

ARTÍCULO ORIGINAL

Determinación de parámetros de explotación y económicos en el corte de forraje con diferentes máquinas cosechadoras

Determination of operating and economic parameters in cutting different forage harvesters

M.Sc. Roberto Ramos González, M.Sc. Damián Lora Cabrera
Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba

RESUMEN: El objetivo de esta investigación consistió en evaluar comparativamente el cumplimiento de los parámetros de calidad de trabajo, tecnológico, de explotación y de factibilidad económica, de las cosechadoras de forraje JF modelo FH -1450 y CAPIMENTA modelo 1510 PR para la renovación de la cosechadora actual, la FRAGA modelo P-150 en las condiciones de la Empresa Pecuaria Genética “Niña Bonita”. Se obtuvo como resultado la factibilidad de empleo de la cosechadora de forrajes JF modelo FH -1450 al cumplir con los parámetros de calidad de trabajo, tanto para la producción de forraje verde para el consumo directo por el ganado vacuno, así como para la producción de forraje para su conservación en forma de ensilaje, al obtener más del 70% de la masa vegetal troceada en partículas menores de 50 mm de longitud acorde a las exigencias agrotécnicas para la producción de este alimento. El empleo de esta cosechadora propiciaría un ahorro en gastos directos de explotación de 11,05% en peso/ha y en un 25,50% en peso/h con respecto a la cosechadora FRAGA P-150, con una relación Beneficio/Costo de 1,87 y un tiempo de recuperación de la inversión menor, en un año a la cosechadora CAPIMENTA 1510 PR.

Palabras clave: calidad de trabajo, factibilidad, ganado vacuno.

ABSTRACT: The objective of this research was to benchmark the performance of the quality parameters of work-exploitative technological and economic feasibility of JF forage harvesters and CAPIMENTA -1450 model FH 1510 PR model for the renewal of the combine current the FRAGA model P-150 under the conditions of the Cattle Company Genetics “Niña Bonita”. The result was the feasibility of use of JF forage harvester -1450 FH model to meet the quality standards of work, both for green fodder production for direct consumption by cattle, and for the production of fodder for silage preservation shaped, to obtain more than 70% of the vegetable mass cut into particles smaller than 50 mm in length according to the requirements for producing agrotechnical this food. The use of this combine would lead to savings in direct operating expenses of 11.05% by weight/ha and 25.50% on a weight/h with respect to P-150 FRAGA harvester, with a benefit/cost 1.87 and a recovery time of less investment in one year CAPIMENTA combine PR 1510.

Keywords: quality of work, feasibility, cattle.

INTRODUCCIÓN

Varios factores tienen considerable influencia en la obtención de una producción agrícola cada vez mayor y con menores costos de explotación y económicos. Un uso incorrecto de tecnologías conduce indiscutiblemente al aumento de los costos de producción y al deterioro del medio ambiente.

La mecanización del proceso de cosecha de forraje en Cuba, en el momento actual es deficiente, debido a la escasez y deterioro de las máquinas cosechadoras de forrajes, por falta de piezas y renovación. Por ello es muy importante introducir nuevas máquinas para las condiciones de la ganadería cubana, sobre la base del cumplimiento de la calidad de trabajo y una

disminución de los costos de explotación y económicos.

Antes de sustituir una tecnología por otra, es necesario realizar un adecuado análisis de los costos. Ibáñez y Villar (1994); Vega (2000); Velasco *et al.* (2003); De las Cuevas *et al.* (2008), destacan que el factor económico es determinante para controlar el éxito de la mecanización, ya que uno de los aspectos importantes a considerar es el costo de producción por concepto de maquinaria agrícola, es imprescindible conocer el costo de operación de los equipos y el costo de las labores agrícolas realizadas por ellos. Estos autores plantean que la determinación exacta de los costos de la maquinaria, para el agricultor, contribuye a la formación de un juicio que permite

determinar si la explotación cuenta con los recursos económicos para cubrir dichos gastos. Del mismo modo, hace posible conocer la magnitud de los gastos que se producirán al emplear otras máquinas y sistemas de trabajo, antecedentes que facilitan la elección del grado de mecanización a utilizar.

