

Índice de costo-beneficio de sistemas de labranza

Cost benefit index for tillage systems

Martin Cadena-Zapata^{1*}, Juan Antonio López-López¹, Gilbert Fresh López-López¹,
Jesús Rodolfo Valenzuela-García¹, José de Jesús Vargas-Arellano¹

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, CP 25315. Saltillo, Coahuila, México.
Correo electrónico: martin.cadena@uaaan.edu.mx (*Autor responsable)

RESUMEN

De los costos de un sistema de producción, las actividades de labranza son de los más altos, pues demandan mucha energía y los combustibles derivados del petróleo incrementan sus precios continuamente. El propósito de este trabajo fue calcular y analizar los costos de dos sistemas de labranza de conservación: labranza vertical y labranza cero, para compararlos con los de la labranza convencional que normalmente se utiliza para producir avena para forraje seco, en la Región Sureste del estado de Coahuila. Para el cálculo de costos, se midió lo siguiente: el uso de combustible por cada una de las labores de los sistemas estudiados, las capacidades de trabajo con cada implemento, el rendimiento del cultivo, el costo del tractor utilizado como fuente de potencia, y el costo de cada uno de los implementos. Con los costos totales de cada sistema de producción y los beneficios de la producción bajo cada sistema, se calculó el índice de beneficio-costo. El mejor beneficio-costo se obtuvo con el sistema de labranza vertical, que tuvo un índice de 2.19, lo que significa que por cada peso invertido en este sistema de producción se obtienen 1.19 pesos de utilidad; luego le siguió el sistema de labranza convencional, con un índice de 2.02, lo que arroja una utilidad de 1.02 pesos por cada peso invertido y, finalmente, con el sistema de cero labranza se logró un índice de 1.98, lo que representa una utilidad de 0.98 pesos por cada peso invertido. En las condiciones del estudio realizado, el mejor sistema en relación con el beneficio-costo fue la labranza vertical, pues tiene una diferencia entre 14% a 17% de mayor beneficio respecto a los otros dos. Los sistemas convencionales y cero labranzas tuvieron un beneficio-costo muy similar entre ellos, pues sólo existió una diferencia de 3% entre ambos.

Palabras clave: análisis de beneficio-costo, labranza de conservación, labranza convencional, costo de labores de labranza.

ABSTRACT

Tillage operations are among the crop production activities that demand a high amount of energy. The cost of energy from fossil fuels has increased continuously so conservation tillage which uses less operations is a good option to decrease production costs. The objective of this work was to compare the production costs under two conservation tillage systems (No tillage and Vertical Tillage) with the production cost of Conventional Tillage in the production of forage oats. To calculate the costs, it was measured the use of fuel at each tillage operation, work capacity of the configuration tractor implement and the crop yield as well as the costs of the tractor and implements. With the total cost and benefit at each system it was calculated de Cost-Benefit Index. The highest benefit was obtained under the vertical tillage (index = 2.19) for each monetary unit invested, the earns were 1.19 units. The conventional tillage had a cost benefit index of 2.02 with net gains of 1.02 of monetary units and zero tillage had an index of 1.98 which means a net gain of 0.98 monetary units for each invested unit. Vertical tillage had 14% and 17% more gains compared to conventional and zero tillage. The latter two systems had a very similar cost benefit with differences only of 3% among them.

Keywords: cost-benefit analysis, conservation tillage, cost of tillage operations.

INTRODUCCIÓN

Uno de los insumos determinantes en la producción agrícola es el combustible que se utiliza en las labores, principalmente en la labranza. En la última década, los combustibles han registrado un alza importante en su precio (Kojima, 2013; Rodríguez, 2017) lo que, debido a su gran demanda, afecta directamente en los sistemas de labranza y, por consecuencia, esto se refleja en otros insumos.

Diversas investigaciones han llegado a la conclusión de que el costo de energético por los conceptos de combustible y maquinaria agrícola representa altos

porcentajes del costo energético total en la producción agrícola empresarial (FAO, 1990).

Los sistemas de labranza de conservación son una alternativa significativa para la disminución de costos por mecanización en los sistemas de producción de cultivos anuales, pues disminuyen el número de labores y, por consiguiente, el uso de combustible como energía (Steiner, 1998).

