida incorporar la leguminosa en su sistema.</p> <p>En el caso de el experimento en cuestión la única leguminosa con una producción de grano es la Vigna por lo que la información se referirá específicamente a ella.</p> <p>El primer paso para encontrar un valor a este grano es determinar si su uso potencial es como consumo humano o como alimento para animales. (En el caso de que el grano no se coseche y se use como forraje conjuntamente con el rastrojo, se debe entonces, tratar como valor del rastrojo tal como se explica en el apartado P3).</p> <p>Una forma práctica de encontrar un valor de oportunidad a un producto de consumo nuevo en el sistema, es buscar el sustituto más próximo que se venda y ajustar el precio que va a adjudicar al nuevo producto hacia abajo por un factor determinado.</p> <p>Si el grano de Vigna fuera usado para consumo humano, es factible pensar que podría sustituir en consumo al frijol. Debido a que esta sustitución no es perfecta en términos de las preferencias del agricultor se debe ajustar hacia abajo el precio de la vigna para reflejar la menor preferencia en consumo. La determinación de este factor de ajuste es difícil y subjetiva y depende de cuan bueno o malo sea el grano de la leguminosa en sustituir al frijol en la preferencia de los agricultores. En general factores del orden del 50% o 75% podrían ser usados.</p>

<p>PS. Precio de campo del rastrojo.</p>	<p>Este también es un precio sombra o de oportunidad y debe ser estimado con base en el conocimiento del sistema.</p> <p>El precio sombra del rastrojo se calcula como el valor del incremento en kilos de carne que el rastrojo puede proveer al agricultor para el periodo de pastoreo y carga animal usual en el sistema que se está estudiando.</p> <p>En una fórmula:</p> $P_{sr} = P_c \cdot \frac{\Delta C}{\Delta R}$ <p>Donde $\Delta C / \Delta R$ representa el aumento de kg carne provisto por cada tonelada de rastrojo. P_c es el precio de la carne que recibe el agricultor. De esa manera el precio del rastrojo tiene en cuenta la diferente calidad de éste debido a la introducción de la leguminosa en el sistema.</p> <p>El valor de este incremento se debe obtener de los colegas trabajando en el área de nutrición animal. Generalmente se trata de datos experimentales. El precio de la carne se obtiene de los propios agricultores mediante un sondeo o encuesta.</p> <p>Es importante saber el tiempo que normalmente los agricultores pastorean el rastrojo para poder ajustar los datos de ganancia de peso los cuales están referidos a un período de tiempo determinado.</p> <p>La información que se necesita para aplicar la fórmula es expresada en ganancia de kilogramos de carne por tonelada (u otra unidad de peso) de rastrojo por unidad de tiempo. Por lo que la información experimental debe ser lo suficientemente completa para obtener esta información. Usualmente se debe conocer además de la ganancia de peso diaria, el rendimiento de biomasa o materia seca, el tiempo de pastoreo y la carga animal usada con los cuales se obtuvieron estos rendimientos.</p> <p>Estos valores se deberían obtener para cada uno de los tipos de rastrojo que se obtienen en cada tratamiento por ejemplo rastrojo de maíz solo, de maíz con mucuna etc. Si este nivel de detalle no fuera posible se puede aproximar empleando los datos para maíz solo y para maíz con una leguminosa similar a la del experimento.</p> <p>En aquellos casos en que exista en el área un mercado para el rastrojo de maíz, entonces el precio sombra de este puede ser aproximado directamente mediante la utilización de el precio con que se negocia el pastoreo del rastrojo. Por ejemplo si la hectárea se arrienda para pastoreo en X \$/Ha. por tres meses y se sabe que el rendimiento promedio de rastrojo en el área al comienzo del período de pastoreo es de Y Tm./Ha. entonces dividiendo X/Y se obtiene el precio de cada tonelada de rastrojo para el período considerado, que es el dato que se necesita. Este mismo procedimiento se podría aplicar si existiera un mercado de rastrojo de maíz mejorado con leguminosa, como usualmente este no existe se debe aplicar el procedimiento anteriormente descrito.</p>
--	---

