



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



GRUPO BANCO MUNDIAL

Herramienta de Evaluación para Energizar la Agricultura

MANUAL DE USUARIO

Proyecto desarrollado por FAO y Banco Mundial

2021 ®

Herramienta de Evaluación para Energizar la Agricultura

Manual de usuario

Publicado por
la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
y
el Banco Mundial
Roma, 2021

Cita requerida:

FAO y el Banco Mundial. 2021. *Herramienta de Evaluación para Energizar la Agricultura*. Roma.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Banco Mundial, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO o el Banco Mundial los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO o los del Banco Mundial, su Junta de Directores Ejecutivos o los gobiernos que representan.

© FAO y el Banco Mundial, 2021



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO o el Banco Mundial refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO o del Banco Mundial. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) o del Banco Mundial. La FAO y el Banco Mundial no se hacen responsables del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en [idioma] será el texto autorizado”.

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

ÍNDICE

RESUMEN	vii
ALCANCE Y OBJETIVO	1
TÉRMINOS Y DEFINICIONES	1
SUPOCIONES	3
ACLARACIONES	4
DATOS DE ENTRADA	1
Datos de entrada en caso de conocer los costos de producción	1
Datos de entrada en caso de no conocer los costos de producción	2
NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA	1
Inicio	2
Descripción detallada de la cadena	2
Módulo de agricultura.....	3
Paso 1. Selección de la maquinaria agrícola actual:	4
Paso 2. Selección de fuentes de aprovisionamiento de energía:	5
Paso 3. Características del cultivo:	5
Paso 4. Definición de parámetros para el cálculo del costo de producción:	6
Paso 5. Entrada de datos de irrigación:	6
Paso 6. Presupuesto de cultivo:	7
Módulo de intervención agrícola	8
Paso 1. Alternativas de maquinaria agrícola:	8
Paso 2. Alternativas de aprovisionamiento de electricidad:.....	9
Módulo industrial	10
Paso 1. Selección de maquinaria industrial actual:	10
Paso 2. Selección de fuentes de aprovisionamiento de energía:	10
Paso 3. Características del proceso:	10
Paso 4. Definición de parámetros para el cálculo del costo de producción:	11
Paso 5. Presupuesto de procesamiento:	11
Módulo de Intervención Industrial	11
Módulo de prácticas de ahorro energético	11
Paso 1. Iluminación:	12
Paso 2. Mantenimiento:.....	13
Paso 3. Aislamiento:	15

Módulo de coproductos	16
RESULTADOS GENERADOS POR LA HERRAMIENTA	16
Resultados económicos	17
Resumen de operación.....	18
Resultados energéticos	19
Comparación de consumo energéticos:	19
Valor agregado de coproductos:.....	19
Suministro de energía:	19
Mejores prácticas energéticas:	19
Resultados socio-económicos y ambientales	21
REFERENCIAS	22

Figuras y cuadros

Figuras

Figura 1: Esquema de análisis y navegación de EAAT.	1
Figura 2. Inicio de EAAT	2
Figura 3. Mapeo de la agrocadena de café.....	3
Figura 4. Módulo de agricultura.....	4
Figura 5. Paso 1 del módulo de agricultura.	5
Figura 6. Paso 2 del módulo de agricultura.	5
Figura 7. Paso 3 del módulo de agricultura.	6
Figura 8. Paso 4 del módulo de agricultura.	6
Figura 9. Paso 5 del módulo de agricultura de la cadena de café.	7
Figura 10. Paso 6 del módulo de agricultura de la cadena del café.	7
Figura 11. Módulo de intervención agrícola.....	8
Figura 12. Paso 1 del módulo de intervención agrícola.	9
Figura 13. Paso 2 del módulo de intervención agrícola.	9
Figura 14. Módulo de procesamiento industrial	10
Figura 15. Módulo de intervención industrial.....	11
Figura 16. Módulo de Prácticas de Ahorro Energético.....	12
Figura 17. Paso 1 del módulo de prácticas de ahorro energético.	13
Figura 18. Paso 2 del módulo de prácticas de ahorro energético en la fase agrícola.....	14
Figura 19. Paso 2 del módulo de prácticas de ahorro energético en la fase industrial.	15
Figura 20. Paso 3 del módulo de prácticas de ahorro energético.	16
Figura 21. Módulo de coproductos.....	16
Figura 22. Esquema de las secciones de resultados de la herramienta.	17
Figura 23. Resultados económicos.....	18
Figura 24. Resumen de Operación.....	18
Figura 25. Resultados energéticos.....	20
Figura 26. Resultados socio-económicos y ambientales.....	21

Cuadros

Cuadro 1. Datos de entrada con costos conocidos, módulo de agricultura del caso café.	1
Cuadro 2. Datos de entrada con costos conocidos, módulo industrial del caso café.	2
Cuadro 3. Datos de entrada totales del módulo de agricultura para la agrocadena de café.	3
Cuadro 4. Datos de entrada totales del módulo industrial para la agrocadena de café.	4

RESUMEN

La herramienta EAAT está orientada hacia la caracterización energética de cadenas de suministro de la industria alimenticia, permitiendo a los usuarios hacer una comparación entre un escenario actual y escenarios de mejora que plantean el uso de equipos y fuentes de energía alternativos. Luego de comparar tales escenarios, la herramienta muestra el impacto económico, técnico, social y ambiental que tiene la intervención para la toma de decisiones según los intereses del usuario. El primer nivel de análisis se define al elegir entre dos posibles análisis; energético y económico.

El análisis energético permite al usuario analizar su cadena de suministro desde un punto de vista netamente energético, es decir, sin tener en cuenta factores económicos. Este nivel de análisis requiere información mínima por parte del usuario al solamente tener que especificar la maquinaria asociada al proceso y las fuentes de aprovisionamiento de electricidad, calentamiento y enfriamiento. Esta etapa fue diseñada para permitir a los usuarios con poca información realizar un análisis rápido.

Por otro lado, el análisis económico permite obtener un nivel de detalle mucho más avanzado al incluir factores tanto energéticos como económicos. Cabe destacar que la información requerida por parte del usuario es mucho más específica y amplia, por lo cual se recomienda elegir este análisis solamente si se cuenta con información detallada de la cadena de suministro.

Más específicamente, la herramienta EAAT está dividida en seis módulos específicos para cada agrocadena:

- Módulo de agricultura,
- Módulo de intervención agrícola,
- Módulo industrial,
- Módulo de intervención industrial,
- Módulo de prácticas de ahorro energético,
- Módulo de coproductos
- Resumen de resultados.

Cabe destacar que cada módulo se divide en pasos posteriores que se explicarán en detalle más adelante. A continuación, se amplía la definición de cada uno de los módulos explicando sus funciones en detalle.

Módulo de agricultura

Esta sección de la herramienta analiza la cadena de suministro incluyendo todas las actividades relacionadas con el campo, la ganadería, el cultivo y la tierra. Esta etapa se centra en la producción mas no en el procesamiento de la materia prima.

Módulo de intervención agrícola

En esta sección se permite al usuario cambiar la maquinaria que especificó en el módulo de agricultura permitiendo evaluar el impacto de implementar maquinaria diferente a la que

posee. Además, se permite especificar una fuente alternativa de electricidad con el fin de evaluar posibles ahorros por cambios en la tecnología.

Módulo industrial

En esta sección se encuentra todo lo relacionado con el procesamiento de la materia prima y se da la posibilidad de evaluar el proceso de industrialización de cada cadena de suministro. Se parte del hecho de que el producto obtenido en el módulo agrícola es la materia prima que entra al módulo industrial. Cabe destacar que se incluyeron todas las etapas industriales relevantes para la cadena bajo análisis, independientemente de si en el país para el que se realizó cada base de datos posee tal nivel de industrialización.

Módulo de intervención industrial

Este módulo permite evaluar el impacto de un cambio en la selección de maquinaria industrial, además de permitir analizar cambios en las fuentes de aprovisionamiento de electricidad, calentamiento y enfriamiento.

Es importante resaltar que, para cubrir cualquier posibilidad existente, en la selección de maquinaria tanto agrícola como industrial, actual e intervenida, se permite al usuario ingresar sus propios valores con el fin de especificar cualquier equipo no incluido en las bases de datos propias de la herramienta.

Módulo de prácticas de ahorro energético

El propósito de esta sección es permitir al usuario evaluar potenciales ahorros energéticos por cuestiones indirectas al proceso; iluminación, mantenimiento preventivo y aislamiento. El paso de iluminación permite analizar el impacto que generaría un cambio en los sistemas de iluminación sobre la energía eléctrica total consumida. Posteriormente, el paso de mantenimiento preventivo permitirá evaluar el impacto que tiene realizar o no este mantenimiento sobre el consumo energético de los equipos y la vida útil de los mismos. Para finalizar, el paso de aislamiento permite evaluar el ahorro energético y monetario potencial que se podría obtener aplicando una serie de cambios sobre los sistemas que intercambian calor con el ambiente.

Módulo de coproductos

Este módulo tiene como fin mostrar al usuario los coproductos asociados a la cadena bajo análisis que se producen en mayor proporción y la etapa en que se generan. Además, proporciona una serie de parámetros de especial relevancia para llevar a cabo cálculos de rendimiento y posibles usos futuros de los coproductos con el fin de darles un uso posterior, mitigando el impacto ambiental y generando una fuente alternativa de ingresos.

Resumen de resultados

En este módulo se muestra un resumen de los módulos anteriores clasificados por secciones y divididos en dos grandes grupos; los resultados económicos y los resultados energéticos. La descripción de las etapas agrícola e industrial se realiza por medio de gráficos amigables al usuario que permiten una interpretación y comprensión rápida de los resultados obtenidos.

ALCANCE Y OBJETIVO

El objetivo de la herramienta EAAT es permitir al usuario hacer una evaluación principalmente energética de la producción y procesamiento de una cadena de valor agrícola. Dicha evaluación se lleva a cabo a través de una comparación entre alternativas de equipos, técnicas o tecnologías para cada etapa en el proceso que se muestran en paralelo con la situación actual de la agroindustria. Teniendo ambos escenarios, actual e intervenido, se muestra el impacto que cada uno tiene sobre parámetros claves de decisión, en primera instancia energéticos acompañados de otros económicos, ambientales, técnicos y sociales.