Un ejemplo claro al respecto es el trabajo de Sharma (2011), quien documentó disminuciones en el uso de energía de entre 31% a 40% en sistemas de labranza de conservación, al compararlos con sistemas de producción convencionales de maíz y trigo.

Barrios (1996) realizó cálculos para determinar el costo energético de las principales operaciones agrícolas mecanizadas llevadas a cabo en Chile, en diferentes condiciones y con distintos tamaños de equipos. La metodología que se utilizó determina el costo en Megajulios (MJ) por cada hectárea, y añade, además, la energía recabada en los materiales de construcción, fabricación y transporte, lubricantes y filtros, combustibles, en reparaciones y mantenimiento junto con la mano de obra necesaria para la operación de los equipos. Para calcular los costos por hectárea en Megajulios se utilizó la capacidad efectiva de cada trabajo, lo cual arrojó las siguientes conclusiones: *a)* Los mayores costos energéticos correspondieron a las labores de ensilado, uso de nebulizadores, cosecha de grano grueso y araduras. El menor costo fue el de la labor de fertilización; *b)* Los costos energéticos horarios de las máquinas dependen de su tamaño, pero los costos por área trabajada o tonelada procesada son independientes del tamaño; *c)* Es posible aumentar la eficiencia de uso de la energía utilizando labranza reducida o labranza cero.

Carrasco (2019) realizó un trabajo en el que presenta una metodología sencilla y accesible para los productores, lo cual les permite que realicen fácilmente cálculos para estimar sus costos de producción y puedan tener una estimación real del uso que le dan a la maquinaria con la que cuentan. Para que tengan un mayor entendimiento, se definen ciertos conceptos que son de suma importancia, y posteriormente se les da un ejemplo claro y preciso de cómo tienen que ir llevando

a cabo cada uno de los conceptos y de cómo obtener los resultados.

Al finalizar, la metodología que se describe en el documento permitirá que un productor pueda tener la capacidad de determinar sus costos reales de operación y, con base en ello, establecer que, en la medida en que la maquinaria tenga mayor uso, podrá reducir considerablemente los costos fijos de operación, mientras que, al tener un menor uso, significará un costo fijo considerable porque afecta a su depreciación.

El objetivo de este trabajo es determinar los costos de las labores de labranza en dos sistemas de conservación: labranza vertical y cero labranza, para luego compararlos con el sistema de referencia: labranza convencional, para así calcular el índice de beneficio-costado de un cultivo bajo cada uno de estos sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el periodo del 2013 al 2016 en la estación experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México, que está situado a 25° 23' 42" N y 100° 59' 57" O, a una altitud de 1743 m sobre el nivel del mar. Su clima es semiárido, con una temperatura media anual de 16.9° C, y su precipitación media anual es de 435 mm y su evaporación anual de 1,956 mm. El suelo, a una profundidad de 0 a 20 cm, es franco-arcilloso (34.1% arcilla, 33.4% limo y 32.5% arena), con 2.09% de materia orgánica.

Cuadro 1. Características de los implementos utilizados en los sistemas de labranza.

Implementos	Arado de disco ARHK-3	Arado de cinceles JD 610	Rastra de discos RI 2024	Sembradora JD Max Emerge
Características				
Herramientas de trabajo	Tres discos con diámetro de 711 mm y espesor de 6.35 mm	Ocho cuerpos tipo "C"	Una sección delantera de 10 discos dentados, una sección trasera de 10 discos lisos (discos de 609.9 mm de diámetro y 4 mm de espesor)	Cuatro unidades de siembra
Peso del implemento (Kg)	542	618	674	841
Tipo de acoplamiento	Montado, enganche de tres puntos, categoría 2			

El consumo del combustible sólo fue registrado en dos años, 2016 y 2017, y fue medido con un medidor de flujo S-004 BAICO, que contiene dos sensores, uno que mide el flujo de entrada al motor y el otro que mide el flujo de retorno al tanque del combustible. Estos sensores envían señales a un registrador de datos Log Book 360 (IOtech). El consumo neto se obtiene calculando la diferencia entre los impulsos del flujo de entrada y el flujo del retorno, para después multiplicarlos por la constante de calibración (3.09), referenciándolo a la superficie trabajada para obtenerlo en unidades de Lha-1.

