

Viabilidad económica y financiera de nopal tuna (*Opuntia ficus-indica*) en Nopaltepec, Estado de México*

Economic and financial viability of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) crop in Nopaltepec, Estate of Mexico

Itzel Antonia Domínguez-García¹, María del Rosario Granados-Sánchez¹, Leticia Myriam Sagarnaga-Villegas¹, José María Salas-González^{1§} y Jorge Aguilar-Ávila¹

¹Universidad Autónoma Chapingo-Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agricultura y Agroindustria Mundial (CIESTAAM). Departamento de Zootecnia y Sociología. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230. Tel. 5959521500, ext. 1722. (idominguez@ciestaam.edu.mx; rgranados@ciestaam.edu.mx; sagarnaga.myriam@gmail.com; jmsalasangonzalez@gmail.com; jaguilar@ciestaam.edu.mx). [§]Autor para correspondencia: jmsalasangonzalez@gmail.com.

Resumen

La tuna, fruta del nopal, es considerado un ícono de la cultura mexicana, hay evidencia de su producción y consumo desde hace más de 9 000 años. El objetivo fue estimar la viabilidad económica y financiera del cultivo de la tuna, se construyeron dos unidades representativas de producción (URP), de diferentes escalas (EMNPT04) y (EMNPT25), en la comunidad de San Felipe Teotitlán, Nopaltepec, Estado de México, con el fin de generar información de apoyo a la toma de decisiones. A través de la técnica de paneles, se obtuvo información técnica y económica. Con base, en la metodología desarrollada por la Asociación Americana de Economistas Agrícolas (AAEA), se estimaron ingresos y costos para determinar la viabilidad económica, y financiera, y precios objetivo. El costo de producción estimado es cubierto ampliamente por el precio de venta. El flujo neto de efectivo es positivo en ambas URP y permite a los productores cubrir gastos familiares. Ambas URP son viables en términos financieros. EMNPT04 no es viable en términos económicos. Los precios requeridos para cubrir costos de producción, incluyendo factores de producción,

Abstract

The tuna, fruit of the nopal, is considered an icon of the Mexican culture, there is evidence of its production and consumption for more than 9 000 years. The objective was to estimate the economic and financial feasibility of tuna cultivation, two representative production units (URP) of different scales (EMNPT04) and (EMNPT25) were constructed in the community of San Felipe Teotitlán, Nopaltepec, Estado de México, in order to generate information to support decision-making. Through the panels technique, technical and economic information was obtained. Based on the methodology developed by the American Association of Agricultural Economists (AAEA), income and costs were estimated to determine economic, financial, and target prices. The estimated production cost is largely covered by the selling price. The net cash flow is positive in both URPs and allows producers to cover family expenses. Both URPs are financially viable. EMNPT04 is not economically feasible. The prices required to cover production costs, including production factors, are 3.92 and 2.37 pesos per kilogram, for EMNPT04 and

* Recibido: mayo de 2017
Aceptado: agosto de 2017

son de 3.92 y 2.37 pesos por kilogramo, para EMNPT04 y EMNPT25, respectivamente. La situación económica de la URP de menor escala es vulnerable, su permanencia a largo plazo es dudosa. Los resultados son indicativos de la situación de URP de características similares a las analizadas, en la región en estudio.

Palabras clave: *Nopalae*, *Opuntia*, costos de producción, costos de oportunidad, precios objetivo.

Introducción

La tuna, fruta del nopal, forma parte de la cultura y folklore mexicano desde la época prehispánica. Esta fruta es nutritiva y saludable, con características organolépticas únicas; su cultivo se realiza mediante técnicas tradicionales (compatibles y respetuosas con el ambiente), con bajos requerimiento de insumos e inversiones. Su capacidad de adaptación le permite desarrollarse en los ambientes más hostiles (Méndez y García, 2006) y (Ramírez *et al.*, 2015), proporcionando una productividad más alta que otras especies, por lo cual es una alternativa para terrenos agrícolas pobres en los cuales genera alimentos, ingreso y empleo para productores con pocas oportunidades (Méndez y García, 2006).

México cuenta con un alto potencial para el desarrollo de plantaciones de nopal tunero, debido a la gran pluralidad agroclimática bajo la cual se cultiva. Además, esta fruta está cobrando importancia en el ámbito internacional, debido al acceso a mercados europeos, de países productores tales como Italia, Sudáfrica, Chile e Israel (Ramírez *et al.*, 2015).

De acuerdo con estadísticas del SIAP-SAGARPA (2016), la producción nacional de tuna ha mantenido tasas de crecimiento positivas en las tres últimas décadas. El volumen de producción pasó de 43 000 t en 1980 a 408 000 t en 2015.

En su producción participan alrededor de 20 mil productores, en una superficie de cultivo aproximada de 65 000 ha. Las principales regiones productoras de tuna son tres; Puebla, Valle de México y el Altiplano Potosino-Zacatecano. El Estado de México aporta 44% de la producción nacional, con diez municipios productores. Los principales son: San Martín de las Pirámides, Otumba, Axapusco, Nopaltepec y Temascalapa. En el año 2015, en el municipio de Nopaltepec se destinaron aproximadamente 2 890 ha a la producción

EMNPT25, respectivamente. The economic situation of the smaller scale URP is vulnerable, its long term permanence is doubtful. The results are indicative of the URP situation with characteristics similar to those analyzed, in the studied region.

Keywords: *Nopalae*, *Opuntia*, production costs, opportunity costs, target prices.

Introduction

The tuna, fruit of the nopal, is part of the Mexican culture and folklore since the pre-Hispanic time. This fruit is nutritious and healthy, with unique organoleptic characteristics; its cultivation is done using traditional techniques (compatible and respectful with the environment), with low requirement of inputs and investments. Its adaptability allows it to develop in the most hostile environments (Méndez and García, 2006) and (Ramírez *et al.*, 2015), providing a productivity higher than other species, so it is an alternative to poor agricultural land in which would generate food, income and employment for producers with few opportunities (Méndez and García, 2006).