La producción de forraje llevada a cabo en la Empresa Pecuaria Genética Niña Bonita se realiza con el empleo de la cosechadora de forraje FRAGA P-150, la cual necesita ser renovada, teniendo como propuestas de renovación las cosechadoras de forraje JF modelo FH-1450 y la CAPIMENTA modelo 1510 PR.

Objetivo de la investigación: Evaluar las cosechadoras de forraje JF modelo FH-1450 y la CAPIMENTA modelo 1510 PR, en comparación con la FRAGA P150 en la producción de forraje verde en las condiciones de la Empresa Pecuaria Genética Niña Bonita.

MÉTODOS

Se utilizaron las cosechadoras de forrajes JF modelo FH-1450, la CAPIMENTA modelo 1510 PR y la FRAGA P150 y como fuente energética el tractor VALTRA BL-88.

El método desarrollado en esta investigación fue el teórico-experimental, comprendió la caracterización de las áreas experimentales, la caracterización técnica de las cosechadoras de forrajes objeto de investigación, los indicadores de calidad de trabajo, tecnológico explotativo y económicos.

La Metodología para la caracterización agrotécnica de los campos y del cultivo forrajero, estuvo basada en la norma cubana NC 34-47:87, Vig. (2003), donde fue caracterizada la parcela.

La Metodología para la evaluación de los parámetros tecnológicos y de explotación de las cosechadoras se realizó en base a la norma cubana NC-34-37:87 Vig. (2003) con adaptaciones a las condiciones particulares del área de estudio, donde mediante la realización del cronometraje se obtuvieron los parámetros de velocidad de trabajo de los conjuntos de cosecha, la pro-

ductividad por hora, los coeficientes de explotación así como el consumo de combustible.

La Metodología para la determinación experimental de los indicadores de calidad de trabajo se realizó en base a la norma cubana NC 34-55:87, Vig. (2003), donde se determinó el ancho real de trabajo de las cosechadoras de forraje así como la altura de corte y la longitud del material repicado.

Para la determinación de los indicadores que caracterizan la efectividad económica se utilizó la norma cubana NC 34-38, Vig. (2003), donde se determinaron los costos de explotación en peso/h, así como los costos por unidad de área trabajada (peso/ha) en la ejecución de las operaciones agrícolas mecanizadas, se obtuvieron los costos por concepto de salario (G_s), amortizamiento (G_a), reparaciones y mantenimientos (G_{rm}) y por consumo de combustible y lubricantes (G_{cl}).

Se utilizó la Metodología para el análisis de prefactibilidad económica de la investigación, donde se determinaron determinados indicadores económico-financieros, tales como: el Valor Actual Neto (VAN); la Tasa Interna de Retorno (TIR); el Plazo de Recuperación de la Inversión; la Relación Costo-Beneficio y otros indicadores, partiendo del Flujo de caja.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las áreas experimentales

Las investigaciones se desarrollaron en la Empresa Pecuaria Genética “Niña Bonita” sobre suelo Ferralítico rojo. Esta empresa está ubicada en el municipio Bauta, al noreste de la provincia Artemisa, limitando al norte con el mar Caribe, al sur con el municipio San Antonio de los Baños, al este con el municipio Playa de la provincia La Habana y al oeste con el municipio de Caimito, a unos 23°03'N y 82° 05'W a 18 msnm.

En la Tabla 3.1 y 3.2 se muestran las características de la parcela experimental y del cultivo forrajero respectivamente.

TABLA 1. Caracterización de la parcela experimental

Nº	Indicadores	Descripción
1	Campo.	Áreas forrajeras de la vaquería Nº 15.
2	Dimensiones, m:	
	Longitud;	400
	Ancho.	300
3	Tipo de suelo.	Ferralítico rojo típico.
4	Microrelieve.	Llano con ligeras ondulaciones a lo largo del campo por los caballones que se hicieron durante la siembra.
5	Pendiente del campo.	Llano.