Para realizar la medición, se colocó un marco (0.25 m de largo por 0.25 m de ancho) en el suelo y se cortó la materia que se encontraba dentro de esa área; posteriormente se pesó como forraje verde, enseguida, esa materia ya pesada se deshidrató a una temperatura de 70° C durante un tiempo de 72 horas hasta que quedó sin ningún rastro de humedad, por lo que su peso se mantuvo constante. Ya deshidratada la muestra, se pesó para obtener el dato de peso de la materia seca del cultivo, para poder realizar el cálculo de rendimiento por hectárea.

Cálculo de costos fijos del tractor e implementos

Este es la pérdida en valor y capacidad de servicio que resulta del desgaste natural del equipo por su antigüedad como por la oxidación, daños accidentales, corrosión, entre otros.

$$D = (C-S)/L$$

Donde:

D = Depreciación anual

C = Valor a nuevo del equipo

S = Valor residual del equipo al final de su vida útil, que se obtiene multiplicando el valor a nuevo del equipo por el porcentaje de depreciación

L = Años de vida útil del equipo

El porcentaje de depreciación se toma como un 10%, que se aplica generalmente cuando no se conoce el valor residual del equipo.

Interés

Este es un factor fijo, lo que indica que es independiente del uso anual, por lo que se calcula de la siguiente manera:

$$I = C*(i)$$

Donde:

I = Cargo de interés anual

C = Valor a nuevo del equipo

i = Porcentaje de interés

En este caso, el porcentaje del interés se toma del método de línea recta correspondiente a los años de vida útil de la maquinaria; como se están tomando 10 años de duración, corresponde a un 10% de interés.

Impuesto

El impuesto varía ampliamente, de acuerdo como haya sido determinado por los gobiernos, por lo que se puede estimar de la siguiente manera:

$$\text{Imp} = C*(\% \text{Imp})$$

Donde:

Imp = Es el cargo de impuestos anuales

C = Corresponde al valor a nuevo del tractor

%Imp = Es el porcentaje de impuesto que se aplica; y en este caso, el 2% es el valor que se utiliza, considerándolo sobre el valor monetario del tractor

Seguro

Este costo depende de la decisión del propietario, puede que él contrate algún tipo de seguro o él mismo tenga las posibilidades de correr un cierto riesgo al no asegurar el equipo. Cualquiera que sea la decisión, al momento de realizar los cálculos, este costo debe cargarse anualmente, en proporción al valor inicial de la maquinaria.

$$\text{Seg} = C*(\% \text{Seg})$$

Donde:

Seg = Es el cargo de seguro aplicable anualmente

C = Es el precio inicial del equipo

%Seg = Correspondiente al porcentaje de seguros aplicable anualmente cuyo valor es tomado como un 0.5%

Almacenaje

Se ha determinado que un lugar adecuado para almacenamiento puede ser construido y sostener su mantenimiento por alrededor de 2% del valor a nuevo del equipo que será almacenado. Por lo que en estos cálculos se propone utilizar este porcentaje.

$$A = C*(\%A)$$

Donde:

A = Es el valor del costo de almacenaje

C = Es el valor inicial del equipo

%A = Es el porcentaje que se aplica sobre el valor a nuevo del equipo; en este apartado se utiliza un 2% estimado

Cálculo de costos variables del tractor e implementos.

Combustible

Una forma de calcularlo es basándose en las pruebas Nebraska, donde se determina que el factor adecuado es un 2.43% sobre la potencia del tractor.

$$\text{Com} = P * cQ * p$$

Donde:

P = Potencia del tractor en kilowatt (kW)

cQ = Corresponde al porcentaje de 2.43% en unidades de kilowatt-hora/litro (Kwh/L)

p = Es el precio del litro de combustible

Lubricantes

La lubricación requiere ciertos materiales y mano de obra que van aumentando proporcionalmente con el uso del tractor. Una regla sencilla para su cálculo es hacer la suposición de que el aceite y los costos de lubricación para un tractor son igual a 15% del costo del combustible.

$$\text{Lub} = p * (\% \text{Lub})$$

Donde:

Lub = Es el costo de los lubricantes aplicable

p = Es el costo del combustible

% Lub = Es el porcentaje de la utilización de lubricantes considerado en un 15%

Reparaciones

En las reparaciones debe incluirse el costo de las refacciones, sueldos de las personas encargadas de realizar-

las, entre otros, pero el valor más aceptado para estos costos es un 10% del valor a nuevo de un equipo.

