



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS AGRÍCOLAS**

CAMPUS – MONTECILLO

**POSGRADO EN SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E
INFORMÁTICA - ECONOMÍA**

**GENERACIÓN DE 3 MEDIDAS DE GANANCIA PARA LA
PRODUCCIÓN DE AGAVE TEQUILANA WEBER EN LA
REGIÓN DE AMATITÁN, JALISCO.**

ANA LETICIA CONTRERAS CRUZ

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE:**

MAESTRA EN CIENCIAS

Texcoco, Montecillo, Estado de México

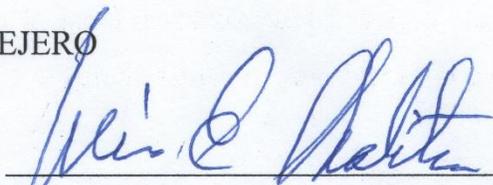
2017

La presente tesis titulada : **GENERACIÓN DE 3 MEDIDAS DE GANANCIA PARA LA PRODUCCIÓN DE AGAVE TEQUILANA WEBER EN LA REGIÓN DE AMATITÁN, JALISCO** fue realizada por la alumna **ANA LETICIA CONTRERAS CRUZ**. Bajo la dirección del Consejo Particular indicado, y que ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

**MAESTRA EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – ECONOMÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



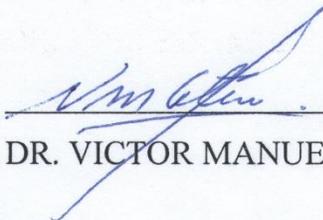
DR. LUIS EDUARDO CHALITA TOVAR

ASESOR



DR. DANIEL BARRERA ISLAS

ASESOR



DR. VÍCTOR MANUEL CETINA ALCALÁ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, 2017.

GENERACIÓN DE 3 MEDIDAS DE GANANCIA PARA LA PRODUCCIÓN DE AGAVE *TEQUILANA WEBER* EN LA REGIÓN DE AMATITÁN, JALISCO.

Ana Leticia Contreras Cruz, M en C.

Colegio de Postgraduados

RESUMEN

La evaluación económica de los sistemas agropecuarios a nivel productor en México, es por hoy un tema pendiente para algunos sectores. Conocer la base de la estructura de costos que definen los parámetros de rentabilidad resulta desconocido para muchos de los productores agrícolas mexicanos, esto como una consecuencia a la naturaleza propia de los sistemas o por la falta de cultura administrativa que caracteriza a una gran parte de la población. En esta investigación se hace uso del método del presupuesto, clasificación de costos y punto de equilibrio para conocer el nivel de rentabilidad por hectárea en el sistema productivo de agave en Amatitán, Jalisco. Además de realizar un análisis histórico de las estadísticas productivas y de mercado del sistema agave a través del tiempo, con el fin de entender la situación actual del sector. Se realizó revisión bibliográfica y observación directa en campo de las dinámicas del manejo de los recursos naturales dentro del sistema, con el fin de identificar y describir de modo general el costo ecológico en el que se ha tenido que irrumpir ante un auge económico del cultivo como principal insumo de la industria tequilera. Resultando que el sistema productivo agave es rentable, aun por arriba del principal cultivo básico de la zona – maíz grano –. Siendo un cultivo de largo plazo dificulta el seguimiento de los verdaderos costos totales a través del tiempo, además de enfrentar a una situación de alta incidencia de plagas y enfermedades que impactan directamente sobre los ingresos, costos y ganancias al productor, sumando la perturbación ecológica que sufren las zonas por el cambio de uso de suelo por la transición a ser un monocultivo en la zona, los altos grados de erosión y alta demanda de agua para su desarrollo.

Palabras clave: agave, ingresos, costos, rentabilidad.

GENERATION OF 3 MEASURES OF GAIN FOR THE PRODUCTION OF AGAVE TEQUILANA WEBER IN THE REGION OF AMATITAN, JALISCO.

Ana Leticia Contreras Cruz, M en C.

Colegio de Postgraduados

ABSTRACT

The economic evaluation of agricultural systems at the producer level in Mexico is, for the time being, a pending issue for some sectors. Knowing the basis of the cost structure that defines the parameters of profitability is unknown for many Mexican agricultural producers, because of the nature of the systems or the lack of administrative culture that characterizes a large part of the population. This research uses the budget method, cost classification and break - even point to know the level of profitability per hectare in the agave production system in Amatitan, Jalisco. In addition, to performing a historical analysis of the production and market statistics of the agave system over time, in order to understand the current situation of the sector. A bibliographical review and direct observation in the field of the dynamics of the management of the natural resources within the system was carried out, in order to identify and describe in a general way the ecological cost in which it has had to break in the face of an economic boom of the crop as Main input of the tequila industry. As a result, the agave production system is profitable, even above the main basic crop of the area - corn grain. As a long-term crop it makes it difficult to track the true total costs over time, as well as to face a situation of high incidence of pests and diseases that directly affect the income, costs and profits to the producer, adding the ecological disturbance that areas suffer from the change in land use due to the transition to a monoculture in the area, high erosion rates and high water demand for their development.

Keywords: agave, income, costs, profitability.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Para todas aquellas personas que forman y formaron parte de mi vida ...

Mil gracias por todo.

Gracias al CONACYT por el apoyo económico y a todos los doctores del Colegio de Postgraduados que aportaron a mi trabajo y formación académica.

GENERACIÓN DE 3 MEDIDAS DE GANANCIA PARA LA PRODUCCIÓN DE AGAVE *TEQUILANA WEBER* EN LA REGIÓN DE AMATITÁN, JALISCO.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 El cultivo de agave.....	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Clasificación del Agave <i>tequilana Weber</i>	2
1.1.3 Características de la planta del Agave	2
1.1.4 Condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo de agave	3
1.1.5 Características del manejo del cultivo del Agave <i>tequilana Weber</i>	4
1.2 Planteamiento del problema.....	6
1.2 Justificación	7
1.4 Hipótesis	7
1.5 Objetivos	8
2. MARCO DE REFERENCIA.....	9
2.1 Zona con Denominación de Origen del Tequila (DOT).....	9
2.2 Situación económico - productiva del cultivo de Agave en México	10
2.3 Situación del Agave <i>tequilana Weber</i> en el Estado de Jalisco.....	15
2.4 Situación del Agave en el Municipio de Amatitán, Jalisco.....	23
2.5 Situación del cultivo de Agave en la producción de Tequila	25
3. MARCO TEORICO	29
4. METODOLOGÍA	33
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	39
6. DESARROLLO.....	43
7. IMPACTOS DEL CULTIVO DE AGAVE	58
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA.....	76