<p>BB1. Beneficio bruto de campo en el periodo inicial.</p>	<p>Resulta de la suma de los beneficios brutos de todos los productos individuales obtenidos por unidad de tierra. Resulta importante entonces no dejar por fuera del cálculo ningún producto individual. En una fórmula:</p> $BB1 = \sum_{i=1}^n R_i \cdot P_i$ <p>donde se asume que existen $i = 1, 2, \dots, n$ diferentes productos con rendimiento R_i y precio de campo P_i.</p>
---	--

2- Costos que varían

Componente	Descripción
<p>C1. Costo de la semilla de leguminosa.</p>	<p>El costo se compone de la cantidad de semilla utilizada por hectárea multiplicada por el precio de la semilla. Dadas las características novedosas de las especies que se están probando en el ensayo, habrá que recurrir a la aplicación de un criterio económico de oportunidad para asignarle un precio a la semilla de las leguminosas.</p> <p>En el caso de que la leguminosa produzca semilla para consumo o venta, tal como lo es la vinya, una aproximación que puede aplicarse para encontrar un precio de oportunidad a la semilla es emplear el mismo precio de venta de la leguminosa encontrado en el rubro P2.</p> <p>En el caso de que no se produzca semilla, entonces sí se debería intentar estimar el precio sombra o de oportunidad. Dado que las cantidades que figuran en este rubro serán muy pequeñas lo más práctico para esta primera aproximación será aplicarle el mismo precio encontrado para aquellas especies que producen semilla.</p> <p>Por supuesto que la cantidad de semilla por hectárea es un dato técnico que se deriva de la densidad empleada en el experimento y el peso de las semillas.</p>
<p>C2. Costo de la mano de obra para sembrar la leguminosa.</p>	<p>Este costo se refiere al costo incurrido por aquella cantidad de jornales necesarios para la siembra de la leguminosa en adición a aquellos necesarios para sembrar el maíz solo. Una vez obtenida esta cantidad se le debe multiplicar por el costo del jornal.</p> <p>Se debe recalcar, que aún cuando la siembra se haga con mano de obra familiar, ésta será evaluada al mismo jornal que se paga en el mercado. Esto de acuerdo al concepto de costo de oportunidad, el cual se aproxima como el jornal que el agricultor podría ganar en el mercado sembrando en las parcelas de otros agricultores en vez de sembrar su propia parcela.</p>
<p>C3. Costo de despunte y manejo de la leguminosa.</p>	<p>Este costo se refiere al costo de la mano de obra necesaria para mantener a la leguminosa en forma tal que no le produzca una competencia excesiva al maíz. Se calcula multiplicando la cantidad de mano de obra necesaria en estas operaciones por el precio del jornal.</p> <p>El único inconveniente para el cálculo de este rubro está en la correcta estimación de la mano de obra necesaria para estas labores.</p>