Los resultados obtenidos a través de esta herramienta pueden ser utilizados para toma de decisiones políticas sobre las prácticas agrícolas de la región o país, así como para toma de decisiones a nivel de industrias que quieran mejorar el desempeño de su proceso. Es pertinente recordar que la herramienta tiene un carácter principalmente energético, por lo cual los parámetros económicos no son un objetivo sino un instrumento para evaluar el impacto que tiene la optimización de ciertas etapas en el proceso sobre los costos de la agroindustria.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Autogenerada:** La energía eléctrica que usa la planta es generada internamente.
- **Calentamiento:** Se relaciona con la energía requerida en forma de vapor.
- **Chiller:** Equipos que usan electricidad para manejar compresores en un ciclo de refrigeración con R-134a para enfriar agua.
- **Costo de operación:** Es la suma de todos los costos variables de cada etapa; consumo de agua, combustibles, energía (electricidad, calentamiento, enfriamiento) y mano de obra.
- **Costo de producción:** Es la suma de los costos fijos (siendo costo fijo las depreciaciones) más los costos variables (siendo mano de obra, entradas y energía) más otros costos (imprevistos, generales y administrativos y amortización).
- **Costo de producción (Como opción para el costo de materia prima en el módulo industrial):** Esta opción se debe seleccionar cuando no se conozca el precio de la materia prima y se quiera utilizar como precio el costo de producción calculado en la etapa agrícola.
- **Costo de establecimiento del cultivo:** Esta variable representa la inversión inicial que debe hacerse para establecer un cultivo: trazado del lote, ahoyado, compra de semillas o plantas, deshierbado, etc. En general, está constituido por todas las actividades

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

relacionadas al cultivo que no se especifiquen en el mapeo correspondiente a cada agrocadena.

- **Definido por el usuario:** Esta opción se creó con el fin de cubrir todas las opciones posibles en cuanto a maquinaria. Cada vez que se seleccione, se le pedirá al usuario especificar los parámetros requeridos por cada equipo para realizar los cálculos posteriores.
- **Eficiencia del equipo:** Se refiere al porcentaje de producto que la máquina puede obtener en relación al total de producto que podría producirse sin pérdidas.
- **Entradas:** Insumos que se tienen que gastar para sostener el cultivo o proceso. Ej, medicamentos, fertilizantes, nutrientes, agua. En esta herramienta se tienen los costos de energía en una sección separada.
- **Intensidad de mano de obra [horas-hombre/t]:** Este parámetro indica cuantas horas debe trabajar 1 hombre para producir 1 tonelada de producto.
- **Mano de obra no calificada:** Personal operativo que no requiere ni ha tenido una preparación previa para realizar sus actividades.
- **Mano de obra semi-calificada:** Personal operativo que requiere y ha tenido una preparación previa para realizar sus actividades.
- **Mano de obra calificada:** Personal no operativo que requiere y ha tenido una preparación para el desarrollo de sus actividades.
- **Mapeo:** Consiste en un diagrama de flujo conteniendo las etapas en las que se divide cada agrocadena. Su función es permitir al usuario tener una visión específica de las etapas que están incluidas en las bases de datos de la herramienta.
- **No se realiza:** Esta opción permite al usuario especificar que la etapa mostrada en la herramienta no se realiza en su proceso actual o no pretende realizarse en su proceso intervenido.
- **Número de productores:** Si la producción anual introducida en el paso 3 no se encuentra dentro del rango del tamaño de producción inicialmente seleccionado, la herramienta autocalcula el número de productores necesarios para suplir la producción indicada.
- **Precio de mercado (Como opción para el costo de materia prima en el módulo industrial):** Esta opción se debe seleccionar cuando el usuario conozca el precio de la materia prima. A continuación, debe especificarlo en el campo adecuado.
- **Red Central:** La energía eléctrica que suple la planta se toma de la distribuida en todo el país o región.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Se define como la tasa que hace igual a cero el Valor Actual Neto (VAN). En el caso de proyectos de inversión, la TIR es la tasa de descuento que iguala el valor actual de los flujos de dinero con signo negativo (salidas de caja) con el valor actual de los flujos de dinero con signo positivo (entradas de caja). (Mondino & Pendas, 2007)
- **Torre de enfriamiento:** Sistema que lleva a cabo una transferencia de calor entre una corriente de agua y otra de aire con el fin de disipar el calor a la atmósfera y de esta manera enfriar el agua. Durante la transferencia de calor al aire se pierden fracciones de agua. El aire puede ser suministrado por ventiladores o naturalmente.
- **Unidad de producción:** Número de máquinas que se requieren para realizar o llevar a cabo la producción objetivo. En caso de que la operación sea manual (sin uso de máquinas o equipos) se debe ingresar un 1. Si el usuario no cuenta con la información, se puede elegir calcularlo automáticamente.
- **Valor Actual Neto (VAN):** Se define como la suma del valor actual de los flujos netos de efectivo, menos la suma del valor actual de las inversiones netas. (Morales Castro & Morales Castro, 2002)

NOTA: Estimado usuario, si considera que existen términos o definiciones adicionales que debieran ser incluidos en este manual, por favor escríbanos a @@@@. Agradecemos su colaboración para el mejoramiento continuo de la herramienta.

Suposiciones

- Para el rendimiento de las cabezas en los ganados, en el caso de la res se asume un peso de 800 lb/cabeza, con un rendimiento de 60% de carne del peso total. (Barker, 2001; Guardiola, 2016).
- En la fase agrícola se asume que se trabajan 8 horas diarias 330 días al año.

En la sección de costos, se asume lo siguiente cuando el usuario selecciona que si conoce los costos de producción:

- Los costos misceláneos se asumen como el 10% del costo total de mano de obra.
- Los costos por concepto de imprevistos se asumen como el 10% de la suma del costo total de mano de obra y mantenimiento.
- Los costos generales y administrativos se asumen como el 5% de la suma de las entradas más mano de obra, más energía, más mantenimiento, más imprevistos.
- Los costos de mantenimiento se asumen como el 15% del costo total de producción.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- La mano de obra calificada es 1/5 de la mano de obra semicalificada.
- Para el cálculo automático de las unidades de producción, se asume que la capacidad real de procesamiento del equipo es igual al promedio de las capacidades de todos los equipos del mismo tipo en el tamaño seleccionado por el usuario. Por ejemplo, si se eligió en la fase agrícola un tamaño mediano pero el usuario utiliza guadañas pequeñas para realizar la poda, la herramienta calcula el número de guadañas como la relación entre la capacidad real del equipo (promedio de las capacidades de las guadañas de tamaño mediano) y la capacidad reportada para la guadaña seleccionada por el usuario.
- Para el cálculo del número de productores se asume que la capacidad real para el tamaño seleccionado es el límite superior del rango reportado para cada tamaño en las bases de datos incluidas en la herramienta.
- Para el cálculo del precio de la electricidad cuando esta es autogenerada y del calentamiento y el enfriamiento cuando no se conoce su costo, se asume que el precio es igual a la suma del costo de inversión de la tecnología depreciado a 20 años y el costo de operación y mantenimiento reportado en las bases de datos de la herramienta.
- Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) se asume que la tasa de inflación es constante a través del tiempo y el período de duración del proyecto es de 20 años.
- Se asume que la vida útil de las obras civiles y la instalación es igual a la vida útil de los equipos.
- El costo de las obras civiles se supone como el 50 % del costo total de los equipos.
- El costo de la instalación se supone como el 40 % del costo total de los equipos.

Aclaraciones

En el resumen de resultados, el diagrama presentado para los resultados energéticos se representa de esa manera para ser más comparativo, pero en el escenario actual los valores por debajo de cero no significan valores negativos.

DATOS DE ENTRADA

Para correr la herramienta en el análisis energético no es necesario que el usuario ingrese ningún dato a la herramienta. Sin embargo, para correr el análisis económico es necesario que el usuario ingrese varios datos de entrada, pudiendo ser pocos o un poco más extensos dependiendo de un solo dato: si conoce o no los costos de producción. Esto se puede ver más adelante en la sección NAVEGACIÓN GUIADA .

Así, se tienen 2 casos para los datos de entrada, uno cuando el usuario no conoce los costos de producción y otro cuando sí. A continuación, se muestran las tablas con los datos requeridos en ambos casos para la agrocadena de café, como ejemplo. Para otras agrocadenas, la información requerida es bastante similar, y se puede encontrar en los Anexos.

Datos de entrada en caso de conocer los costos de producción

Cuando el usuario conoce el costo de producción de su producto, la información que se requiere para correr la herramienta se reduce casi a la mitad. En los cuadros 1 y 2 se muestran los parámetros mínimos que debe conocer en ingresar el usuario para correr la herramienta cuando conoce los costos de producción en el módulo de agricultura en industrial. Estos parámetros se requieren para el cálculo de índices financieros y otras variables.

Cuadro 1. Datos de entrada con costos conocidos, módulo de agricultura del caso café.

INFORMACION MÍNIMA PARA EJECUTAR EAAT -CAFÉ-			
<i>Módulo de Agricultura</i>			
Paso	Dato	Valor	Unidades
PASO 2	Precio electricidad (Agricultura)		USD/kWh
	Rendimiento de cultivo por cosecha		t/Ha
PASO 3	Número de cosechas		#/año
	Área de cultivo		Ha
	Tasa de descuento		%
PASO 4	Tasa de interés		%
	Tasa de inflación		%
	Precio de venta del producto		USD/t
	Salario para labores agrícolas no calificado		USD/h-h
	Salario para labores agrícolas semi-calificado		USD/h-h
	Precio del agua (Agricultura)		USD/m ³
	Precio gasolina (Agricultura)		USD/L
	Precio diésel (Agricultura)		USD/L
	Precio propano (Agricultura)		USD/L
	Precio gas natural (Agricultura)		USD/L
	Costos de producción		USD/Ha o /t o /año

Fuente: Elaborado por los autores.

DATOS DE ENTRADA

Cuadro 2. Datos de entrada con costos conocidos, módulo industrial del caso café.

INFORMACION MÍNIMA PARA EJECUTAR EAAT -CAFÉ-			
Módulo Industrial			
Paso	Dato	Valor	Unidades
PASO 2	Costo electricidad		USD/kWh
	Costo calentamiento		USD/GJ
	Costo enfriamiento		USD/GJ
PASO 3	Rendimiento del proceso		t producto/t MP
	Horas de operación al año		h
	Producción anual		t/año
PASO 4	Tasa de descuento		%
	Tasa de interés		%
	Tasa de inflación		%
	Precio de venta del producto		USD/t
	Salario mano de obra semicalificada		USD/h-h
	Salario mano de obra calificada		USD/h-h
	Costo agua		USD/m ³
	Costo gasolina		USD/L
	Costo diésel		USD/L
	Costo propano		USD/L
	Costo gas natural		USD/L
Costos de producción		USD/t o /año	

Fuente: Elaborado por los autores.

Datos de entrada en caso de no conocer los costos de producción

Cuando el usuario no conoce el valor de los costos de producción, entonces debe conocer e ingresar más información a la herramienta, como se muestra en el cuadro 3 para el módulo de agricultura en el caso de la agrocadena de café. Toda la información adicional que se pide es necesaria para calcular el valor de los costos de producción y otros parámetros económicos. En los cuadros 3 y 4 se muestran todos los datos de entrada requeridos para la agrocadena del café en los módulos agrícola e industrial, respectivamente.

DATOS DE ENTRADA

Cuadro 3. Datos de entrada totales del módulo de agricultura para la agrocadena de café.