TABLA 2. Caracterización del cultivo forrajero

Nº.	Indicadores	U/M	Valor
1	Especie forrajera.	-	King - Grass.
2	Tiempo de sembrado el cultivo.	día	60
3	Altura promedio del cultivo.	cm	147,00
4	Distancia promedio entre hileras.	cm	85,25
5	Distancia promedio entre plantas.	cm	80,00
6	Cantidad de plantas/m².	unidad	4,00
7	Relación hoja: tallo.	-	5,50
8	Rendimiento promedio estimado de masa verde.	t/ha	21,50
9	Humedad del cultivo.	%	78,60

Caracterización de las cosechadoras de forraje objeto de investigación

Caracterización técnica y descripción del proceso tecnológico de la cosechadora de forrajes FRAGA modelo P-150

La cosechadora de forraje Fraga modelo P-150 (Figura 1), es una cosechadora de doble acción, su órgano de corte es por impacto con eje de rotación vertical con dos cuchillas tipo chapeadora CH-60, las cuales al girar cortan el cultivo horizontalmente y lo lanzan hacia un transportador sinfín, el cual lo transporta hacia un segundo proceso de picado compuesto por un tambor con ocho cuchillas rectas dispuestas en forma de V y luego es expulsado a través de la torre de descarga.



FIGURA 1. Cosechadora de forrajes FRAGA.

El órgano de esta cosechadora utiliza cuchillas o segmentos planos y su movimiento se desarrolla en un plano paralelo a la superficie del suelo.

Caracterización técnica y descripción del proceso tecnológico de la cosechadora de forrajes JF modelo FH-1450

La cosechadora JF modelo FH-1450 (Figura 2 a y b) es una máquina de acción simple, con aparato de corte por impacto con eje de rotación horizontal.

Como se puede apreciar en la Figura 2.1, bajo su estructura metálica gira horizontalmente y perpendicular a la línea de tiro del tractor, el rotor de cuchillas, las cuales tienen forma de cucharas, con filo en sus partes frontales y dispuestas regularmente en el eje. El rotor gira en sentido opuesto al avance de la cosechadora, a velocidades entre 1 000...1 700 min^{-1} con un ancho de trabajo de 1,45 m. La gran velocidad tangencial del rotor combinado con el avance de la máquina da lugar al corte y desgarre del pasto y a un movimiento del aire que impulsa el forraje por la torre de descarga. En este modelo el picado se facilita por una contra cuchilla ubicada a la entrada de la torre de descarga.



FIGURA 2a. Cosechadora JF modelo FH-1450.

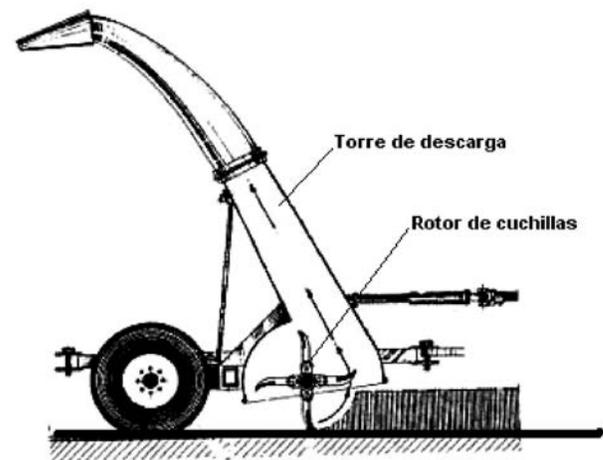


FIGURA 2b. Esquema de trabajo de la Cosechadora JF modelo FH-1450.

Caracterización técnica y descripción del proceso tecnológico de la cosechadora de forrajes CAPIMENTA modelo 1510 PR

La cosechadora CAPIMENTA modelo 1510 PR (Figura 3 a y b) es una máquina de doble acción, con aparato de corte por impacto con eje de rotación horizontal.

Como se puede apreciar en el esquema de la Figura 3a, su órgano de corte es por impacto con eje de rotación horizontal, dinámicamente balanceado, compuesto por tres hileras de cuchillas dispuestas a 120° entre sí. Las cuchillas tienen forma de azada y se insertan en el tambor a través de un soporte soldado a este con un pasador, de tal manera que quedan libres en el sentido de giro del órgano, para evitar roturas por impacto durante el proceso, las cuales giran horizontalmente entre 1 000...1 500 min^{-1} , cortando verticalmente el cultivo y lanzándolo al sinfín, el cual lo transporta a un segundo proceso de picado y expulsión. Esta cosechadora tiene una capacidad nominal de producción de 30...50 m^3/h en condiciones favorables de terreno.