$$\text{Rep} = C * (\% \text{Rep})$$

Donde:

Rep = Corresponde al costo de reparaciones

C = Pertenece al costo inicial del equipo cuando es adquirido

% Rep = Es el porcentaje correspondiente a las reparaciones, estimado en un 10%

Costo de mano de obra del operador

Estos costos corresponden al salario del operador de la maquinaria y equipos utilizados, de tal forma que se determina de la siguiente manera:

$$\text{Op} = Qj * Hj$$

Donde:

Op = Corresponde al costo de un operador

Qj = Este valor es igual al salario de jornada de un operador de maquinaria

Hj = Son las horas que dure la jornada de trabajo

Comparación de costos entre sistemas

En el Cuadro 2 se muestran los conceptos donde se capturan los datos para el cálculo y hacer la comparación de los costos de los sistemas. Se ha puesto cada sistema seguido de sus componentes, y después el costo de cada uno para, al final, obtener los costos por sistema y hacer la comparación.

Cuadro 2. Esquema de comparación de costos de los sistemas.

Sistema	Componentes	Costo de componentes	Costo total de sistema
Convencional	A. Discos		
	Rastra		
	Sembradora		
Cinceles	A. Cinceles		
	Rastra		
	Sembradora		
Siembra directa	Sembradora		

Cuadro 3. Precios del tractor e implementos a septiembre de 2019.

	Costos de maquinaria e implementos (pesos)	Promedio de uso horas /año
Tractor John Deere 6403	750,000.00	1000
Arado de discos ARHK 3	67,000.00	200
Arado de cinceles JD 610	62,000.00	200
Rastra RI2024	45,000.00	160
Sembradora JD Max		
Emerge	460,000.00	80

Cuadro 4. Capacidad de trabajo y consumo de combustible para los distintos implementos utilizados.

Equipo	Arado de discos	Arado de cinceles	Rastra de discos	Sembradora
Variable				
Ancho de trabajo (m)	0.8	2.20	2.25	2.7
Velocidad (km/h)	4	3.96	4.40	4.57
Combustible (L/ha)	28.35	22.2	14.5	11.07
Capacidad de trabajo (ha/h)	0.25	0.69	0.79	0.98
Capacidad de trabajo (h/ha)	3.90	1.43	1.26	1.01
Combustible (L/h)	7.25	15.47	11.48	10.92

Cuadro 5. Costos fijos del tractor JD 6403.

Costos fijos del tractor		
Concepto	Pesos por año	Pesos por hora
Depreciación	67,500.00	67.50
Impuestos	15,000.00	15.00
Almacenaje	15,000.00	15.00
Seguro	3,750.00	3.75
Intereses	75,000.00	75.00
Costos fijos totales	176,250.00	176.25

Cuadro 6. Costos variables del tractor JD 6403 en la labor con arado de discos.

Costos variables de tractor	
Concepto	Pesos por hora
Combustible	7.26
Lubricantes	3.15
Reparación	75.00
Operador	37.50
Costos variables totales	122.91

Cuadro 7. Costos fijos del arado de discos ARHK-3.

Concepto	Pesos por año	Pesos por hora
Depreciación	6,030.00	30.15
Impuestos	1,340.00	6.70
Almacenaje	1,340.00	6.70
Seguro	335.00	1.68
Intereses	6,700.00	33.50
Costos fijos totales	15,745.00	78.73

Cuadro 8. Costos totales para la labor con arado de discos.

Costos totales del tractor (pesos por hora)	299.16
Costos totales del arado discos (pesos por hora)	78.73
Costos totales de labor con arado de discos (pesos por hora)	377.88
Costos totales de labor con arado de discos (pesos por hectárea)	1,476.10

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se muestran los costos del tractor e implementos. Para este trabajo, se solicitó una cotización en una distribuidora de John Deere en septiembre de 2019.

En el Cuadro 4 se pueden observar los datos que resultan del cálculo del combustible, que fueron medidos en López Vázquez *et al.* (2019), en el cual el costo de combustible tiene variaciones para cada implemento.