INFORMACION PARA EJECUTAR EAAT -CAFÉ-			
Módulo de Agricultura			
Paso	Dato	Valor	Unidades
PASO 2	Precio electricidad (Agricultura)		USD/kWh
PASO 3	Rendimiento de cultivo por cosecha		t/Ha
	Número de cosechas		#/año
	Área de cultivo		Ha
PASO 4	Tasa de descuento		%
	Tasa de interés		%
	Tasa de inflación		%
	Precio de venta del producto		USD/t
	Salario para labores agrícolas no calificado		USD/h-h
	Salario para labores agrícolas semi-calificado		USD/h-h
	Precio del agua (Agricultura)		USD/m3
	Precio gasolina (Agricultura)		USD/L
	Precio diésel (Agricultura)		USD/L
	Precio propano (Agricultura)		USD/L
	Precio gas natural (Agricultura)		USD/L
	Costo establecimiento del cultivo		USD/Ha
	Precio herbicida		USD/L
	Precio plaguicida		USD/t
	Precio insecticida		USD/L
	Fertilizantes nitrogenados		USD/t
	Fertilizantes potásicos		USD/t
	Fertilizantes fosforados		USD/t
	Fertilizante complejo NPK1		USD/t
	Precio fertilizantes orgánicos		USD/t
Porcentaje del préstamo		%	
Período del préstamo		años	
Vida útil de equipos		años	
Vida útil del cultivo		años	
PASO 5	Suministro de agua estacional		m3/Ha/año
	Déficit de agua de cultivo		mm/año
	Profundidad promedio		m
	Inversión		USD
	Área irrigada		Ha
	Vida útil promedio		años
PASO 6	Demanda energética de bombeo		kWh
	Nitrógeno (N)		kg/ha/año
	Potasio (K)		kg/ha/año
	Fósforo (P)		kg/ha/año
	Fertilizantes orgánicos		kg/ha/año
	Plaguicida		kg/ha/año
	Herbicidas		L/ha/año
	Insecticida		L/ha/año
	Otros- Misceláneos		%
	Costos mantenimiento		%
	Otros costos- Imprevistos		%
Otros costos- Costos generales y administrativos		%	

Fuente: Elaborado por los autores.

DATOS DE ENTRADA

Cuadro 4. Datos de entrada totales del módulo industrial para la agrocadena de café.

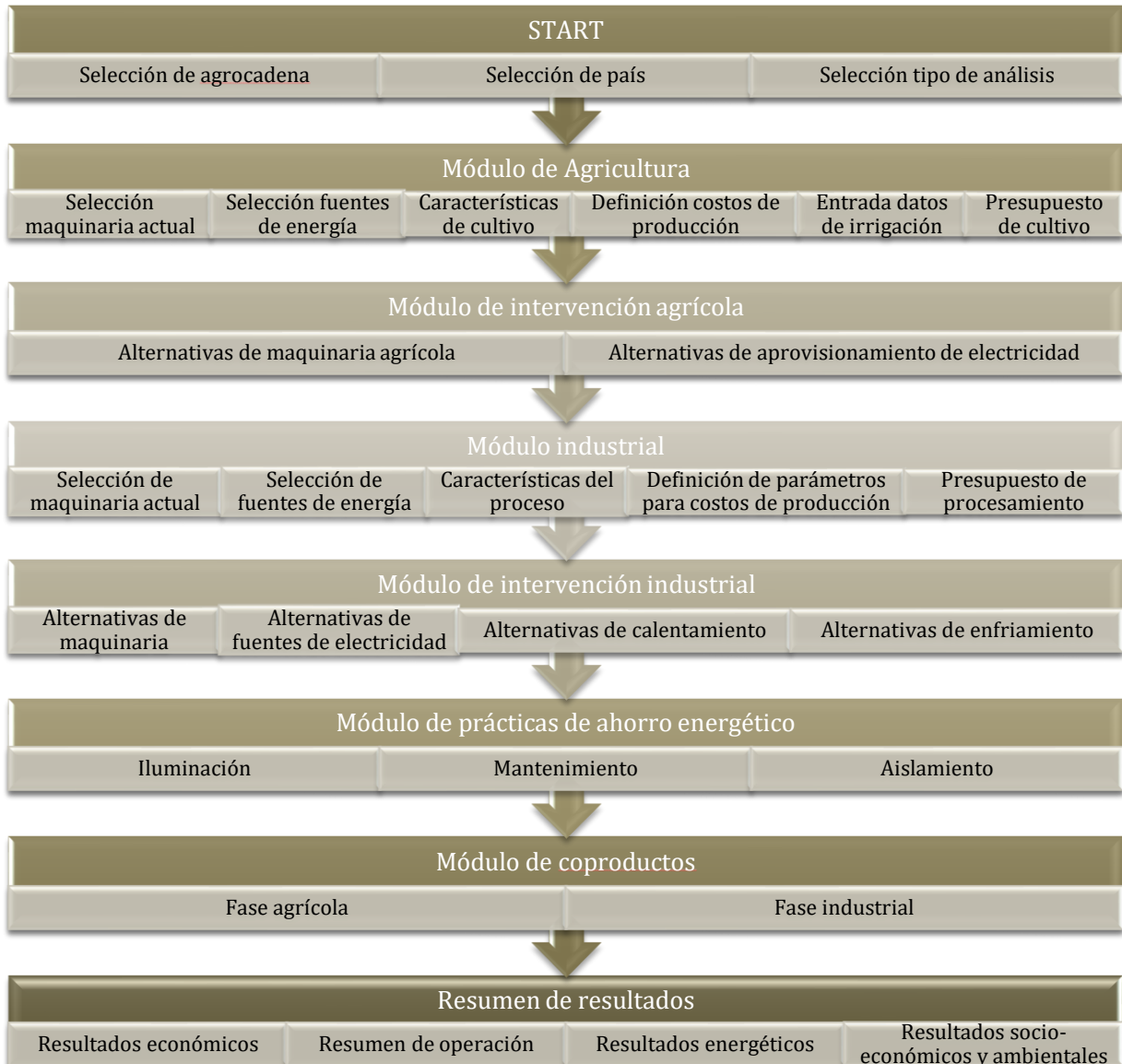
INFORMACION PARA EJECUTAR EAAT -CAFÉ-			
Módulo Industrial			
Paso	Dato	Valor	Unidades
PASO 2	Costo electricidad		USD/kWh
	Costo calentamiento		USD/GJ
	Costo enfriamiento		USD/GJ
PASO 3	Rendimiento del proceso		t producto/t MP
	Horas de operación al año		h
	Producción anual		t/año
PASO 4	Tasa de descuento		%
	Tasa de interés		%
	Tasa de inflación		%
	Precio de venta del producto		USD/t
	Salario mano de obra semicalificada		USD/h-h
	Salario mano de obra calificada		USD/h-h
	Costo agua		USD/m ³
	Costo gasolina		USD/L
	Costo diésel		USD/L
	Costo propano		USD/L
	Costo gas natural		USD/L
	Costos otros químicos 1		USD/t
	Costos otros químicos 2		USD/t
	Costos otros químicos 3		USD/t
	Costos otros químicos 4		USD/t
	Costos otros químicos 5		USD/t
	Costo materia prima		USD/t
	Porcentaje del préstamo		%
	Período del préstamo		años
	Vida útil equipos		años
PASO 5	Otros químicos 1		t/año
	Otros químicos 2		t/año
	Otros químicos 3		t/año
	Otros químicos 4		t/año
	Otros químicos 5		t/año
	Costos misceláneos		%
	Costos mantenimiento		%
	Otros costos- Imprevistos		%
	Otros costos- Costos generales y administrativos		%

Fuente: Elaborado por los autores.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

La herramienta EAAT está diseñada para guiar fácilmente al usuario a medida que avanza en su análisis. El orden que el usuario debe seguir para navegar correctamente es el siguiente: Caracterización agrícola, caracterización industrial, módulo de prácticas de ahorro energético y módulo de potencial de coproductos. El esquema de análisis detallado es mostrado en la Figura 1.

Figura 1: Esquema de análisis y navegación de EAAT.



Fuente: Elaborado por los autores.

A continuación, se ampliará cada módulo mostrado en la Figura 1. Para mostrar al usuario cómo se navega la herramienta, se toma como ejemplo la agrocadena del café.

Inicio

La primera sección que se muestra al usuario al abrir la herramienta es el inicio, o START, como se muestra en la Figura 2. En esta sección, el usuario debe hacer las primeras 3 selecciones (Figura 1): Selección de agrocadena (Café, Res, Cerdo, Lácteos o Pollo), la cual tiene una breve descripción; Selección de país, que debe ser elegido para el cual se realizó la base de datos y estudio, en caso contrario sale la señal de advertencia del cuadro gris; y selección del Modo de operación, el cual tiene los siguientes tipos de análisis disponibles:

- **Análisis energético:** Se debe seleccionar cuando el usuario no cuenta con suficiente información sobre el proceso o industria de estudio y quiere hacer un análisis rápido. Es un análisis que no toma mucho tiempo realizar, pues requiere pocos datos de entrada. En este modo de operación solamente se hace una evaluación de las fuentes de aprovisionamiento de energía y la maquinaria utilizada en la producción o procesamiento.
- **Análisis económico:** En este modo de operación el usuario requiere hacer un análisis más completo y para ello cuenta con más información. Además de las fuentes de aprovisionamiento de energía y la maquinaria, también se evalúa otra información más específica de la industria o proceso relacionada con los costos de producción. Adicionalmente, este modo de operación arroja resultados financieros como el VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno).
- **Análisis de evaluación:** Este es el modo de operación con más exactitud. Se debe utilizar cuando el usuario cuenta con fuentes para construir su propia base de datos y suministrarla a la herramienta. Para esto se entrega un formato de encuesta con la información que el usuario debe recolectar.

Figura 2. Inicio de EAAT

Idioma: Español

Restablecer valores

SIGUIENTE>> Módulo de agricultura

Seleccione una agrocadena: *Café*

País de análisis: *Costa Rica*

País de referencia: *Costa Rica*

¿Desea definir manualmente los rangos de tamaño para su agroindustria?
Sí No

Descripción de la agrocadena

Cultivo y procesamiento de las semillas del café que tostadas y molidas se usan para preparar y tomar como infusión.

Modo de operación

Análisis rápido

Análisis detallado

Descripción del modo de operación

En este modo se requiere más información por parte del usuario, pero los resultados serán más cercanos a la realidad que en el análisis rápido.