FIGURA 3a. Cosechadora CAPIMENTA.

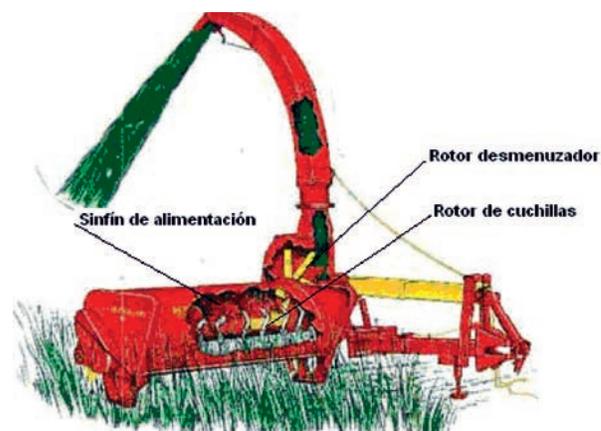


FIGURA 3b. Esquema de trabajo de la Cosechadora CAPIMENTA

TABLA 3. Resultados de la caracterización técnica de las cosechadoras de forrajes

Nº	Indicadores	U/M	JF	Capimenta	Fraga
			modelo FH-1450	modelo 1510 PR	modelo P-150
1	Masa.	kg	1 200	1 390	1 800
2	Ancho de trabajo constructivo.	mm	1 450	1 510	1 500
3	Rotación en la toma de fuerza.	min ⁻¹	540	540	540
4	Productividad.	ha/h	0,34	0,36	0,41
5	Despeje en transporte.	mm	430	430	430
6	Dimensiones máximas:				
	- longitud;	mm	2 730	3 172	3 030
	- anchura;	mm	1 800	2 700	2 078
	- altura.	mm	3 020	3 480	3 440
7	Tipo de aparato de corte.	-	Tambor	Tambor	Tambor
8	Nº de cuchillas en el tambor de corte.	unidad	18	18	2

Características técnicas del tractor VALTRA BL-88 utilizado en la investigación.

En la Figura 4 se muestra el tractor VALTRA utilizado para formar conjunto con las cosechadoras de forraje objeto de investigación.

En la Tabla 4 se muestran las características técnicas más importantes del tractor.



FIGURA 4. Tractor VALTRA BL-88 utilizado en la investigación.

TABLA 4. Principales características técnicas del tractor VALTRA BL-88

Nº.	Indicadores	U/M	Descripción
1	Potencia de Motor	cv/kW	88/64,7
2	Motor		VALTRA Diesel, inyección directa de 4 tiempos.
3	Revoluciones del motor	min ⁻¹	2 300
4	Cilindros	unidad	4
5	Cilindrada Total	cm ³	4 400
6	Caja de velocidades	-	3 opciones: estándar 8 marchas de avance y 4 de retroceso, reductor (12+8) y Múltiple (16+8)
7	Sistema de lubricación	-	Bajo presión y enfriamiento a aire con radiador
8	Toma de Fuerza		
	Diámetro;	mm	35
	Cantidad de estrías;	unidad	6
	Rotación.	min ⁻¹	540 y 1000
9	Caudal máximo en el hidráulico	L/min	40

Resultados y análisis de la evaluación tecnológica y de explotación de los conjuntos de cosecha

Las cosechadoras de forrajes fueron sometidas a evaluación tecnológica explotativa con el objetivo de evaluar su comportamiento técnico y tecnológico, las mismas se utilizaron para el corte de forraje verde (King Grass) para la alimentación del ganado de ordeño. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5. Resultados de la evaluación tecnológica explotativa de las cosechadoras de forraje