En el Cuadro 5, se plasman los cálculos de los costos fijos del tractor JD 6403, para el caso de cada labor; estos resultados serán los mismos en relación con todas las labores que se realicen con el tractor, por lo que en los siguientes apartados, donde se mostrarán los cuadros de los costos por cada labor, sólo se presentarán los costos variables que son los que sí difieren en cada labor, principalmente por el volumen de combustible requerido por labor, lo que hace variar el costo del combustible por hectárea.

En los cuadros 6, 7 y 8 se muestran los cálculos de costos variables del tractor JD 6403 y costos fijos del arado de discos ARHK-3. La suma de estos dos costos resulta de los costos totales por hectárea para la labor de aradura con discos.

En relación con la labor que involucra al tractor JD 6403 y a la rastra de discos RI 2420, los resultados de costos variables del tractor para esta labor y los costos fijos de la rastra, que sumados serán los costos totales para la labor de rastreo, se plasman en los cuadros 9, 10 y 11.

Para la labor que involucra al tractor JD 6403 y al arado de cinceles JD 610 se obtuvieron los siguientes costos mostrados en los cuadros 12, 13 y 14.

Para la labor de aradura con cinceles, el costo total por cada hectárea trabajada es de 545.54 pesos.

Cuadro 9. Costos variables del tractor JD 6403 para la labor de rastreo.

Concepto	Pesos por hora
Combustible	11.48
Lubricantes	3.15
Reparación	75.00
Operador	37.50
Costos variables totales	127.13

Cuadro 10. Costos fijos para la rastra RI 2420.

Concepto	Pesos por año	Pesos por hora
Depreciación	4,050.00	25.31
Impuestos	900.00	5.63
Almacenaje	900.00	5.63
Seguro	225.00	1.41
Intereses	4,500.00	28.13
Costos fijos totales	10,575.00	66.09

Cuadro 11. Costos totales para la labor de rastreo.

Costos totales del tractor en la labor con rastra de discos (pesos por hora)	303.38
Costos totales de la rastra de discos (pesos por hora)	66.09
Costos totales de labor de rastreo con discos (pesos por hora)	369.48
Costos totales de labor de rastreo con discos (pesos por hectárea)	466.51

Cuadro 12. Costos variables del tractor JD 6403 para la labor con arado de cinceles.

Concepto	Pesos por hora
Combustible	15.47
Lubricantes	3.15
Reparación	75.00
Operador	37.50
Costos variables totales	131.12

Cuadro 13. Costos fijos del arado de cinceles JD 610.

Concepto	Pesos por año	Pesos por hora
Depreciación	5,580.00	27.90
Impuestos	1,240.00	6.20
Almacenaje	1,240.00	6.20
Seguro	310.00	1.55
Intereses	6,200.00	31.00
Costos fijos totales	14,570.00	72.85

Cuadro 14. Costos totales para la labor con el arado de cinceles.

Costos totales del tractor en la labor con arado de cinceles (pesos por hora)	07.37
Costos totales para el arado de cinceles (pesos por hora)	2.85
Costos totales de labor con arado de cinceles (pesos por hora)	380.22
Costos totales de labor con arado de cinceles (pesos por hectárea)	545.54

Cuadro 15. Costos variables del tractor JD 6403 para la labor de siembra.

Concepto	Pesos / hora
Combustible	10.93
Lubricantes	3.15
Reparación	75.00
Operador	37.50
Costos variables totales	126.58

Cuadro 16. Costos fijos de la sembradora JD Max Emerge.

Concepto	Pesos por año	Pesos por hora
Depreciación	41,400.00	517.50
Impuestos	9,200.00	115.00
Almacenaje	9,200.00	115.00
Seguro	2,300.00	28.75
Intereses	46,000.00	575.00
Costos fijos totales	108,100.00	1,351.25

Cuadro 17. Costos totales para la labor de siembra.

Costos totales del tractor en la labor de siembra (pesos por hora)	302.83
Costos totales de la sembradora (pesos por hora)	1,351.25
Costos totales de labor de siembra (pesos por hora)	1,654.08
Costos totales de labor de siembra (pesos por hectárea)	1,675.66

Los costos para la labor de siembra se observan en los cuadros 15, 16 y 17. Estos corresponden a los resultados obtenidos de calcular los costos variables del tractor para esa labor, costos fijos de la sembradora, que sumados son los costos totales de la labor de siembra por cada hectárea trabajada.

