

Si se hace una correlación entre el porcentaje de adopción (Tabla 7) y la frecuencia de importancia (Tabla 10), se observa que no existe una asociación significativa, lo cual sugiere que algunas prácticas culturales, como selección y desinfección de semilla, y rotación y eliminación de residuos se hacen como parte del manejo del cultivo, pero no tienen una intención clara de controlar al insecto. Si se separan las prácticas de riego, uso de feromonas, hongo *B. bassiana*, insecticidas y hormiga, y se repite la correlación entre adopción e importancia, se aprecia una correlación de 0.8, lo cual indica que estas prácticas son consideradas esenciales para el control por los agricultores y las demás serían complementarias.

En términos generales, 90% de entrevistados indicaron que ellos continuarían utilizando las prácticas de MIP aunque hubiera libre disponibilidad de insecticidas. El 10% restante indicó que ellos preferirían utilizar insecticidas sistémicos, lo cual reduciría sus costos de mano de obra, obviamente si los insecticidas estuvieran disponibles a un precio asequible.

Los costos de las prácticas de MIP

Estimar cuánto cuesta para los agricultores cubanos cada práctica de MIP plantea un reto debido a que algunas prácticas pueden ser valoradas en dólares y otras están subsidiadas por el estado, especialmente la mano de obra. Además, el dólar tiene dos tipos de cambio, uno oficial que es 1 peso cubano por dólar americano y uno del mercado libre, que fluctúa alrededor de 21 pesos cubanos por dólar americano.

En esta sección tratamos de estimar los costos de los componentes del MIP-cylas para tener una idea del costo que significa usar esta tecnología. En la Tabla 11 se aprecian los costos subsidiados en Cuba y también valorados a precios internacionales.

Las feromonas son el método más costoso seguido de los insecticidas. Los otros componentes como uso del hongo, selección y desinfección de semilla, eliminación de residuos y uso de hormigas son relativamente baratos ya que mayormente utilizan la mano de obra disponible en las fincas. Además, es difícil estimar su valor real a precios internacionales, dadas las distorsiones existentes. En la Tabla 11 sólo se incluyen los costos de los componentes que requieren inversión adicional.

Tabla 11. Costos por hectárea de los componentes del MIP en pesos cubanos y dólares norteamericanos.

Componente	Costo en pesos Cubanos (valor con subsidio)	Costo en US \$ al cambio libre ^a (valor con subsidio)	Costos en US \$ a precios internacionales (valor sin subsidio)
Selección de semilla	11	0.5	5.0
Desinfección de semilla	28	1.4	13.0
Trampas de feromona (14/ha)	100*	4.8	38.5
Insecticidas** (3 aplicaciones/ha)	250	11.9	18.8
Hongo <i>B. bassiana</i>	61	2.9	29.0
Hormiga	11	0.5	5.0
Eliminación de residuos	20	1.0	10.0
Costo total si se usaran todas las prácticas	481	23.0	119.3

* El costo se ha tratado de estimar en pesos cubanos, tratando de incluir el costo del ingrediente activo y de la impregnación en Cuba. No es el precio de venta al productor, que está muy subsidiado (1 peso cubano por dispersor).

** Sólo incluye el valor del producto químico.

Nota: Los costos a precios internacionales se calcularon usando el valor en dólares de los insumos importados. Para los componentes locales se asumió que el valor subsidiado era el 10% del valor real.

^a 21 pesos Cubanos/US\$.

Las fuentes de beneficio del MIP-Cylas en Cuba

Debido a las distorsiones de precios existentes tanto de los insumos como del producto (boniato), valorizar las fuentes de beneficio plantea un reto. Por este motivo, se plantean varios escenarios para el cálculo del beneficio económico. Los elementos de cada escenario se indican en la Tabla 12.

En el primer escenario se estima el beneficio considerando precios distorsionados y la comparación de un punto base sin MIP en 1993 con un periodo con MIP en 1998. En el segundo escenario se estima el beneficio con similares condiciones, pero con precios internacionales.

En el tercer escenario se estima el beneficio del cambio de uso de insecticidas (12 aplicaciones), antes de 1993, a MIP en 1998. El ahorro del uso de insecticidas contribuye al beneficio. Este escenario plantea también

Tabla 12. Elementos de los diferentes escenarios usados para la estimación de beneficios.