Nº.	Indicadores	U/M	JF modelo FH-1450	Capimenta modelo 1510 PR	Fraga modelo P-150
1	Altura promedio de las plantas.	cm	147,00	147,00	147,00
2	Rendimiento del cultivo.	t/ha	21,50	21,50	21,50
3	Ancho de trabajo constructivo	m	1,45	1,51	1,50
4	Ancho de trabajo real.	m	1,42	1,47	1,48
5	Velocidad promedio de transporte.	km/h	10,0	10,0	10,0
6	Velocidad promedio de trabajo.	km/h	3,42	3,80	3,90
7	Longitud promedio de los campos.	m	400	400	400
8	Volumen de trabajo realizado.	t, (ha)	259,1 (12,0)	129,5 (6,0)	86,0 (4,0)
9	Duración del muestreo cronométrico:	h			
	- tiempo limpio;		25,00	11,41	6,30
	- tiempo operativo;		25,60	11,71	6,63
	- tiempo productivo;		26,60	13,53	8,45
	- tiempo turno;		33,33	13,31	8,22
	- tiempo explotativo.		35,29	14,69	9,61
10	Productividad por hora:	t, (ha)			
	- de tiempo limpio;		10,32 (0,48)	10,75 (0,50)	11,82 (0,55)
	- de tiempo operativo;		9,89 (0,46)	10,32 (0,48)	11,39 (0,53)
	- de tiempo productivo;		9,46 (0,44)	9,89 (0,46)	10,96 (0,51)
	- de tiempo turno;		7,74 (0,36)	8,17 (0,38)	9,24 (0,43)
	- de tiempo explotativo.		7,31 (0,34)	7,74 (0,36)	8,81 (0,41)
11	Productividad en ocho horas:	t, (ha)			
	- en el tiempo turno;		61,92 (2,88)	65,36 (3,04)	78,26 (3,64)
	- en el tiempo explotativo.		58,48 (2,72)	61,92 (2,88)	70,52 (3,28)
12	Consumo de combustible.	L/ha	15,00	16,21	23,58
13	Coefficientes de explotación:				
	- pases de trabajo (K ₂₁);		0,96	0,96	0,96
	- servicio tecnológico (K ₂₃);		1,00	1,00	1,00
	- mantenimiento técnico (K ₃);		0,96	0,92	0,92
	- seguridad tecnológica (K ₄₁);		0,99	0,99	0,97
	- seguridad técnica (K ₄₂);		1,00	1,00	0,99
	- del tiempo productivo (K ₀₄);		0,97	0,45	0,74
	- del tiempo explotativo (K ₀₇).		0,68	0,67	0,67
	- de aprovechamiento de la jornada		0,68	0,67	0,67

Análisis de los resultados de la evaluación tecnológica explotativa del conjunto de cosecha tractor Valtra-cosechadora de forraje JF modelo FH1450

Durante la explotación de la cosechadora JF modelo FH-1450, la misma alcanza una velocidad de trabajo de 3,42 km/h, con un ancho de trabajo de 1,42 m alcanzando una productividad por hora de tiempo limpio de 10,32 t (0,48 ha), considerándose satisfactorio para este tipo de maquina si se compara este indicador con los obtenidos por cosechadoras similares y en condiciones parecidas. Los resultados de la productividad por hora de tiempo explotativo fueron de 7,31 t (0,34 ha), también considerándose bueno, teniendo en cuenta además que no existieron afectaciones por fallos tecnológicos y que las interrupciones por fallos técnicos fueron mínimas, al alcanzar la maquina un coeficiente de fiabilidad técnica satisfactorio (0,99).

La máquina no presentó fallos técnicos importantes durante el periodo de investigación, lo que se valora de aceptable.

El consumo de combustible del conjunto de cosecha fue de 15 L/ha (12,9 kg/ha) aceptable para la labor.

Los coeficientes de explotación obtenidos durante esta investigación se consideran satisfactorios, teniendo en cuenta las normas vigentes para esta actividad y la sencillez en el diseño de esta cosechadora.

Análisis de los resultados de la evaluación tecnológica explotativa del conjunto de cosecha tractor Valtra-cosechadora de forraje CAPIMENTA modelo 1510 PR

Esta cosechadora alcanzó una velocidad promedio de trabajo de 3,80 km/h y una productividad de tiempo explotativo de 0,40 ha/h, alcanzando una producción de 70,48 t en un turno de trabajo.

El consumo de combustible para la labor fue de 16,21 L/ha (13,94 kg/ha).