Para la labor de la siembra se obtuvo un costo total por hectárea trabajada de 1,675.66 pesos.

En el Cuadro 18, se pueden ver los costos de cada labor que compone el sistema, que sumados resultan en los costos totales de cada uno de los tres sistemas de labranza estudiados.

Los rendimientos obtenidos para el cultivo de avena fueron del trabajo previo de Ordóñez *et al.* (2019), del cual se tomaron los datos de rendimiento de avena del ciclo de cultivo 2016.

Para poder determinar las utilidades netas obtenidas sobre los rendimientos, se investigó en el mercado local el peso en kg que contiene una paca de avena y el precio al que se ofrece en dicho mercado; el peso de la paca y costo pueden tener variaciones dependiendo de la presentación de la paca (en un rango de 18 a 22 kg) y de la temporada en que se venda (que el precio puede oscilar entre 80 y 120 pesos). Con base en estos datos

se utilizaron para los cálculos 20 kg en promedio como peso y un costo promedio de 90 pesos.

En el Cuadro 19 se muestran los beneficios totales obtenidos en base a los rendimientos, es decir los que se obtienen del número de pacas que resultan y el precio promedio ya mencionado.

De los resultados del Cuadro 19, se observa que los mayores rendimientos y, por lo tanto, beneficio total se obtuvo de la labranza vertical seguida de la labranza convencional de la que se obtuvo 10% menos de rendimiento que la vertical, y luego la cero labranza que muestra 18% menos que la vertical.

En el Cuadro 20 se muestra la proporción que representan los costos de labranza en relación con los beneficios totales. También se calculó el índice de beneficio-costo para cada uno de los sistemas de labranza.

La proporción que representan los costos de labranza en relación con los beneficios es menor en el sistema

de cero labranza (4.5%), aumenta a 6% en el de labranza vertical, y la mayor proporción (8.6%) corresponde a la labranza convencional. El mejor beneficio costo se obtiene con el sistema de labranza vertical que tiene un índice de 2.19, lo que significa que por cada peso invertido en este sistema de producción se obtienen 1.19 pesos de utilidad. Luego le sigue el sistema de labranza convencional con un índice de 2.02 lo que nos da una utilidad de 1.02 pesos por cada peso invertido, finalmente el sistema de cero labranza con un índice de 1.98, lo cual representa una utilidad de 0.98 pesos por cada peso invertido.

Si se analiza el porcentaje del mejor índice de costo beneficio, con el sistema de labranza convencional se gana 14% menos de utilidad que en la labranza vertical. En el caso de cero labranza se registra 17% menos de utilidad en relación con la labranza vertical. De aquí se deduce que la labranza convencional sólo aventaja a cero labranza con 3% más de beneficio.

Cuadro 18. Costos totales para cada sistema de labranza.

Sistema	Componentes	Costo de componentes	Costo total de sistema
Labranza convencional	A. Discos	1,476.10	3,618.27
	Rastra	466.51	
	Sembradora	1,675.66	
Labranza vertical	A. Cinceles	454.54	2,596.71
	Rastra	466.51	
	Sembradora	1,675.66	
Cero labranza	Sembradora	1,675.66	1,675.66

Cuadro 19. Beneficio total con base en los rendimientos del cultivo de avena.

Sistemas	Cero labranza	Labranza convencional	Labranza vertical
Rendimiento en materia seca (toneladas por hectárea)	7.9	8.68	9.64
Número de pacas por hectárea	395	434	482
Beneficio total (pesos por hectárea)	35,550.00	39,060.00	43,380.00

Cuadro 20. Beneficios y costos de los sistemas de labranza.

Sistemas	Cero labranza	Labranza convencional	Labranza vertical
Concepto			
Beneficios totales (pesos por ha)	37,174.50	41,880.00	43,005.00
Costo de la labranza (pesos por ha)	1,675.66	3,618.27	2,596.71
Costo del resto de labores e insumos del cultivo (pesos por ha)	17,013.00	17,013.00	17,013.00
Costos totales (pesos por ha)	18,688.66	20,631.27	19,609.71
Costo de la labranza [% del beneficio total]	4.5	8.6	6.0
Índice beneficio-costo	1.98	2.02	2.19

CONCLUSIONES

Los resultados de los costos establecen que el sistema de labranza convencional es el que tiene mayores costos de operación de la maquinaria, siendo este seguido por el sistema de labranza vertical, que nos produce 28% menos de costos de operación en comparación con el sistema convencional; finalizando con el sistema de cero labranza que nos resulta con costos de operación menores en 53% comparándose al sistema convencional.