Escenario	Tipo de precios	Periodo base	Atribuciones
1. Antes y después del MIP	Distorsionados	1993	Proyecto total
2. Antes y después del MIP	Internacionales	1993	Proyecto total
3. Con insecticidas y con MIP	Internacionales	Antes de 1993	Proyecto total
4. Antes y después del MIP (uso de feromonas)	Internacionales	1993	Contribución del CIP
5. Con insecticidas y con MIP	Internacionales	Antes de 1993	Contribución del CIP

una posible situación futura si se normalizara la disponibilidad de pesticidas para los agricultores cubanos.

En el cuarto escenario se estima el beneficio de la contribución del CIP al proyecto, para lo cual se aísla el efecto de las feromonas para reducir el daño, usando los datos experimentales indicados en Alcázar et al (1997).

En el quinto escenario se estima el beneficio de la contribución del CIP considerando un cambio de uso de pesticidas a uso de feromonas, con el consiguiente ahorro en el uso de pesticidas.

Estimación del beneficio con precios distorsionados

Esta estimación se hace utilizando los valores de los insumos a precios pagados en Cuba y el precio promedio pagado por el boniato. Se compara la situación antes del MIP, cuando ya no se usaban pesticidas, y la situación después del MIP. El cálculo se aprecia en la Tabla 13.

El beneficio económico por hectárea, a precios distorsionados, es de US\$ 43.5. Esto demuestra que aun considerando las condiciones económicas en Cuba, el uso del MIP es rentable. Con este valor se puede calcular una tasa interna de retorno (TIR) de 49% y un valor actual neto (VAN) de 3.4 millones de dólares (Apéndice 1).

La reducción de los niveles de daño está corroborada por la disminución de las poblaciones de insectos, según evaluaciones realizadas por el INIVIT en 1992 y 1996. Se aprecia claramente que las capturas semanales de insectos en las trampas ha disminuido considerablemente (CIP, 1998).

Tabla 13. Estimación del beneficio económico por hectárea a precios distorsionados (valorizado en US\$).

	Sin MIP	Con MIP
Rendimiento (t/ha)	8.9	10.6
Daño (%)	33	12.5
Rendimiento sano (t/ha)	6	9.3
Rendimiento dañado (t/ha)	2.9	1.3
Valor del rendimiento sano*:	126.3	195.8
- 50% vendido a US\$ 8.1/t	24.3	37.7
- 50% vendido a US\$ 34/t	102	158.1
Valor del rendimiento dañado:		
- Valorizado a US\$ 1.9/t	5.5	2.5
Ingreso bruto por ha (US\$)	131.8	198.3
Costo de MIP **	0	23
Ingreso neto por ha (US\$)	131.8	175.3
Diferencia de ingreso		43.5

* Vendidos al estado y al mercado agropecuario respectivamente.

** Se asume el costo total del MIP para minimizar beneficios y que los demás costos de producción no varíen.

Otra fuente de beneficio es el incremento del rendimiento que se obtiene al controlar mejor la plaga. Los datos obtenidos de los campos indican que existe una correlación significativa entre el daño y el rendimiento (Figura 3), esto explicaría la diferencia de 10.6 t/ha cuando se usa MIP y 8.9 t/ha cuando no se usa MIP. En la República Dominicana, Alvarez et al. (1996) reporta diferencias de 8.8 t/ha y 8 t/ha en los mismos casos, respectivamente. Cuando se usa la ecuación de regresión, el rendimiento correspondiente a 33% de daño sería de 5.8 t/ha. Sin embargo, con el afán de minimizar beneficios, se usa 8.9t/ha, reportado por Castellón (1994).

Un beneficio adicional, que en este caso no fue evaluado, es la recuperación del peso de las raíces sanas en comparación con las que están dañadas. Swindale (1992) estimó que las raíces dañadas pesan sólo el 82% de las sanas. En el caso cubano, esta ganancia de peso no se evaluó. Sin embargo, se asume que la diferencia de 1.7 t/ha entre antes y después del MIP incluiría la recuperación de peso.