México has a high potential for the development of cactus pear plantations, due to the large agroclimatic plurality under which it is cultivated. In addition, this fruit is gaining importance in the international arena, due to the access to European markets, and producing countries such as Italy, South Africa, Chile and Israel (Ramírez *et al.*, 2015).

According to statistics from SIAP-SAGARPA (2016), national production of tuna has maintained positive growth rates over the last three decades. The production volume increased from 43 000 t in 1980 to 408 000 t in 2015.

About 20 thousand producers participate in its production, in a cultivated area of approximately 65 000 ha. The main tuna producing regions are three; Puebla, Valle de México and the Altiplano Potosino-Zacatecano. The Estado de México contributes 44% of the national production, with ten producing municipalities. The main ones are: San Martín de las Pirámides, Otumba, Axapusco, Nopaltepec and Temascalapa. In 2015, in Nopaltepec, about 2 890 ha were allocated to the tuna production, with average yields of 10.1 t ha⁻¹, which generated an output of 29 198 t. The

de tuna, con rendimientos promedio de 10.1 t ha⁻¹, que generaron un volumen de producción de 29 198 t. El Distrito Federal y Estado de México son los dos centros de consumo más importantes de esta fruta (Jolalpa *et al.*, 2011), lo cual representa una ventaja para su producción.

La tuna ha sido motivo de diferentes estudios, en los cuales se ha analizado: composición físico-química (Teran *et al.*, 2015), desarrollo (López *et al.*, 2013) impacto del riego sobre la vida de anaquel (Varela *et al.*, 2014) e incluso se ha estudiado su comercialización (Jolalpa *et al.*, 2011) y costos de producción (Ramírez *et al.*, 2015). El estudio realizado por Ramírez *et al.* (2015), analiza la rentabilidad de la tuna, producida en el Municipio de Nopaltepec, aplicando la metodología matriz de análisis de política (MAP), con base en información recabada en el año 2011. Callejas-Juárez *et al.* (2006) analizaron el mercado de nopal y tuna en el Estado de México, el cual incluyó un apartado de rentabilidad, si bien este estudio se realizó hace varios años, sus resultados y conclusiones siguen siendo válidos en la actualidad.

El costo de producción es la cantidad de dinero que debe invertirse para obtener un producto determinado (Parkin y Loría, 2010). A pesar de la importancia de los costos de producción, en la planeación y control de las empresas, pocos autores los analizan y la mayoría de productores los desconocen. Los estudios más recientes se enfocan en costos de producción de hule (Vargas *et al.*, 2015), heno (Fernández *et al.*, 2013) y limón (Vera-Villagrán *et al.*, 2016), costo de la adopción de innovaciones en hortalizas (Almaguer *et al.*, 2012) y costos de comercialización de papa (Orozco *et al.*, 2013).

La técnica de paneles de expertos ha sido empleada con éxito en la agricultura, tanto para evaluaciones sensoriales (Gutiérrez y Barrera 2015), como para otros fines (Lerdon *et al.*, 2008). En Estados Unidos de América, esta técnica ha sido ampliamente usada por el Centro de Investigación de Política Agrícola, de la Universidad de Texas A & M (AFPC) por sus siglas en Inglés (Richardson *et al.*, 2016), con el fin de realizar análisis prospectivos de granjas agrícolas representativas y aunque esta técnica se ha empleado en México para el análisis de diversas Unidades Representativas de Producción (Sagarnaga *et al.*, 2010; Vargas *et al.*, 2015; Delgadillo-Ruíz *et al.*, 2016), no se ha utilizado para analizar la producción de tuna.

Por lo anteriormente expuesto, el propósito de este análisis es determinar la viabilidad económica y financiera de la producción de tuna, para lo cual se analizan dos unidades

Distrito Federal and Estado de México are the two main consumption centers of this fruit (Jolalpa *et al.*, 2011), which is an advantage for the production.

The tuna has been the subject of various studies, which analyzed: physicochemical composition (Teran *et al.*, 2015), development (López *et al.*, 2013) irrigation impact on the shelf life composition (Varela *et al.*, 2014) and even its marketing has been studied (Jolalpa *et al.*, 2011) and production costs (Ramírez *et al.*, 2015). The study by Ramírez *et al.* (2015), analyzes the profitability of tuna produced in the municipality of Nopaltepec, applying the matrix analysis methodology policy (MAP), based on information gathered in 2011. Callejas-Juárez *et al.* (2006) analyzed the market for nopal and tuna in the Estado de México, which included a profitability section, although this study was carried out several years ago, its results and conclusions are still valid today.

The production cost is the amount of money that must be invested in order to obtain a given product (Parkin and Loría, 2010). Despite the importance of production costs, in the planning and control of the companies, few authors analyze them and most producers do not know them. The most recent studies are focussed on rubber production costs (Vargas *et al.*, 2015), hay (Fernández *et al.*, 2013) and lime (Vera Villagrán *et al.*, 2016), cost of adopting innovations in vegetables (Almaguer *et al.*, 2012) and potatoes marketing costs (Orozco *et al.*, 2013).

The expert panels technique has been successfully used in agriculture, both for sensory evaluations (Gutiérrez and Barrera, 2015), and for other purposes (Lerdon *et al.*, 2008). In the United States, this technique has been widely used by the Research Center of Agricultural Policy, University of Texas A & M (AFPC) (Richardson *et al.*, 2016), in order to carry out prospective analyzes of representative agricultural farms and although this technique has been used in México for the analysis of various Representative Production Units (Sagarnaga *et al.*, 2010; Vargas *et al.*, 2015; Delgadillo-Ruíz *et al.*, 2016), it has not been used to analyze the tuna production.

Therefore, the aim of this research is to determine the economic and financial feasibility of tuna production, for which two representative units of production (URP) of different scale, located in the locality of San Felipe Teotitlán, Nopaltepec, Estado de México. The hypothesis is that they are viable in economic and financial terms and that the production factors invested in this activity are adequately remunerated.

representativas de producción (URP) de diferente escala, ubicadas en la localidad de San Felipe Teotitlán, Nopaltepec, Estado de México. La hipótesis es que son viables en términos económicos y financieros y que los factores de producción invertidos en esta actividad son remunerados adecuadamente.