El costo de todas las labores del sistema de labranza convencional equivale a 8.6% del total de los beneficios de este sistema. El costo de todas las labores del sistema de labranza vertical representa 6% de los beneficios totales que se consiguen con este sistema. Los costos de las labores del sistema de labranza cero equivalen sólo a 4.5% del total de los beneficios obtenidos con este sistema. Siendo de esta forma el sistema de labranza convencional el que tiene los costos más elevados en la producción.

En relación con la tasa de beneficio-costo obtenido en la producción, resulta que del sistema de labranza vertical se obtiene un mayor beneficio en comparación con los otros dos sistemas, dejando un índice de ganancia de 1.19 pesos por cada peso invertido; mientras que se obtienen 1.02 pesos por cada peso que se invierte con el sistema convencional y, finalmente, en el sistema de labranza cero se obtienen 0.98 pesos por cada peso invertido.

En las condiciones del estudio realizado, el mejor sistema en relación con el beneficio-costo es el de labranza vertical, pues tiene una diferencia de entre 14% a 17% de mayor beneficio que los otros dos. Los sistemas convencionales y cero labranzas tienen un beneficio-costo muy similar entre ellos, pues sólo existe una diferencia de 3% entre ambos.

LITERATURA CITADA

- BARRIOS G., Alejandra I., 1996. Costo energético de las operaciones mecanizadas. biblioteca.inia.cl/biblioteca/detalle.php?c=120495&materia=N20&nr=23067&f=1&pagina=1 biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR41410.pdf
- CARRASCO J., Abarca P., Catalán A. 2019. Metodología de cálculo de costos de uso de maquinaria agrícola para el cultivo de Maíz. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR41410.pdf> [09 de noviembre de 2019].
- CARTER, M.R. 1994. Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems. Lewis, Boca Raton, Florida, 390 pp.
- CHEN, Y., S. Damphousse and H. Li. 2016. Vertical tillage and vertical seeding. The Canadian Society of Bioengineering. 2016. Annual Conference Halifax, Canada.
- FAO/INTA. 1992. "Manual de sistemas de labranza para América Latina", Boletín de suelos de la FAO, no. 66, 193 pp., Roma, Italia.
- FAO. 1990. Energy Consumption and Input Output Relation in Field Operations, CNRE, Study no. 3, Rome, Italy.
- KOJIMA, M. 2013. Drawing a Roadmap for Oil Pricing Reform. In Household Savings in Central Eastern and Southeastern Europe: How Do Poorer Households Save? The World Bank: Washington, DC, USA.
- LI H., Wang X., He J., McHugh A.D., Li W., Gao H., Kuhn N. 2006. The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China
- LÓPEZ A., Cadena M., Campos S., Zermeño A., Mendez, M. 2019. Comparison of Energy Used and Effects on Bulk Density and Yield by Tillage Systems in a Semiarid Condition of Mexico. *Agronomy* 9(189) 1-18.
- RODRÍGUEZ, R.G. 2017. La simple aritmética de la nueva política de precios de las gasolinas y el diesel. *Economía In-forma*, 404, 40-62.

- ORDÓÑEZ M., K.D., Cadena Z., M., Campos M., S.G., Zermeño G., A. 2019. Effect of Tillage systems on physical properties of a clay loam soil under oats. *Agriculture* 9(62): 1-14.
- SENA. 2019. Elementos de Máquinas. https://repositorio.sena.edu.co/sitios/elementos_maquinas/vol12/volumen12.html# [09 de noviembre de 2019].
- SHARMA, P.; Abrol, V.; Sharma, R. 2011. Impact of tillage and mulch management on economics, energy requirement and crop performance in maize-wheat rotation in rainfed subhumid inceptisols, India. *Eur. J. Agron*, 34, 46-51.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Infografías agroalimentarias. Available online: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Infografias-2018 (accessed on 30 March 2019).
- STEINER, K.G. 1998. *Conserving Natural Resources and Enhancing Food Security by Adopting No Tillage*; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Rossdorf, Germany.