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Variables climáticas e intervalos que determina las condiciones para la producción de planta de <i>Agave tequilana Weber</i>	3
Cuadro 2. Labores agrícolas mecanizadas (me) y manuales (m) de la Región de Valles y su forma de realización: convencional (c) o propia (p).....	5
Cuadro 3. Coeficiente técnico insumo-producto por tipo de tequila	26
Cuadro 4. Clasificación de las tequileras en la zona DOT en el año 2014	27
Cuadro 5. Vegetación y uso del suelo en el municipio de Amatitán, Jalisco	41
Cuadro 6. Distribución territorial y valor económico de los cultivos agrícolas en el municipio de Amatitán, Jalisco en el año 2015	42
Cuadro 7. Base de actualización de costos para el periodo 2008-2015 con año base 2015.....	44
Cuadro 8. Estructura de actividades y costos de producción para 1 hectárea de <i>Agave tequilana Weber</i> en el municipio de Amatitán, Jalisco	46
Cuadro 9. Resumen de costos y costo total de <i>Agave tequilana Weber</i> en Amatitán, Jalisco.	50
Cuadro 10. Costos fijos y variables del <i>Agave tequilana Weber</i> en Amatitán, Jalisco	51
Cuadro 11. Paquete tecnológico y costos del sistema productivo maíz grano en la Región Valles del Estado de Jalisco.	54
Cuadro 12. Costo Total actualizado de la producción de 1 hectárea de maíz grano en la Región Valles del Estado de Jalisco	55
Cuadro 13. Ingreso por hectárea de la producción de maíz grano en Amatitán, Jalisco para el periodo 2008-2015.	55
Cuadro 14. Ganancia por hectárea de la producción de maíz grano en Amatitán, Jalisco para el periodo 2008-2015.	56
Cuadro 15. Comparación de la ganancia por hectárea de maíz grano VS agave	56
Cuadro 16. Clasificación por personal ocupado de las 158 empresas tequileras en Jalisco.....	60
Cuadro 17. Clasificación por personal ocupado de las nueve empresas tequileras en el municipio de Amatitán, Jalisco.	61
Cuadro 18. Requerimiento hídrico para la producción de una planta de agave	66
Cuadro 19. Principales plagas y enfermedades que se registran en el cultivo de <i>Agave tequilana Weber</i> en la zona DOT.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Zona con Denominación de Origen del Tequila (DOT) en México	9
Figura 2. Superficie plantada de agave en México para el periodo 1982-2015	12
Figura 3. Producción de Agave en México para el periodo 1982-2015.....	13
Figura 4. Precio Medio Rural (PMR) por kilogramo de agave en México para el periodo 1982-2015	14
Figura 5. Superficie plantada de Agave en el Estado de Jalisco para el periodo 1986-2015	17
Figura 6. Producción de Agave en el estado de Jalisco para el periodo 1986-2015.....	18
Figura 7. Precio Medio Rural por kilogramo (PMR) del agave en el Estado de Jalisco para el periodo 1986-2015.....	19
Figura 8. Peso promedio de la piña de agave en Jalisco para el periodo 1986-2015.....	20
Figura 9. Distribución espacial y superficie (ha) correspondiente a las áreas óptimas, subóptimas y marginales para el cultivo de Agave <i>tequilana</i> en el estado de Jalisco.....	22
Figura 10. Superficie plantada de Agave en Amatitán, Jalisco para el periodo 2003-2015.	23
Figura 11. Producción de Agave en Amatitán, Jalisco para el periodo 2003-2015.....	24
Figura 12. Peso promedio de la piña de agave en Amatitán para el periodo 2003-2015	25
Figura 13. Consumo de agave para la producción de tequila en la Zona DOT (1995-2016)	26
Figura 14. Producción de Tequila en la Zona DOT para el periodo 1995-2016	27
Figura 15. Volumen de producción VS exportación de tequila mexicano (1995-2016)	28
Figura 16. Representación gráfica de los costos en un sistema productivo	30
Figura 17. Ubicación del municipio de Amatitán en la Región Valles del Estado de Jalisco.....	39
Figura 18. Curvas de nivel del municipio de Amatitán, Jalisco (msnm).....	40
Figura 19. Uso del suelo en el municipio de Amatitán, Jalisco.	41
Figura 20. Ubicación de la industria tequilera en el estado de Jalisco	60
Figura 21. Vegetación y Uso del suelo en el municipio de Amatitán, Jalisco.....	65
Figura 22. Consumo de agua para la producción de tequila en la zona DOT y Jalisco	68

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El cultivo de agave

1.1.1 Antecedentes

El maíz (*Zea mays*), el Agave (*Agave spp.*), y *Opuntia* (nopal) son las plantas cultivadas más antiguas de México (Reynolds, Stephen; Arias Jimenez , Enrique, 2003). Desde la primera mitad del siglo XVIII y hasta el Porfiriato hubo 3 productos derivados del agave con sus sistemas sociales y económicos muy reconocidos: el henequén para fibras, mezcal y el pulque. El henequén (*Agave fourcroydes*) era un producto de exportación en 1813 en el estado de Yucatán; mientras en Jalisco se construía La Rojeña (destilería de tequila), y en el centro de México se consumía pulque de las variedades *salmiana* y *mapisaga*.

En el año 1695, Pedro Sánchez de Tagle introdujo el cultivo del agave en el valle de Tequila en el estado de Jalisco, pues en un principio se utilizaban agaves silvestres de la barranca. Así, en el siglo XVII el proceso de destilación del mezcal se extendió a la región de Amatitán y Tequila, donde además se cultivaba caña de azúcar y frutales. Las primeras tabernas o destilerías registradas fueron la de Pedro Sánchez de Tagle, en el primer cuarto del siglo XVIII, y La Rojeña, de Nicolás Rojas, en la primera mitad de la misma centuria.

Durante este siglo el agave se trasladó de las barrancas a los valles y el tequila comenzó a elaborarse en las destilerías. Los españoles de los siglos XVII y XVIII encabezaron la destilación del mezcal en haciendas y ranchos. Sin dejar a un lado la aceptación que tuvo el tequila, es importante enfatizar que fue la única bebida que paso de la prohibición a la legalidad durante el Virreinato, lo cual permitió un vertiginoso crecimiento que aun con altibajos fue apoyado por las autoridades locales. (Valenzuela Zapata , 2003).

En México, el estado de Jalisco es el principal productor de Agave y dentro de este se encuentra la zona cultivada con mayor antigüedad, siendo la Región Valles conformada por los municipios de: Tequila, Amatitán, El Arenal, Ameca, Tala, Etzatlán y Hostotipaquillo (Valenzuela Zapata , 2003).

1.1.2 Clasificación del Agave *tequilana* Weber

El Agave *tequilana* Weber pertenece a la familia *Agavaceae*, son 8 géneros y alrededor de 350 especies que se caracterizan por sus adaptaciones xerofíticas¹. El género *Agave* es uno de los 8 y cuenta con 210 especies; este comprende 2 subgéneros: *Littaea*, con formas florales espigadas y *Agave*, de inflorescencias racimosas (Museo Nacional de Culturas Populares, 1988). México tiene 159 de las 210 especies de Agaváceas, de las cuales 119 son endémicas.

Subgénero Agave

De las especies que componen este subgénero, se producen bebidas fermentadas como el pulque, bebidas destiladas como el tequila y los mezcales, fibras, forrajes y alimentos. Con el Agave *tequilana* Weber cultivado principalmente en el estado de Jalisco y sus alrededores se produce tequila; con el Agave *angustifolia* de Sonora se fabrica bacanora y con los Agaves de Guerrero, Oaxaca y San Luis Potosí se elaboran mezcales.

Agave tequilana Weber

Mejor conocido como Agave azul, es ampliamente cultivado principalmente en el oeste de México. Sus características distintivas son sus hojas angostas, rígidas y de intenso color azul; su propagación es por hijuelos de rizoma (método de propagación mayormente utilizado para el establecimiento de plantaciones) y sobre todo, sus cualidades para la elaboración de tequila. En México existen diferentes variedades de agave, pero sólo esta variedad da origen al tequila con denominación de origen.

1.1.3 Características de la planta del Agave

El agave es una planta monocárpica perenne que pertenece al grupo de plantas de metabolismo Acido Crassuláceo (MAC), las cuales fijan el CO₂ durante la noche, cuando las temperaturas son más bajas y así se reduce la pérdida de agua por transpiración. Esta característica permite a las plantas de agave resistir largos periodos de sequía (Pérez & Del Real , 2007).

¹ Adaptación de las plantas a la escasez de agua.

La tolerancia a condiciones extremas de sequía, las hacen capaces de crecer en terrenos marginales, que por sus condiciones de pedregosidad, pendiente extrema y falta de suelo, no son aptos para otros cultivos. Sin embargo, el hecho de que estas plantas puedan subsistir en estas condiciones no implica que en ellas tengan su mejor desarrollo productivo.

1.1.4 Condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo de agave

El agave presenta poca tolerancia a las bajas temperaturas, especialmente durante la noche. Prefiere suelos de textura media como franco-arcillosos, en terrenos aun con un alto grado de pendiente. Las principales variables climáticas que determinan la productividad del cultivo son: temperatura nocturna, probabilidad de heladas, altitud, pendiente del suelo, precipitación anual y pH del suelo (Ruiz Corral, 2007).

Cuadro 1. Variables climáticas e intervalos que determina las condiciones para la producción de planta de Agave *tequilana* Weber.

VARIABLE	Unidad	Zona Óptima	Zona Subóptima	Zona Marginal
Temperatura nocturna	°C	11 a 21	-1 a 11 21 a 28	< -1 > 28
Probabilidad de heladas	%	< 0.10	-	> 0.10
Altitud	msnm	1000 a 2200	600 a 1000 2200 a 2500	< 600 > 2500
Pendiente del suelo	%	2 a 8	1 a 2 8 a 45	> 45
Precipitación	mm	600 a 1500	1500 a 1800	< 600 > 1800
PH del suelo	iones H	6 a 8	-	< 6 > 8

Fuente: (Ruiz Corral, 2007).

Clima

El agave es una planta que se adapta a regiones subtropicales semiáridas y subhúmedas con régimen térmico templado, semicálido o cálido. El cultivo es precoz en su floración (6 a 7 años) en climas cálidos, pero el rendimiento de azúcares es limitado; mientras que los climas templados, favorecen la concentración de azúcares, pero el cultivo se alarga para florecer de 8 a 9 años (Valenzuela Zapata , 2003).

Temperatura

El agave *tequilana Weber* es una planta que presenta pobre tolerancia a las bajas temperaturas. La actividad celular se reduce a la mitad cuando las temperaturas descienden al nivel de -6°C . Por esta razón la variedad *tequilana Weber* no puede cultivarse en regiones donde se presentan temperaturas de -7°C o inferiores. La hoja de esta planta puede tolerar temperaturas hasta de 55°C (Ruiz Corral, 2007).