Materiales y métodos

Se aplicó la técnica de paneles de productores (Sagarnaga *et al.*, 2014), mediante la cual se recabó información técnica y económica, de base para el análisis realizado en este trabajo. Así como, se analizaron dos URP de diferente escala, a las cuales se les llamó EMNPT04 y EMNPT25. Las cuales cuentan con 4 y 25 ha en producción, respectivamente-. El panel de la URP de menor escala (EMNPT04) se llevó a cabo en 2016, los resultados se validaron el 07 de julio. La de mayor escala (EMNPT25) se realizó 07 de julio de 2016 y se validó el 07 de julio de 2016. Para la construcción de las URP, se invitaron productores cuyas explotaciones tienen características similares, en cuanto a escala, sistema de producción y nivel tecnológico, entre otras. El año base para el cálculo de ingresos y costos fue el ciclo de producción en 2015.

En los paneles se recabó información sobre superficie bajo cultivo, fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades, uso de mano de obra, infraestructura, maquinaria y equipo requerido, costos de operación y financieros, y precio de insumos. Para estimar ingresos se recabó información sobre precios y rendimientos del producto principal, productos secundarios y de desecho, autoconsumo y apoyos gubernamentales o transferencias.

La información se integró a una base de datos en Excel® versión 2010. A partir de los parámetros técnicos y económicos se estimaron costos fijos (CF), costos variables (CV), costos económicos (CEc) y financieros (CFin) y flujo neto de efectivo (FNE). Los costos totales (CT) fueron estimados mediante la suma de CF y CV, el ingreso total (IT) se obtuvo de la cantidad de tuna vendida, multiplicada por el precio de mercado. El ingreso neto (IN) se estimó descontando al IT los CT. Los CFin incluyen CF y CV. Los CEc, además de los CF y CV, incluyen costo de oportunidad de los factores de producción. El FNE, además de CF y CV desembolsados, incluye el efectivo para abonos al crédito a largo plazo y retiros. Estos costos fueron base para calcular precios objetivos, los que comparados con el precio de venta (PV) determinan la habilidad de la URP para cubrir costos específicos de producción.

Materials and methods

The producers panels technique was applied (Sagarnaga *et al.*, 2014), in which technical and economic information was gathered as basis for the analysis in this research. As well, two URPs of different scales were analyzed, which were called EMNPT04 and EMNPT25. Which have 4 and 25 production hectares, respectively. The small-scale URP panel (EMNPT04) was conducted in 2016, results were validated on July 7. The largest scale one (EMNPT25) took place on July 7, 2016 and was validated on July 7, 2016. For the construction of the URP, producers were invited whose holdings have similar characteristics, in terms of scale, production system and technological level, among others. The base year for the calculation of revenues and costs was the production cycle of 2015.

In the panels, information was collected on area under cultivation, fertilization, control of weed, pests and diseases, labor use, infrastructure, machinery and equipment required, operating and financial costs, and inputs price. For the revenues estimating, information on prices and yields of the main product, by-products and waste, self-consumption and government support or transfers was collected.

The information gathered was integrated into a database in Microsoft Excel® version 2010. From the technical and economic parameters, fixed and financial costs (CF), variable costs (CV), economic costs (CEc) and financial (CFin) and net cash flow (FNE) were estimated. Total costs (CT) were estimated by the sum of CF and CV, total income (IT) was obtained from the amount of tuna sold, multiplied by its market price. The net income (IN) was estimated by subtracting CT from IT. CFin's include CF and CV. CEc, in addition to CF and CV, include the opportunity cost of the production factors. The FNE, in addition to CF and CV disbursed, includes the cash required for credits to the principal of long-term credits and withdrawals from the producer. These costs were the basis for calculating target prices, which compared to the selling price (PV) determine the ability of the URP to cover specific production costs.

Costs and revenues were estimated based on the methodology proposed by the labor force for the Estimate of income and product costs, from the American Association of Agricultural Economists (AAEA, 2000).

Costos e ingresos se estimaron con base en la metodología propuesta por la fuerza de trabajo para la Estimación de ingresos y costos de productos, de la Asociación Americana de Economistas Agrícolas (AAEA, 2000). Dado que los ingresos se obtienen de la venta de dos productos con precios diferentes (tuna blanca y roja), se estimó un precio de venta promedio ponderado. Esta se realizó tomando como referencia la participación de ambos productos en el volumen de producción obtenido. Estas variables fueron la base para estimar flujo de efectivo, ingresos y costos financieros (o privados), ingresos y costos económicos (o sociales), y precios objetivo. Estos últimos son aquellos que deberán obtenerse para poder cumplir con determinadas obligaciones financieras, económicas y de flujos de efectivo.

Una vez cuantificados los CE_c, CF_{in} y el FNE, se procedió a determinar los precios objetivos relevantes para las URP. Estos son los siguientes:

(P1) precio requerido para cubrir sólo costo variable unitario desembolsado (C1); (P2) precio requerido para cubrir P1 más depreciación (C2); (P3) precio requerido para cubrir P2 más mano de obra del productor y gestión empresarial (C3); (P4) precio requerido para cubrir P3 más costo de capital (C4); (P5) precio requerido para cubrir P4 más retiros del productor (C5); (P6) precio requerido para cubrir P5 más costo de oportunidad de los factores de producción (C6); (P7) precio requerido para cubrir P6 y obtener una retribución al riesgo de invertir en la actividad (C7).

La fórmula e interpretación es la siguiente: el recibir un precio igual a P1 permite al productor cubrir solamente el costo de los insumos variables desembolsados, sin incluir mano de obra (C1). Recibiendo este precio el productor es incapaz de cumplir con obligaciones de corto plazo.

$$C1 = \frac{\sum CVD_{it}}{Y} \quad 1)$$

Donde: C1= costo variable desembolsado unitario, sin incluir mano de obra; CVD_{it} = costos variables totales desembolsados, sin incluir mano de obra; Y= rendimientos obtenidos bajo el escenario más probable.