C4. Costo del control de malezas del sistema.	<p>Una de las ventajas de corto plazo que se le atribuye a las leguminosas intercaladas es el ahorro en el control de malezas ya que por su cobertura y agresividad disminuyen notablemente la población de malezas. Esto es particularmente cierto con respecto al segundo control de malezas.</p> <p>Este rubro intenta capturar las diferencias en el costo de controlar las malezas entre los diferentes tratamientos. Para ello resulta indispensable encontrar en cada sistema la formas en que los agricultores realizan este segundo control y luego identificar las diferencias entre tratamientos.</p> <p>Caso 1. Control manual/manual. Este es el caso quizás más común entre pequeños agricultores de laderas. En este caso lo más probable es que la cantidad de mano de obra necesaria para el chapeado se reduzca considerablemente en los tratamientos con leguminosas intercaladas. De esta manera los costos se calculan estimando los jornales necesarios en cada caso multiplicados por el precio del jornal.</p> <p>Caso 2. Control químico/químico. En el caso en que el agricultor de maíz en monocultivo tuviera como práctica el control con herbicidas y este también fuera posible de realizar en el caso de la leguminosa entonces se debe estimar la diferencia en producto y/o dosis necesaria para este cambio. En general se estima que la diferencia en mano de obra será despreciable por lo que puede ser ignorada.</p> <p>Caso 3. Control químico/manual. Si la introducción de la leguminosa impide la aplicación de los herbicidas disponibles en el área, el segundo control se realizará manualmente en aquellos tratamientos que incorporen la leguminosa. En este caso se debe estimar el costo del herbicida y su aplicación (para el tratamiento de maíz solo) y los costos del control manual para los tratamientos que incorporen leguminosas.</p>
C5. Costo inserción leguminosa en el sistema.	Este es el rubro más difícil de estimar si es que existe. Intenta capturar los costos económicos para el agricultor de incorporar una leguminosa en el sistema. Es decir si es necesario sacrificar algún otro uso de la tierra por el hecho de introducir la leguminosa en el sistema.
CTV1. Costos totales que varían en el período 1.	Representan la totalidad de los costos que varían entre tratamientos. Es decir aquellos relacionados con el uso de insumos, servicios y mano de obra ocasionado por las variables experimentales. Se calcula como la suma de todos los rubros de costos individuales calculados anteriormente.

BN1. Beneficio neto de campo en el período 1.

Representa el saldo neto que le queda al agricultor por unidad de tierra en el período 1. Se estima como la diferencia entre los beneficios brutos menos el total de costos que varían.

B- CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS EN EL PERIODO RESIDUAL

Componente	Descripción
R6. Rendimiento promedio de grano de maíz en toneladas por Ha.	Igual que R1 pero medido en el ciclo residual. Incorpora los efectos de la fertilidad residual de la leguminosa, y el impacto por mejor manejo del agua en el suelo.
R7. Rendimiento promedio de rastrojo de maíz en toneladas por Ha.	Igual que R3 pero medido en el ciclo residual. Incorpora los efectos de la fertilidad residual de la leguminosa, y el impacto por mejor manejo del agua en el suelo.
P4. Precio de campo del grano de maíz en \$/Tm.	Igual que P1 pero medido en el ciclo residual. Incorpora los cambios en el precio del producto debido a la inflación, políticas de precios, tasa de cambio etc.
P5. Precio de campo del rastrojo de maíz	Igual que P3 pero evaluado en el ciclo residual. Incorpora los cambios en el precio del producto debido a la inflación, políticas de precios, tasa de cambio etc.
BB2. Beneficios brutos de campo en el período residual.	Igual a BB1.

CTV2. Costos totales que varían en ciclo residual.	Dado que se les da un manejo homogéneo a todos los tratamientos los costos que varían son nulos (cero).
BN2. Beneficios netos de campo en el ciclo residual.	Dado que los costos que varían son cero los beneficios netos en el ciclo residual coinciden con los beneficios brutos de campo (BB2).

C- ANALISIS MARGINAL ACTUALIZADO. CALCULO DEL TOTAL DE COSTOS QUE VARIAN Y DE LOS NENEFICIOS NETOS ACTUALIZADOS.

Dado que el ciclo residual se realiza un ciclo agrícola después de aquel donde se intercala la leguminosa, es importante conocer el sistema para poder determinar la longitud del tiempo que transcurre en ambos ciclos.

Para el análisis marginal se asume que los costos totales que varían se ejecutan al comienzo de cada período mientras que los beneficios se obtienen al final. El valor actualizado de los costos y beneficios se obtiene entonces mediante la suma de los valores correspondientes al primer período más los valores actualizados correspondientes al ciclo residual. En fórmulas

$$TCVA = TCV1 + \frac{TCV2}{(1 + r)}$$

$$BNA = BN1 + \frac{BN2}{(1 + r)}$$

De esta manera se obtienen los valores correspondientes a las filas denominadas TCVA y BNA.