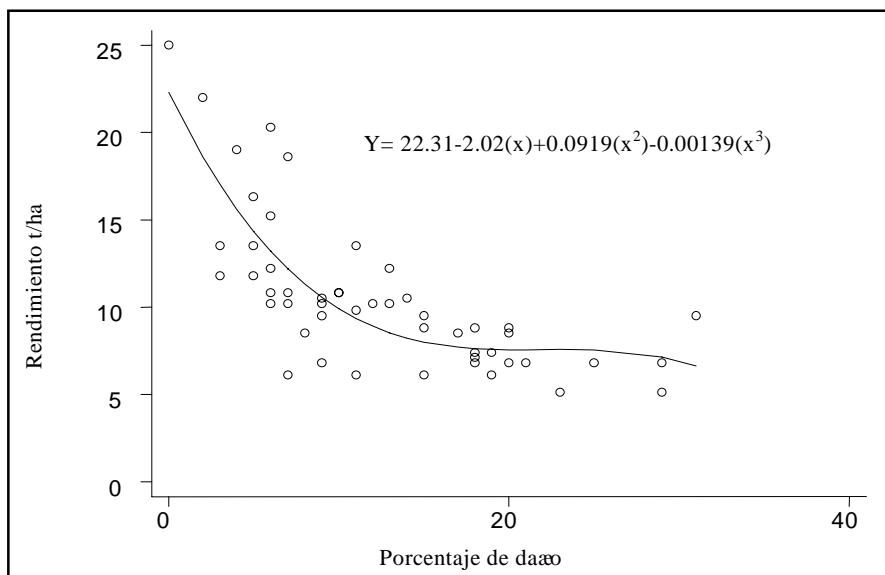


Figura 3. Correlación entre daño por tetuán en las raíces y rendimiento por hectárea.

Estimación del beneficio a precios internacionales

Otra forma de valorar el beneficio es dando valores aproximados a los precios internacionales. Esto permite eliminar las distorsiones generadas por los subsidios. En este caso, se valoraron los insumos a precios internacionales, especialmente insecticidas y feromonas, que constituyen más del 70% de los costos de control. Los costos reales de los otros componentes se estimaron asumiendo que el valor subsidiado era el 10% del valor real, tomando como referencia las diferencias de precios de boniato. El cálculo del beneficio se aprecia en la Tabla 14.

El incremento del ingreso neto entre usar y no usar el MIP es de US\$ 148.7/ha, el cual es mayor al incremento de US\$ 111.5 reportado por Alvarez et al (1996) para un programa similar en la República Dominicana. Este resultado indica que, eliminando las distorsiones, la tecnología de MIP generaría mayores beneficios. Con el incremento de ingreso se calcula una TIR de 63% y un VAN de 12 millones de dólares, lo cual es altamente atractivo en términos de retorno de la inversión.

Tabla 14. Estimación del beneficio por hectárea a precios internacionales.

	Sin MIP	Con MIP
Rendimiento (t/ha)	8.9	10.6
Daño (%)	33.0	12.5
Rendimiento sano (t/ha)	6.0	9.3
Rendimiento dañado (t/ha)	2.9	1.3
Valor del rendimiento sano:		
- Vendido a US\$ 120/t*	720.0	1116.0
Valor del rendimiento dañado:		
- Valorizado a US\$ 80/t	232.0	104.0
Ingreso bruto por ha (US\$)	952.0	1220.0
Costo de MIP**	0	119.3
Ingreso neto por ha (US\$)	952.0	1100.7
Diferencia de ingreso	—	148.7

* Se considera el valor del boniato para consumo local y el valor del boniato dañado en la República Dominicana indicado por Alvarez et al. (1996).

** Se estimaron valores internacionales de las feromonas a US\$ 2.75 por trampa, y de los insecticidas. Para estimar el valor de las otras prácticas se asumió que el valor subsidiado era el 10% del valor real. Se asume que los demás costos de producción no varían.

Estimación del beneficio incluyendo el ahorro de insecticidas

Otro escenario para estimar el beneficio es cuando se considera el ahorro de insecticidas como parte del beneficio económico obtenido. En este caso se compara la situación antes de 1993, cuando se usaban 12 aplicaciones de insecticidas y se tenía un daño promedio de 16%, con la situación después del MIP, en que se usan tres aplicaciones de insecticidas, combinadas con otras prácticas de MIP y se tiene un daño promedio de 12.5%. Este sería un supuesto escenario futuro si los insecticidas estuvieran disponibles y los agricultores eligieran continuar con el MIP. El 90% de los entrevistados indicaron que ellos preferirían continuar con esta tecnología. El cálculo del beneficio se aprecia en la Tabla 15. El cálculo de los rendimientos se realizó con la ecuación de regresión mostrada en la Figura 3. El rendimiento de 7.8t/ha estimado con intensivo uso de insecticidas, que es menor a 8.9t/ha que se obtienen con uso de MIP, se considera correcto debido a que hay prácticas de MIP, como el uso de semilla certificada, que contribuyen a mejorar el rendimiento. En esta estimación, lo importante no es el valor absoluto del rendimiento sino la diferencia entre la situación con insecticidas y con MIP.