Prueba $P1 \geq C1$. Si es mayor que, la empresa será capaz de cubrir los costos variables desembolsados, sin incluir mano de obra; si es menor que, la empresa no será capaz de cubrir los costos variables desembolsados, sin incluir la mano de obra. La empresa enfrenta serios problemas de liquidez en el corto plazo, que podrían conducirla al cierre de la misma.

Since revenues are obtained from the sale of the two products with different prices (white and red tuna), a weighted average selling price was estimated. The weighting was done taking as reference the participation of both products in the volume of production obtained. These variables were the basis for estimating cash flow, income and financial (or private) costs, income and economic (or social) costs, and target prices. The latter are those that must be obtained in order to meet certain financial, economic and cash flow obligations.

Once the CE_c, CF_{in} and FNE were quantified, the relevant target prices for the URPs were determined. These are the following:

(P1) price required to cover only one unit variable cost disbursed (C1); (P2) price required to cover P1 plus depreciation (C2); (P3) price required to cover P2 plus producer labor and business management (C3); (P4) price required to cover P3 plus capital cost (C4); (P5) price required to cover P4 plus producer withdrawals (C5); (P6) price required to cover P5 plus opportunity cost of production factors (C6); (P7) price required to cover P6 and obtain remuneration for the risk of investing in the activity (C7).

The formula and interpretation is as follows: receiving a price equal to P1 allows the producer to cover only the cost of the variable inputs disbursed, excluding labor (C1). By receiving this price the producer is unable to meet short-term obligations.

$$C1 = \frac{\sum CVD_{it}}{Y} \quad 1)$$

Where: C1= variable cost per unit paid, not including labor; CVD_{it} = total variable costs paid, not including labor; Y= yields obtained under the most likely scenario.

$P1 \geq C1$ test. If it is greater than, then the company will be able to cover the variable costs disbursed, not including labor; if it is less than, the company will not be able to cover the variable costs disbursed, even without labor. The company faces serious liquidity problems in the short term, which could lead to its closure.

The prices P2 to P6 are calculated in a similar way to P1, adding the corresponding costs and dividing among the yields obtained under the most probable scenario.

Los precios P2 a P6 se calculan de manera similar al P1, agregando los costos correspondientes y dividiendo entre los rendimientos obtenidos bajo el escenario más probable.

Resultados y discusión

Los dos tipos de URP producen bajo condiciones de temporal, en terrenos de propiedad ejidal, con tecnología convencional, uso de mano de obra contratada y del productor, fertilización química y orgánica. La cosecha se realiza cinco meses al año, junio-octubre. El 80% de la producción es tuna blanca y 20% tuna roja. Para la EMPT04, los rendimientos totales son de 20.4 por hectárea; en tanto que la EMNPT25, obtiene 22.4 toneladas por hectárea. La URP de mayor escala recibe un precio más alto por la tuna de color rojo. Ambas URP venden a intermediarios, que distribuyen en mercados locales (pequeña escala) y a otros estados (mayor escala).

Con relación a los rendimientos Callejas-Juárez *et al.* (2006), dice que estos son variables y se relacionan con el bajo nivel tecnológico, restricciones climáticas, manejo agronómico e incidencia de plagas y enfermedades, respecto a la estacionalidad este mismo autor encontró que la época de cosecha mayo a octubre coincide con bajos precios en el mercado (Callejas-Juárez *et al.*, 2006).

Análisis financiero

La única fuente de ingreso es la venta de nopal tuna, no cosechan nopal verdura, ni se vende desecho o rastrojo. No es representativo que las URP analizadas reciban apoyos gubernamentales.

La URP de mayor escala tiene mayor poder de negociación, lo que le permite recibir precios diferenciados, y si bien también venden a intermediarios, éstos tienen como destino final estados del interior de la República. La URP de menor escala vende toda la producción al mismo precio.

La comercialización es un elemento fundamental en la rentabilidad de la producción, debido a los diferentes problemas al momento de vender, que los ubican como tomadores de precios (Ramírez *et al.*, 2015). Autores como Jolalpa *et al.* (2011) mencionan que los problemas de comercialización de tuna, es la existencia de una fuerte intermediación a la venta.

Results and discussion

The two types of URP produce under rainfed conditions, on ejido-owned land, with conventional technology, use of hired and producer labor, chemical and organic fertilization. The harvest is done five months a year, June-October. 80% of the production is white tuna and 20% red tuna. For EMPT04, the total yields are 20.4 per hectare; while the EMNPT25, obtained 22.4 tons per hectare. The larger scale URP receives a higher price for the red tuna. Both URP sell to intermediaries, which distribute in local markets (small scale) and other states (larger scale).

Regarding yields Callejas-Juárez *et al.* (2006), says that these are variables and are related to the low technological level, climatic restrictions, agronomic management and pests and diseases incidence, with regard to seasonality, the same author found that the harvest season from May to October coincides with low market prices (Callejas-Juárez *et al.*, 2006).

Financial analysis

The only income source is the tuna sale, nopal is not harvested, no waste or stubble is sold. It is not representative that the analyzed URPs receive government support.

The larger-scale URP has greater bargaining power, which allows it to receive differentiated prices, and although they also sell to intermediaries, they have as final destination other states in the Republic. The smaller scale URP sells all the production at the same price.

Marketing is a key element in the profitability of tuna production, due to the different problems they face when selling that place them as price takers (Ramírez *et al.*, 2015). Authors like Jolalpa *et al.* (2011) mention that among the commercialization problems of tuna, there is a strong intermediation in the sale.

The most important cost concepts are: labor, fertilizers, fuels and lubricants. The contracted labor is the concept of greater weight, because the harvest is done manually and must be done carefully in order to not to damage the plant and fruits and so that the worker is not injured with thorns. Regarding the efficiency in the use of labor, differences are detected, since for the management of 25 hectares ten

Los conceptos de costos más importantes son: mano de obra, fertilizantes, combustibles y lubricantes. La mano de obra contratada, es el concepto de mayor peso, debido que la cosecha se realiza de forma manual y de manera cuidadosa para no dañar la planta y frutas y para que el trabajador no se lesione con las espinas. Respecto a la eficiencia en el uso de mano de obra, se detectan diferencias, ya que para el manejo de 25 ha se contratan diez trabajadores y para 4 ha se contratan seis. Los productores no pudieron atribuir esta diferencia a una actividad en particular (Cuadro 1).

workers are hired and for four hectares six are hired. The producers could not attribute this difference to a particular activity (Table 1).