Análisis de los resultados de la evaluación tecnológica explotativa del conjunto de cosecha tractor Valtra-cosechadora de forraje FRAGA modelo P-150

Con respecto a la utilización de la cosechadora de forraje

FRAGA modelo P-150 en un rendimiento agrícola de 21,50 t/ha, el total de horas cronometradas para este conjunto fue de 15 h. Este conjunto de cosecha obtuvo un tiempo limpio de trabajo de 6,30 h, alcanzando una productividad por hora de tiempo limpio de 11,70 t (0,63 ha), lo que se considera satisfactorio para este tipo de máquina, si se compara este indicador con los obtenidos por cosechadoras y condiciones similares (KPI 2,4 en 1989). Los resultados de la productividad por hora de tiempo explotativo fueron de 9,0 t (0,41ha), también considerándose bueno, por las mismas consideraciones que se hacen referencia en el caso del tiempo limpio, teniendo en cuenta además que no existieron afectaciones por fallos tecnológicos y que las interrupciones por fallos técnicos fueron mínimas, al alcanzar la maquina un coeficiente de fiabilidad técnica satisfactorio (0,99). La utilización de esta cosechadora en ocho horas de labor de tiempo explotativo, puede alimentar 1038,4 cabezas de ganado vacuno (de 500 kg de peso) que se encuentran estabulados, evaluándose este índice de positivo.

El consumo de combustible fue de 23,58L/ha (1,3 kg/t) lo que se considera no satisfactorio al ser muy alto. Para que este indicador se considere satisfactorio debe oscilar entre 0,63...0,90 kg/t, (Jrovostov, 1977).

Los coeficientes de explotación obtenidos durante esta investigación se consideran satisfactorios, teniendo en cuenta las normas vigentes para esta actividad y la complejidad de esta cosechadora.

Resultados experimentales de los indicadores de calidad de trabajo de los conjuntos de cosecha

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la evaluación de la calidad de trabajo de los conjuntos de cosecha.

Las exigencias agrotécnicas para la altura de corte del forraje, deben estar en el rango de 4...10

cm, la cual no fue lograda por ninguna máquina debido a la inadecuada preparación de la tierra, al quedar irregularidades en la superficie del campo.

Del análisis de los resultados de las tomas de muestras para el nivel de troceado del forraje, las mismas se consideran satisfactorias para las cosechadoras JF modelo FH-1450 y CAPIMENTA modelo 1510 PR respectivamente al cumplir con las exigencias técnicas (más del 70% de la masa troceada con partículas menores de 50 mm de longitud) para la producción de forraje verde para la elaboración de ensilaje. Jrovostov, J. (1977).

TABLA 6. Resultados de la evaluación de la calidad de trabajo de los conjuntos de cosecha

Nº	Indicadores	U/M	JF	Capimenta	Fraga
			modelo FH1450	modelo 1510-PR	modelo P-150
1	Velocidad de trabajo.	km./h	3,42	3,80	4,10
2	Ancho de trabajo constructivo	m	1,45	1,50	1,50
3	Ancho de trabajo real.	m.	1,42	1,47	1,48
4	Altura de corte.	cm.	10,90	10,51	13,40
5	Calidad de troceado del forraje.	%			
	Partículas menores de 50 mm.		70,59	85,20	11,64
	Partículas de 50...100		11,76	10,04	19,85
	Partículas mayores de 100 mm.		17,64	4,76	68,51
6	Humedad del forraje.	%	78,6	79,2	81,0
7	Masa volumétrica del forraje troceado.	t/m ³	0,48	0,52	0,37
8	Productividad.	t/h	7,31	8,81	9,00
9	Coefficiente de utilización del ancho de trabajo	-	0,97	0,98	0,98

En cuanto a la calidad de troceado de la cosechadora FRAGA modelo P-150, la masa de forraje troceada con longitudes menores de 50 mm solo representa el 16,50% de la masa total cosechada. La masa vegetal cosechada por esta cosechadora se recomienda solo para consumo como forraje fresco, porque las hojas de las hierbas cosechadas resultan muy golpeadas presentando considerables pérdidas de proteína si no se consumen con rapidez. Las pérdidas por las hierbas dejadas sin cortar, son significativas, al no levantar

y cortar la hierba ligeramente encamada.

