

# Estudio de viabilidad económica y comercial para el prototipo de una cosechadora troceadora de agave

## Study of economic and commercial feasibility for the prototype of an agave harvester

David Vaca-Navarro<sup>1</sup>, César Gutiérrez-Vaca<sup>2</sup>, Armando Rucoba-García<sup>3</sup>, Jesús Hernández-Ruíz<sup>4</sup>, Adriana Villafañá-Aguilera<sup>5</sup>

---

Vaca-Navarro, D; Gutiérrez-Vaca, C; Rucoba-García, A; Hernández-Ruíz, J; Villafañá-Aguilera, A. Estudio de viabilidad económica y comercial para el prototipo de una cosechadora troceadora de agave. *Tecnología en Marcha*. Vol. 32, Especial. XIII CLIA. Abril 2019. Pág 12-19.

DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v32i7.4254>

1 Alumno de Licenciatura en Agronegocios, Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida Irapuato Guanajuato México. Correo electrónico: david\_agronegocios@outlook.com

2 Profesor del Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida Irapuato Guanajuato México. Correo electrónico: cesarg@ugto.mx

3 Profesor del Departamento de Agronomía, Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida Irapuato Guanajuato México. Correo electrónico: arucoba@gmail.com

4 Profesor del Departamento de Agronomía, Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida Irapuato Guanajuato México. Correo electrónico: hernandez.jesus@ugto.mx

5 Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida Irapuato Guanajuato, México.



## Palabras clave

Factibilidad; Mercado; Máquina.

## Resumen

Investigadores de la Universidad de Guanajuato han creado un prototipo de máquina cosechadora troceadora de agave, dicha maquina resulta ser única en su tipo, dado que no existe maquina semejante en la actualidad, lo que genera un campo de desconocimiento en cuanto a viabilidad económica, segmentación de mercado, y costo beneficio con respecto al método tradicional de cosecha de agave. Fue necesario realizar un estudio, para comprobar la viabilidad económica de la máquina, y compararlo contra la forma actual de cosecha manual de agave (*Jima*). Se realizó la posible segmentación y sus variables y se determinaron los posibles canales de comercialización y el mercado potencial para la máquina de cosecha. Los resultados muestran que existe un mercado para la máquina cosechadora en la industria de procesamiento de tequila y en menor medida en la industria de procesamiento de biocombustible, existen en ambos casos mercado potencial para comercializar 125 máquinas por año entre en ambos sectores. La cosecha mecanizada de agave resulta ser más económica en \$ 2,770 / Ha aproximadamente, al comparar los costos contra la cosecha manual. Así mismo muestra un mercado objetivo claro y amplio con un total de más de 250 posibles clientes entre los industriales del tequila, fabricantes de maquinaria agrícola e industriales de productos derivados del agave, estos solo en México, lo que se considera una buena capacidad de comercio.

## Keywords

Feasibility; Market; Machine.

## Abstract

Researchers from the University of Guanajuato have created a prototype of agave chopper harvester machine; this machine turns out to be unique in its type, since there is no similar machine at present, which generates uncertainty in terms of economic viability, segmentation of market, and cost benefit with respect to the traditional agave harvest method. It was necessary to carry out a study, to verify the economic viability of the machine, and compare it against the current agave manual harvesting (*Jima*). The possible segmentation and its variables were carried out and the possible marketing channels and the potential market for the harvesting machine were determined. The results show that there is a market for the harvester machine in the tequila processing industry and to a lesser extent in the biofuel processing industry, in both cases there is a potential market to market 125 machines per year between both sectors. The mechanized harvest of agave turns out to be more economical at \$ 2,770/ha approximately, when comparing the costs against the manual harvest. It also shows a clear and broad target market with a total of more than 250 potential customers among tequila manufacturers, manufacturers of agricultural machinery and industrial agave products, these only in Mexico, which is considered a good trade capacity .

