



# Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

## Dirección de Investigación

### Subdirección de Programación y Evaluación

#### Proyecto de Investigación 2018

Unidad:		División:	Ingeniería	Departamento:	Maquinaria Agrícola
Programa de Investigación:		C A Ingeniería en Sistemas de Producción			
Línea de investigación:		Conservación de Suelo Agua y Energía			
Título del proyecto: Análisis técnico-económico del uso de energía aplicada en labranza para la producción de cultivos bajo condiciones semiáridas					
Presupuesto solicitado (Máximo \$100,000)		\$35000	El proyecto es:		Nuevo <input checked="" type="checkbox"/> Continuidad <input type="checkbox"/>
Tipo de investigación:		Básica <input type="checkbox"/>	Aplicada <input type="checkbox"/>	Tecnológica <input checked="" type="checkbox"/>	e-mail del responsable: martincadenaz@gmail.com
Vinculación:		Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	Fondos concurrentes: <input type="checkbox"/>	
Cooperante(s):					
Entidad (es):		Coahuila	Municipio (s):		Saltillo
Localidades:		Saltillo			
A realizar durante el año(s):		2017-2018			
Participantes		Adscripción (Clave Depto.)		Expediente No.	Firma
Responsable		Martin Cadena Zapata		Maquinaria Agrícola	3397
Colaborador:		Santos Gabriel Campos Magaña		Maquinaria Agrícola	3792
Colaborador:		Alejandro Zermeño González		Riego y Drenaje	1471
Colaborador:		Vicente J. Aguirre Moreno		Economía Agrícola	1181
Colaborador:					
Colaborador:					
Colaborador:					
		Nivel estudios		Matrícula	Firma
Tesista:		Alfredo López Vázquez		Maestría	41101446
Programa Docente:		Ingeniería en Sistemas de Producción			
Tesista:		Carlos Bravo Fernández		Licenciatura	41120072
Programa Docente:		Ingeniero Mecánico Agrícola			
Vo. Bo.			Autoriza		
Firma y sello					
Nombre		Ing. Rosendo González Garza		Dr. Armando Robledo Olivo	
		Jefe de Departamento		Subdirector de Programación y Evaluación	

- Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

## 1.-Título del proyecto

Análisis técnico-económico del uso de energía aplicada en labranza para la producción de cultivos bajo condiciones semiáridas

## 2.- Introducción

Los incrementos en el costo de combustibles fósiles ha hecho que los agricultores busquen opciones para disminuir en lo posible la cantidad de energía aplicada en los sistemas de producción primaria (Ghorbani et al., 2011). En estudios de campo se ha determinado que hasta 42% de la energía para producir cultivos fue por el uso de combustible en las labores (Ensengun, et al., 2007).

El aumento en el uso de energía de combustibles fósiles para la producción de alimentos, para satisfacer la creciente demanda de la población, implica un mayor impacto ambiental (Conforti y Giampietro, 1997). En las labores de manejo de suelo, actualmente se requiere un gran consumo de energía en forma de combustible, esto, es un factor que puede limitar la actividad agrícola pues reduce el costo beneficio del sistema de producción (Kichler et al., 2007); no obstante, si se implementan cambios tecnológicos apropiados en los sistemas de producción de alimentos, entre ellos labranza de conservación se estima que se puede reducir hasta 50% el uso de energía fósil en los mismos (Pimentel et al., 2008)

La reducción del uso de energía en los sistemas de producción agrícolas es un tema actual de gran importancia pues contribuye al éxito financiero de los mismos y con la disminución de subsidios, además de una gran competencia en el mercado globalizado, los agricultores consideran actualmente opciones de reducción de labores y gasto de energía para bajar costos, como es el caso de uso de sistemas de labranza de conservación (Derspich, 2007). Para muchos agricultores, antes que una conciencia conservacionista, la principal razón de la adopción de los sistemas de labranza de conservación es la posibilidad de reducción de labores y por lo tanto costos (Steiner, 1998).