Resultados de la evaluación de la efectividad económica de los conjuntos

Determinación de los costos de explotación de los conjuntos de cosecha

En la Tabla 7 se muestran desglosados los costos de explotación de los conjuntos de cosecha de forraje.

TABLA 7. Costos de explotación de los conjuntos de cosecha

Nº.	Indicadores	U/M	JF modelo FH1450	Capimenta modelo 1510-PR	Fraga modelo P-150
1	Gastos por concepto de salario.	peso/h	1,36	1,36	1,36
2	Gastos por concepto de amortización.	peso/h	3,85	4,10	4,10
3	Gastos por concepto de reparaciones y mantenimientos.	peso/h	0,71	0,74	0,75
4	Gastos por concepto de consumo de combustible y lubricantes.	peso/h	6,41	6,49	10,34
5	Gastos directos de explotación.	peso/h	12,33	12,69	16,55
6	Ahorro por gastos directos de explotación.	peso/h	4,22	3,86	-
7	Gastos de explotación.	peso/ha	36,26	35,25	40,36
8	Economía anual de gastos directos de explotación.	peso	1 115,20	1 471,68	-
9	Porcentaje de disminución de los gastos directos de explotación.	%	11,05	12,67	-

Como se puede apreciar en la Tabla 7, los menores costos directos de explotación recaen sobre el empleo de la cosechadora JF modelo FH-1450, con un valor de 12,33 peso/h, para un ahorro en comparación con la cosechadora actual la FRAGA modelo P-150 de 4,22 peso/h.

Los costos directos de explotación para el caso de la cosechadora de forraje CAPIMENTA modelo 1510 PR, tuvieron un comportamiento similar a la JF modelo FH-1450, ya que los mayores gastos recayeron sobre los gastos por concepto de combustible y lubricantes y la amortización, para un total de gastos directos de 12,69 peso/h y un ahorro de 3,86 peso/h.

Los gastos directos de explotación en peso/ha de la cosechadora CAPIMENTA modelo 1510 PR son menores debido al aumento de la productividad de esta con respecto a la JF modelo FH-1450.

Resultados del análisis de prefactibilidad económica de la investigación

En la Tabla 8 se representa el flujo de caja de la inversión a realizar por cada una de las cosechadoras de forrajes.

TABLA 8. Comparación de los parámetros de la efectividad económica para las cosechadoras estudiadas

Año	Inversión y utilidades, peso.	
	Cosechadora de forrajes JF.	Cosechadora de forrajes CAPIMENTA
	Flujo de caja, peso.	Flujo de caja, peso.
0	-18 000	-20 000
1	3 376	3 088
2	3 376	3 088
3	3 376	3 088
4	3 376	3 088
5	3 376	3 088
6	3 376	3 088
7	3 376	3 088
8	3 376	3 088
9	3 376	3 088
10	3 376	3 088
Tasa de rendimiento	18,70%	15,40%
VAN	2494,60	-932,34
TIR	13%	9%
Relación B/C	1.87	1.54
Tiempo de recuperación de la inversión	5,3 años	6,5 años

Como se puede apreciar en la Tabla 8, en el periodo inicial se incluye un flujo negativo, esta salida representa la inversión inicial.

El tiempo de recuperación de la inversión realizada en la cosechadora JF es menor que en la cosechadora CAPIMENTA, por lo que esta opción es aceptable.

La tasa de rendimiento, la cual mide el rendimiento medio anual sobre la inversión en el caso de la cosechadora JF es mayor (18,7%) que la tasa de rendimiento en la cosechadora CAPIMENTA (15,4%).

El VAN toma un valor negativo en el caso de la cosechadora CAPIMENTA, por lo que este proyecto de inversión debe rechazarse y aceptar el proyecto de inversión en la cosechadora JF.

La TIR en la cosechadora JF es mayor (13%) que en la cosechadora CAPIMENTA (9%), o sea, da la posibilidad mayor de ganancia, donde la tasa está ganando un interés por sobre el saldo no recuperado de la inversión, en cualquier etapa del proyecto de inversión en esta cosechadora.