La dificultad para el cálculo de los valores actualizados reside en la elección de una tasa de descuento (r) apropiada. La tasa debe representar la preferencia temporal del dinero para los agricultores. En ese sentido se podría aproximar mediante el costo del capital que los agricultores del área deben enfrentar. Dada la importancia que la tasa de descuento tiene en la determinación de la rentabilidad se debe tener un mayor cuidado en su determinación que en el caso de un solo período. En especial se debe recurrir al mercado informal (prestamistas, comerciantes etc) a fin de tener una buena apreciación de cuanto les cuesta el dinero a los agricultores del área.

Finalmente, con los valores actualizados se procede como en el caso de un solo período, al análisis de dominancia, y determinación de la curva de beneficio neto y tasas marginales de retorno. La regla para la selección del mejor tratamiento sigue siendo la misma: elegir el tratamiento cuya TMR supere la TAMIR. Esta última se estima adicionando al costo de capital r un porcentaje para compensar el cambio en el factor manejo asociado con el cambio tecnológico.

III- EJEMPLO. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CUYUTA, GUATEMALA. CICLOS 1989 (INICIAL) - 1990 (RESIDUAL)

En este ejemplo los valores relacionados a los rendimientos fueron, en su mayoría, tomados de los resultados obtenidos en la localidad de Cuyuta, Guatemala. Debido a que no se contaba con toda la información al momento del análisis, los datos adicionales empleados se obtuvieron de los promedios regionales de los experimentos de leguminosas intercaladas llevados a cabo durante 1989 y 1990.

El sistema en el área de Cuyuta corresponde a maíz en monocultivo por lo que la introducción de la leguminosa representa una disminución de rendimientos solamente en este cultivo. El Cuadro 2 muestra los valores del presupuesto parcial en ambos ciclos y el correspondiente análisis marginal sobre los valores actualizados. A continuación se describen en detalle las fuentes y la forma de calcular cada rubro.

CICLO INICIAL.

	DESCRIPCION
R1	Promedio de los rendimientos correspondientes a los tratamientos: maíz solo (trts. 14-15), maíz/mucuna (trts. 1-4), maíz/vigna (trts. 5-8), y maíz/canavalia (trts. 9-12). Cuyuta, Guatemala, 1989. Fuente: (1).
R2	Promedio de los rendimientos de vigna correspondientes a los tratamientos: maíz/vigna (trts. 5-8), obtenidos en tres localidades de Centroamérica: FC, Costa Rica, Jutiapa, Guatemala y SM, Guatemala durante 1989. Fuente (1)
R3	Aproximado mediante el agregado de 0.7 Tm. al rendimiento de grano de maíz.
R4	Rendimiento promedio de la biomasa de las leguminosas en dos localidades de Guatemala: Cuyuta y Jutiapa durante el primer ciclo de 1990. Durante 1989 no se recopiló la información sobre el peso de la biomasa en los experimentos regionales.
R5	Suma de los rastrojos de maíz (R3) y de la leguminosa (R4).
P1	Precio de campo de grano de maíz. Estimado con base en un promedio de los precios recibidos por los agricultores en cuatro países del área centroamericana (Guatemala, Costa Rica, El Salvador y Panamá) durante 1989.
P2	Precio de campo del grano de Vigna. Estimado como el 20% del precio de campo del frijol negro en Guatemala.
P3	Precio de campo del rastrojo. Para estimar el precio de campo del rastrojo se partió de los resultados experimentales reportados por Sinclair et.al. (1991) respecto al uso de rastrojo de maíz solo y de maíz con mucuna para alimentación animal. Basado en los resultados de este trabajo se estimaron las siguientes cifras de ganancia de peso: Maíz solo: 0.100 kg carne/Tm. rastrojo/día. Maíz/leguminosa: 0.250 kg carne/Tm. rastrojo/día. Teniendo en cuenta un período de pastoreo de tres meses, estas cifras indican una ganancia de 9 y 22.5 kg carne/Tm. de rastrojo. Aunque el experimento se realizó con mucuna (lab lab purpureus) se asumió la misma eficiencia para las demás leguminosas en el ensayo (Canavalia y Vigna). Estas cifras representan el incremento en kg de carne de cada tonelada de rastrojo empleada por un período aproximado de tres meses (productividad física del rastrojo). Este valor se multiplicó por un precio de campo aproximado de \$0.10 /kg de carne del ganado en pie para obtener así el precio sombra o de oportunidad de cada Tm. de rastrojo.
BB1	El beneficio bruto de campo se obtiene sumando todos los beneficios brutos individuales para cada tratamiento.
C1	Costo de semilla leguminosa. Se estimó que se sembraron 45, 50 y 35 kg/Ha. de semilla de Mucuna, Canavalia y Vigna respectivamente. Estas cantidades se multiplicaron por el precio de la semilla que fue estimado uniformemente como aquel obtenido para la Vigna (\$0.056/kg).
C2	Costo de la mano de obra para la siembra de las leguminosas. Se estimó que se necesitaban alrededor de 6 jornales por hectárea para la siembra de mucuna y Canavalia, y 8 jornales para la siembra de Vigna. El precio de la mano de obra se estimó en \$3.00/jornal. Este es un jornal promedio para la región.