## Introducción

La industria mexicana del agave resulta ser una de las más grandes y con más tradición del país, ya que representa gran parte de la esencia mexicana junto con la gran variedad de

productos obtenidos a base de éste, como es el caso del tequila, una de las bebidas más representativas de México, además de los nuevos usos que se les ha dado a esta mística planta, como por ejemplo; el uso de ésta en la fabricación de materiales, fibras y más recientemente en biocombustible, estos han sido motivo de que el agave se convierta en una planta muy solicitada por los mercados actuales y junto con esto la impetuosa necesidad de crear procesos más rápidos, eficaces y eficientes en la producción de dichos productos y aunque a lo largo del tiempo se han mecanizado y automatizado gran parte de estos procesos, la cosecha del agave, mejor conocida como “*Jima*”, sigue siendo un proceso manual.

En cuanto a la producción nacional en el 2016 la superficie cosechada total del país fue 21,732 hectáreas, con un valor de \$ 8´008,950 siendo Jalisco y Guanajuato los principales productores de agave como se muestra en el cuadro 1 según datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera [1]. La producción se extiende a lo largo de 10 estados de la República Mexicana, y es la industria tequilera la que más producción de agave absorbe. Tan sólo en 2015, generó 228.5 millones de litros de tequila. Este sector también produce, a la par, una gran cantidad de residuos que, con ayuda de una biorrefinería, pueden traducirse en biocombustibles. De acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria Tequilera [2], para la producción del año pasado se generaron 700 mil toneladas de hojas de agave, 1 millón 700 mil litros de vinazas y 270 mil toneladas de bagazo, ese para la producción de bioetanol.

**Cuadro 1.** Reporte al cierre de producción de agave al año 2016.

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
Baja California	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Baja California Sur	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Durango	313.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Guanajuato	14,922.00	1,978.00	124,314.20	62.85	2,338.31	290,685.25
Guerrero	1,816.41	206.80	6,391.54	30.91	1,784.50	11,405.73
Jalisco	67,060.88	14,563.61	1,340,811.90	92.07	5,031.35	6,746,097.97
Michoacán	4,007.74	728.00	48,635.00	66.81	2,851.28	138,671.99
Morelos	107.00	50.00	4,110.00	82.20	3,278.10	13,473.00
México	105.00	105.00	8,349.00	79.51	2,805.27	23,421.18
Nayarit	4,816.94	372.00	29,755.00	79.99	3,745.60	111,450.46
Oaxaca	7,748.26	1,199.00	72,704.67	60.64	2,302.62	167,411.34
Puebla	195.50	195.50	18,677.81	95.54	1,241.72	23,192.56
Querétaro	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sinaloa	1,007.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sonora	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tamaulipas	3,111.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Veracruz	541.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zacatecas	2,333.50	2,333.50	192,595.95	82.54	2,508.57	483,141.01
	<b>108,119.83</b>	<b>21,731.41</b>	<b>1,846,345.07</b>	<b>84.96</b>	<b>4,337.73</b>	<b>8,008,950.48</b>

De lo anterior se destaca la necesidad de crear una máquina para la cosecha que haga este proceso más eficiente. El prototipo de la cosechadora troceadora de agave [3] busca cubrir esta necesidad, revolucionando el proceso de cosecha de agave, siendo ésta una máquina de cosecha única en su tipo que se enfrenta a un escenario desconocido, lo cual genera la necesidad de comprobar que la máquina sea viable; comercial y económicamente. El presente

estudio de viabilidad económica se realizó utilizando un análisis de mercado que incluye una segmentación de mercado precisa y servirá de apoyo para conocer a los clientes potenciales, ubicar un canal de comercialización adecuado para maximizar utilidades y llegar al mercado objetivo. De la misma manera se realizó una medición de mercado potencial para medir la amplitud del mismo, además de un cuadro de comparación que sirve de apoyo para verificar la viabilidad con respecto al proceso actual y tradicional, y finalmente un análisis financiero del prototipo.