Tomando en cuenta lo anterior, un problema a resolver en los sistemas actuales de producción de cultivos es reducir el uso de energía, por lo que se desarrolla tecnología de implementos cada vez más eficientes. Actualmente en algunos cultivos como trigo, la energía utilizada en labranza convencional representa hasta el 35% del total invertido en el sistema de producción, con menor número de labores este porcentaje se reduce hasta 19% en cero labranza (Tabatabaefar et al., 2009). Sin embargo se debe tener cuidado al disminuir la intensidad de labranza pues en algunos entornos climáticos y cultivos esto puede resultar en bajas significativas del rendimiento (Agbede, 2006). En este aspecto, la labranza vertical es una mejor alternativa como sistema de conservación ya que aun cuando puede presentarse un pequeño decremento del rendimiento, el ahorro de energía es considerable (Cavalari y Gemptos, 2002)

## Objetivos

Determinar el uso de energía y el costo-beneficio de los sistemas de labranza en producción de cultivos en condiciones semiáridas.

## Hipótesis

Los sistemas de labranza de conservación como labranza vertical y labranza cero disminuyen el requerimiento de energía y los costos de producción en condiciones semiáridas comparados con un sistema de labranza convencional.

## 3.-Revisión de Literatura

Camacho y Rodríguez (2007) mencionan que a causa del uso incorrecto de los implementos de labranza se tiene como consecuencia la degradación del mismo, es por eso que actualmente se ha iniciado una búsqueda de soluciones a este problema, el cual ha conducido al estudio e implantación de la labranza de conservación (no inversión del suelo) incluyendo la labranza vertical, y labranza cero con el propósito de disminuir el efecto negativo sobre el medio ambiente y fundamentalmente sobre el suelo. Con base a lo anterior, es necesario conocer diferentes variables de operación de los implementos de labranza y los efectos directos e indirectos que estos causan en el suelo.

De acuerdo con el IDAE (2006), para una buena selección del sistema de labranza a utilizar es necesario partir de un objetivo planteado a partir de una necesidad como: crear una buena estructura y porosidad del suelo capaz de almacenar el agua en climas secos o de garantizar una correcta oxigenación y facilitar la germinación de las semillas, este debe permitir un correcto crecimiento de las raíces, incorporar residuos de los cultivos anteriores, descompactar, favorecer el drenaje cuando se han realizado pases sobre suelo blando o con máquinas pesadas y desmenuzar el suelo seguido con la labor a realizar y del conocimiento del cultivo que se sembrará, sin olvidar que se debe considerar siempre el tipo de suelo, su estructura y su estado en el momento de realizar la labor.

Inostroza y Méndez, (2009) señalan que existen gran diversidad de tipos de suelos, clima y agricultores que poseen recursos materiales diversos, lo que impide utilizar un sólo método de labranza para conseguir una siembra adecuada. Cada situación requiere de un estudio particular, esto se hace con el propósito de elegir el equipo y método de uso que más se acomode a las características del cultivo.

Baker et al, (2009), establecen que las ventajas de la labranza de conservación son el ahorro de combustible que puede reducirse hasta un 80 %, el ahorro de tiempo que se utiliza en la preparación del suelo, ahorro de mano de obra, existe más flexibilidad de tiempo para tomar decisiones más tardías con respecto a los cultivos a ser realizados en un campo o estación de datos, incremento de la materia orgánica que es causado al dejar los residuos de los cultivos anteriores sobre la superficie del suelo, incremento del nitrógeno del suelo, preservación de la estructura del suelo, preservación de las lombrices de tierra y otra fauna del suelo, mejor aireación, mejor infiltración de agua, prevención de la erosión del suelo, conservación de la humedad del suelo, disminución de la necesidad de riegos, reducción de la germinación de malezas, mejoramiento del drenaje interno, reducción de la contaminación de las corrientes de agua, incremento de los rendimientos del cultivo y expectativa de mejoramientos futuros.