C3	Costo de despunte de la leguminosa. Hasta el momento solo se tiene reportado los gastos en el manejo (despunte) de la mucuna el cual toma en promedio 6 jornales por hectárea.
C4	Costo del control manual de malezas. Se consideró que en el sistema prevaeciente se llevan a cabo dos controles manuales de malezas. El primero, común para todos los tratamientos, y un segundo control a los 30-40 días despues de la siembra. Es en este segundo control donde los requerimientos de mano de obra disminuyen considerablemente debido a la cobertura de la leguminosa. Aunque no se tienen datos precisos se estimó que el control manual en el sistema de maíz en monocultivo tomaba 15 jornales por hectárea mientras que en el caso del sistema maíz/leguminosa este requerimiento era de 10 jornales por hectárea irrespectivo de la leguminosa que tratara. Esta reducción considera que las leguminosas ahorran alrededor del 30 % del tiempo necesario para limpiar la hectárea. Aunque es posible que la población de malezas se reduzca en un porcentaje mayor (Zea et.al.), también es cierto que el chapeado se debe hacer con un cierto cuidado para no cortar las propias leguminosas.
C5	Costo de inserción leguminosa en el sistema. Dado que el intercalar las leguminosas no implicó la sustitución de ningun cultivo en el sistema, este costo es cero.
CTV 1.	Total de costos que varían en el periodo inicial. Suma de los costos que varían individuales.
BN1	Beneficio neto de campo en el periodo inicial. Beneficio neto de costos que varían en el periodo inicial. Resulta de sustraer los costos totales que varían (TCV1) de los beneficios brutos (BB1).
R6	Promedio de los rendimientos correspondientes a los tratamientos: maíz solo (trts. 14-15), maíz/mucuna (trts. 1-4), maíz/vigna (trts. 5-8), y maíz/canavalia (trts. 9-12). Cuyuta, Guatemala, 1990. Fuente: (1).
R7	Aproximado mediante el agregado de 0.7 Tm. al rendimiento de grano de maíz.
P4	Precio de campo de grano de maíz. Estimado con base en un promedio de los precios recibidos por los agricultores en cuatro países del área centroamericana (Guatemala, Costa Rica, El Salvador y Panamá) durante 1990.
P5	Precio de campo del rastrojo de maíz. Se estimó de igual manera que P3.
BB2	Beneficio bruto de campo en el periodo residual.
TCV 2	Total de costos que varían en el periodo residual. En este caso son nulos.
BN2	Beneficios netos en el periodo residual. Al ser los costos que varían nulos, estos coinciden con los beneficios brutos.

ANALISIS MARGINAL ACTUALIZADO.

r. Tasa de decuento. Se tomo como una primera aproximación una tasa de descuento del 15%.

TCVA. Total de costos que varían actualizados. En este caso como no se realizaron costos que varían durante el ciclo residual, los costos actualizados coinciden con el total de costos realizados durante el primer ciclo.