Comparado con otros cultivos las plantas de agave constituyen una buena alternativa para la producción de etanol [4]. La variedad mejorada de Agave tequilana weber contiene 3 veces más azúcares que la caña de azúcar, hasta 42° Brix- y produce 4 veces más celulosa (hasta 26 toneladas/Ha/año) que el eucalipto de rápido crecimiento y el cuádruple de biomasa (hasta 200 ton/Ha/año) que el álamo transgénico diseñado en USA para producción de biomasa para etanol celulósico [5] . El azúcar contenido en la planta no solo se concentra en la piña sino también en las hojas donde se puede contener hasta el 13% del peso de la misma [6].

## Materiales y métodos

### Prototipo de la cosechadora de agave

La cosechadora de agave es una Máquina tirada por el tractor, de forma lateral, que cosecha y trocea la planta de agave (hojas y piña) en secciones de 5 mm aproximadamente, al paso del sistema tractor – cosechadora (Véase figura 1). El sistema avanza a 5 cm/s (0.2 km/h) lo que permite un troceado fino del material vegetal.



**Figura 1.** Sistema tractor – cosechadora de agave.

### Determinación de la demanda potencial

El mercado, aun no siendo algo real y palpable, sino un concepto que engloba a los que podrían ser clientes de la empresa, puede calcularse a través de diversas técnicas. En este caso conociendo la superficie sembrada al año 2016 y el promedio de cosecha en los últimos 10 años, del 2007 al 2016, se estimó que al año se alcanza un porcentaje de cosecha del 14.6%. Considerando el rendimiento de la cosechadora en ha/día, durante 260 días hábiles al año, se obtuvo el resultado de demanda potencial de cosechadoras, de acuerdo a la siguiente relación:

$$n = \frac{Q}{pq}$$

Donde;

*n*: Representa número potencial de cosechadoras que puede absorber el mercado

*Q*: Número de hectáreas promedio que se cosechan al año

*p*: Rapidez de trabajo de la cosechadora en ha/día-máquina

*q*: Días promedio que se estima se cosecharán al año

### Análisis comparativo cosecha mecanizada versus *Jima*

El análisis comparativo es una herramienta básica, pero que suele ser un método sencillo y práctico, para elegir entre dos opciones planteadas de cualquier naturaleza. Para este caso se hizo una comparación económica, donde se tomaron en cuenta cada uno de los costos, tanto fijos como variables, de la implementación de la maquina en el proceso de cosecha de agave y se compararon contra los costos de hacer el proceso manual tradicional de *Jima*.

### Determinación de mercado y canales de comercialización

La segmentación de mercado divide el mercado en grupos con características y necesidades semejantes para poder ofrecer una oferta diferenciada y adaptada a cada uno de los grupos objetivo. Existen diferentes variables para segmentar el mercado, dependiendo de cada empresa se utilizará una combinación diferente. Aunque resulta complejo segmentar el mercado industrial se han podido establecer varios criterios útiles para llevarla a cabo.

En cuanto a los canales de comercialización según sean las etapas de propiedad que recorre el producto o servicio hasta el cliente así será la denominación del canal. La estructuración de los diferentes canales, considerando el planteamiento de Muñiz [7], se describen en el cuadro 2 y permiten definir el mejor canal de comercialización para la cosechadora de agave.

**Cuadro 2.** Posible canales de comercialización de productos o servicios.

Canal	Recorrido								
Directo	Fabricante	F						Consumidor	
Corto	Fabricante	F				Detallista	F	Consumidor	
Largo	Fabricante	F		Mayorista	F	Detallista	F	Consumidor	
Doble	Fabricante	F	Agentes	F	Mayorista	F	Detallista	F	Consumidor

## Resultados

### Estimación de demanda potencial

En el cuadro 3 se muestra la estimación de demanda potencial considerando las diversas variables involucradas, lo que indica que se podrán colocar en el mercado actual hasta 125 máquinas cosechadoras de agave.

