

HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ENERGÉTICA DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

Autores: Ing. Miguel Ángel Pereda Quiroga¹

Ing. Yarisleidy Pérez de Corcho Rodríguez².

Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”, Cuba.

Resumen:

La agricultura constituye la base fundamental de la economía cubana. Un adecuado control de la misma reduce la probabilidad de pérdida de este importante eslabón en el desarrollo económico. El proceso de evaluación de la producción agrícola permite estimar, analizar y valorar los costos asociados a esta actividad y por tanto, tomar decisiones administrativas oportunamente. Determinar los costos económicos y energéticos asociados a la producción representa la forma más veraz de evaluar cómo se comportan diferentes factores; pero por otra parte, es un proceso que requiere realizar cálculos engorrosos. La presente investigación propone desarrollar una herramienta que permita obtener los costos económicos y energéticos de la producción agrícola, la cual permitirá a los directivos de empresas agrícolas controlar los costos asociados a la producción agrícola, mitigando las limitaciones existentes en la gestión de los datos necesarios para ello y en los cálculos engorrosos que se requieren realizar. Para la confección de esta herramienta se utiliza como metodología de desarrollo RUP apoyada en la herramienta CASE Visual Paradigm, como lenguaje de programación C# y como gestor de base de datos SQLite.

Palabras claves: Herramienta informática, producción agrícola.

Introducción:

El desarrollo de la producción agrícola es inconcebible sin el empleo de la técnica mecanizada, la cual asegura el logro de altas producciones sobre la base de la humanización del trabajo y el aumento de la productividad de este (col 2002). Para determinar la eficiencia de la producción agrícola resulta fundamental valorar los costos de producción económicos y energéticos vinculados a esta actividad.

La generación, el procesamiento y la divulgación de los costos de producción económicos y energéticos en el sector agropecuario demandan la aplicación de una estricta metodología de diseño, recolección de información y cálculo, que asegure la calidad, la robustez y la veracidad estadística de los resultados obtenidos. Este enfoque permite analizar las estructuras tecnológicas de los cultivos, la participación de los distintos factores en los respectivos costos de producción y resulta de gran utilidad para hacer la medición y el seguimiento de los niveles de competitividad de los diferentes productos (Suárez, Ríos et al. 2005).

Actualmente en las empresas agrícolas no se cuenta con instrumentos técnicos que permitan dar seguimiento permanente y confiable de los costos de producción de los distintos cultivos. La información se maneja de forma manual o mediante el uso de hojas de cálculo Excel por lo que existen dificultades para obtener, organizar, relacionar y actualizar dicha información, así como demoras en el proceso, duplicación de información, desorganización e inconsistencias en los datos, por lo que se dificulta la adecuada formulación, el seguimiento y la determinación de los costos de producción de los cultivos.

En los últimos años se han realizado varios estudios con el objetivo de profundizar en el análisis de los costos económicos y energéticos en la producción agrícola, algunos de manera general y otros relacionados con un producto en particular. Trabajos como los de (Rocca 2002) y (Fiala 2012), (Cuevas H., Rodríguez T. et al. 2009) y (Funes-Monzote 2009), (Parcentini L. and E. 2007), (A. 2008), entre otros, han constituido un avance.

A pesar de las investigaciones realizadas sobre el tema aún se presentan limitaciones en la obtención de los costos económicos y energéticos la producción agrícola. Por tanto se propone como **objetivo** de la presente investigación: desarrollar una herramienta informática que permita obtener los costos económicos y energéticos de la producción agrícola, utilizando bases de datos y ambientes de desarrollo de alto nivel, contribuyendo a determinar la eficiencia de la producción de los cultivos.

Desarrollo:

La producción agrícola comprende el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos (Tarazona 2009). Continuamente surgen nuevas tecnologías para humanizar el trabajo agrícola, pero su empleo debe ser racional para lo cual se precisa mayor rendimiento, mayor productividad y menor costo. Por tanto no basta poner a disposición de las empresas altas tecnologías sino que es preciso determinar y controlar los costos económicos y energéticos que acarrea su uso (Sotto 2013).

La evaluación económica y energética de la producción agrícola es una manera de estimar, medir y comparar los beneficios que resultan de aplicar la tecnología correcta partiendo de las particularidades de la unidad productiva. Constituye un elemento fundamental para formular e implementar estrategias y facilitar la toma de decisiones de carácter administrativo. Contribuye a utilizar y ordenar la maquinaria más racionalmente. La importancia de los sistemas de evaluación de la producción agrícola radica fundamentalmente en la identificación, clasificación y acumulación de los costos asociados a esta actividad. En general, el principal objeto de la evaluación es indicar la eficacia del uso de los recursos (R. 2011).