1. Selección de agrocadena.
2. Selección de país.

3. Selección de tipo de análisis o modo de operación.

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

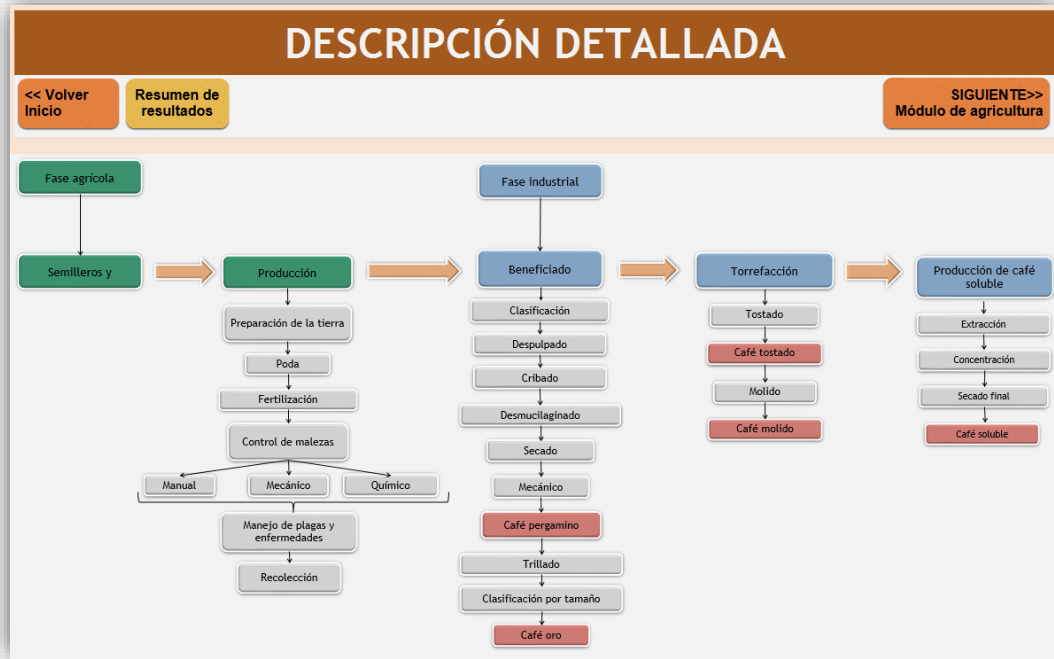
Descripción detallada de la cadena

Después de completar esta primera sección o módulo, el usuario puede ir a revisar la “Descripción detallada de la cadena”, que es un mapeo o diagrama de flujo donde se muestra

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

el proceso de producción y procesamiento del producto final de la cadena de valor, o bien puede continuar con el análisis con el botón “Siguiete, módulo de agricultura”. En la Figura 3 se puede apreciar el mapeo de la cadena de café.

Figura 3. Mapeo de la agrocadena de café.



Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Módulo de agricultura

Después de revisar el diagrama de flujo de la agrocadena, el usuario tiene una idea más clara acerca de las etapas para la producción y procesamiento del producto de su interés. Con este concepto se le facilita el entendimiento de la sección siguiente, el módulo de agricultura. En este módulo el usuario ingresará y seleccionará toda la información relacionada con la producción de su producto, es decir la ganadería o el cultivo, en el caso del café.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

Figura 4. Módulo de agricultura.

The screenshot displays the 'MÓDULO DE AGRICULTURA' interface. At the top, there is a title bar with the text 'MÓDULO DE AGRICULTURA'. Below the title bar, there are three main navigation buttons: '<< Volver Inicio', 'Descripción detallada de la cadena seleccionada', and 'SIGUIENTE>> Intervención agrícola'. Below these buttons, there is a step indicator showing 'Paso 0' selected, with options for 'Pequeño', 'Mediano', and 'Grande'. The main content area is divided into six steps, each with a title and a description:

- Paso 0:** Seleccione el tamaño actual de sus(s) industria(s). Producción anual inferior a 30 toneladas. INGRESAR DATOS EN LAS CELDAS BLANCAS. LAS CELDAS GRISES SON CÁLCULOS.
- Paso 1:** SELECCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA ACTUAL. Use esta opción para seleccionar los equipos usados en las diferentes etapas de producción agrícola. The diagram shows a flow: Preparación de la tierra → Plantación → Postplantación → Cosecha → Prelimpieza.
- Paso 2:** SELECCIÓN DE FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DE ENERGÍA. Use esta opción para especificar las características de sus fuentes actuales de aprovisionamiento de energía.
- Paso 3:** CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO. Use esta opción para especificar las características actuales de su cultivo.
- Paso 4:** DEFINICIÓN DE PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN. Use esta opción para especificar los parámetros necesarios para calcular el costo de producción de su cultivo.
- Paso 5:** ENTRADA DE DATOS DE IRRIGACIÓN. Use esta opción para especificar los parámetros de irrigación de su cultivo.
- Paso 6:** PRESUPUESTO DE CULTIVO. Use esta opción para definir las cantidades de insumos que requiere para su cultivo y calcular el costo de producción.

Annotations on the right side of the image:

- Sección de navegación entre módulos.
- Definiciones y aclaraciones a priori.
- Esquema paso a paso que el usuario debe seguir.

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Como se puede observar en la Figura 4, este módulo primero pide al usuario especificar el tamaño de su industria. Cuando se selecciona alguna de las opciones (pequeño, mediano o grande) se muestra el rango en toneladas del respectivo tamaño. Una vez especificado esto, se guía al usuario a través del seguimiento de 6 pasos descritos a continuación:

Paso 1. Selección de la maquinaria agrícola actual: En este paso el usuario debe seleccionar el tipo de equipo, técnica o tecnología que actualmente usa en cada etapa de la producción. Por ejemplo, en el caso de la fertilización si se realiza por medio de un equipo y qué tipo de equipo, o si se realiza manualmente. Cuando se activa este paso la primera selección que debe hacerse es si conoce o no la cantidad de equipos, mientras se muestra un esquema de las etapas de la fase agrícola (I), como puede observarse en la Figura 5. Si se selecciona que sí, se activan las celdas de la columna “Unidades de producción” (II) para su ingreso, si se selecciona que no, las celdas se desactivan y la herramienta autocalcula el número de equipos con la información suministrada por el usuario.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

Figura 5. Paso 1 del módulo de agricultura.

Paso 1 **SELECCIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA ACTUAL**

Use esta opción para seleccionar los equipos usados en las diferentes etapas de producción agrícola

¿Conoce la cantidad de equipos? Sí No

Pequeño (P) Mediano (M) Grande (G)

	Fuente de energía	Eficiencia del equipo (%)	Consumo de energía - Electricidad (kWh/t)	Consumo de energía - Combustible (kWh/t)	Inversión de capital (USD)	Intensidad de mano de obra (horas-hombre/t)	Consumo de agua (L/t)	Emisiones (kg CO2e/t producto)	Unidades de producción
Preparación de la tierra									
Arado									
Tractor (P) 1	Diésel	75.00%	0.00	24.82	\$12 000	0.19	0.00	2.90	2
Tractor (P) 1									
Tractor (P) 2									
Tractor (P) 3									
Tractor (M) 1									
Tractor (M) 2									
Tractor (M) 3		0.00%	0.00	0.00	50	0.00	0.00	0.00	0
Tractor (G) 1									
Tractor (G) 2									
Poda									
Motosierra (P) 1	Gasolina	99.00%	0.00	0.22	\$260	0.19	0.00	0.03	1
Guadaña (P) 1	Gasolina	99.50%	0.00	0.28	\$640	0.19	0.00	0.03	1
Control de malezas									
Aspersora de motor (P) 3	Gasolina	99.80%	0.00	14.50	\$824	0.19	70.00	1.70	1
Guadaña (P) 1	Gasolina	99.50%	0.00	14.00	\$640	0.19	0.00	1.64	1
Manejo de plagas y enfermedades									
Aspersora de motor (P) 1	Gasolina	99.80%	0.00	13.00	\$740	0.19	65.00	1.52	1
Fertilización									
Aspersora manual (P)	Manual	95.00%	0.00	0.00	\$35	0.19	32.00	0.00	2
Cosecha									
Recolección									
Manual (M)	Manual	0.00%	0	0.00	50	0.19	0.00	0.00	1
Prelimpieza									
Separación de residuos									
No se realiza		0.00%	0.00	0.00	50	0.00	0.00	0.00	0

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 2. Selección de fuentes de aprovisionamiento de energía: En este paso el usuario debe especificar si la electricidad que usa es autogenerada o es suministrada por la red central (I), como se observa en la Figura 6. Si selecciona la primera opción, se asume que los costos de inversión y operación son cero y se debe seleccionar la tecnología de generación de energía. Si se selecciona la segunda opción, el usuario debe ingresar el costo en USD por kWh consumido, e igualmente seleccionar la tecnología de generación de energía.

Figura 6. Paso 2 del módulo de agricultura.

Paso 2 **SELECCIÓN DE FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DE ENERGÍA**

Use esta opción para especificar las características de sus fuentes actuales de aprovisionamiento de energía

Electricidad

Seleccione su fuente actual de electricidad Red central Autogenerada Se asumirá que los costos de inversión y operación de equipos para electricidad son cero

Precio electricidad (Agricultura) USD/kWh

Seleccione su tecnología actual de aprovisionamiento de electricidad

Tecnología

Variación tecnológica

I

Título del paso
Descripción del paso
Cuerpo del paso

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 3. Características del cultivo: En este paso el usuario debe ingresar información mínima acerca de su cultivo como el área de cultivo, número de cosechas por año y rendimiento de cultivo por cosecha (toneladas de producto por hectárea). Si la producción aquí ingresada no es consistente con el tamaño de la industria seleccionado al inicio del

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

módulo, la herramienta calculará el número de productores necesarios para alcanzar la producción ingresada (I), como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Paso 3 del módulo de agricultura.

Paso 3 **CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO**
Use esta opción para especificar las características actuales de su cultivo

Descripción del cultivo	Parámetro	Valor	Unidades
Área de cultivo		5.00	ha
Producción anual de cultivo		10.65	t/año
Número de cosechas		3	#/año
Rendimiento de cultivo por cosecha		0.71	t/ha
Número de productores		1	

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 4. Definición de parámetros para el cálculo del costo de producción: Este paso es de especial importancia porque dependiendo de las selecciones que se hagan aquí se reduce de forma significativa la información que el usuario debe ingresar y se activan o desactivan los pasos siguientes. La primera pregunta en este paso es si conoce o no los costos de producción del proceso. Si se selecciona que sí, se deben ingresar el costo de producción en USD/año, más algunos parámetros para el cálculo de índices financieros, mostrados en la Figura 8. Si se selecciona que no, se activa una tabla que pide más parámetros para el cálculo del costo de producción. Estos parámetros son mostrados en el Cuadro 3.

Figura 8. Paso 4 del módulo de agricultura.

Paso 4 **DEFINICIÓN DE PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN**
Use esta opción para especificar los parámetros necesarios para calcular el costo de producción de su cultivo

¿Usted tiene el valor de sus costos de producción? Sí No Debe especificar la siguiente información además de los costos de producción

Ingrese el valor de los costos de producción: \$145 USD/t

Parámetro	Valor	Unidades
Tasa de inflación	6.77%	%
Tasa de interés	13.00%	%
Tasa de descuento	12.00%	%
Precio de venta del producto	\$252.20	USD/t
Salario labores agrícolas no calificado	\$1.56	USD/horas-hombre
Salario labores agrícolas semicalificado	\$2.00	USD/horas-hombre
Precio del agua (Agricultura)	\$0.53	USD/L
Precio gasolina (Agricultura)	\$1.28	USD/L
Precio diésel (Agricultura)	\$1.18	USD/L
Precio propano (Agricultura)	\$0.10	USD/L
Precio gas natural (Agricultura)	\$0.00	USD/L

El costo de producción que se definió es demasiado bajo. Por favor incremente el costo de producción antes de continuar con el análisis.

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Los pasos a continuación (5 y 6) se activan únicamente cuando en el Paso 4 se selecciona que no se conocen los costos de producción.