The weight of the fertilizers, in the totals, is 25.3 and 31.6%, for EMNPT04 and EMNPT25, respectively. These differences are due to the fact that in the smaller scale URP a greater proportion of organic fertilizer is used, whereas EMNPT25 uses more industrial fertilizers as well as more fumigants.

Cuadro 1. Presupuesto financiero (pesos totales por URP).

Table 1. Financial budget (total pesos per URP).

Concepto/URP	EMNPT04	(%)	EMNPT25	(%)
Ingresos				
Tuna	310 641		2 528 058	
Transferencias	-		-	
Ingreso total	310 641		2 528 058	
Costos variables				
Fertilizantes	54 600	25.3	166 100	17.4
Combustibles y lubricantes	49 730	23	298 312	31.6
Herramientas	3 940	1.8	20 900	2.2
Mantenimiento y reparaciones	3 700	1.7	23 900	2.5
Mano de obra contratada	69 600	32.07	327 200	34.6
Otros costos variables	-	-	14 740	1.6
Total costos variables	181 570	84.1	849 552	90
Costos fijos				
Depreciación	20 901	9.69	59 637	6.3
Pago de servicios	7 200	3.34	8 550	0.9
Otros costos fijos	6 040	2.78	26 650	2.8
Total costos fijos	34 140	15.8	94 837	10
Costo total	215 710	100	944 389	100
Ingreso neto	94 931		1 583 670	

Fuente: elaborado a partir de información de campo (2016).

El peso de los fertilizantes, en los totales, es 25.3 y 31.6%, para EMNPT04 y EMNPT25, respectivamente. Estas diferencias se deben a que en la URP de menor escala se utiliza una mayor proporción de abono orgánico, en tanto que EMNPT25 utiliza más fertilizantes industriales así como más fumigantes. Estos resultados coinciden con los encontrados en estudios realizados en esta misma zona, en los cuales se encontró que en la estructura de costos, la

These results coincide with those found in studies conducted in this same area, where it was found that in the cost structure, labor is the most important concept, weighing 29.5% to 34.5%, followed by fertilizers, with a weight of 19.1 to 22.3%. The concept of fuels and lubricants is not broken down, but could be encompassed in the cost of various materials, having a weight of 28.1 to 32.8 percent (Ramírez *et al.*, 2015).

mano de obra es el concepto más importante, con un peso de 29.5 a 34.5%, seguida por los fertilizantes, con un peso de 19.1 a 22.3%. No se desglosa el concepto de combustibles y lubricantes, pero podría estar englobado en el costo de materiales diversos, los que tienen un peso de 28.1 a 32.8 por ciento (Ramírez *et al.*, 2015).

La URP EMNPT04 tiene una mayor inversión en activos fijos. Debido a un mayor requerimiento de infraestructura productiva, y cajas de plástico empleadas en la cosecha. Lo cual genera CF unitarios más altos por concepto de depreciación. Se observan fallas en uso eficiente de la infraestructura productiva, ya que la desespinaadora empleada en EMNPT04, tiene las mismas características y capacidad (550 t) que la de EMPT25, y se usa para desespinar solamente 80 t. Lo que repercute negativamente en el costo de producción unitario. Los cuales podrían ser reducidos empleando infraestructura productiva adecuada a la URP.

La URP de menor escala requiere hacer uso más eficiente de los recursos productivos, ya que la mano de obra empleada y la maquinaria con la que cuenta podría trabajar una mayor superficie de terreno, lo que reduciría los costos unitarios.

En la EMNPT04 el costo de producción del kilogramo de tuna es 35% mayor al observado en EMNPT25, 2.64 y 1.72 pesos, respectivamente. Si bien, ambos son menores a los precios de venta estimados en 3.8 y 4.36 pesos, respectivamente.

Lo cual confirma los resultados de Jolalpa *et al.* (2011), quienes encontraron que la producción de tuna genera un margen absoluto positivo para los productores. También coincide con los resultados obtenidos por Callejas-Juárez *et al.* (2006) quienes dicen que por cada peso invertido en tuna se obtienen 3.16 pesos.

En ambas URP los ingresos superan a los costos, lo que hace posible la capitalización de la empresa y la recuperación de los medios de producción, permitiendo que instalaciones, maquinaria y equipo sean reemplazados al concluir su vida útil y garantiza la permanencia de las URP en el mediano plazo.

Un factor importante en la viabilidad de las URP es la diferencia en rendimientos. Los rendimientos que obtiene EMNPT25 son mayores a los obtenidos por EMNPT04, por aproximadamente 1.6 t ha⁻¹. El precio de venta es factor determinante, así EMNPT25 recibe 0.56 pesos más por kilogramo que EMNPT04. La diferencia se explica por el

The URP EMNPT04 has a greater investment in fixed assets. Due to a greater requirement of productive infrastructure, and plastic boxes used in the harvest. This generates higher CF unit costs for depreciation concept. Failures are observed in the efficient use of the productive infrastructure, since the de-thorn used in EMNPT04, has the same characteristics and capacity (550 t) that the EMPT25, and is used to de-thorn only 80 t. This has a negative impact on the unit production cost. These could be reduced by using adequate productive infrastructure to the URP.

The smaller scale URP requires a more efficient use of productive resources, since with the labor it employs and the machinery they have could work with a greater surface area, which would reduce the unit costs.

At the EMNPT04, the production cost of the kilo of tuna is 35% higher than that observed in the EMNPT25, 2.64 and 1.72 pesos, respectively. Although both are significantly lower than the sale prices estimated at 3.8 and 4.36 pesos, respectively.