Altitud

El agave se adapta a un amplio rango altitudinal, sin embargo le favorece el intervalo que va de 1 000 a 2 200 msnm. En altitudes inferiores a 1 000 msnm, el desarrollo inicial es rápido, sin embargo esta rapidez ocasiona que los niveles de concentración de azúcares sea bajo, por lo cual no adquiere las características deseables para la industria del tequila. En altitudes superiores a 2 200 msnm, la velocidad de desarrollo se reduce significativamente y el riesgo de daño por bajas temperaturas y/o heladas se incrementa (Pérez & Del Real , 2007).

1.1.5 Características del manejo del cultivo del Agave *tequilana Weber*

Las condiciones socioeconómicas, agroclimáticas y culturales definen los patrones de manejo del cultivo aunque se trate de la misma especie vegetal. Durante muchos años, el manejo de este cultivo se limitó a su plantación, una protección mínima contra incendios y cosecha manual al término del ciclo. En general se destinaban a su cultivo las tierras que no ofrecían potencial para la producción de granos básicos o la explotación ganadera (Pérez & Del Real , 2007).

En algunas regiones, el cultivo de agave se intercala con cultivos de corto periodo productivo, como lo es maíz, frijol o cacahuete. Esta es una opción de ingresos a corto plazo, dado que el desarrollo óptimo del cultivo va de 8 a 10 años, siendo un lapso muy largo para poder solventar los costos de la plantación.

En el libro *El Agave tequilero. Cultivo e industria de México*, la autora Valenzuela Zapata hace una clasificación de las actividades de manejo que se realizan en el agave por región productiva en Jalisco. En el siguiente cuadro se muestra el esquema de manejo que se describe de la región Valles, siendo está a la cual pertenece el municipio de Amatitán, en el cual se aplica el estudio de caso de este trabajo.

Cuadro 2. Labores agrícolas mecanizadas (me) y manuales (m) de la Región de Valles y su forma de realización: convencional (c) o propia (p).

Año de plantación	m	me	5° año de cultivo	m	me
Subsuelo y barbecho cruzado	c		Aplicación de herbicidas		c
Rastreo	c		Aplicación de fertilizantes		c
Acarreo de plantas	c		Aplicación de insecticidas y fungicidas		c
Plantación		p	Arada	c	
Limpia manual		p	Guardarraya (herbicidas)		c
Aplicación de insecticidas y fungicidas		c	Deshije y preparación de hijuelos		p
Guardarraya eliminación de maleza		c			
Protección de incendios en límites					
1° año de cultivo	m	me	6° año de cultivo	m	me
Aplicación de fertilizantes		c	Aplicación de herbicidas		c
Aplicación de insecticidas y fungicidas		c	Aplicación de fertilizantes		c
Arada	c		Aplicación de insecticidas y fungicidas		c
Guardarraya (herbicidas)		c	Arada	c	
Limpia manual		p	Guardarraya (herbicidas)		c
			Poda o barbeo		p
			Desquiotte		p
2° año de cultivo	m	me	7° año de cultivo	m	me
Aplicación de herbicidas		c	Aplicación de herbicidas		c
Aplicación de fertilizantes		c	Aplicación de fertilizantes		c
Aplicación de insecticidas y fungicidas		c	Aplicación de insecticidas y fungicidas		c
Arada	c		Arada	c	
Guardarraya (herbicidas)		c	Guardarraya (herbicidas)		c
			Desquiotte		p
3° año de cultivo	m	me	8° año de cultivo	m	me
Aplicación de herbicidas		c	Aplicación de herbicidas		c
Aplicación de fertilizantes		c	Aplicación de fertilizantes		c
Aplicación de insecticidas y fungicidas		c	Aplicación de insecticidas y fungicidas		c
Arada	c		Arada	c	
Guardarraya (herbicidas)		c	Guardarraya (herbicidas)		c
Deshije y preparación de hijuelos		p	Desquiotte		p
			Poda o barbeo		p
4° año de cultivo	m	me	9° año de cultivo	m	me
Aplicación de herbicidas		c	Aplicación de fertilizantes		c
Aplicación de fertilizantes		c	Aplicación de insecticidas y fungicidas		c
Aplicación de insecticidas y fungicidas		c	Cosecha o jima		p
Arada		c			
Guardarraya (herbicidas)		c			
Deshije y preparación de hijuelos		p			
Poda o barbeo		p			

Fuente: (Valenzuela Zapata , 2003).

1.2 Planteamiento del problema

La producción de Agave se ha visto afectada por diversos factores socioeconómicos, productivos y ambientales que han causado cambios en las dinámicas de manejo. Factores como la inestabilidad en los precios de los insumos, mayor demanda ante la oferta de mano de obra para la ejecución de labores culturales -como una consecuencia a la migración dentro de las zonas productoras-, inestabilidad de las variables agroclimáticas principalmente temperatura y precipitación, aumento de problemas fitosanitarios provocado por una fuerte presencia de patógenos (hongos, bacterias, virus y nematodos), entre otros. Todos estos factores de manera conjunta han causado daños directos e indirectos a los sistemas de producción de agave reflejándose principalmente en la pérdida de plantas, aumento de los costos de producción y por consecuencia decrementos en los ingresos y ganancias de los productores, viéndose reflejado en decrementos en la superficie plantada y cosechada del cultivo, al igual de caídas en la productividad.

La incidencia de plagas y enfermedades ha causado pérdidas económicas muy elevadas (CRT, 2015); la enfermedad más común y de mayor importancia económica es la marchitez del agave, que tiene como posible agente causal el hongo *Fusarium oxysporum*, la segunda enfermedad es la pudrición del cogollo, asociada con bacterias como *Erwinia carotovora* y *Pseudomonas sp* (Rubio Cortés, 2007). Otro problema que se ha agudizado es el añillo rojo, que se debe a deficiencias nutricionales y características físicas del suelo. Estos problemas fitosanitarios y nutricionales han aumentado conforme se ha extendido el cultivo en áreas antes dedicadas a cultivos como maíz, caña de azúcar o pastizales (Pérez & Del Real, 2007). A pesar del impacto de esta situación, no existe un dato oficial de los organismos federales sobre la pérdida por la fuerte presencia de plagas y enfermedades en las zonas productoras. Durante la visita a campo para la recopilación de datos del presente trabajo, los productores hacen mención que en promedio la pérdida por la incidencia es de 20 % de la población de plantas por hectárea.

El tiempo de maduración del cultivo desde la plantación hasta la jima (cosecha) puede variar de acuerdo a la zona y a las decisiones propias de los productores; sin embargo el promedio va de 8 a 10 años, siendo el tiempo un factor que ha limitado el seguimiento y control de los

costos y gastos en los que se incurre durante todo el proceso, causando que muchos productores desconozcan sus costos y ganancias reales.

1.2 Justificación

El Agave *tequilana* Weber, es un cultivo trascendente para la economía mexicana, pues es el insumo principal para la elaboración del tequila, siendo esta bebida el 4to producto agropecuario de importancia para la exportación en México (SAGARPA, 2015). En el año 2016 se exportaron 197 900 000 lt (CRT, 2017), con un valor comercial de 1 102.08 millones de dólares (SIAVI, 2017). La cadena productiva agave-tequila es una de las mayores fuentes de empleo en las zonas productoras, principalmente en la Zona con Denominación de Origen del Tequila (DOT) la cual contempla 181 municipios a nivel nacional.

Este auge económico ha traído consigo una serie de impactos a todos los recursos que se ven involucrados en el sistema, siendo los recursos naturales los menos valorados por la perturbación, principalmente suelo y agua; pues los costos totales del sistema no contemplan el deterioro y degradación de estos como un costo ecológico que debería ser retribuido para la preservación y calidad de estos.

El cultivo de agave ha sido un cultivo clave para el desarrollo de las actuales zonas productoras en México, especialmente en la zona DOT; pues esta planta paso de ser un cultivo que solo se establecía en la parte serrana de la región, donde la implementación de cultivos básicos resultaba costoso y con mucha dificultad por la orografía, hasta desplazar cultivos básicos (maíz y caña de azúcar) y vegetaciones primarias en las zonas más planas. Siendo esto una consecuencia a la transición que ha sufrido el tequila a través del tiempo, pues de ser una bebida popular que solo se consumía a nivel local-regional, a ser una de las principales bebidas de exportación.

1.4 Hipótesis

El sistema de producción de Agave *tequilana* Weber en el municipio de Amatitán, Jalisco es rentable.