Tabla 15. Estimación del beneficio por hectárea a precios reales, incluyendo el ahorro de insecticidas.

	Con insecticidas	Con MIP
Rendimiento* (t/ha)	7.8	8.9
Daño (%)	16.0	12.5
Rendimiento sano (t/ha)	6.6	7.8
Rendimiento dañado (t/ha)	1.2	1.1
Valor del rendimiento sano: - Vendido a US\$ 120/tm**	792	936
Valor del rendimiento dañado: - Valorizado a US\$ 80/ha	96	88
Ingreso bruto por ha (US\$)	888	1024
Costo de control*** (US\$)	69.4	119.3
Ingreso neto por ha (US\$)	818.6	904.7
Diferencia de ingreso	—	86.1
Ahorro en uso de insecticidas: ***	—	50.52
Diferencia de ingreso incluyendo ahorro de insecticidas		136.6

* Se utilizó la ecuación de regresión mostrada en la Figura 3 para estimar los rendimientos.

** Se considera el valor del boniato para consumo local y el valor del boniato dañado en la República Dominicana indicado por Alvarez et al 1996.

*** Se estimaron valores internacionales de las feromonas a US\$ 2.75 por trampa y de los insecticidas. Para estimar el valor de las otras prácticas se asumió que el valor subsidiado era el 10% del valor real. Se asume que los demás costos de producción no varían.

El incremento del ingreso entre los dos escenarios considerados es de US\$ 136.6/ha. Con este ingreso se calcula una TIR de 62% y un VAN de 11 millones de dólares (Apéndice 3).

Estimación del beneficio económico del proyecto desde el punto de vista de la inversión realizada por el CIP

Los escenarios anteriores consideran los costos de la investigación desde 1980, que es cuando se reporta por primera vez una investigación sobre componentes de MIP-Cylas en Cuba. En esta sección se estima el beneficio de la contribución del CIP a este proyecto. Para este cálculo se asume que la principal contribución del CIP ha sido el uso de la feromona sexual. No existe una correlación estadística que nos indique el porcentaje de reducción de daño que se puede atribuir al uso de feromonas; por lo tanto, se asume que la reducción de daño sólo por el uso de feromonas sería de 33% a 24%, usando datos experimentales reportados por Alcázar et al (1997) como base para estimar la reducción. Además, se considera que el CIP empezó a invertir en el desarrollo del MIP-Cylas desde 1988 en la

República Dominicana, antes de comenzar las actividades en Cuba. Se consideran los mismos costos del programa usados para el cálculo del beneficio en el reporte de Alvarez et al (1996). Este cálculo se aprecia en la Tabla 16.

El incremento del ingreso neto por hectárea debido a la introducción de feromonas sería de US\$ 181.5. Con este valor se estima una TIR de 73% y un VAN de 31 millones de dólares (Apéndice 4). Esto indica que el componente de feromonas es el más rentable en términos de retorno de la inversión.

Estimación del beneficio económico del proyecto desde el punto de vista de la inversión realizada por el CIP, asumiendo un cambio de uso de insecticidas a uso de feromonas.

Este escenario considera también que la contribución principal del CIP al proyecto ha sido el uso de feromonas, pero compara una situación de uso de insecticidas (12 aplicaciones) con una situación de uso de feromonas. Se estiman los rendimientos usando la ecuación de regresión de la Figura 3 y se asume que las feromonas reducirían el daño de 16% a 13.6%, con un uso mínimo de pesticidas de tres aplicaciones totales y localizadas, como se

Tabla 16. Estimación del beneficio por hectárea asumiendo una reducción de daño del 9% debido a la introducción de las feromonas como contribución del CIP al proyecto.

	Sin MIP	Con MIP
Rendimiento (t/ha)	8.9	10.6
Daño (%)	33	24
Rendimiento sano (t/ha)	6	8.1
Rendimiento dañado (t/ha)	2.9	2.5
Valor del rendimiento sano:		
- Vendido a US\$ 120/t*	720	972
Valor del rendimiento dañado:		
- Valorizado a US\$ 80/ha	232	200
Ingreso bruto por ha (US\$)	952	1172
Costo de Feromonas **	0	38.5
Ingreso neto por ha (US\$)	952	1133.5
Diferencia de ingreso		181.5

* Se considera el valor del boniato para consumo local, y el valor del boniato dañado en la República Dominicana indicado por Alvarez et al. 1996.

