

INCREMENTANDO LA RENTABILIDAD DEL SECTOR AGRÍCOLA A TRAVÉS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Sergio Fabián Moreno Cárdenas (1), Víctor Hugo Rangel Hernández (2)

1 [Ingeniería Mecatrónica, Universidad Santo Tomás – Sede Bucaramanga, Colombia] | Dirección de correo electrónico: sfmoreno_200@hotmail.com

2 [Departamento de Ingeniería Mecánica, División de ingenierías, Campus Irapuato - Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [vrangel@ugto.mx]

Resumen

El presente proyecto consiste en un estudio del proceso productivo agrícola, se describen sus subprocesos y la forma en que se realizan las labores actualmente, resaltando los aspectos energéticos de cada uno de ellos. Además, se proponen alternativas tecnológicas y recomendaciones de mantenimiento, para que los productores tengan en cuenta y así, mejorar la eficiencia energética.

Abstract

This project is a study of the agricultural production process, describing its threads, how the work is done today and highlighting the energy aspects of each. In addition, alternative technologies and maintenance recommendations are proposed for producers take into account in order to improve energy efficiency.

Palabras Clave

Proceso productivo agrícola; Eficiencia energética; Mantenimiento; Alternativas tecnológicas

INTRODUCCIÓN

La agricultura es uno de los sectores económicos más importantes debido a que sus productos son de primera necesidad. El proceso productivo agrícola se compone de distintas etapas, que son generales para cualquier tipo de cultivo, dichas etapas son:

Prelabranza

En esta etapa se prepara el terreno para los equipos de labranza, haciendo más fácil la penetración de los implementos de la siguiente etapa. En esta etapa se limpia y nivela el terreno, y se mezcla la tierra con la materia orgánica para activar su descomposición.

Para llevar a cabo las labores de prelabranza se debe contar con maquinaria, principalmente de un tractor, además de elementos como cortadoras rotativas, que pueden ser autopropulsadas o que requieren del tractor para su locomoción [1].

Labranza

Es el proceso en el que se maneja el suelo en donde se sembrará el cultivo, tiene tres objetivos principales: controlar las malezas, preparar la cama siembra y mejorar las condiciones del suelo.

El control de malezas consiste en eliminar las especies que compiten con el cultivo por luz y agua, por otro lado, con la cama siembra se debe garantizar que las semillas germinen y que tengan buenas condiciones para desarrollarse [2].

Para las labores de labranza se usan dispositivos mecánicos como arados y rastras, que generalmente son movidos con la ayuda de un tractor [1].

Siembra

La siembra es el proceso en el cual se distribuyen las semillas o plántulas en el terreno destinado al cultivo. Existen distintos tipos y mecanismos de siembra, entre los que se destaca la siembra directa que ha tenido un amplio crecimiento debido a que ayuda a la conservación del suelo y reduce costos.

Según el tipo de siembra, las semillas o plántulas y la distribución del cultivo, se habla de distintos tipos de máquinas sembradoras, que pueden ser autopropulsadas o necesitar de un tractor [1].

Riego

Consiste en aportar agua al sustrato, para que las plantas puedan crecer y desarrollarse. En algunos cultivos el aporte de agua lluvia es suficiente para las plantas, este tipo de cultivo es llamado seco. En los otros casos deben usarse técnicas de riego, como son: riego por inundación, riego localizado, riego por drenaje.

En la actualidad, el método de riego que más ha tomado fuerza es el riego localizado, ya que con esta técnica hay un mejor manejo del agua, lo que evita gastos excesivos. En este tipo de riego debe haber un sistema de bombeo, constituido principalmente por una bomba, y un sistema de riego o distribución, que consta de tuberías, mangueras, y goteros o aspersores [3].

Fertilización y control de plagas

Debido a los grandes daños y pérdidas ocasionadas por las plagas se hace necesaria la aplicación de agroquímicos para fertilizar el cultivo.