1. Metodología para la evaluación económica de la producción agrícola.

Para determinar los costos económicos asociados a la producción de los cultivos se toman en cuenta los costos relacionados al uso de la maquinaria y a los insumos utilizados.

Los costos asociados al uso de la maquinaria se dividen en fijos y variables. Los costos fijos o constantes (CF) son aquellas cantidades de costo que no varían con el volumen ni la actividad productiva, mientras los costos variables (CV) son aquellos que varían en razón directa al volumen o la actividad productiva.

Determinación de los **costos fijos** (CF):

$$CF = CI + Cal + CSI$$

Donde:

CI es el interés del capital invertido (\$/h)

Cal es el costo de alojamiento de la maquinaria (\$)

CSI es el costo de seguros e impuestos (L/ha)

- Interés del capital invertido:

$$CI = \sum_{i=1}^n \frac{\frac{Vit + Vnt}{2 \times VUt} + \frac{Vim + Vnm}{2 \times VUm}}{Wh} \times \frac{ic - i}{100}$$

Donde:

Vit , Vim es el valor inicial del medio energético (tractor) y del implemento, respectivamente (\$)

Vnt , Vnm es el valor estimado al final de la vida útil del medio energético y el implemento (\$)

VUt , VUm es la vida útil estimada del medio energético y el implemento (h)

ic es el interés comercial (%)

i es la inflación (%)

Wh es el rendimiento horario del conjunto (ha/h)

$$Wh = 0,36 \times v \times A$$

Donde:

v : velocidad (m/s)

A : ancho de trabajo (m)

- Alojamiento de la maquinaria:

$$Cal = \sum_{i=1}^n \frac{\frac{Vit}{Hat} + \frac{Vim}{Ham}}{Wh} \times \frac{p}{100}$$

Donde:

Hat , Ham es el número de horas anuales trabajadas por el medio energético y del implemento, respectivamente (h)

p es un porcentaje del valor inicial del costo de adquisición de la maquinaria ($0,5 \leq p \leq 1,0$)

- Seguros e impuestos

$$CSI = \sum_{i=1}^n \frac{Vit}{Hat} + \frac{Vim}{Ham} \times \frac{p}{100}$$

Donde:

p es un porcentaje del valor inicial del costo de adquisición de la maquinaria ($0,5 \leq p \leq 2,0$)

Determinación de los **costos variables** (CV):

$$CV = Cc + CMR + CMO$$

Donde:

Cc es el costo del consumo de combustible del medio energético (\$/ha)

CMR es el costo de mantenimiento y reparación del conjunto medio energético (tractor) + implemento (\$/ha)

CMO es el costo de mano de obra del conjunto (\$/ha)

- Costo del consumo de combustible:

$$Cc = p \times g$$

Donde:

p es el precio del combustible (\$/L)

g es el gasto de combustible (L/ha)

- Costo de mantenimiento y reparaciones:

$$CMR = \sum_{i=1}^n \frac{Cmrt \times Vit}{Hat} + \frac{Cmrm \times Vim}{Ham}$$

Donde:

$Cmrt$, $Cmrm$ es el coeficiente de mantenimiento y reparación del medio energético y el implemento, respectivamente (decimal).

- Costo de mano de obra:

$$CMO = \frac{So + Saux}{Wh}$$

Donde:

So , $Saux$ es el salario del operador del medio energético y del personal auxiliar, respectivamente (\$/h)

- Costo de insumos ($CIns$):

Se calcula a partir de la cantidad de insumos utilizados en la producción del cultivo y su costo por unidad.

$$CIns = \sum_{i=1}^n q_i \times p_i$$

Donde:

q es la cantidad del insumo i utilizado (U/ha)

p es precio del insumo i utilizado (\$/U)

2. Metodología para la evaluación energética de la producción agrícola.

El balance energético estará determinado por las siguientes variables: energía invertida en los materiales, fabricación y transporte, energía suministrada en combustibles y energía invertida en insumos.