Paso 5. Entrada de datos de irrigación: Este paso se encuentra únicamente en el módulo agrícola y en agrocadenas que requieran un cultivo para su producción. En este paso el usuario puede elegir entre varios sistemas de irrigación y especificar información

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

indispensable como el área irrigada, inversión, fuente de agua y fuente de agua, entre otros, o bien especificar que no hay sistema de irrigación, como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Paso 5 del módulo de agricultura de la cadena de café.

Paso 5 **ENTRADA DE DATOS DE IRRIGACIÓN**

Use esta opción para especificar los parámetros de irrigación de su cultivo

Parámetros de irrigación		Valor	Unidades	Parámetro	Valor	Unidades
Sistema de irrigación	Parámetro	inido por el usuari		Fuente de suministro de energía	Sin combustible	
Suministro de agua estacional		5.00	m3/ha/año	Inversión		USD
Déficit de agua de cultivo			mm/año	Área irrigada	1.00	ha
Fuente de agua		Superficial		Vida útil promedio		años
Profundidad promedio			m	Demanda energética de bombeo		kWh
Suministro de agua		Superficial				

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 6. Presupuesto de cultivo: En este paso el usuario debe definir las cantidades de insumos que requiere para su cultivo, además del porcentaje que representan otros costos como: el mantenimiento del costo total de producción, los imprevistos del total de mano de obra y mantenimiento, los misceláneos del costo total de mano de obra y los costos generales y administrativos del total de la suma de los costos de insumos, servicios, nómina, mantenimiento e imprevistos. En la Figura 10 se muestra una sección del paso 6, debido a su extensión.

Figura 10. Paso 6 del módulo de agricultura de la cadena del café.

Paso 6 **PRESUPUESTO DE CULTIVO**

Use esta opción para definir las cantidades de insumos que requiere para su cultivo y calcular el costo de producción

Entradas	Unidades	Cantidad	Subtotal (USD/año)
Fertilizantes - nutrientes			
Nitrógeno (N)	kg/ha/año	0.0	\$0
Potasio (K)	kg/ha/año	0.0	\$0
Fósforo (P)	kg/ha/año	0.0	\$0
Fertilizantes - orgánicos	kg/ha/año	1765.0	\$18
Plaguicida	kg/ha/año	2.0	\$50
Herbicidas	L/ha/año	2.0	\$19
Insecticida	L/ha/año	1.5	\$77
Irrigación			
Consumo de combustible para irrigación	L/ha/año		\$0
Agua suministrada con irrigación			\$13
Mantenimiento del equipo de irrigación	%		\$0
Otras entradas			
Agua	L/t	0.19	\$1
Subtotal			\$178
Mano de obra			
Mano de obra no calificada	horas-hombre/t	0.38	\$6
Mano de obra semicalificada	horas-hombre/t	1.33	\$28
Misceláneos			
Otros	%	10.00%	\$3
Subtotal			\$38

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Módulo de intervención agrícola

En este módulo se pretende mostrar al usuario cual sería el impacto sobre parámetros clave de decisión como la eficiencia, las emisiones, o los costos de operación al realizar cada etapa con una tecnología diferente; o de usar una fuente de aprovisionamiento de energía autogenerada o diferente a la actual. El impacto al evaluar dichos cambios se muestra de dos formas en la herramienta: una en este mismo módulo realizando comparaciones gráficas inmediatas entre un equipo (o técnica) y otro, y la segunda en el resumen de resultados. Cabe destacar que también se muestran los valores numéricos de las variables en ambos escenarios en este módulo.

Al entrar al módulo de intervención y antes de empezar a realizar comparaciones entre el escenario actual y otras opciones, se muestra un menú donde el usuario puede elegir tanto qué etapas intervenir, como qué variables comparar, como se muestra en la Figura 11. Esto, además de reducir la carga visual, permite al usuario eliminar información que no es de su interés y solo visualizar aquella le concierne evaluar.

Después de seleccionar las variables y etapas de su interés, el usuario debe continuar a los pasos 1 y 2, explicados a continuación.

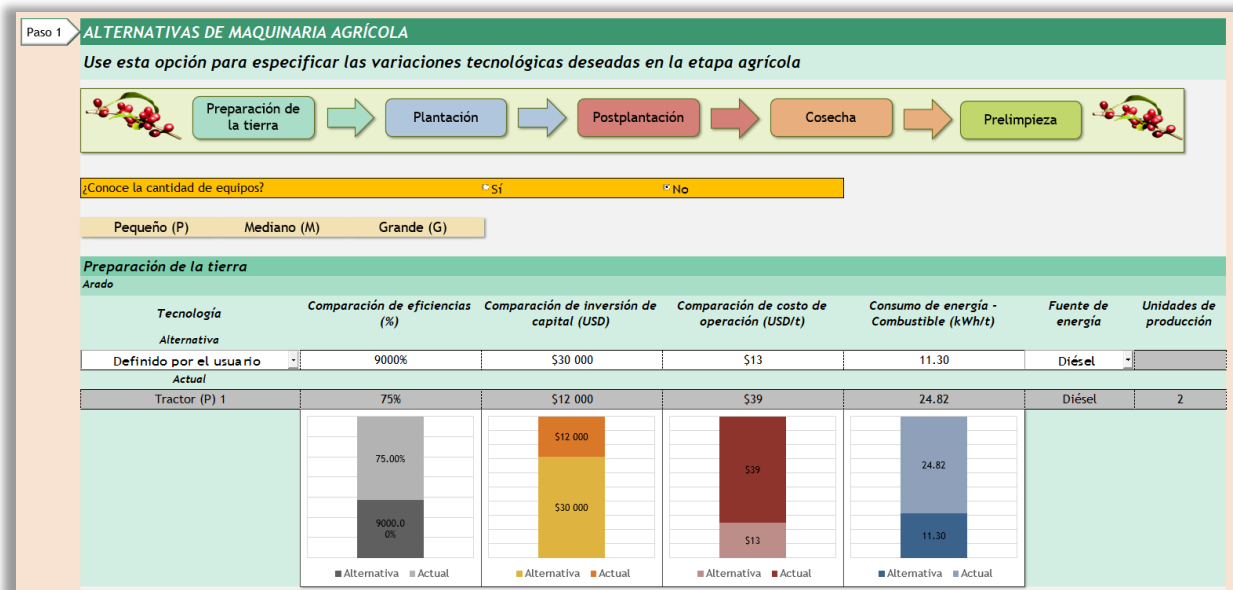
Figura 11. Módulo de intervención agrícola.

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 1. Alternativas de maquinaria agrícola: En este paso, al igual que en el módulo agrícola, se pregunta al usuario si conoce o no la cantidad de equipos para darle ambas opciones en el escenario intervenido. Luego de esto, se muestra un menú desplegable donde el usuario puede escoger entre las diferentes tecnologías disponibles, mientras a la vez se muestra el equipo seleccionado en el escenario actual y sus características. La comparación entre los parámetros de decisión (por ejemplo, emisiones o costo de operación) de un equipo o tecnología u otro se muestran mediante barras de colores, como se muestra en la Figura 12. Estas barras no muestran un valor normalizado sino el valor real en sus respectivas unidades (USD, kg, Ha, etc.), por lo cual uno puede ser significativamente más grande que otro y alcanzar valores mayores que cien.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

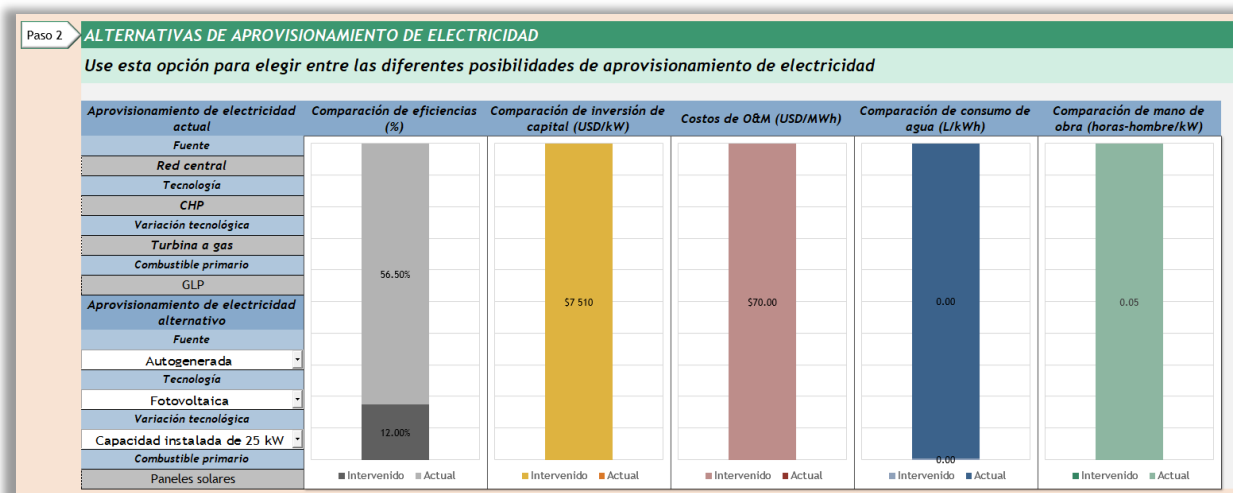
Figura 12. Paso 1 del módulo de intervención agrícola.



Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 2. Alternativas de aprovisionamiento de electricidad: En este paso se muestran la fuente de electricidad actual con sus respectivos parámetros de decisión representados de forma gráfica, y las alternativas disponibles para el suplemento de la energía eléctrica. De igual forma, se muestra una comparación gráfica inmediata de las tecnologías en ambos escenarios, como se observa en la Figura 13. Además, como puede observarse en las comparaciones de la inversión y el costo de operación estos costos se consideran cero cuando la fuente de electricidad es “Red Central”, ya que el usuario no debe comprar los equipos ni operarlos, solo recibe el servicio.

Figura 13. Paso 2 del módulo de intervención agrícola.