This confirms the results of Jolalpa *et al.* (2011), who found that tuna production generates a positive absolute margin for producers. Also it coincides with the results obtained by Callejas-Juárez *et al.* (2006) who say that for each peso invested in tuna 3.16 pesos are obtained.

In both URP, revenues exceed costs, which makes it possible to capitalize the company and recover the means of production, allowing installations, machinery and equipment to be replaced at the end of their useful life, which guarantees the permanence of the URP in the medium term.

An important factor in the viability of URPs is the difference in yields. The yields obtained by EMNPT25 are higher than those obtained by EMNPT04, for approximately 1.6 t ha⁻¹. The selling price is another determining factor, thus EMNPT25 receives 0.56 pesos more per kilogram than EMNPT04. The difference is explained by the market in which the product is placed, which is reflected in a better price for the producer. Another important difference is that EMNPT04 sells the white and red tuna at the same price, while EMNPT25 receives a differentiated payment for color. These factors are combined so that EMNPT25 receives a higher IT.

mercado en el que se coloca el producto, que se refleja en un mejor precio para el productor. Otra diferencia determinante es que EMNPT04 vende la tuna blanca y roja al mismo precio, en tanto que EMNPT25 recibe un pago diferenciado por color. Estos factores se combinan para que EMNPT25 reciba un IT mayor.

Análisis económico

Dado que en esta URP no se reciben transferencias, y el autoconsumo es irrelevante, los IT obtenidos son los mismos que se obtienen en términos financieros. Para estimar el costo de los factores de producción, se recabó la información requerida para estimar el costo de oportunidad de la mano de obra del productor de la tierra y del capital.

Para el costo de oportunidad de la mano de obra, se consideró el tiempo que el productor invierte en actividades relacionadas con la producción y se cotizó al precio de un jornal en la zona. Las actividades gerenciales, se valoraron considerando el tiempo que el productor invierte en planear, organizar, dirigir y contralar la URP, actividades necesarias para el desarrollo de la misma y se cotizó tomando como referencia el costo de un jornal especializado (tractorista).

Para el costo del capital fijo se consideró la cantidad de dinero invertida en construcciones, instalaciones, maquinaria, equipo y plantación, y se incluyó el costo de la tierra. Para el capital de trabajo, se incluyeron todos los gastos necesarios para cubrir los costos variables (insumos, mano de obra, operación, entre otros). El monto resultante y considerando que la URP no trabaja con créditos de corto plazo, fue multiplicado por una tasa de interés de 8 por ciento.

El costo de oportunidad de los factores de producción incrementa los costos en aproximadamente 30%. Lo cual coincide con los resultados de Ramírez *et al.* (2015) quien encontró que los factores internos tiene un peso importante en la estructura de costos de producción de tuna.

Al estimar el IN en términos económicos, se encontró que EMNPT04 presenta pérdidas, no así EMNPT25, el cual es viable en términos económicos (Cuadro 2).

El costo económico, que incluye el costo de oportunidad de la tierra, mano de obra y capital es cubierto solamente en la URP de mayor escala, indicando que los recursos empleados están invertidos correctamente, y no hay presión para dedicarlos a actividades alternativas. Este factor más que garantiza la

Economic analysis

Given that in this URP no transfers are received, and self-consumption is irrelevant, the IT obtained are the same as those obtained in financial terms. In order to estimate the cost of production factors, the information required to estimate the opportunity cost of labor for the producer and capital was collected.

For the opportunity cost of labor, the time that the producer invested in production-related activities was considered and quoted at the rate of a laborer in the area. Management activities were valued considering the time the producer invests in planning, organizing, directing and controlling the URP, which are necessary activities for its development and it was quoted based on the cost of a specialized laborer (tractor driver).

For the cost of fixed capital, the amount of money invested in constructions, facilities, machinery, equipment and planting was considered, and the cost of land was included. For the working capital, all expenses necessary to cover variable costs (inputs, labor, operation, among others) were included. The resulting amount and considering that the URP does not work with short-term loans, was multiplied by an interest rate of 8 percent.

The opportunity cost of the production factors increases costs by approximately 30%. Which coincides with the results of Ramírez *et al.* (2015) who found that internal factors play a significant role in the cost structure of tuna production.

When estimating IN in economic terms, it was found that EMNPT04 shows losses, but not EMNPT25, which is economically viable (Table 2).

The economic cost, which includes the opportunity cost of land, labor and capital, is covered only in the larger scale URP, indicating that the resources employed are invested correctly, and there is no pressure to devote them to alternative activities. This is another factor that guarantees the permanence of this URP in the long term. Not so in the smaller scale URP, where the production factors could have a more efficient use in another more profitable productive activity; which risks its permanence in time. About it Delgadillo-Ruiz *et al.* (2016) say that the URPs that fail to cover their economic costs tend to disappear if production technologies, evaluated market conditions, or the amount of the transfers they receive are not modified.

permanencia de esta URP en el largo plazo. No así en la URP de menor escala, donde los factores de producción podrían tener un uso más eficiente en otra actividad productiva más rentable; lo que arriesga su permanencia en el tiempo. Al respecto Delgadillo-Ruiz *et al.* (2016) dicen que las URP que no alcanzan a cubrir sus costos económicos tienden a desaparecer si no se modifican las tecnologías de producción, las condiciones de mercado evaluadas o se incrementa el monto de las transferencias que reciben.

Flujo neto de efectivo (FNE)

En términos de FNE, el IT es el mismo que se obtiene en términos financieros. Los costos totales son inferiores a los obtenidos en el análisis financiero, ya que en este caso no se incluye la depreciación. Los panelistas dijeron no contar con créditos de largo plazo, por lo que no hay necesidades de efectivo para cubrir amortizaciones. Lo cual es consistente con lo encontrado en otros estudios, en los cuales, entre los problemas de la producción de tuna, que inciden en una menor rentabilidad, se menciona la falta de financiamiento (Ramírez *et al.*, 2015).

El FNE que reciben ambas URP es positivo. Indicando la existencia de liquidez, lo que permite a los productores hacer retiros de dinero para cubrir necesidades personales y de su familia. Lo anterior hace innecesaria la búsqueda de actividades alternativas para complementar el ingreso, permitiendo al productor hacer un mejor manejo de la plantación y realizar actividades gerenciales que favorezcan el desarrollo de la URP.