Los métodos usados para la aplicación de agroquímicos son: nebulización, atomización y pulverización. El último de ellos es el más usado en la agricultura y el medio de transporte del fertilizante es el agua, por tanto, se usan equipos como bombas o sistemas más grandes [4].

Cosecha

La cosecha es el proceso por el cual los productos son separados de su planta madre y retirados del campo [5].

En gran parte de los casos la cosecha se hace manualmente, en especial cuando los productos del cultivo son para consumo directo y al usar dispositivos mecánicos se puede afectar el producto. Por otra parte, cuando los productos van a sufrir una transformación industrial o son productos resistentes, se pueden usar máquinas cosechadoras, como es la combinada, que es una cosechadora de granos [6].

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto se dividió en tres partes, que son: Determinación de la situación energética actual del sector agrícola, Análisis de la situación actual, Determinación de alternativas para mejorar la eficiencia energética.

Determinación de la situación energética actual.

Teniendo claras las etapas y actividades que componen el proceso de producción agrícola, se pudo analizar su consumo energético, tanto del proceso completo como de cada uno de sus subprocesos.

En primer lugar se realizó una búsqueda de información acerca del consumo energético del sector agrícola, para ello se consultaron los balances nacionales de energía de los años 2005 al 2012, publicados por la Secretaría de Energía de México. En estos documentos se encontró el consumo anual de cada uno de los sectores productivos del país.

El sector agropecuario representa un porcentaje pequeño en comparación con los demás sectores, sin embargo la tendencia a la automatización y el uso de nuevas tecnologías en este campo, ha hecho que en los últimos años el consumo aumente, por esto es importante tomar medidas de ahorro energético de forma temprana. En la siguiente tabla se muestra el consumo energético del sector agropecuario en años anteriores.

Tabla 1: Consumo energético del sector agropecuario en años anteriores.

Año	Consumo energético (PJ)
2005	123
2007	134.889
2008	149.15
2009	147.1
2010	145.32
2011	160.06
2012	160.05

Con los datos obtenidos de los años anteriores se realizó una regresión lineal, con el fin de obtener una expresión matemática para estimar el consumo energético en los años próximos. En la siguiente gráfica se muestran el consumo energético versus el año. El año uno (1) representa el año 2005, de esta manera, los datos hasta el año ocho (8) son los datos expuestos en la tabla anterior; a partir de este año, se estimaron los valores del consumo con la función matemática obtenida.

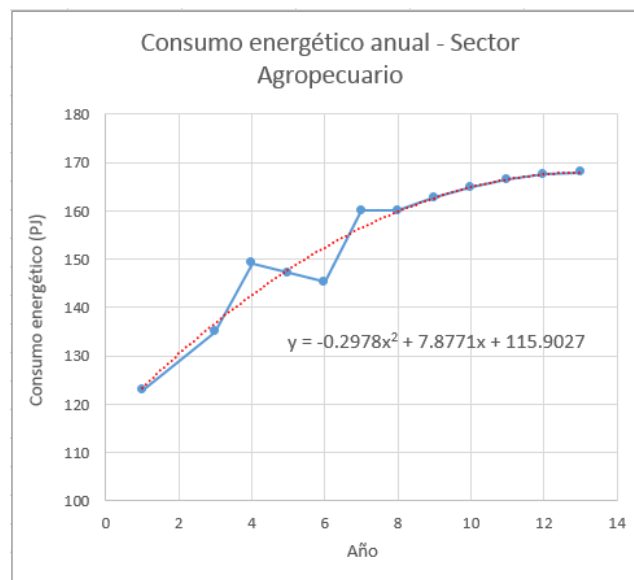


Imagen 1. Consumo energético anual del sector agropecuario.