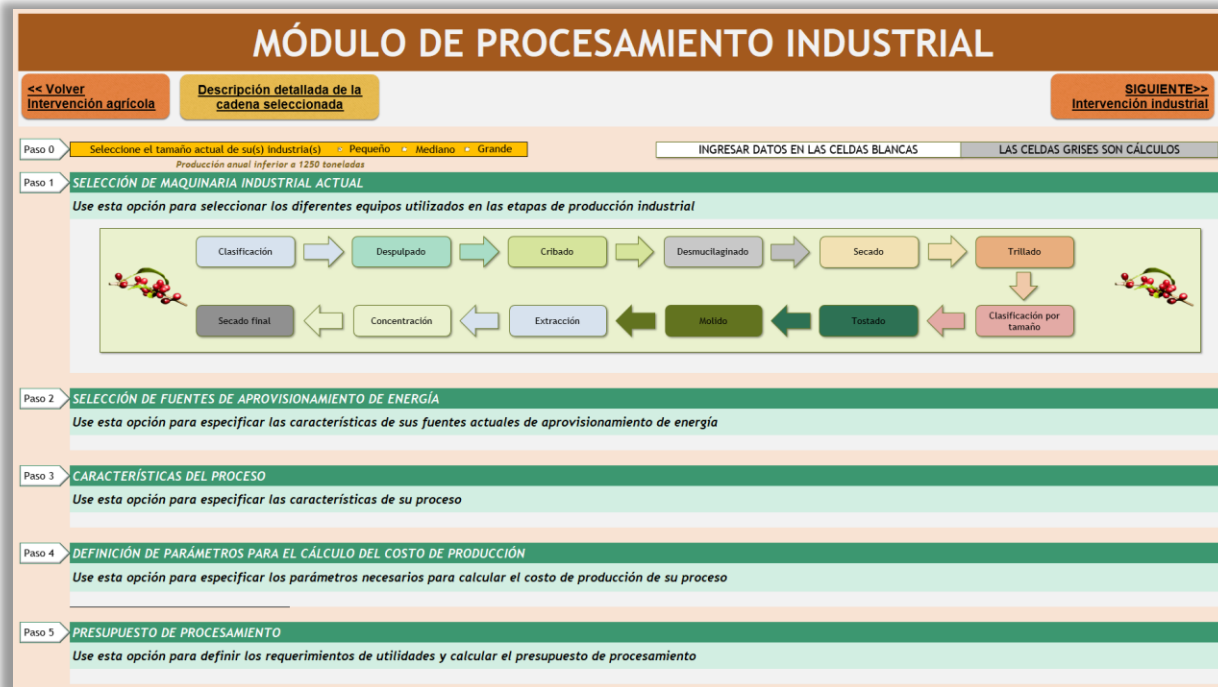


Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Módulo industrial

Este módulo tiene un esquema de pasos muy similar al módulo agrícola, como se observa en la Figura 14. Las únicas diferencias son que el presupuesto no es el paso 6 sino el 5, en el caso de agrocadenas con cultivos como el café, y que no se habla de maquinaria agrícola sino industrial, además de los nombres de algunos parámetros. Otra diferencia importante es que en esta fase existen 2 formas más de energía, el calentamiento y el enfriamiento. Por esto, el paso 2 no sólo pide especificar las características de las fuentes de aprovisionamiento de energía eléctrica sino también de calentamiento y enfriamiento.

Figura 14. Módulo de procesamiento industrial



Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 1. Selección de maquinaria industrial actual: Este paso tiene el mismo esquema de análisis que el paso 1 del módulo agrícola. La única diferencia es que tiene 2 más parámetros: energía por calentamiento y por enfriamiento. Para conocer más sobre este paso diríjase al Paso 1 del [módulo agrícola](#).

Paso 2. Selección de fuentes de aprovisionamiento de energía: Este paso tiene el mismo esquema de análisis que el paso 2 del módulo agrícola. La única diferencia es que tiene 2 más parámetros: energía por calentamiento y por enfriamiento. Para conocer más sobre este paso diríjase al Paso 2 del [módulo agrícola](#).

Paso 3. Características del proceso: En este paso se deben definir parámetros importantes del proceso como su rendimiento, las horas de operación al año y la producción anual. Si la producción aquí ingresada no es consistente con el tamaño de la industria seleccionado al inicio del módulo, la herramienta calculará el número de productores necesarios para alcanzar la producción ingresada.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

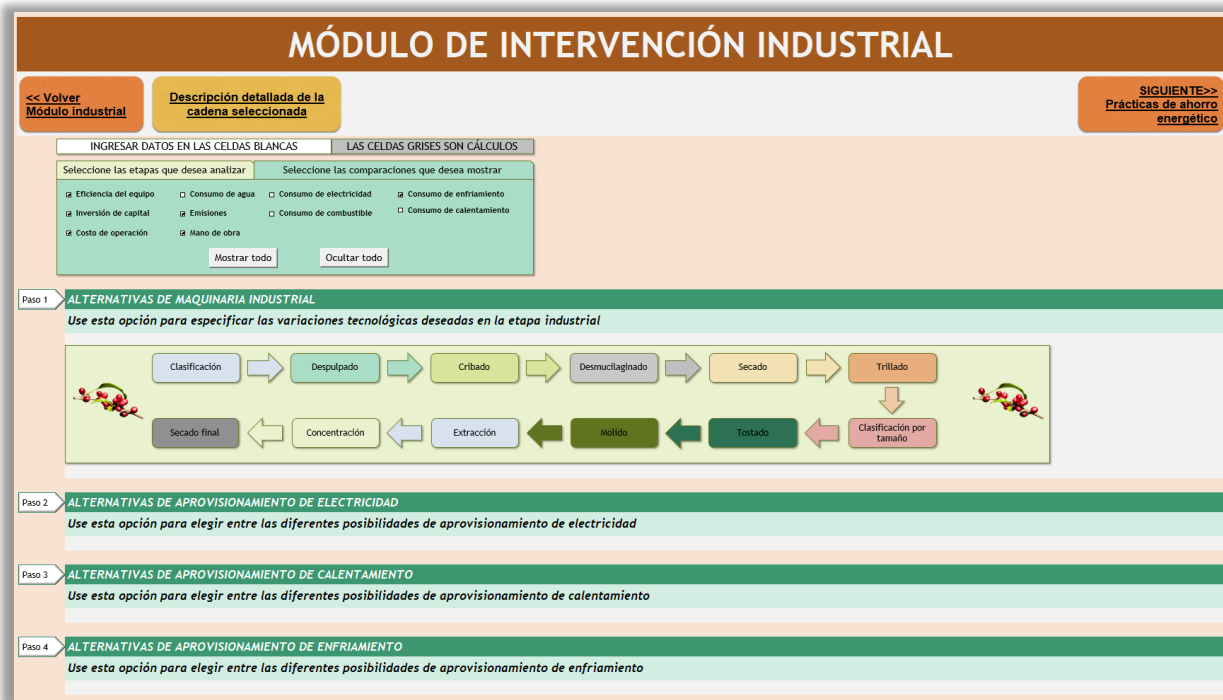
Paso 4. Definición de parámetros para el cálculo del costo de producción: Este paso tiene el mismo esquema de análisis que el paso 4 del módulo agrícola. La única diferencia es que en caso de seleccionar que no se conocen los costos de producción, se pide el costo de la materia prima, el cual puede ser ingresado por el usuario (precio de mercado) o puede ser calculado por la herramienta con el costo de producción del módulo agrícola. Para conocer más sobre este paso diríjase al Paso 4 del [módulo agrícola](#).

Paso 5. Presupuesto de procesamiento: Este paso tiene el mismo esquema de análisis que el paso 6 del módulo agrícola (Paso 6 para agrocadenas con cultivos como el café, paso 5 para cadenas con ganadería). Para conocer más sobre este paso diríjase al Paso 6 del [módulo agrícola](#).

Módulo de Intervención Industrial

Este módulo tiene un esquema de pasos similar al módulo de intervención agrícola, como puede observarse en la Figura 15. La diferencia radica en 2 pasos adicionales relacionados con el aprovisionamiento de calentamiento y enfriamiento. Para conocer más sobre el funcionamiento y navegación de este módulo y sus pasos diríjase al [módulo de intervención agrícola](#).

Figura 15. Módulo de intervención industrial.



Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Módulo de prácticas de ahorro energético

Este módulo fue creado para cubrir los consumos energéticos que no son generados debido al proceso directamente (maquinaria) sino a factores inherentes al proceso, pero que representan una cantidad importante del consumo energético y económico total. Los factores

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

considerados se dividen en 3 pasos: Iluminación, mantenimiento y aislamiento, como se muestra en la Figura 16 y descritos a continuación.

Figura 16. Módulo de Prácticas de Ahorro Energético.

MÓDULO DE PRÁCTICAS DE AHORRO ENERGÉTICO

<< Volver Intervención industrial Descripción detallada de la cadena seleccionada SIGUIENTE>> Módulo de coproductos

INGRESAR DATOS EN LAS CELDAS BLANCAS LAS CELDAS GRISES SON CÁLCULOS

Paso 1 **ILUMINACIÓN**
Use esta opción para evaluar potenciales ahorros por iluminación

Paso 2 **MANTENIMIENTO**
Use esta opción para evaluar potenciales ahorros por mantenimiento preventivo

Paso 3 **AISLAMIENTO**
Use esta opción para evaluar potenciales ahorros por aislamiento de equipos y tuberías. (Solamente se especifica para la fase industrial)

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 1. Iluminación: En este paso se evalúa el potencial de ahorro que el usuario tiene si cambia el tipo de lámparas usadas en su planta. Se puede escoger entre analizar únicamente la fase agrícola o industrial, o evaluar ambas (I), como se muestra en la Figura 17. Debe seleccionarse primero el tipo de lámpara actual, su potencia y su costo (II). Luego, debe especificarse el tipo de lámpara alternativa entre las disponibles en el menú de selección y su costo (II). Adicionalmente deben ingresarse las horas diarias de uso y los días al año en que se utiliza el sistema de iluminación (III). Con esta información la herramienta calcula y arroja resultados acerca de la energía ahorrada anualmente por cada lámpara, en kWh, el dinero ahorrado correspondiente, en USD, el porcentaje en el aumento de la inversión, el número de lámparas nuevas necesarias para reemplazar la antigua, y otros parámetros clave de decisión como la relación costo-vida útil, que entre menor sea, implica un menor costo de inversión por las horas de vida útil de la lámpara.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

Figura 17. Paso 1 del módulo de prácticas de ahorro energético.

Paso 1
ILUMINACIÓN

Use esta opción para evaluar potenciales ahorros por iluminación

Seleccione las fases que desea analizar Agrícola Industrial

Fase agrícola

Lámpara	Tipo de lámpara	Potencia (W/lámpara)	Costo de lámpara (USD/lámpara)	Autonomía (h/lámpara)	Flujo luminoso (lm/lámpara)
Actual	Halógena	50	5.0	5000	557
Alternativa	Halógena de bajo consumo	30	8.0	10000	405

Entradas	Unidades	Cantidad
Uso diario	h/día	8
Uso anual	días/año	365
Costo electricidad	USD/kWh	0.07

Resultados	Unidades	Valor
Energía ahorrada	kWh/año-lámpara	58
Dinero ahorrado	USD/año-lámpara	4
Aumento en inversión de capital	%	60.00%
Período de amortización	años	2.1
Aumento porcentual en vida útil	%	100.00%
Relación costo-vida útil actual	USD/h	1.00
Relación costo-vida útil alternativa	USD/h	0.80
Lámparas nuevas necesarias	lámparas	1

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 2. Mantenimiento: El objetivo de este paso es permitir al usuario evaluar los ahorros energéticos potenciales y el efecto sobre la vida útil de los equipos que puede generar implementar un plan de mantenimiento preventivo (MP) o mejorarlo si ya se tiene. Para este paso también se puede elegir entre analizar la fase agrícola, la fase industrial o ambas (I).