### Análisis comparativo (cosechadora vs Jima)

En el cuadro 4 se muestran los costos de fijos y variables de la cosechadora de agave así como los de un tractor agrícola con capacidad para operar la cosechadora. Dado que los costos variables son impredecibles se considera otra cantidad igual para realizar la reparación y mantenimiento de la cosechadora así como del tractor, práctica aceptada en los análisis de inversión en maquinaria agrícola. En términos de porcentaje el costo fijo representa un 33% del total lo que se considera aceptable, pero mientras más pequeño mejor.

**Cuadro 3.** Estimación de demanda potencial para la cosechadora de agave.

Superficie sembrada	111,420 ha	SIAP: reporte de cierre de producción del año 2016
Porcentaje de cosecha anual (promedio últimos 10 años)	14.578%	SIAP: promedio anual reporte del cierre de producción años 2007-2016
Superficie por cosechar	16,243 ha	Estimado de acuerdo al % de cosecha promedio
Rendimiento de la cosechadora	0.50 ha/día	Dato reportado por los constructores.
Días reales de cosecha	260 días	Considerando tiempos muertos y días inhábiles
Hectáreas/año/cosechadora	130 ha	Estimado por rendimiento y días laborables
Total de cosechadoras	125	$n = \frac{Q}{pq}$

**Cuadro 4.** Costo del sistema cosechadora - tractor.

Costos fijos	Costos variables	
Valor de la cosechadora \$1'000,000	Combustible ----\$1,600	\$16/1Lt 100Lts por día
Vida útil - - - - - 5 años		
Costo por año - - - - - -\$200,000	Tractorista -----\$250	pago de jornal promedio
Costo por día - - - - - \$547.94		se estima un valor igual al costo de la maquina por día
Valor del tractor* - - -\$1,220,792.05	Reparación y mantenimiento de la cosechadora-----\$547.94	
Vida útil - - - - - 10 años	Reparación y mantenimiento del tractor -----	se estima un valor igual al costo de la maquina por día
Costo por año - - - - - -\$122, 079.20	\$334.46	
Costo por día - - - - - -\$ 334.46		
Costos fijos por día \$882.40	Costos variables por día \$2,732.40	
Costo por día	\$3,614.80**	

\* Cotizando un tractor John Deere modelo 7425 de doble tracción

\*\* Pesos mexicanos con paridad cambiaria en \$18 por cada \$USD 1

Al comparar los costos de la cosecha mecanizada y manual resulta que es \$2,770 por hectárea más barata realizarla de forma mecanizada (véase cuadro 5). Considerando tal ahorro y el número de hectáreas estimadas que podría cosechar la máquina al año (130 ha) resulta en un ahorro de \$360,000 pesos por año, al realizar la Jima de forma mecanizada comparada con la manual, por lo que si se considera el costo de adquisición de 1 millón de pesos de la cosechadora en 2.8 años se recuperaría la inversión.

**Cuadro 5.** Análisis comparativo.

	Cosecha manual (2 cuadrillas de 10 jimadores cada una)*	Cosechadora troceadora de agave (1 maquina)
Tiempo de cosecha (días/hectárea)	2	2
Costo (\$/hectárea)	\$ 10,000	\$ 7,229.6
* Tomando como referencia el costo de \$ 250 por jornal.		

### Segmentación de mercado y canales de comercialización

Aunque son los productores de agave quienes desarrollan el cultivo y al momento de la cosecha son los interesados en que ésta se realice para recuperar su inversión y obtener utilidades, no se recomienda la adquisición del sistema cosechadora - tractor a pequeños productores, dado los costos. A continuación se detalla la segmentación de mercado.

*Sector industrial:* la cosechadora va dirigida al sector agrícola, de manera particular a procesadores de agave, cuyo mercado más grande es la producción de tequila.

*Demográfico:* La cosechadora de agave va direccionada a un mercado nacional, principalmente los estados de Jalisco, Nayarit, Michoacán, Guanajuato y Tamaulipas que son los estados con mayor producción de agave.