1.5 Objetivos

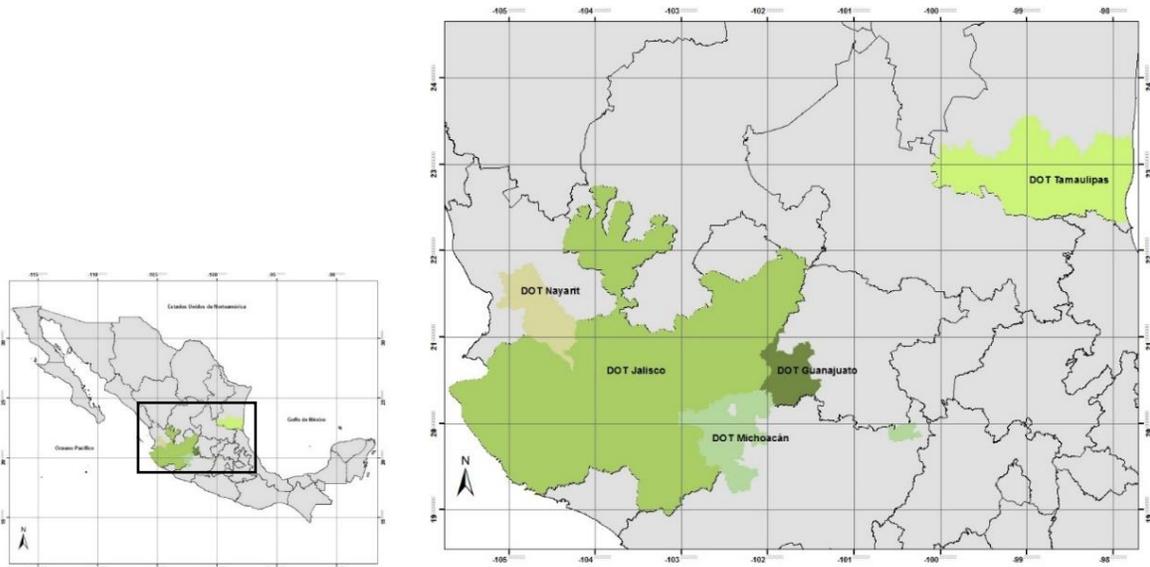
- Realizar un análisis histórico económico-productivo del sistema agave.
- Analizar la estructura de costos, ingresos y ganancias del cultivo de Agave *tequilana Weber* en el municipio de Amatitán, Jalisco.
- Medir el nivel de rentabilidad del sistema productivo agave en el municipio de Amatitán, a través del cálculo 3 medidas de ganancia.
- Analizar el impacto económico-ambiental de la cadena productiva agave-tequila.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Zona con Denominación de Origen del Tequila (DOT)

Una Denominación de Origen es el nombre que se le da a una región geográfica específica del país y que sirve para designar un producto originario de la misma y cuya calidad y características se deban exclusivamente al medio geográfico, comprendidos en este los factores naturales y humanos. La Zona con Denominación de Origen Tequila (DOT de aquí en adelante) comprende 181 municipios de 5 estados de la República Mexicana, siendo: Jalisco con sus 125 municipios, Nayarit con 8, Guanajuato con 7, Tamaulipas con 11 y Michoacán con 30 municipios. La DOT es la única región donde se puede utilizar la materia prima, *Agave tequilana* Weber Variedad Azul, para la producción de “Tequila”² con denominación origen (CRT³, 2016).

Figura 1. Ubicación de la Zona con Denominación de Origen del Tequila (DOT) en México.



Fuente: elaboración propia con datos de la Declaración General de Protección a la Denominación de Origen Tequila del 22 de noviembre de 1974, publicada en el “Diario Oficial” de la Federación el 9 de diciembre de 1974.

² “Tequila” viene del náhuatl *tequitl*: trabajo, oficio, empleo, encargo; y *tlan*: lugar. Por lo que se refiere al sitio o lugar donde se efectúan cierto tipo de labores.

³ Consejo Regulador del Tequila: Organización dedicada a verificar y certificar el cumplimiento de la Norma Oficial del Tequila dentro de la Zona con Denominación de Origen del Tequila (DOT).

2.2 Situación económico - productiva del cultivo de Agave en México

El Agave es el principal insumo para la elaboración de tequila en México. En el año 2015, México reporto 108 120 ha plantadas, con un registro de cosecha de 21 731 ha, con una producción nacional de 1 800 000 toneladas, generando 8 008 950.48 miles de pesos (SIAP, 2016). El 98 % de la superficie plantada es de temporal y el 2 % de riego.

En México hay 125 variedades de agave, las cuales se encuentran distribuidas principalmente en la parte occidental de México, en los estados de Oaxaca, Puebla, Sonora, Durango, SLP, Chihuahua y Jalisco; y en menor proporción en el resto de las entidades, excepto en Tabasco (Ilsley Granich , 2003). Jalisco el estado con mayor superficie plantada y producción de agave a nivel nacional, seguido de Guanajuato, Oaxaca y Tamaulipas (SIAP, 2016).

En la figura 2 se observa que la superficie plantada de agave en México registra periodos muy marcados de incremento y decremento, con un auge en el periodo 2004-2011. El último registro de superficie plantada es de 108 000 ha en el año 2015.

La producción de agave creció 800 % para el periodo 1982-2015 como se muestra en la figura 3; con una la tendencia inestable a lo largo de todo el periodo de análisis, registrando en el año 2014 la mayor producción para el periodo con 2 410 000 ton, mientras que en 1985 se registró la más baja con 90 000 ton.

El Precio Medio Rural (PMR) a nivel nacional depende de la variedad del agave y su destino de producción. Cabe señalar que el principal mercado del agave en México es la producción de bebidas destiladas como el tequila, mezcal y bacanora (SIAP, 2016).

Como se observa en la figura 4, el PMR para el periodo 1982-2015 mostro un comportamiento fluctuante, con 2 periodos muy marcados de incremento y caída de precios; de 1982 a 1993 se muestra una tendencia constante con incrementos paulatinos; pero a partir del año 1994 al 2015 se registraron grandes incrementos y decrementos sin una tendencia marcada. Esta inestabilidad fue consecuencia a periodos de sobreoferta y desabasto de piña de agave.

El desequilibrio de la oferta y demanda de este producto ha estado presente a lo largo de la historia (Lazcarro , 2015); su modalidad de cultivo a largo plazo y la diversidad de periodos óptimos de cosecha los cuales son determinados directamente por las variables climáticas de

cada zona productora, dificulta la programación y proyección de la oferta, reflejándose en la inestabilidad de los precios.

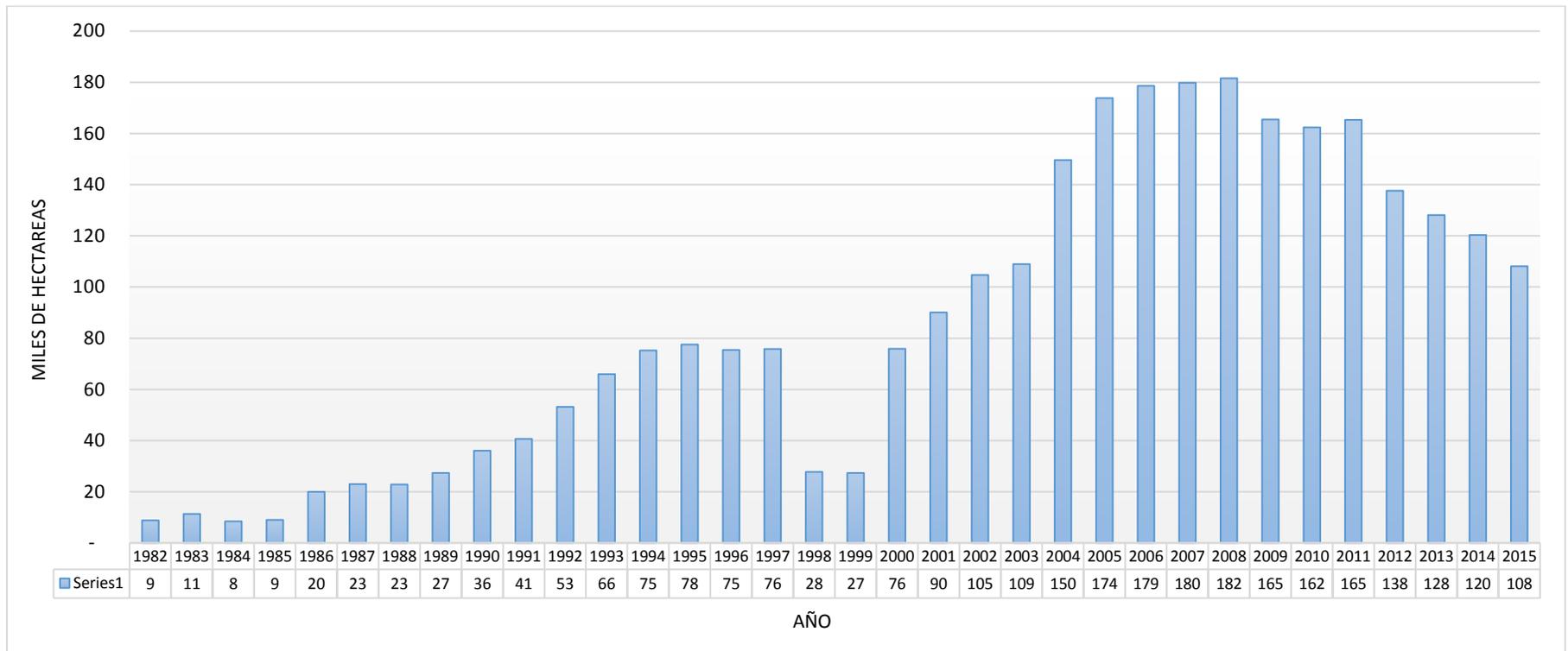
Las estadísticas de rendimiento que publica el SIAP a nivel nacional, contempla los parámetros de todas las variedades que registran producción, sin embargo, dado que cada variedad cuenta con diferente morfología⁴ y fisiología⁵, esto hace que exista una gran diversidad de tamaños formas y estructuras entre ellas. Por esta razón no se considera útil hacer un análisis de las estadísticas del rendimiento a este nivel.