En la Figura 18 se muestra el paso de mantenimiento para la fase agrícola. El primer factor importante consiste en el ahorro energético porcentual potencial (II), el cual describe qué porcentaje de la energía total consumida en cada etapa puede ser ahorrada implementando un plan de MP. Si este porcentaje es igual a cero, quiere decir que el usuario ya tiene un plan óptimo de MP implementado en su proceso. Este factor se calcula tanto para el proceso actual como para el intervenido (III). Posteriormente se muestran los posibles ahorros por cuestión de electricidad (el cual es el único tipo de energía aparte de los combustibles que se tiene en cuenta en la fase agrícola). Se muestra entonces el gasto energético por electricidad actual y el gasto potencial si se implementara el plan de MP. También se muestra el ahorro de electricidad anual al que se llegaría y por último se muestra el ahorro monetario alcanzado teniendo en cuenta el precio de electricidad que se especificó o calculó en el módulo agrícola. Adicionalmente, se muestra una sección con cálculos generales (IV). Allí se define la vida útil de equipos actual (dependiendo de la inversión actual que se tenga en un plan de MP) y posteriormente se muestra la vida útil que se obtendría al fijar la inversión óptima para MP.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

Figura 18. Paso 2 del módulo de prácticas de ahorro energético en la fase agrícola.

Paso 2 **MANTENIMIENTO**

I Use esta opción para evaluar potenciales ahorros por mantenimiento preventivo

Seleccione las fases que desea analizar Agrícola Industrial

Fase agrícola

Resultados	Unidades	Respecto a actual	Respecto a intervenido
Ahorro energético porcentual potencial	%	0.00%	0.00%
Electricidad			
Gasto energético total actual	kWh/año	0	0
Gasto energético total alternativo	kWh/año	0	0
Ahorro energético	kWh/año	0	0
Ahorro monetario total	USD/año	\$0	\$0
General			
Vida útil de equipos actual	años	10.0	10.0
Vida útil de equipos con MP	años	10.0	10.0

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

En la Figura 19 se muestra el paso de mantenimiento para la fase industrial. La única diferencia que se tiene en cuanto a la fase agrícola es que en esta sección se analizan también los ahorros aplicados a calentamiento y enfriamiento, además de calcularse el ahorro monetario total como la suma de ahorros por electricidad, calentamiento y enfriamiento. Cabe aclarar que todos estos ahorros se calculan con los precios de electricidad, calentamiento y enfriamiento especificados o calculados en el módulo industrial. Nuevamente, si el porcentaje especificado en el parámetro de ahorro energético porcentual potencial es igual a cero, debe entender que el usuario ya cuenta con un plan óptimo de MP.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

Figura 19. Paso 2 del módulo de prácticas de ahorro energético en la fase industrial.

Fase industrial				
	Resultados	Unidades	Respecto a actual	Respecto a intervenido
I	Ahorro energético porcentual potencial	%	15.00%	15.00%
	Electricidad			
II	Gasto energético total actual	kWh/año	0	0
	Gasto energético total alternativo	kWh/año	0	0
	Ahorro energético	kWh/año	0	0
	Ahorro monetario	USD/año	\$0	\$0
	Calentamiento			
	Gasto energético total actual	kWh/año	0	0
Gasto energético total alternativo	kWh/año	0	0	
Ahorro energético	kWh/año	0	0	
Ahorro monetario	USD/año	0	0	
III	Enfriamiento			
	Gasto energético total actual	kWh/año	0	0
	Gasto energético total alternativo	kWh/año	0	0
	Ahorro energético	kWh/año	0	0
	Ahorro monetario	USD/año	0	0
	General			
	Vida útil de equipos actual	años	8.0	8.0
Vida útil de equipos con MP	años	10.0	10.0	
Ahorro monetario total	USD/año	\$0	\$0	

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Paso 3. Aislamiento: El paso de aislamiento solamente está definido para la fase industrial, ya que solo aplica para procesos con calentamiento (I) y enfriamiento (II), aprovisionamiento de energía descartados para la fase agrícola.

En esta sección se plantean varias mejoras que pueden incluirse en los procesos que requieren calentamiento (III) o enfriamiento (IV). El usuario deberá elegir cuáles de estas opciones incluir en su análisis y evaluar el efecto sobre cada proceso; actual e intervenido. En la sección de resultados (V y VI) de la Figura 20, se muestra el ahorro energético total sobre calentamiento o enfriamiento que podrá obtenerse al aplicar los cambios incluidos. Posteriormente se muestra el período de amortización correspondiente a los cambios que efectuó, además de la energía total consumida actualmente y después de cambios. Por último, se muestra el ahorro energético total obtenido para cada calentamiento y enfriamiento.

NAVEGACIÓN GUIADA DE LA HERRAMIENTA

Figura 20. Paso 3 del módulo de prácticas de ahorro energético.

Paso 3 AISLAMIENTO

Use esta opción para evaluar potenciales ahorros por aislamiento de equipos y tuberías. (Solamente se especifica para la fase industrial)

Calentamiento

Entradas

Aislamiento de caldera	<input type="checkbox"/> Incluir <input type="checkbox"/> No incluir
Mejora de aislamiento de caldera	<input type="checkbox"/> Incluir <input type="checkbox"/> No incluir
Aislamiento de tuberías	<input type="checkbox"/> Incluir <input type="checkbox"/> No incluir
Descalcificación de tuberías	<input type="checkbox"/> Incluir <input type="checkbox"/> No incluir
Cambios en elementos de regulación defectuosos	<input type="checkbox"/> Incluir <input type="checkbox"/> No incluir

Resultados

Resultados	Unidades	Respecto a actual	Respecto a intervenido
Ahorro energético total después de cambios	%	15.00%	15.00%
Periodo de amortización de la inversión	años	5	5
Energía total consumida actualmente	kWh/año	0	0
Energía total consumida después de cambios	kWh/año	0	0
Ahorro energético	kWh/año	0	0

Enfriamiento

Entradas

Aislamiento de tuberías	<input type="checkbox"/> Incluir <input type="checkbox"/> No incluir
Cambios en elementos de regulación defectuosos	<input type="checkbox"/> Incluir <input type="checkbox"/> No incluir

Resultados

Resultados	Unidades	Respecto a actual	Respecto a intervenido
Ahorro energético total después de cambios	%	4.00%	4.00%
Periodo de amortización de la inversión	años	5	5
Energía total consumida actualmente	kWh/año	0	0
Energía total consumida después de cambios	kWh/año	0	0
Ahorro energético	kWh/año	0	0

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Módulo de coproductos

En este módulo el usuario no debe ingresar ningún dato, ya que los resultados son calculados con valores ingresados en los módulos anteriores. El módulo está dividido en dos secciones: la fase agrícola y la industrial, como se observa en la Figura 21. En ambas secciones se muestran las mismas variables: la tasa de producción, el producto energético, la DQO (de ser pertinente), el rendimiento del producto energético y su potencial.

Figura 21. Módulo de coproductos.

MÓDULO DE COPRODUCTOS

<< Volver Prácticas de ahorro energético | Descripción detallada de la cadena seleccionada | SIGUIENTE>> Resumen de resultados

INGRESAR DATOS EN LAS CELDAS BLANCAS | LAS CELDAS GRISES SON CÁLCULOS

Paso 1 INFORMACIÓN ACERCA DE COPRODUCTOS

Use esta opción para identificar el coproducto más apropiado para un análisis más detallado

Fase agrícola					
Agrocadena	Coproducto	Tasa de producción (kg coproducto/kg producto)	Producto energético	Rendimiento del producto energético (L ó kg producto energético/L ó kg coproducto)	Potencial energético (kJ/kg de coproducto)*
Café	Tallos	3.33	Combustible directo	0.8580	19750.00

Fase industrial					
Agrocadena	Coproducto	Tasa de producción (kg coproducto/kg producto)	Producto energético	Rendimiento del producto energético (L ó kg producto energético/L ó kg coproducto)	Potencial energético (kJ/kg de coproducto)*
Café	Pulpa	2.42	Biogás	25.0000	540.00
	Mucilago	0.83	Biogás	12.5720	3333.33
	Cisco (Cascarilla)	0.23	Combustible directo seco	0.8900	18000.00
	Borra	0.06	Biogás	64.8700	1534.00
	Agua mieles	4.94	Biogás	6.8100	377.47

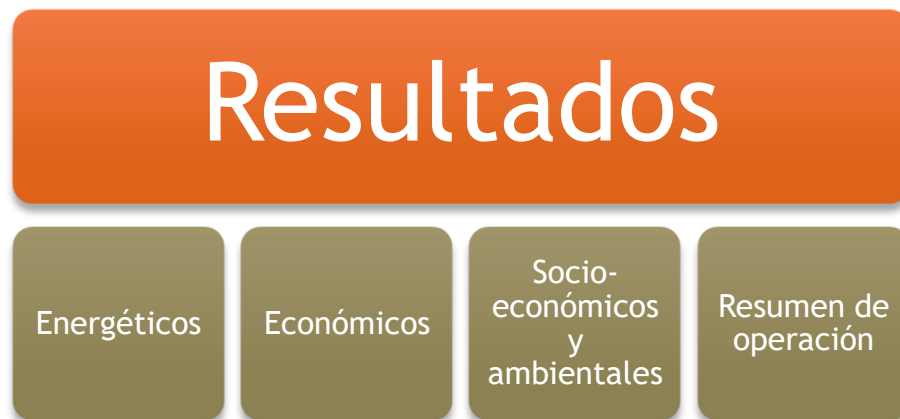
*Para el cálculo de la ganancia en los resultados, no se tienen en cuenta los costos de inversión y pretratamiento del coproducto.
 Nota: El rendimiento del metano se reporta en L.
 Si desea realizar un análisis más completo, consulte el siguiente link: <http://www.fao.org/energy/bef5/86304@192081a191902/es/>

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

RESULTADOS GENERADOS POR LA HERRAMIENTA

La sección de resultados es una sino la más importante de la herramienta. Aquí se encuentra un resumen de los resultados calculados con la información ingresada por el usuario. El resumen de resultados está dividido en 4 tipos de resultados: energéticos, económicos, socio-económicos y ambientales y el resumen de operación, como se muestra en la Figura 22. A continuación, se ampliará cada sección.

Figura 22. Esquema de las secciones de resultados de la herramienta.



Fuente: Elaborado por los autores.

Resultados económicos

Los resultados económicos están divididos en cinco secciones más: Indicadores financieros, rendimiento de la inversión, inversión de capital, costos de producción unitarios y su distribución, como se observa en la Figura 23.

Los resultados financieros muestran el VAN, la TIR, el margen de ganancia y el período de amortización para ambas fases (industrial y agrícola).

El Valor Actual Neto indica que debe invertirse en un proyecto cuando este valor sea positivo, ya que representa una mejora en la caja (o disponibilidad de recursos) del inversor (Mondino & Pendas, 2007). Es importante destacar que cuando el VAN es igual a cero se recuperan la inversión inicial neta y la tasa mínima de rendimiento.

En el caso de la Tasa Interna de Retorno (TIR), debe ser mayor que el costo capital, es decir, lo que cuesta financiarse para realizar el proyecto de inversión (Morales Castro & Morales Castro, 2002). Cuando la TIR es menor que la tasa de costo capital, el proyecto no es viable.

El período de amortización indica los años que tarda en pagarse la deuda o préstamo que se generó en la inversión inicial del proyecto, de modo que al final de este plazo el valor de éste queda pago completamente. Si el valor de este período es muy grande, quiere decir que toma mucho tiempo pagar la deuda, lo cual no es un buen indicativo para el proyecto.