Para analizar detalladamente el proceso de producción agrícola se hizo un diagrama de proceso, en el cual se muestra la secuencia del mismo y cada uno de los subprocesos anteriormente expuestos. Cada uno de ellos con los insumos o entradas correspondientes y los productos o salidas, como se muestra a continuación.

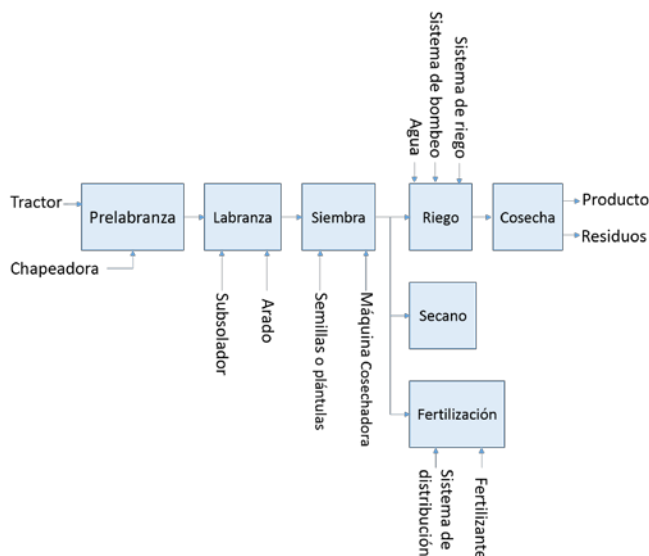


Imagen 2. Diagrama del proceso productivo agrícola

El consumo energético en cada uno de estos subprocesos representa un porcentaje en el consumo total. En la tabla 2 se muestran los rangos de consumo para cada una de las etapas, basados en investigaciones de otros autores en distintos tipos de cultivo [7] [8] [9] [10].

Tabla 2: Rangos de consumo energético de los subprocesos.

Etapa o subproceso	Rango de consumo (MJ)
Labranza y prelabranza	307 - 6589
Siembra	210 - 824
Riego o secano	1216 - 5616
Fertilización y control de plagas	48 - 3262
Cosecha	683 - 2096

Análisis de la situación actual

Con los datos obtenidos de las distintas fuentes, se procedió a analizar el consumo del proceso en general.

Se pudo observar que de las etapas del proceso productivo agrícola, las más críticas en cuestiones energéticas son la prelabranza y la labranza, ya que antes de ellas el terreno no ha sido sometido a ningún proceso o contiene los residuos de un cultivo anterior, lo que hace que las máquinas como tractores deban trabajar más tiempo, demandando mayor cantidad de combustible.

Seguido de estas, se encuentra la etapa de siembra, en la que se usan sistemas de bombeo que pueden usar motores eléctricos o de combustión. En esta etapa, en muchos casos se desperdicia agua, ya que los requerimientos de agua del cultivo varían con el tiempo.

En las demás etapas el consumo energético disminuye, esto debido a que el tiempo de trabajo de las máquinas, como tractores, es mucho menor; además, muchos agricultores aún realizan ciertas labores manualmente.

Determinación de alternativas para mejorar la eficiencia energética

En el análisis anterior se pudo observar que en cada una de las etapas existen cosas que se pueden cambiar para mejorar la eficiencia energética.

En las etapas de labranza y prelabranza el mayor consumo es hecho por los tractores, es importante que estas máquinas no tengan un mal funcionamiento, ya que esto generaría desperdicio de combustible o una menor generación de trabajo del tractor, lo que se traduce en pérdidas energéticas. Para ello, se recomienda realizar planes de mantenimiento predictivo y/o preventivo; además de esto, se debe escoger correctamente el tractor, para no tener sobredimensionamientos de potencia.

En cuanto a los aperos de labranza, deben tener las características idóneas para el terreno que se va a trabajar, como es el ancho del elemento cortante. La mala elección de los apeos hace que

el tractor se exija más; además de que el tiempo de operación aumenta.