Las siguientes figuras nos muestran el comportamiento de la superficie plantada, producción y precio medio rural que ha tenido el cultivo de agave a nivel nacional para el periodo 1982-2015; la base estadística es el Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP).

⁴ Características propias de las plantas que incluye su estructura celular y de tejidos.

⁵ Características propias de las plantas que incluyen los procesos metabólicos tales como: fotosíntesis, respiración, nutrición vegetal, fotoperiodo, foto morfogénesis, entre otros.

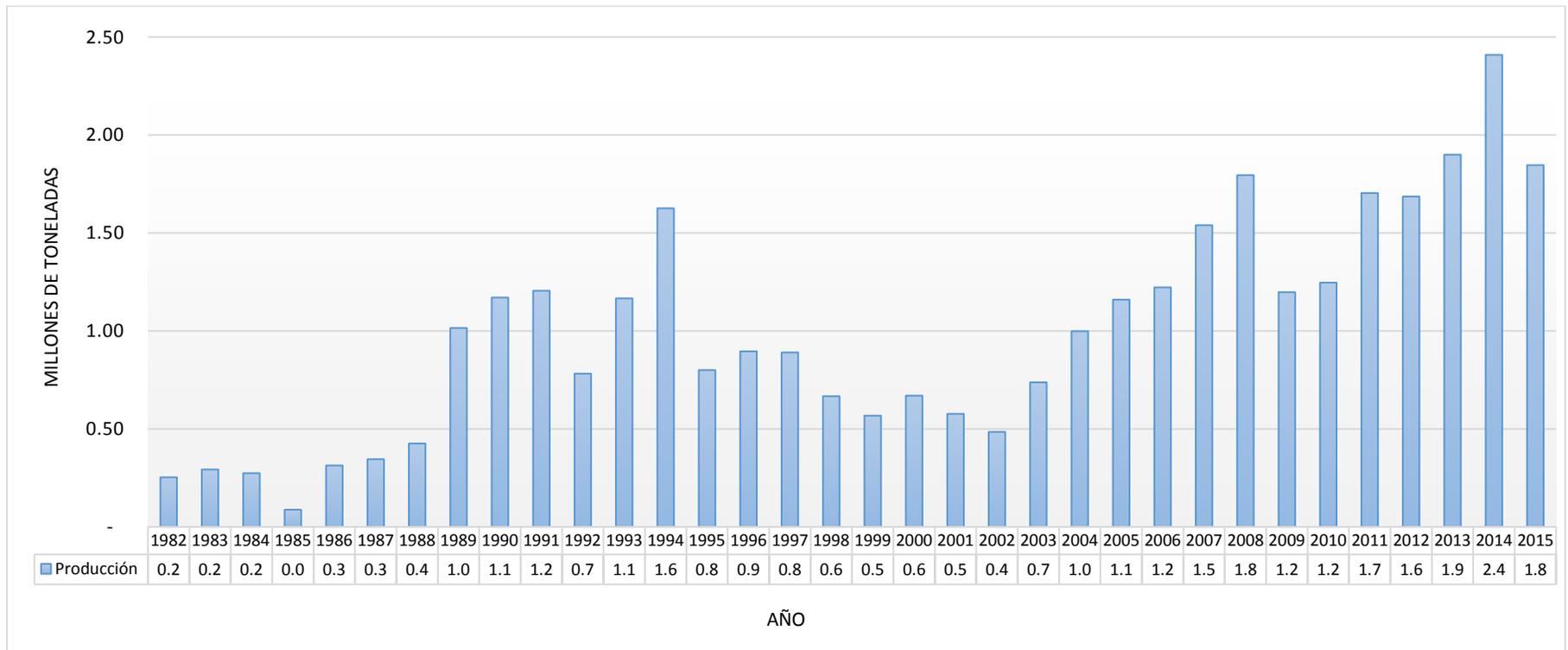
Figura 2. Superficie plantada de agave en México para el periodo 1982-2015.



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

La tendencia de la superficie plantada de agave en México es a la alza. Con el mayor registro en el año 2008 con 182 000 ha; y el menor registro en 1984 con 8 000 ha.

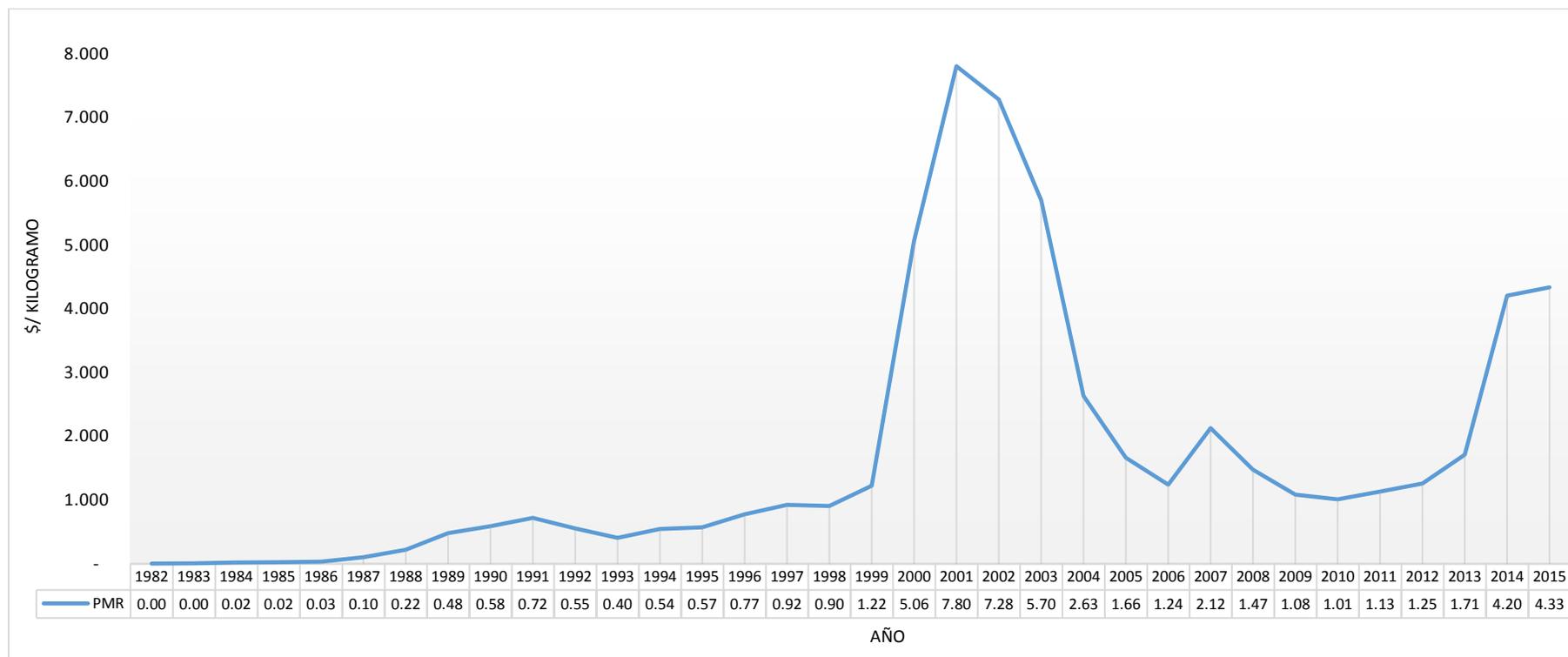
Figura 3. Producción de Agave en México para el periodo 1982-2015.