BNA. Resulta de la suma de los beneficios netos del ciclo inicial y de aquellos obtenidos en el ciclo residual a los que previamente se los Ha. dividido (actualizado) por el factor $(1 + .15) = 1.15$.

Cuadro 2. Ejemplo. El Caso Cuyuta, Guatemala, 1989-1990.

CICLO INICIAL (1989)

		TRATAMIENTOS			
		Maiz monocultivo	Maiz/Mucuna	Maiz/Canavalia	Maiz/Vigna
R1	Rendimiento grano maiz (Tm/Ha)	6.28	4.79	5.70	5.89
R2	Rendimiento grano leguminosa (Tm/Ha)	0.00	0.00	0.00	0.36
R3	Rendimiento rastrojo maiz (Tm/Ha)	6.98	5.49	6.40	6.59
R4	Rendimiento rastrojo leguminosa (Tm/Ha)	0.00	2.02	4.24	1.49
R5	Rendimiento rastrojo total (Tm/Ha)	6.98	7.51	10.64	8.08
P1	Precio de campo del grano maiz (\$/Tm)	136.00	136.00	136.00	136.00
P2	Precio de campo grano leguminosa (\$/Mt)	0.00	0.00	0.00	56.30
P3	Precio de campo rastrojo (\$/Mt)	0.90	2.20	2.20	2.20
BB1	Beneficio Bruto de campo (\$/Ha)	859.68	667.27	798.19	838.84
C1	Costo de semilla leguminosa (kg/Ha * \$/kg)	0.00	2.53	2.82	1.97
C2	Costo m. de o. siembra legum. (jor/Ha * \$/jor)	0.00	18.00	18.00	24.00
C3	Costo despunte leguminosa (jor/Ha * \$/jor)	0.00	18.00	0.00	0.00
C4	Costo control manual malezas (jor/Ha * \$/jor)	45.00	30.00	30.00	30.00
C5	Costo inserción leguminosa en el sist. (\$/Ha)				
CTV1	Total costo que varían (\$/Ha)	45.00	68.53	50.82	55.97
BN1	Beneficio Neto de campo (\$/Ha)	814.68	598.74	747.38	782.87

CICLO RESIDUAL (1990)

		TRATAMIENTOS			
		Maiz monocultivo	Maiz/Mucuna	Maiz/Canavalia	Maiz/Vigna
R6	Rendimiento grano maiz (Mt/Ha)	0.86	2.23	1.45	0.79
R7	Rendimiento rastrojo maiz (Mt/Ha)	1.56	2.93	2.15	1.49
P4	Precio de campo del grano maiz (\$/Mt)	126.00	126.00	126.00	126.00
P5	Precio de campo rastrojo maiz (\$/Mt)	0.90	0.90	0.90	0.90
BB2	Beneficio Bruto de campo (\$/Ha)	109.76	283.62	184.64	100.88
TCV2	Total costos que varían (\$/Ha)	0.00	0.00	0.00	0.00
BN2	Beneficios Netos de campo (\$/Ha)	109.76	283.62	184.64	100.88

Cuadro 2. Continuación.

Análisis Marginal actualizado. Tasa de descuento: 0.15

		TRATAMIENTOS			
		Maiz monocultivo	Maiz/ Mucuna	Maiz/ Canavalia	Maiz/ Vigna
TCVA	Total costos que varían actualizados (\$/Ha)	45.00	68.53	50.82	55.97
BNA	Beneficios netos de campo actualizados (\$/Ha)	910.12	845.36	907.93	870.59

		TRATAMIENTOS			
		Maiz monocultivo	Maiz/ Canavalia	Maiz/ Vigna	Maiz/ Mucuna
TCVA	Total costos que varían actualizados (\$/Ha)	45.00	50.82	55.97	68.53
BNA	Beneficios netos de campo actualizados (\$/Ha)	910.12	907.93	870.59	845.36
TMR	Tasa marginal de retorno actualizada (%)		Dominado	Dominado	Dominado