Precios objetivo

El precio que recibe EMNPT04 le permite cubrir la totalidad de CF, CV, mano de obra familiar y gestión empresarial y parcialmente el costo de capital. El precio que debería recibir esta URP para cubrir costos de producción y remunerar adecuadamente los factores de producción es de 3.92 el kilogramo. Por el contrario, el precio de venta promedio ponderado que recibe EMNPT25 le permite cubrir todos los factores de producción e inclusive le permite obtener una remuneración al riesgo superior a 20% (Cuadro 3).

Estos resultados ponen en evidencia que la URP de mayor escala es viable, tanto en el mediano, como en largo plazo; mientras que la URP de menor escala es viable solamente en el mediano plazo, dado que los factores de producción podrían tener usos alternativos en cultivos más rentables.

Cuadro 2. Costos de producción económicos, financieros y flujo neto de efectivo (pesos por URP).

Table 2. Economic, financial and net cash flow production costs (pesos per URP).

URP/Tipo de análisis	Económico	Financiero	FNE
EMNPT04			
Costo total	320 089	215 710	194 810
Ingreso total	310 642	310 642	310 642
Ingreso neto	-9 447	95 932	115 832
EMNPT25			
Costo total	1 302 526	944 389	884 752
Ingreso total	2 528 059	2 528 059	2 528 059
Ingreso neto	1 225 533	1 583 670	1 643 307

Fuente: elaborado con información de campo (2016).

Net cash flow (FNE)

In terms of FNE, IT is the same as that obtained in financial terms. The total costs are lower than those obtained in the financial analysis, since in this case the depreciation is not included. Panelists said they did not have long-term credits, so there are no cash needs to cover amortizations. Which is consistent with findings in other studies, in which, among the problems of tuna production, affecting a lower profitability, lack of funding (Ramírez *et al.*, 2015) is mentioned.

The FNE receiving by both URPs is positive. Indicating the existence of liquidity, which allows producers to withdraw money to meet personal and family needs. This makes unnecessary the search for alternative activities to complement the income, allowing the producer to make a better management of the plantation and to carry out managerial activities that favor the development of the URP.

Target prices

The price received by EMNPT04 allows them to cover all the CF, CV, family labor and business management and partially the capital cost. The price that this URP should receive to cover production costs and adequately remunerate the production factors is 3.92 a kilogram. On the contrary, the weighted average selling price that EMNPT25 receives allows it to cover all the production factors and even allows it to obtain a risk remuneration higher than 20% (Table 3).

Conclusiones

Bajo las condiciones económicas y tecnológicas en las cuales se desarrolló este análisis, la producción de tuna es viable en términos financieros. Lo cual indica que esta actividad permanecerá en el mediano plazo. En términos económicos solamente es viable la URP de 25 hectáreas, que obtiene mayores rendimientos, vende la tuna a precios diferenciados por color, recibe un mejor precio de intermediarios regionales, y hace un uso más eficiente de la infraestructura productiva y de la mano de obra. Lo anterior le permite también hacer un uso más eficiente de los factores de producción, que bajo las condiciones actuales, no tienen usos alternativos más rentables.

Por el contrario los productores de la URP de menor escala, al no recibir remuneración adecuada a la mano de obra familiar, tierra y capital invertidos, tampoco recibir remuneración al riesgo, podrían cambiar a otros cultivo en el momento en que surjan cultivos más rentables. Para este tipo de URP se hace necesario buscar alternativas de venta que: mejoren el precio que actualmente reciben, incrementen los rendimientos obtenidos y disminuyan costos de producción.

El análisis presentado en este documento se realizó a partir de información proporcionada por los productores, los resultados fueron revisados y validados por ellos mismos, por lo cual se considera que son indicativos de la situación económica y financiera de los productores de características similares, ubicados en las regiones en estudio. Esta información puede ser utilizada en apoyo a la toma de decisiones, tanto del productor, como de los encargados del diseño de políticas sectoriales.

Literatura citada

- AAEA (Task Force on Commodity Costs and Returns). 2000. Commodity costs and returns estimation handbook. A Report of the AAEA Task. 545 p.
- Almaguer, V. G.; Ayala, G. A. V.; Schwentesius, R. R. y Sangerman, J. D. M. 2012. Rentabilidad de hortalizas en el Distrito Federal, México. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 3(4):643654.
- Callejas-Juárez, N.; Matus-Gardea, J. A.; García-Salazar, J. A.; Martínez Dámian, M. A. y Salas, González, J. M. 2006. Situación actual y perspectivas de mercado para la tuna, el nopalito y derivados en el Estado de México. *Agrociencia.* 43(1): 73-82.

**Cuadro 3. Precios objetivo (pesos por kilogramo).
Table 3. Target prices (pesos per kilogram).**

Precios requeridos para:	EMNPT04	EMNPT25
P1. Cubrir CV desembolsados (no debe producirse si el precio de mercado es inferior)	2.23	1.54
P2. Cubrir P1 más depreciación	2.64	1.72
P3. Cubrir P2 más mano de obra familiar y gestión empresarial.	2.69	1.73
P4. Cubrir P3 más costo de capital	2.87	1.86
P5. Cubrir P4 más retiros del productor	3.82	1.89
P6. Cubrir P5 más costos de oportunidad de los factores de producción	3.92	2.37
P7. Cubrir P6 más 20% de retorno al riesgo	4.71	2.84
Precio promedio ponderado de venta	3.8	4.36

Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo (2016).

These results show that the larger scale URP is feasible, both in the medium and in the long term; while the smaller scale URP is viable only in the medium term, since the factors of production could have alternative uses in more profitable crops.

Conclusions

Under the economic and technological conditions in which this analysis was developed, the production of tuna is financially viable. This indicates that this activity will remain in the medium term. In economic terms, it is only viable the 25-hectare URP, which obtains higher yields, sells the tuna at differentiated prices by color, receives a better price from regional intermediaries, and makes a more efficient use of productive infrastructure and labor. This also allows a more efficient use of production factors, which under current conditions, have no more profitable alternative uses.