En la sección “Distribución de Costos de Producción” de los Resultados Económicos se puede ver gráficamente cuales son las variables que más afectan este costo, tanto en el escenario actual como en el intervenido. En la sección “Rendimiento de la inversión” es posible ver

RESULTADOS GENERADOS POR LA HERRAMIENTA

gráficamente los dólares gastados en la inversión en comparación con los dólares generados en las ganancias. Todos los resultados económicos se muestran para las fases industrial y agrícola por separado.

Figura 23. Resultados económicos.



Resultados económicos:
Indicadores financieros (VAN, TIR, período de amortización), Costos de producción, Inversión de capital, Rendimiento de la Inversión.

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Resumen de operación

En esta sección del resumen de resultados se muestran las características principales de las fases agrícola e industrial. Es importante que aquí se muestre cual es el nivel de industrialización de cada fase, el tamaño de operación y el país de análisis, como se muestra en la Figura 24.

Figura 24. Resumen de Operación.



Resumen de operación:
Tamaño de las fases industrial y agrícola, país, Nivel de Industrialización

Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

Resultados energéticos

Esta sección es una de las más importantes de la herramienta, debido a su carácter energético. Por esto, una de las más extensas. Está dividida en 4 subsecciones: comparación de consumos energéticos, valor agregado de coproductos, suministro de energía y mejores prácticas energéticas, como se muestra en la Figura 25 y explicadas a continuación.

Comparación de consumo energéticos: Esta sección puede visualizarse para 4 formas diferentes de energía: electricidad, combustibles, calentamiento y enfriamiento (I). Los resultados aquí mostrados son un factor clave para el usuario ya que muestra las etapas que representan los cuellos de botella energéticos del proceso de producción y procesamiento de su producto. De igual forma que en los anteriores resultados, se muestran los valores tanto para el escenario actual como para el de evaluación o intervenido. En el escenario actual, los picos de consumos de energía son mostrados hacia abajo para facilitar su comparación con el escenario intervenido (II).

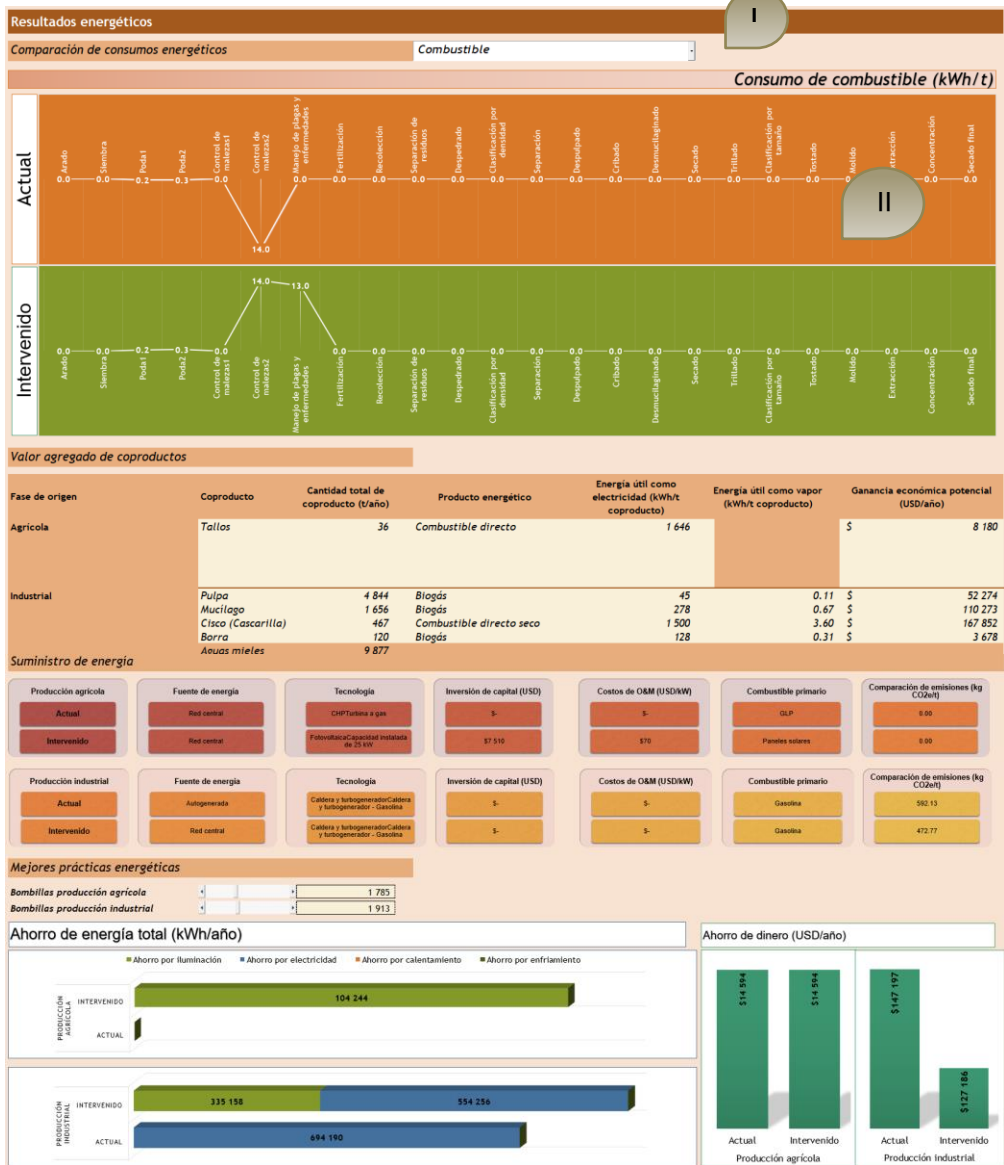
Valor agregado de coproductos: En esta sección se puede ver el potencial energético que tienen algunos coproductos de las agrocadenas, tanto en la fase agrícola como en la industrial. Se muestran la cantidad de coproducto al año, la energía útil como vapor y como electricidad y la ganancia potencial anual.

Suministro de energía: En esta sección se presenta un resumen del suministro de energía de cada fase, en los escenarios actual e intervenido. Se muestra la fuente de energía, la tecnología, la inversión de capital, los costos de operación y mantenimiento, el combustible primario y las emisiones en cada fase y escenario.

Mejores prácticas energéticas: En esta sección se muestran los resultados más importantes de prácticas de ahorro energético. Se muestra una barra de dinámica para cada fase que aumenta o disminuye el número de bombillas en la planta o finca. Posterior a esta selección, se muestra dos gráficas que representan en ahorro tanto en energía como en dinero anualmente al cambiar las bombillas por las seleccionadas en el módulo de prácticas de ahorro energético.

RESULTADOS GENERADOS POR LA HERRAMIENTA

Figura 25. Resultados energéticos.



Resultados energéticos: Selección del tipo de energía (combustible, electricidad, calentamiento, enfriamiento), consumos por etapa, valor agregado de coproductos, Suministro de energía, ahorro de energía y dinero por mejores prácticas energéticas (dinámico con selección del número de bombillas).

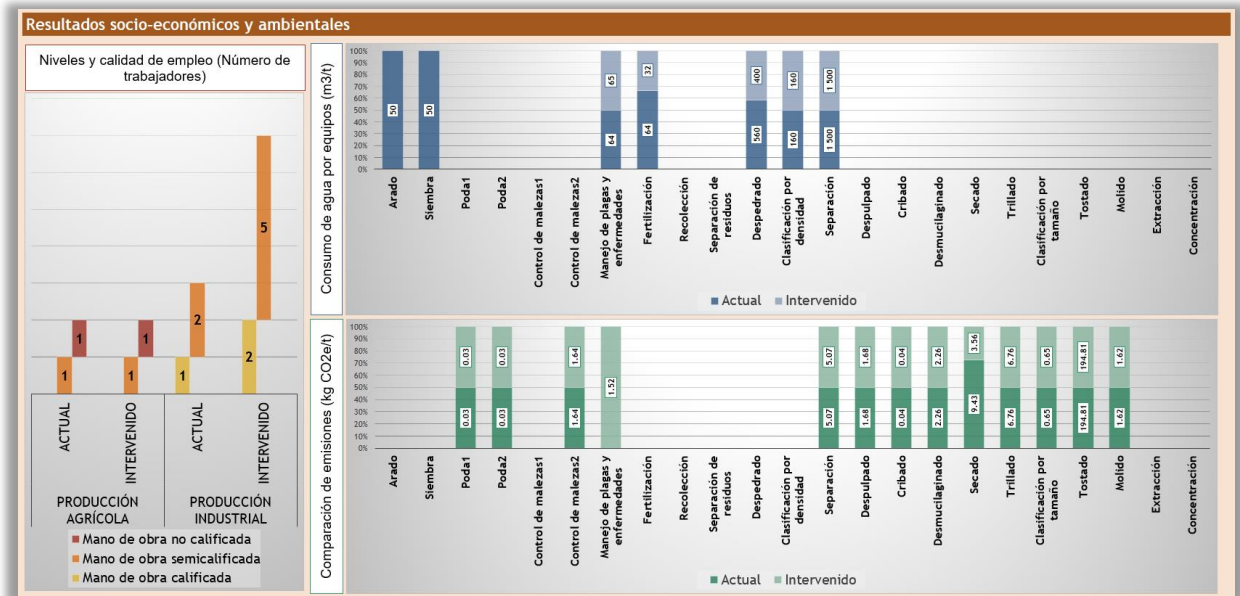
Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

RESULTADOS GENERADOS POR LA HERRAMIENTA

Resultados socio-económicos y ambientales

Esta sección de los resultados tiene 3 subsecciones diferentes: los niveles y calidad de empleo, el consumo de agua por equipos y las emisiones generadas por etapa, como se muestra en la Figura 26. En la primera, se muestran los empleos en la etapa primaria e industrial para la mano de obra no calificada, semicalificada y calificada. En la segunda sección y tercera sección se pueden observar los consumos de agua y emisiones por etapa para los escenarios actual e intervenido. Si no aparece una barra en la etapa, quiere decir que no hay consumo de agua o no se generan emisiones en ella.

Figura 26. Resultados socio-económicos y ambientales.



Fuente: Elaboración basada en los resultados de EAAT.

REFERENCIAS

REFERENCIAS

Barker, J. C. 2001. *Methane Fuel Gas from Livestock Wastes A summary*. North Carolina State University, Raleigh, NC. , 071-80 (disponible en <http://www.bae.ncsu.edu/extension/ext-publications/waste/animal/ebae-071-80-methane-gas-barker.pdf>).

Guardiola, S. A. 2016. *Rendimiento total de una canal de bovino*. Universidad Autónoma de México, Distrito Federal, México (disponible en <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgZooG011.pdf>).

Mondino, D., & Pendas, E. 2007. *Finanzas para empresas competitivas*. Buenos Aires. Granica S.A.

Morales Castro, A., & Morales Castro, J. A. 2002. *Respuestas rápidas para los financieros*. Naucalpan de Juárez. PEARSON Educación.