*Equipamiento industrial:* las empresas deben ser aquellas que tengan y estén dispuestas a adquirir equipamiento de última generación.

*Actividad exportadora o importadora:* con más posibilidad de compra aquellas empresas que exporten sus productos, sin descartar totalmente a las empresas con mercados nacionales.

*Volumen de facturación y ventas:* con un volumen alto de producción y ventas e interesado en aumentarlo.

*Volumen de ventas:* si vende un alto volumen por temporadas o durante todo el año.

*Capital nacional o extranjero:* con un capital indistinto.

El mercado potencial más grande para la máquina es el de procesadores de tequila, el cual al mes de septiembre del 2017 contaba con 240 empresas [5].

En segundo lugar encontramos a la industria de la maquinaria agrícola, en el cual se estima un total de 20 empresas de esta índole entre las más importantes encontramos a; Arisa, Agco Corporation, Blanchet, Case IH, CNH de México, Constructora de Maquinaria Triunfo, Famaq, Inisa, Industrias Cabrera, John Deere, Massey Ferguson, Tecnomec Agrícola S.A., por mencionar

algunas. Otro mercado importante a considerar son los fabricantes de Jarabe de Agave e Inulina, como clientes potenciales para utilizar la cosechadora de Agave. Se estima que en México se cuenta con 18 plantas productoras a nivel nacional entre las que se encuentran; Aires de Campo, Agavex, Azteca Health, Agalife-Agave, Bustar Alimentos, entre otras.

En cuanto a los canales de comercialización lo más conveniente para la cosechadora de agave serían los canales cortos por ejemplo; Promoción directa con los clientes potenciales. Un convenio con el *Consejo Regulador del Tequila*, para comercializarla con las 240 empresas productoras se recomienda como mejor opción.

Fabricante de maquinaria ☞ productores de tequila.

## Conclusiones

La cosechadora troceadora de agave permite con un ahorro de \$2,277 por hectárea cosechada en las mismas condiciones que el proceso de *Jima* tradicional.

La máquina tiene un segmento de mercado potencial bien identificado lo suficientemente grande como para respaldar su creación comercial. Dado que se contemplan un total de 278 clientes potenciales y no existe una máquina que cubra esta misma necesidad.

Se estima una demanda de 124 máquinas anuales y cuyo canal de comercialización sea directo entre los fabricantes de la cosechadora y los procesadores de agave.

Dado lo anterior la cosechadora troceadora de agave se considera viable en lo económico y comercial.

## Referencias

- [1] (SIAP) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Gobernación, <https://www.gob.mx/siap/>
- [2] (CNIT) Cámara Nacional de la Industria Tequilera, [www.tequileros.org](http://www.tequileros.org)
- [3] V.C. GUTIÉRREZ, R. SERWATOWSKI, S. J. M. CABRERA, R. N. SALDAÑA, FLORES O. A., R. AL. SALDAÑA, B. P. A. ALATORRE (2016). Máquina Cosechadora Troceadora de Agave. Solicitud de Patente: MX/a/2016/005655.
- [4] The global potential for Agave as a biofuel feedstock. GCB Bioenergy vol. 3, 68–78, 2011. doi: 10.1111/j.1757-1707.2010.01077.
- [5] (CRT) Consejo Regulador del Tequila, <https://www.crt.org.mx/>
- [6] G. K. WHITNEY, T. S. LIOUTAS, L. W. HENDERSON, L. COMBS. Production for tequila. US Patent Application Publication. 2002/0119217. August 29. 2002.
- [7] G. R. MUÑIZ. Canales de distribución. Marketing en el siglo XXI. 5ª Edición. Editorial CEF. España 2016.
- [9] J. A. M. HOLTUM, D. CHAMBERS, T. MORGAN and D. K. Y. TAN. Agave as a biofuel feedstock in Australia. GCB Bioenergy, 3: 58–67. 2011. doi:10.1111/j.1757-1707.2010.01083.x