- Energía invertida en los materiales, fabricación y transporte:

$$Esm = \sum_{i=1}^n \frac{Gt \times EUt}{VUt} + \frac{Gm \times EUm}{VUm}$$

Wh

Donde:

Gt , Gm : peso de la maquinaria y el implemento, respectivamente (kg)

EUt , EUm : energía equivalente por unidad de masa de la maquinaria y el implemento, respectivamente (MJ/kg)

Wh : rendimiento horario (ha/h)

- Energía suministrada en combustibles:

$$Esc = \sum_{i=1}^n \frac{Gh \times Ee}{Wh}$$

Donde:

Gh : consumo de combustible (L/h)

Ee : energía específica del combustible (MJ/L)

- Energía suministrada en insumos:

Se calcula a partir de la cantidad de insumos utilizados en la producción del cultivo y su costo energético por unidad de insumo utilizado.

$$EIns = \sum_{i=1}^n q_i \times Eqins_i$$

Donde:

$Eqins$ es la energía equivalente del insumo i utilizado (MJ/U)

3. Situación actual del uso de herramientas informáticas para la evaluación económica y energética de la producción agrícola en la Empresa de Cultivos Varios La Cuba.

Para reflejar la situación actual de la Empresa de Cultivos Varios La Cuba de la provincia de Ciego de Ávila con respecto al proceso de evaluación económica y energética de la producción agrícola se aplicó como técnica de recopilación de información la encuesta, la que arrojó como resultados que la información que se maneja diariamente no es suficiente para realizar los cálculos correspondientes a los costos económicos y energéticos asociados a la actividad agrícola por lo que los resultados obtenidos no resultan confiables para poder tomar decisiones certeras, oportunas y rápidas. Por otra parte el 90 % expresó que no dispone de modelos oficiales que le permitan almacenar y administrar la información.

El 100% de los encuestados coinciden en que no cuentan con una herramienta informática para viabilizar el proceso de evaluación económica y energética de la producción agrícola, por lo que esta se lleva en algunos casos en documentos Word u hojas de Excel y en otros casos, la mayoría de las ocasiones, lo realizan de forma manual en papeles que luego se archivan, lo que trae consigo errores de transcripción frecuentes, demora en la información que se necesita y en algunos casos desconocimientos. Los documentos archivados se pueden prestar a la pérdida o el deterioro, además cuando se quiere conocer algún dato o información es necesario emplear gran cantidad de tiempo para buscar en los documentos, al tener que consultar información dispersa.

Como se pudo conocer la información manejada es incompleta, presenta errores en muchos casos y es insuficiente para lograr una correcta evaluación de la producción. Todo lo anterior expuesto revela la necesidad de una herramienta informática para la evaluación económica y energética de la producción agrícola que permita disponer de información completa y confiable para la evaluación económica y energética de la producción agrícola.

4. Herramientas y metodologías informáticas para la elaboración del sistema.

A partir del análisis de la situación existente en la Empresa de Cultivos Varios La Cuba de Ciego de Ávila referente al equipamiento informático se constató que la misma carece de buenas prestaciones informáticas, entre ellas la ausencia de una red de computadoras que hiciera posible implementar en la empresa un sistema web que permitiera desarrollar la evaluación económica y energética de la producción agrícola. Por tanto la investigación se inclina hacia el desarrollo de una aplicación de escritorio, a partir de los requerimientos funcionales planteados por el cliente y las condiciones técnicas con que cuenta la empresa. Teniendo en cuenta estas especificaciones, se determinaron los lenguajes, herramientas y técnicas para el desarrollo de la herramienta.

La aplicación se desarrolló en el lenguaje de programación C#, el cual es moderno y altamente expresivo y se ajusta al paradigma de la programación orientada a objetos (POO). Como ambiente de desarrollo se utilizó Microsoft Visual Studio 2010 pues soporta

varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET. Como sistema gestor de bases de datos relacional se empleó SQLite pues a diferencia de los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) cliente-servidor, el motor de SQLite no es un proceso independiente con el que el programa principal se comunica, en lugar de eso, la biblioteca SQLite se enlaza con el programa pasando a ser parte integral del mismo y además implementa la mayor parte del estándar SQL, incluyendo disparadores y la mayor parte de las consultas complejas. Como metodología de desarrollo de software se utilizó el Proceso Unificado de Desarrollo (Rational Unified Process en inglés, habitualmente resumido como RUP) siendo esta la más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas informáticos orientados a objetos.