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

La producción de agave en México registro un incremento de 800 % para el periodo 1982-2015. Siendo el 2014 el año con el mayor registro de producción, 2 400 000 toneladas.

Figura 4. Precio Medio Rural (PMR) por kilogramo de agave en México para el periodo 1982-2015.



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP.

Las estadísticas nacionales no clasifican los precios por variedad de agave, el PMR de la figura 4 contempla todos los tipos de agave que se comercializan para la producción de diversas bebidas y demás productos derivados del cultivo.

2.3 Situación del Agave *tequilana* Weber en el Estado de Jalisco

En el estado de Jalisco, el agave tiene diversos usos además de la elaboración de tequila; algunos extraen aguamiel y elaboran pulque, sus pencas sirven para la cocción de birria o barbacoa y de algunos otros extraen fibras que se usan en la fabricación de muebles artesanales (Valenzuela, 2003).

Jalisco cuenta con la mayor producción, superficie plantada y cosechada de *Agave tequilana* Weber a nivel nacional. En lo que se refiere a superficie plantada y cosechada, en el año 2015 se registraron 67 061 ha y 14 553 ha respectivamente (SIAP, 2015), aunque en contraparte el Consejo Regulador del Tequila publica que la zona DOT cuenta con 120 000 ha plantadas en el año 2015, de las cuales el 80 % pertenecen a Jalisco, es decir 96 000 ha. Para ese mismo año la producción fue de 1 340 000 ton, es decir 73 % de la producción nacional.

Como se muestra en la figura 5, durante el periodo 1986-2015 la superficie plantada en Jalisco se incrementó, pasando de 10 536 ha en año 1986 a 67 061 ha en el año 2015. El periodo de auge de la superficie plantada fue del año 2005 al 2008, en donde los registros de plantación oscilaron entre las 120 000 ha, siendo el 2006 el año con la mayor superficie, es decir 123 149 ha.

La producción de piña de agave en Jalisco, ha tenido una tendencia oscilante como se puede apreciar en el la figura 6, pues se observan fuertes incrementos y decrementos para el periodo de análisis (1982-2015). Este comportamiento se explica porque el cultivo no tiene un ciclo productivo bien definido, pues este varía de 8 a 10 años desde la plantación hasta la jima (cosecha) dependiendo de las condiciones agroclimáticas y de manejo; sin embargo hay zonas donde los productores deciden cosechar a los 6 años de edad dadas las condiciones de demanda de la industria tequilera o por otro lado prolongar la jima esperando que las condiciones del mercado los favorezca de acuerdo a sus necesidades de ingreso.

Es por ello que la producción de agave en un año o ciclo determinado, no está en función de la superficie plantada de ese año o ciclo de análisis.

El PMR a nivel estatal tiene un comportamiento muy parecido al comportamiento a nivel nacional; como se observa en la figura 7, del año 1986 a 1998 mostro un comportamiento constante con una ligera tendencia a la alza. Posterior al año 1998, el comportamiento no

muestra una tendencia marcada, pues los incrementos y decrementos de un año a otro son muy indeterminados. En donde el control total de los precios los tiene la industria tequilera, pues se considera que el 100 % de la cosecha estatal se destina a la producción de tequila (Vicente , 2016).

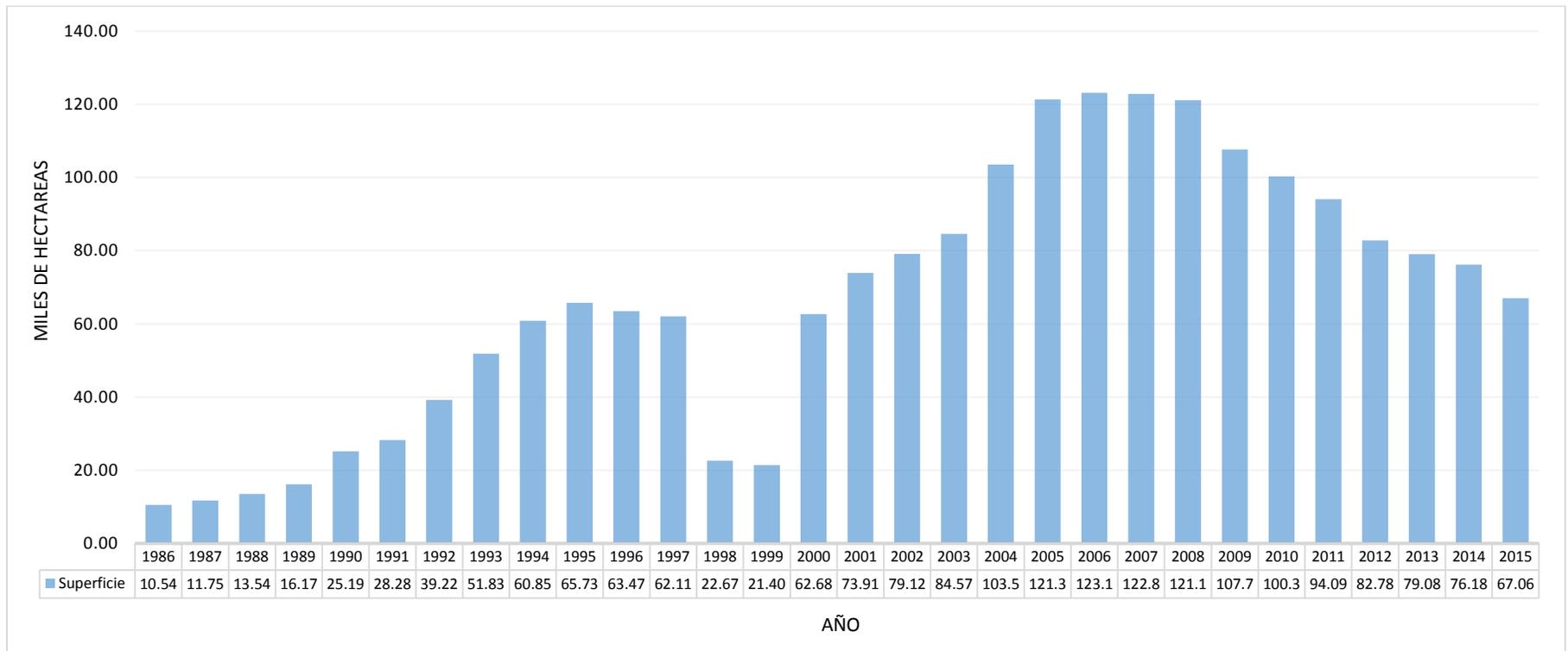
Panorama municipal

En Jalisco se produce agave en 95 de los 125 municipios; en el año 2015 el municipio con mayor superficie plantada fue Arandas con 14 241 ha, seguido de Jesús María con 7 130 ha, ambos municipios ubicados en la Región Altos Sur. Para ese mismo año, el municipio de Tequila obtuvo la mayor producción con 233 500 ton, seguido de Arandas con 189 000 ton. El municipio de Tequila se ubica en la Región Valles.

El mejor rendimiento lo registró el municipio de San Gabriel, con 130 ton ha^{-1} , es decir en promedio 43 kg piña^{-1} , este municipio se ubica en la Región Sur de la entidad. El segundo mejor rendimiento lo obtuvo el municipio de Atotonilco con un peso promedio por piña de 40.6 kg, este se ubica en la Región Ciénega.