** Se estimaron valores internacionales de las feromonas a US\$ 2.75 por trampa.

determinó en el estudio. El periodo que se analiza también comienza en 1988 y va hasta el 2020. Este cálculo se aprecia en la Tabla 17.

El incremento de ingreso neto por hectárea, incluyendo el ahorro en el uso de insecticidas, es de US\$ 145.4, con el cual se estima una TIR de 65% y un VAN de 21.7 millones de dólares (Apendice 5), lo cual justifica la necesidad de mantener la inversión para asegurar una provisión de feromonas a los agricultores cubanos.

La evaluación del proyecto MIP-Cylas en Cuba

Después de siete años del proyecto colaborativo entre INIVIT y CIP se han observado resultados alentadores respecto a los beneficios generados por el manejo integrado del tetuán del boniato. Basados en estos datos, se

Tabla 17. Estimación del beneficio por hectárea a precios reales, incluyendo el ahorro de insecticidas, asumiendo un cambio de pesticidas a feromonas.

	Con insecticidas	Con Feromonas
Rendimiento* (t/ha)	7.8	8.3
Daño (%)**	16.0	13.62
Rendimiento sano (t/ha)	6.6	7.2
Rendimiento dañado (t/ha)	1.2	1.1
Valor del rendimiento sano:		
- Vendido a US\$ 120/tm***	792	864
Valor del rendimiento dañado:		
- Valorizado a US\$ 80/ha	96	88
Ingreso bruto por ha (US\$)	888	952
Costo de control**** (US\$)	69.4	57.3
Ingreso neto por ha (US\$)	818.6	894.7
Diferencia de ingreso	—	76.1
Ahorro en uso de insecticidas:	—	50.52
Diferencia de ingreso incluyendo ahorro de insecticidas		126.6

* Se utilizó la ecuación de regresión mostrada en la Figura 3 para estimar los rendimientos.

** Se asume que las feromonas contribuyen a reducir el daño de 16% a 13.62%, valor estimado según datos de Alcazar et al (1997).

*** Se considera el valor del boniato para consumo local y el valor del boniato dañado en la República Dominicana indicado por Alvarez et al 1996.

**** Se estimaron valores internacionales de las feromonas a US\$ 2.75 por trampa y se asume que los agricultores reducirían las aplicaciones de 12 a 3.

puede estimar la tasa interna de retorno y el valor actual neto del proyecto asumiendo varios escenarios (Tabla 18).

El escenario más conservador en la estimación del beneficio es cuando se consideran precios distorsionados (No. 1 en la Tabla 18). Sin embargo, este escenario tiene una TIR de 49%, que es mayor que las TIR calculadas para otros proyectos de manejo integrado de plagas como 27% para el caso del control del *Cylas formicarius* con feromona sexual en la República Dominicana (Alvarez et al. 1996), o el 30% para el control integrado del gorgojo de los Andes en Perú (Ortiz et al. 1996). El valor actual neto es de 3.4 millones de dólares para este escenario, lo cual da una referencia de la rentabilidad del proyecto. Los otros escenarios tienen TIR y VAN mayores, lo cual indica que la inversión realizada para la investigación y difusión del MIP-Cylas en Cuba ha sido rentable. Además, los resultados sugieren que el proyecto continuaría siendo rentable en caso que los pesticidas volvieran a estar disponibles en forma masiva, ya que los agricultores tienden a preferir el MIP.

Tabla 18. Tasas internas de retorno para el proyecto MIP-Cylas bajo diferentes escenarios.

Escenarios	TIR ^a (%)	VAN ^a (millones de US\$)
1. Considerando un beneficio neto de US\$ 43.5/ha estimado con precios distorsionados (ver Tabla 13 y Apéndice 1)	49	3.4
2. Considerando un beneficio neto de US\$ 148.7/ha estimado con precios reales (ver Tabla 14 y Apéndice 2)	63	12.0
3. Considerando un beneficio neto de US\$ 86.1/ha más un ahorro de insecticidas de US\$ 50.52/ha (ver Tabla 15 y Apéndice 3)	62	11.0
4. Considerando un beneficio neto de US\$ 181.5/ha estimado como la contribución del CIP (uso de feromonas) al proyecto (ver Tabla 16 y Apéndice 4)	73	31.3
5. Considerando un beneficio neto de US\$ 126.6/ha estimado como contribución del CIP al proyecto, cambiando el uso de insecticidas por el uso de feromonas (Tabla 17 y Apéndice 5)	65	21.7

^a Las proyecciones consideran un techo de adopción de 50,000 ha hasta el año 2020. Se usa una tasa de descuento del 10%.