CONCLUSIONES

- La determinación de los parámetros de calidad de trabajo de las cosechadoras de forraje objeto de estudio, demostraron que la inadecuada preparación del suelo para la siembra de pastos de corte, trae como consecuencia que no se pueda lograr la altura de corte acorde con las exigencias agrotécnicas;
- Las cosechadoras de forraje JF modelo FH-1450 y CAPI-

MENTA modelo 1510 PR cumplen con la calidad de trabajo para el nivel de triturado del forraje, al lograr más del 70% de la masa total cosechada en partículas menores de 50 mm de longitud, lo cual es un alimento apto tanto para el consumo directo del ganado, como para la elaboración de ensilaje, mientras que la cosechadora FRAGA modelo P-150 no cumple con estas exigencias, al lograr solo el 16,50%, por lo que este alimento procesado por esta cosechadora, solo se recomienda para consumo como forraje fresco;

- Los consumos de combustibles de las cosechadoras de forraje JF modelo FH-1450 y CAPIMENTA modelo 1510 PR son menores con respecto a la cosechadora FRAGA modelo P-150 en 36,4 y 31,3% respectivamente;
- Con el empleo de las cosechadoras de forraje JF modelo FH-1450 y CAPIMENTA modelo 1510 PR, se logra un ahorro en combustible y lubricantes de 3.93 y 3.85 peso/h respectivamente;
- Los gastos de explotación en peso/ha de la cosechadora de forraje JF modelo FH-1450 y CAPIMENTA modelo 1510 PR son inferiores en 11,05 y 12,67% con respecto a la cosechadora FRAGA modelo P-150;
- Desde el punto de vista económico, la inversión a realizar en la cosechadora de forraje JF modelo FH-1450 es menor en 10% con respecto a la cosechadora CAPIMENTA modelo 1510 PR;
- El tiempo de recuperación de la inversión a realizar en la cosechadora JF modelo FH-1450 es menor en un año con respecto a la cosechadora CAPIMENTA modelo 1510 PR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IBAÑEZ, C.M. y G. S. VILLAR: *Justificación económica del uso de la maquinaria agrícola*, pp. 27-43, Ed. Universidad de Concepción, Chillan, Chile, 1994.
- DE LAS CUEVAS, H.; T. RODRÍGUEZ; M. HERRERA y P. PANEQUE: "Software para la evaluación tecnológica de las máquinas agrícolas". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(2): 24-28, 2008.
- JROVOSTOV, J.: *Explotación del parque de tractores y máquinas*, Editorial MIR, Moscú, Rusia, 1977.
- NC 34-37:87: *Maquinas Agropecuarias y Forestales. Metodología para la evaluación tecnológica explotativa*, 2da Edición, Vig. Febrero 2003.
- NC 34-38:87: *Maquinas Agropecuarias y Forestales. Metodología para la evaluación económica*, 2da Edición, Vig. Febrero 2003.
- NC 34-47:87: *Máquinas Agropecuarias y Forestales. Metodología para la determinación de las condiciones de pruebas*, 2da Edición, Vig. Febrero 2003.
- NC 34-55:87: *Máquinas Agropecuarias y Forestales. Cosechadoras de granos. Metodología para la realización de las pruebas*, 2da Edición, Vig. Febrero 2003.
- PARA, J. L.: *Investigación de segadoras con aparatos de cortes rotativos en las condiciones de Cuba. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas)*. Instituto moscovita de Ingenieros para la producción agrícola V. P. Goriachkin, Moscú, Rusia, 1980.
- RAEV, E. G.: *Corte de los tallos sin apoyo*, 703pp Ed. Buró Estatal Especial de Construcción para el Algodón, Tractores y Máquinas Agrícolas, (en ruso), Moscú, Rusia, 1962.
- VELASCO, R. y G. MORALES: *Maquinaria agrícola, Costos de operación según intensidad de uso, Primera y Segunda partes*, *Revista Agroeconómico, [en línea] 2003, Disponible en: <http://www.Agroeconómico.cl/articulos.detalle.php?>* [Consulta: noviembre 13 2011].

Recibido: 05 de octubre de 2011 / **Aprobado:** 22 de diciembre de 2012

Roberto Ramos González, Investigador, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera Fontanar Wajay, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba ☎ (53-7) 645-1731, 645-1353; Correo electrónico: iagricdireccion@minag.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.