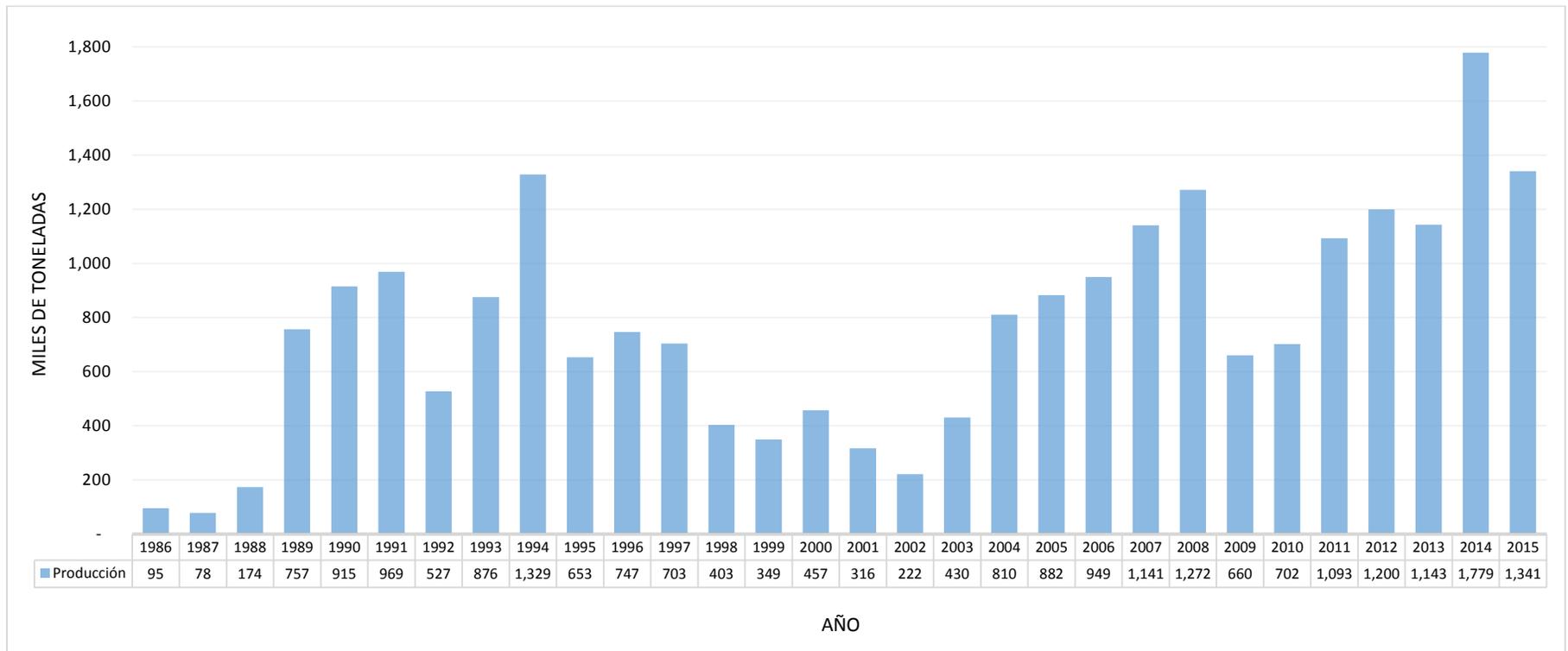
A continuación se muestra el comportamiento de la superficie plantada, producción, precio medio rural y rendimientos del Estado de Jalisco para el periodo 1986-2015, tomando la base estadística del Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP).

Figura 5. Superficie plantada de Agave en el Estado de Jalisco para el periodo 1986-2015.



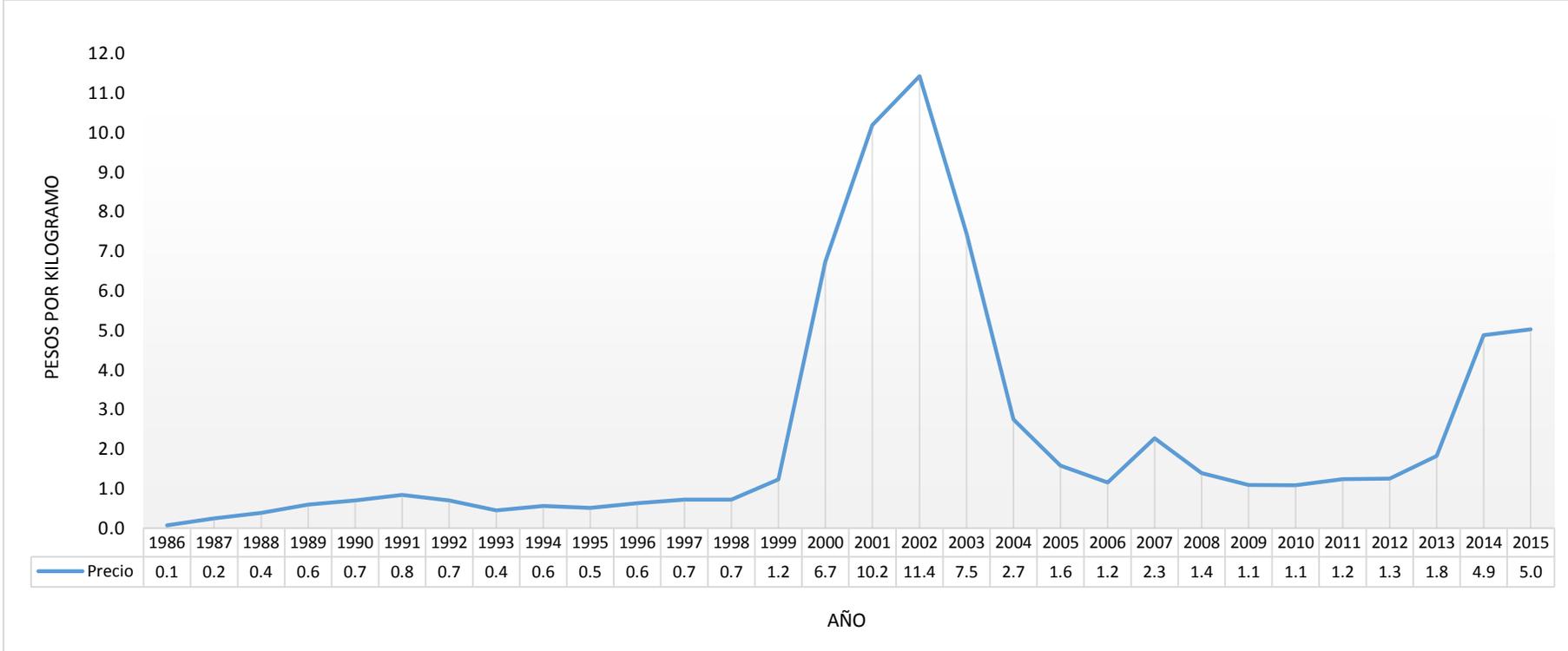
Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

Figura 6. Producción de Agave en el estado de Jalisco para el periodo 1986-2015.



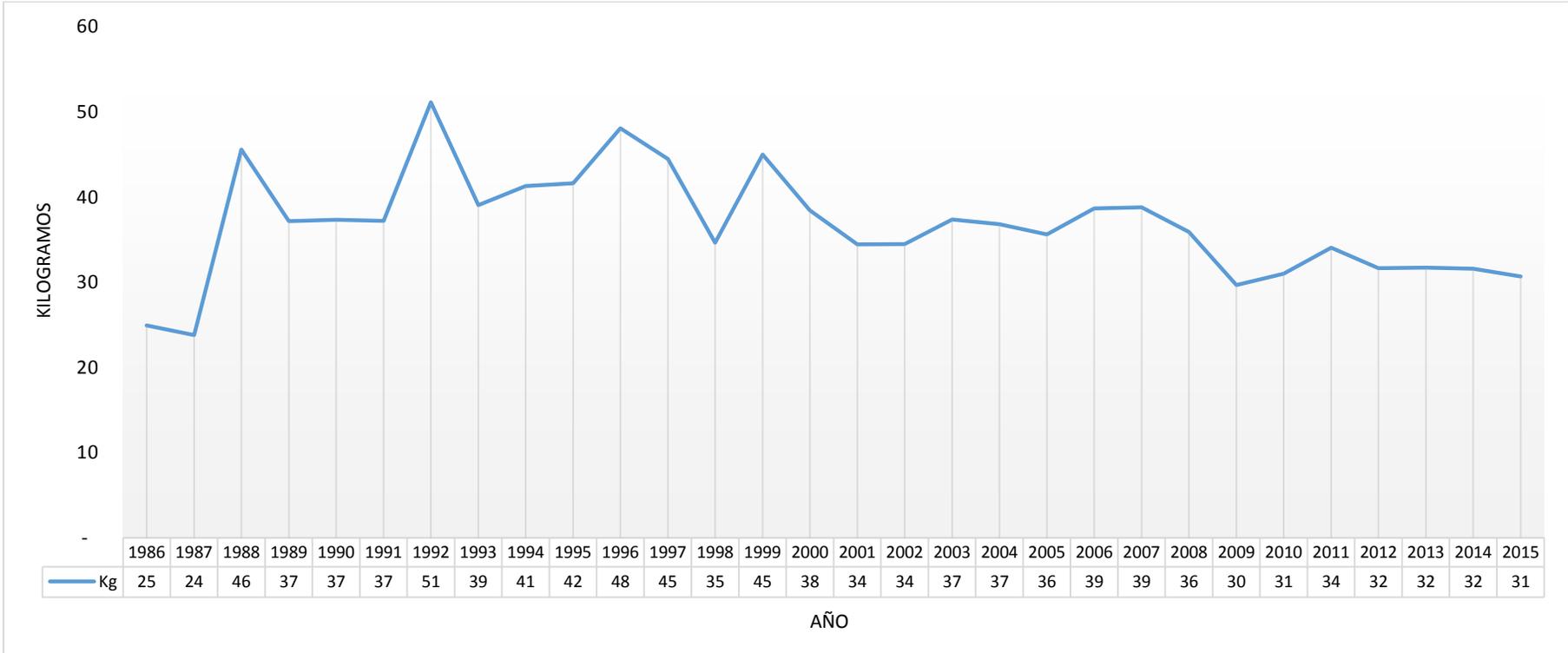
Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

Figura 7. Precio Medio Rural por kilogramo (PMR) del agave en el Estado de Jalisco para el periodo 1986-2015.