Las desventajas de la labranza de conservación según Baker et al (2009) son el riesgo del fracaso de los cultivos, la necesidad de tractores más grandes y nueva maquinaria, nuevos problemas de plagas y enfermedades, los campos no se nivelan, la resistencia del suelo puede variar dentro de un campo, los fertilizantes son más difíciles de incorporar, la incorporación de los pesticidas es más dificultosa, alteración de la disponibilidad de nitrógeno, uso de agroquímicos, cambio de las especies dominantes de malezas, es fundamental la selección de la sembradora en la labranza cero y la apariencia descuidada del campo.

Altieri (1999) describe que en muchos sistemas sin labranza se necesita menos energía para las operaciones de labranza. Los beneficios de ahorrar energía en la labranza de conservación son menor consumo de combustible debido a las reducidas operaciones agrícolas, menor necesidad de tiempo y mano de obra, posibilidad de duplicar los cultivos y menor inversión en maquinaria agrícola. Sin embargo, algunas actividades como el alto consumo de herbicidas, uso de semillas especiales y equipo demandan más energía. Dado que se elimina el arado, y otras operaciones sobre el suelo, estos sistemas dan por resultado, reducciones del 34% al 76% en combustible en las operaciones de labranza.

El uso de energía no se debe analizar únicamente desde el punto de vista económico, es importante considerar que las fuentes de energía fósil se están agotando y su uso causa problemas ambientales (Erdal et al., 2007), por lo tanto el uso eficiente de la energía debe considerarse desde perspectivas antropocéntricas y ecológicas (Pelletier et al., 2011)

#### 4.- Procedimiento Experimental

El proyecto se realizará en el área experimental (El Bajío) dentro de los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo, Coahuila, México. Se localiza entre las coordenadas geográficas 25° 22" de latitud norte y 101° 02" longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm. El clima es muy seco, BW hw (x") (e); semicálido, con invierno fresco, extremo, con lluvias en verano, y precipitación anual media de 350-400 mm.

Para el experimento en campo se establecerá con un diseño al azar con tres tratamientos de sistemas de labranza: convencional (arado de discos, rastra de discos y sembradora), vertical (arado de cinceles, rastra de discos y sembradora) y cero (siembra directa) en parcelas (unidades) experimentales de 40 metros de largo y 12 metros de

ancho cada una, cada sistema o tratamiento se repetirá tres veces dando un total de nueve unidades experimentales. El cultivo que se utilizara para el experimento será avena forrajera en el ciclo de invierno y maíz-frijol (rotación de cultivos) en el ciclo de verano.

Para cuantificar el gasto de energía específica aplicada al volumen de suelo trabajado y energía total y neta por hectárea de cada labor de los tres sistemas de labranza, se medirán durante la preparación de suelo en cada unidad experimental las siguientes variables:

- 1) Porcentaje de humedad volumétrico en el perfil de suelo (0 a 0.30 m) por medio de una sonda TDR; al hacer las labores en campo
- 2) Densidad en el perfil ( $g/cm^3$ ) de 0 a 0.30m en estratos cada 0.05 m
- 3) El ancho y profundidad de trabajo (m), velocidad de trabajo (m/s)
- 4) Medición de la magnitud de la fuerza de tiro (kN) y otras fuerzas de reacción del suelo a la labranza con un Dinamómetro integral de anillos octagonales con capacidad de 80 kN con constante de calibración de 42,6 N por mV. y convertidor analógico digital Daq Book 200 marca IOtech a una velocidad de muestreo de 1000 Hz y dos acondicionadores de señal DBK-16 y DBK-43A marca IOtech con una ganancia de 100 a 12 500 micro deformaciones
- 5) Determinación de la Energía Total (MJ/ha) y específica (J/kg) para cada labor
- 6) Consumo de combustible (L/ha) por cada labor
- 7) Determinar los costos fijos y variables por cada labor y sistema de labranza
- 8) Determinación del rendimiento de cultivo al final del ciclo

Con toda la información anterior realizar los cálculos de costo –beneficio por cada sistema de labranza