5. Desarrollo de la herramienta para la evaluación económica y energética de la producción agrícola.

Los requisitos o requerimientos funcionales describen acciones que el sistema debe ser capaz de realizar, especificando el comportamiento de entrada y salida del sistema. Por lo general se describen mejor a través del modelo de casos de uso del sistema, el cual se muestra a continuación:

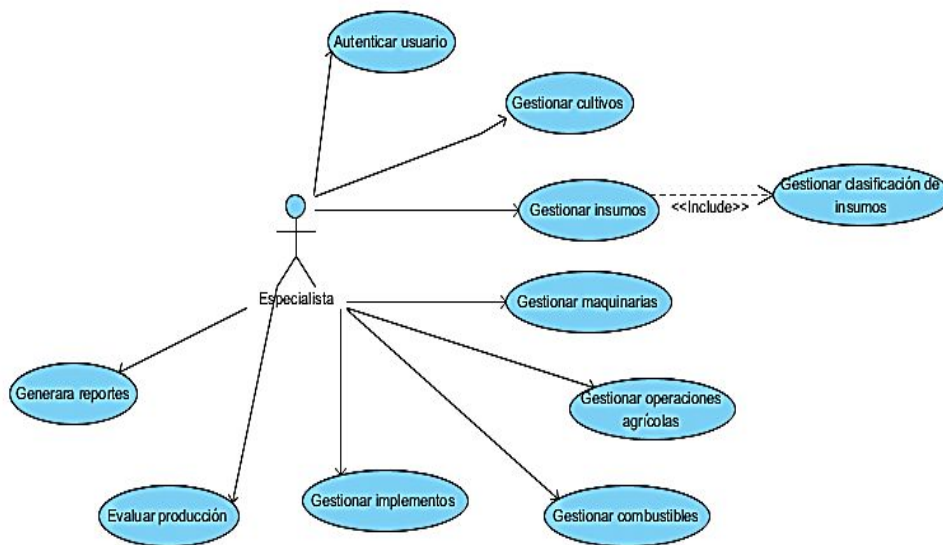


Figura 1. Modelo de casos de uso del sistema.

Las interfaces de la herramienta se diseñaron partiendo de los preceptos de la entidad puesto que se utilizaron los colores estipulados en el manual de la empresa. Todas las ventanas presentan la misma estructura evitando que el usuario se sienta desorientado y la ubicación de los componentes e información que se repite en las páginas están ubicados en el mismo lugar y no varían de tamaño, forma ni color. Se aprovecha y optimiza el espacio libre. A continuación se presentan las ventanas principales de la aplicación:

Figura 1. Interfaz de autenticación.

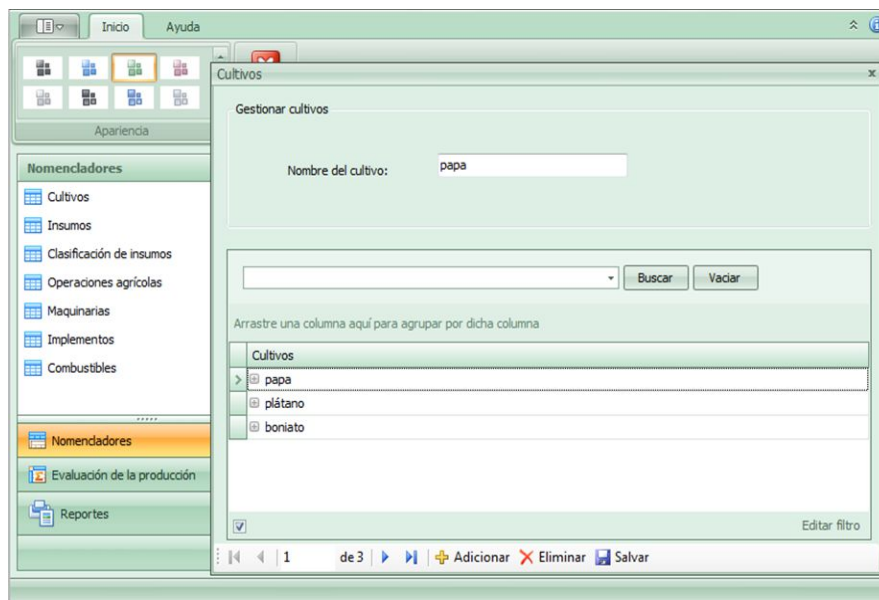


Figura 3. Interfaz de gestión de información.