En las etapas de riego y fertilización, cuando se usan sistemas de bombeo, se debe tener en cuenta que el cultivo no necesita el mismo volumen de agua o fertilizante en todo momento, es por esto que dichos sistemas deben tener la capacidad de regular su caudal y presión, con el fin de evitar malgastos. Para hacer esto se recomienda usar variadores de velocidad junto con las bombas o la unidad motriz que se use; en el caso del riego, implementar métodos de riego localizado ayuda a aprovechar el uso del agua, ya que permite dosificarla fácilmente.

En las etapas de siembra y cosecha muchas de las labores suelen realizarse a mano, sin embargo cuando se usan máquinas autopropulsadas o movidas por un tractor, se debe hacer un plan de mantenimiento, con el fin de garantizar mayor eficiencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se definieron ciertas pautas, expuestas en la sección anterior, para que los productores agrícolas tengan en cuenta a la hora de aumentar la eficiencia energética en sus cultivos.

CONCLUSIONES

Las nuevas tecnologías en el sector agrícola cada vez aumentan, debido a la tecnificación y a los requerimientos del mercado. Esto hace que el consumo energético de la agricultura tienda a aumentar con el tiempo.

El mantenimiento de la maquinaria agrícola es un factor determinante para mejorar la eficiencia energética del proceso, ya que es usada durante todo el proceso y el mal funcionamiento puede generar desperdicios de energía. Además renovar la tecnología usada, hace que haya un mejor manejo de los recursos, como es el caso de los métodos de riego localizado.

Un aspecto muy importante, y que muchas veces no es considerado, es el uso de variadores de velocidad en los sistemas de bombeo, esto hace que se disminuya el consumo de energía y se

proporcione al cultivo la cantidad de agua necesaria en cada momento.

AGRADECIMIENTOS

A todos los que hicieron posible esta investigación de verano.

A la Universidad de Guanajuato por su gran apoyo en toda la estancia, tanto en la parte económica como en el acompañamiento durante todo el proceso.

Al doctor Víctor Rangel, quien me asesoró durante el desarrollo de investigación y me permitió trabajar junto a su equipo en el Centro Mexicano de Energías Renovables.

REFERENCIAS

- [1] Alvarado, A. (2004). Maquinaria y mecanización agrícola (1ra ed.) Costa Rica: EUNED.
- [2] Saenz, R. (1992). Manual de sistemas de labranza para América Latina.
- [3] FAO (2002). Agua y cultivos: logrando el uso óptimo del agua en la agricultura.
- [4] Murillo, N. (1987). Tractores y maquinaria agrícola (2da ed.) Costa Rica: EUNED.
- [5] Bohórquez, O. (2003). Guía para post cosecha y mercadeo de productos agrícolas (1era ed.). Bogotá, COL: Convenio Andrés Bello.
- [6] CORPOICA (2006). Administración de maquinaria agrícola para el manejo sostenible en el Valle Cálido del Alto Magdalena. Ibagué, COL.
- [7] Chaparro, O., Herrera G, O., & Peña C., J. (2006). Consumo energético, eficiencia de campo y cobertura vegetal en labranza-siembra de maíz en el Valle del Cauca, Colombia. *Acta Agronómica*, 54(1), 11-18. Recuperado de http://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/103
- [8] Hetz, E., Barrios, A. Costo energético de las operaciones agrícolas mecanizadas más comunes en Chile. *Agro sur*. dic. 1997, vol.25, no.2 [citado 21 Julio 2015], p.146-161. Recuperado de http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88021997000200003&lng=es&nrm=iso
- [9] Corominas, J. (2010). Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad. "Ingeniería del Agua", vol. 17, núm. 3, p. 219-233. Recuperado de <http://hdl.handle.net/2099/12514>
- [10] Pérez, M. (2007). Comercio Internacional y medio ambiente en Colombia: mirada desde la economía ecológica. Cali, COL: Universidad del Valle.