#### Cronograma de Actividades.

##### Programación del Gasto.

Actividad a realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mediciones de las variables de campo en las labores para establecer el cultivo de invierno	X											
Revisión de literatura	X	X			X	X			X	X	X	
Procesamiento y análisis de datos		X	X	X			X	X	X			
Mediciones de las variables de campo en las labores para establecer el cultivo de verano						X						
Elaboración de reportes parciales				X						X		
Elaboración del reporte final para tesis de licenciatura										X	X	
Elaboración de artículo Científico												
										X	X	X

#### 5.-Productos Esperados

Para 2017 se obtendrá:

- El reporte final de una tesis de licenciatura
- Un artículo enviado a una revista indizada
- La presentación de una ponencia en congreso nacional

#### 6.-Literatura Citada

Agbede, T.M. 2006. Effect of tillage on soil properties and yam yield on an alfisol in southwestern Nigeria. Soil and Tillage Research 86: 1-8

Altieri Miguel A. 1999. Rotación de cultivos y labranza mínima. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, Uruguay. Pp (217)

Baker C. J., Saxton K. E., Ritchie W. R., Chamen W. C. T., Reicosky D. C., Ribeiro M. F. S., Justice S. E. y Hobbs P. R. 2009. Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. FAO. España. 2° edición

Cavalari, C.K. y T.A. Gemptos.2002. Evaluation of four conservation tillage methods in the sugar beet crop. The CIGR E-Journal of Scientific Research and Development. Volume 4 Cornell University Library. eCommons@Cornell

Conforti, P. and M. Giampietro. 1997. Fossil energy use in agriculture: an international comparison. Agriculture, Ecosystems and Environment 65(3): 231-234

Derspich, R. 2007. The no tillage revolution in South America. Farm Tech Proceedings 54-68

Erdal, G., K. Esengun, H. Erdal, O. Gunduz. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy 32: 35–41

Esengun, K., G. Erdal, O. Gunduz, H.Erdal. 2007. An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. Renewable Energy 32: 1873–1881.

Ghorbani, R., F. Mondani, S. Amirmoradi, H. Feizi, S. Khorramdel, M. Teimouri, S. Sanjani, S. Anvarkhah, H. Aghel. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. Applied Energy 88: 283–288.

IDAE. 2006. Ahorro, Eficiencia Energética y Sistemas de Laboreo Agrícola. Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura. España. 2° Edición, N° 4, pp (9-10)

Inostroza F. Juan, Méndez L. Patricio. 2009. Preparación de suelo. Instituto de Investigación Agropecuarias, Ministerio de Agricultura Centro Regional Carillanca. Temuco, Chile. Boletín INIA N° 193, pp 29.

Kichler, C.M J., P. Fulton, R.L. Raper, W.C. Zech, T.P. McDonald and C.J. Brodbeck. 2007. Spatially Monitoring Tractor Performance to Evaluate Energy Requirements of Variable Depth Tillage and Implement Selection ASABE annual meeting 2007 paper 071028

Pelletier, N., E. Audsley, S. Brodt, T. Garnett, P. Henriksson, A. Kendall, K.J. Kramer, D. Murphy, T. Nemecek, and M. Troell. 2011. Energy Intensity of Agriculture and Food Systems. Annu. Rev. Environ. Resour. 36:223–246

Pimentel, D., S. Williamson, C.E. Alexander, O. Gonzalez-Pagan, C. Kontak and S.E. Mulkey. 2008. Reducing energy inputs in the US food system. Hum Ecol 36: 459-471

Steiner, K.G. 1998 Conserving natural resources and enhancing food security by adopting no tillage. TÖB Publication No. F-5/e GTZ. Echborn. Germany.

Tabatabaeefar, A., H. Emamzadeh, M. Ghasemi Varnamkhasti, R. Rahimizadeh and M. Karimi. 2009. Comparison of energy of tillage systems on wheat production. Energy 34 (1): 41-45