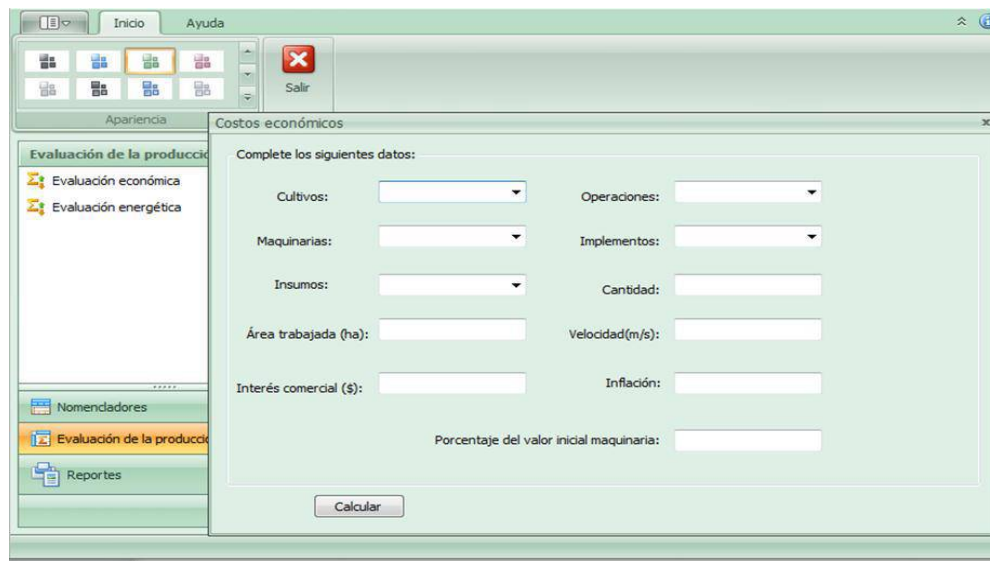


Figura 2. Interfaz de selección de información para los cálculos.

6. Validaciones y pruebas al sistema.

Las pruebas del sistema se realizaron con el objetivo de verificar que el funcionamiento del software cumple con los requisitos por los cuales fue realizado, lo que permitió detectar defectos, probarlos nuevamente y en casos en los que fue necesario devolverlos a otro flujo de trabajo de forma que puedan ser arreglados. El tratamiento de errores es manejado correctamente por el sistema, pues ante fallos o inconsistencia en los datos capturados por el mismo, este lanza un mensaje aclarando el error cometido e impidiendo en el caso necesario continuar la acción. La aplicación desarrollada es segura pues permite mantener la información protegida al restringir el acceso a la misma mediante la autenticación del usuario, lo cual es de gran importancia no solo para su funcionamiento sino también para la información que contiene.

Conclusiones:

Una vez concluido el proceso investigativo, fue posible arribar a las siguientes conclusiones:

- ✓ A partir del estudio realizado en la Empresa de Cultivos Varios La Cuba de la provincia de Ciego de Ávila, así como a través de la aplicación de la encuesta se pudo conocer que la información manejada es incompleta, presenta errores en muchos casos y es insuficiente para lograr una correcta evaluación de la producción.
- ✓ Se desarrolló la herramienta informática para la evaluación económica y energética de la producción agrícola, utilizando C# como lenguaje de programación y SQLite como gestor de base de datos, las cuales se ajustan a las condiciones de la empresa.
- ✓ La herramienta informática desarrollada cumple con los requerimientos para la evaluación económica y energética de la producción agrícola a partir de la aplicación de parámetros e indicadores, en correspondencia con el objetivo y alcance de la investigación.

Referencias Bibliográficas:

- A., N. (2008). "Una perspectiva de la competitividad agrícola en Colombia".
- col, S. P. y. (2002). "Producción agrícola."
- Cuevas H., Rodríguez T., et al. (2009). "Costos energéticos de un conjunto tractor-máquina de siembra directa".
- Fiala, M. y. B., J. (2012). "Model for the economic, energy and environmental evaluation in biomass productions".
- Funes-Monzote, F. (2009). "Eficiencia energética en sistemas agropecuarios".
- Parcentini L. and G. d. S. E. (2007). "Aplicación de sistemas de información para determinar el costo operacional de máquinas agrícola".
- R., B. (2011). "*Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible*".
- Rocca, A. (2002). "Evaluación de la sostenibilidad de la técnica agrícola".
- Sotto (2013). ""Estudio de las tecnologías mecanizadas y los índices e indicadores que se utilizan en la maquinaria ".
- Suárez, J., A. Rios, et al. (2005). "*Mecanización agrícola en Cuba. Estrategias y políticas*".
- Tarazona. (2009). "Actividades productivas", from <http://es.scribd.com/doc/191229151/actividades-productivas>.