On the contrary, small-scale producers of the URP, by not receiving adequate remuneration for family labor, land and capital invested, nor receiving risk remuneration could

- Delgadillo-Ruiz, O.; Leos-Rodríguez, J. A.; Valdez-Cepeda, R. D.; Ramírez-Moreno, P. P. y Salas-González, J. M. 2016. Análisis de la viabilidad de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) En el corto y largo plazo en Zacatecas, México. *Agroproductividad*. 9(5):16-21.
- Fernández, M. A. E.; Stuart, M. R.; Chongo, B. y Martín, M. P. C. 2013. Evaluación del valor nutritivo y los costos de producción del heno en pie y del ensilaje de sorgos nervadura marrón o BMR (Brown Middle Rib). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 47(2):159-163.
- Gutiérrez, G. N. y Barrera, B. O. M. 2015. Selección y entrenamiento de un panel en análisis sensorial de café *Coffea arabica* L. *Rev. Cienc. Agríc.* 32(2):77-87.
- Jolalpa, B. J. L.; Aguilar, Z. A.; Ortiz, B. O. y García, L. L. 2011. Producción y comercialización de tuna en fresco bajo diferentes modalidades en Hidalgo, México. *Rev. Mex. Agron.* 28(1):605-614.
- Lerdon, J.; Báez, A. y Azócar, G. 2008. Relación entre variables sociales, productivas y económicas en 16 predios campesinos lecheros de la provincia de Valdivia, Chile. *Archivos Medicos Veterinarios*. 40 (2):179-185.
- López, C. C. J.; Malpica, V. A.; Lopez, C. J.; García, P. E. y Sol, S. A. 2013. Crecimiento de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. en la zona central de Veracruz. *Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp.* Núm. 5. 1005-1014.
- Méndez, G. S. J. y García, H. J. 2006. La tuna: producción y diversidad. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). *Biodiversitas*. 68 p.
- Monke, E. A. and Pearson, S. R. 1989. *The policy analysis for agricultural development*. Ithaca and London: Cornell University Press. 84-163 pp.
- Moreno Alvarez, M. J.; Medina, C.; Antón, L.; García, D. y Belén Camacho, D. R. 2003. Uso de pulpa de tuna (*Opuntia boldinghii*) en la elaboración de bebidas cítricas pigmentadas. *Interciencia*. 28(9):539-543.
- Parkin, M. y Loría, E. 2010. *Microeconomía. Versión para Latinoamérica*. 9a (Ed.). Pearson. 251-265 pp.
- Ramírez, A. O.; Figuero, H. E. y Espinosa, T. L. E. 2015. Análisis de rentabilidad de la tuna en los municipios de Nopaltepec y Axapusco, Edo. de México. *Rev. Mex. Agron.* 19(36):1199-1210.
- Richardson, J. W.; Outlaw, J. L.; Knapek, G. M.; Raultson, J. M., Herbst, B. K.; Anderson, D. P. and Klose, S. L. 2016. Representative farms economic outlook for the January FAPRI/AFPC Baseline. Briefing Paper 16-1. Agricultural and Food Policy Center. Texas A & M University. 18 p.
- Sagarnaga, V. L. M.; Salas, G. J. M.; Mendoza, A.; Kú, V.; Delgado, J. L.; Díaz, F. R.; Trujillo, J. D.; Díaz, T.; Martínez, R.; Gutiérrez, N.; Lozano, E.; López, J. C.; Robles, L.; González, R. F.; Cigales, M. R.; Barrera, G.; Miranda, M. A.; Magaña, J. E.; González, J.; Montoya, G.; León, N. S.; García, L. R. y Covarrubias, I. 2010. Unidades representativas de producción agrícola. *Panorama Económico 2008-2018*. (UACH)-SAGARPA. 208 p.

change crops when more profitable crops emerge. For this type of URP it is necessary to look for alternative sales that: improve the price they currently receive, increase the yields obtained and reduce production costs.

The analysis shown in this document was based on information provided by the producers, the results were reviewed and validated by them, and are therefore considered indicative of the economic and financial situation of producers of similar characteristics, located in the regions under study. This information can be used in support of decision-making, both by the producer and by the sector policy makers.

End of the English version



- Sagarnaga, V. L. M.; Salas, G. J. M. y Aguilar, Á. J. 2014. Ingresos y costos de producción. 2013. Unidades representativas de producción. Trópico Húmedo y Mesa Central. Paneles de productores. Universidad Autónoma Chapingo (UACH)-CIESTAAM. 334 p.
- Orozco, S. C.; Valdivia, A. R.; Portillo, V. M.; Del Valle, S. M.; Gómez, C. M. y Orozco, C. J. 2013. Información de mercados y rentabilidad en papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Valle de Serdán, Puebla, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 4(1): 103-114.
- Teran, Y.; Navas, D.; Petit, D.; Garrido, E. y D' Aubeterre, R. 2015. Análisis de las características físico-químicas del fruto de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, cosechados en Lara, Venezuela. *Rev. Iberoam. Tecnol. Postcosecha*. 16(1):69-74.
- Varela, G. Y.; Caldera, A. A. K.; Zegbe, J. A.; Serna, P. A. y Mena, C. J. 2014. El riego en nopal influye en el almacenamiento y acondicionamiento de la tuna. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 5(8):1377-1390.
- Vargas, C. J. M.; Palacios, R. M. I.; Acevedo, P. A. I. y Leos, R. J. A. 2015. Análisis de la rentabilidad en la producción de hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) en Oaxaca México. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. Fores. Amb.* 22(1):45-58.
- Vera-Villagrán, E.; Sagarnaga-Villegas, L. M.; Salas-González, J. M.; Leos-Rodríguez, J. A.; De Miranda, S. H. G. and Adami, A. C. D. O. 2016. Economic impact analysis for combating HLB in key lime citrus groves in Colima, Mexico, assuming the Brazilian approach. *Custos e Agronegócio*. 12(4): 344-363.