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

Figura 8. Peso promedio de la piña de agave en Jalisco para el periodo 1986-2015.



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

Rendimiento y potencial productivo de agave en el Estado de Jalisco

Jalisco se divide en 12 regiones económico productivas, las cuales a su vez cuentan con una diversidad de variables climáticas y edafológicas afectan directamente la productividad de cualquier sistema agrícola y pecuario que se implementa.

En las zonas productoras de agave en Jalisco, el rendimiento se mide en kg piña⁻¹. Como se muestra en la figura 8, el rendimiento a nivel estatal ha ido a la baja, con un peso promedio de 31 kg piña⁻¹ en el 2015.

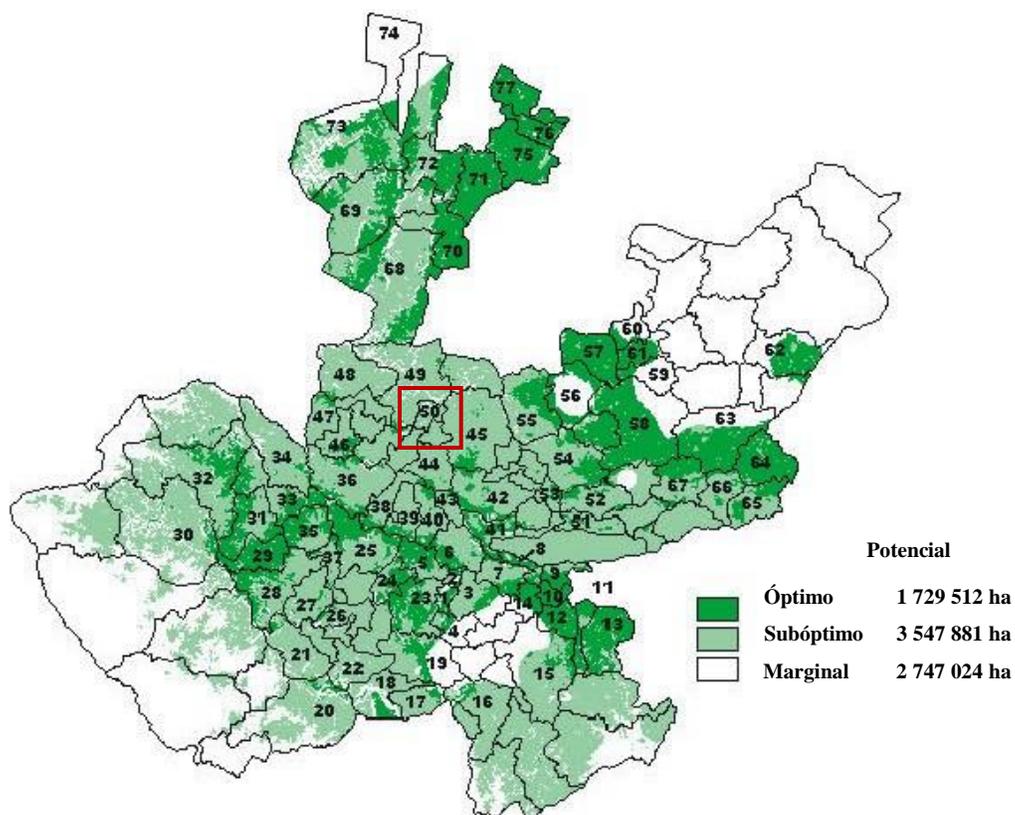
El rendimiento depende directamente de las condiciones agroclimáticas de las regiones productoras, principalmente la temperatura nocturna y la incidencia de heladas como se describe en el apartado 1.4 de este trabajo.

Jalisco cuenta con una gran diversidad de condiciones agroclimáticas, lo cual tiene un impacto directo en los rendimientos, dado que las condiciones de manejo dentro de las zonas productoras tienen una tendencia estandarizada, sin embargo los resultados de productividad y rendimiento se ven fuertemente influenciados por lo anteriormente descrito.

En el año 2002, la revista AGROCIENCIAS publicó un artículo titulado “Regiones térmicas óptimas y marginales para el cultivo de *Agave tequilana* en el Estado de Jalisco”, en el cual se hace referencia a una clasificación geográfica del potencial productivo que tiene la entidad para la producción de agave, obteniendo como resultado que el 21.5 % del territorio estatal cuenta con las condiciones agroclimáticas óptimas para la producción de agave, el 44.2 % es subóptimo y el 34.2 % es marginal (Figura 9).

Las estadísticas productivas a nivel municipal solo se encuentran a partir del año 2003, previo a ese año solo se encuentran a nivel estatal y nacional. En el año 2003 se registró presencia de agave en 78 municipios de la entidad, y para el año 2015 hubo registro en 95 de los 125 municipios, a pesar de que solo el 21.5 % del territorio cuenta con las condiciones óptimas para la producción.

Figura 9. Distribución espacial y superficie (ha) correspondiente a las áreas óptimas, subóptimas y marginales para el cultivo de *Agave tequilana* en el estado de Jalisco.



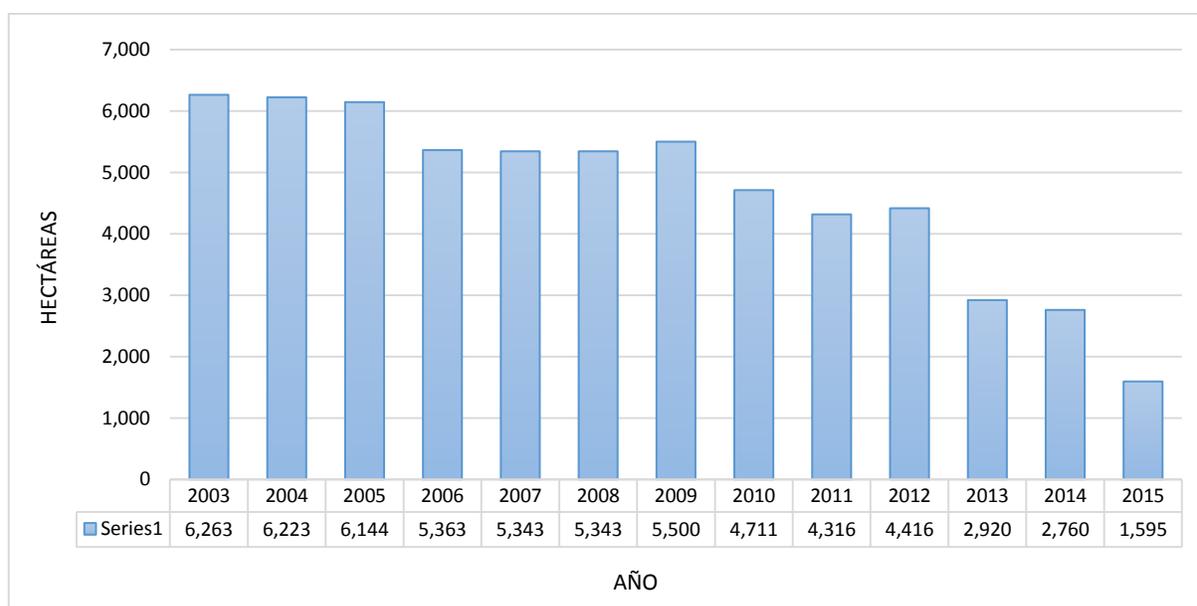
1 Amacueca	17 Zapotitlán	33 Mixtlán	48 Hostotipaq	63 Arandas
2 Techaluta	18 Tolimán	34 Guachinango	49 Tequila	64 Jesús María
3 Atoyac	19 V. Carranza	35 Atengo	50 Amatitán	65 Degollado
4 Sayula	20 Cuautitlán	36 Ameca	51 Poncitlán	66 Ayotlán
5 Atemajac	21 Autlán	37 Tenamaxtlán	52 Zapotlán	67 Atotonilco
6 Zacoalco	22 Tuxcacuesco	38 Sn. Martín H.	53 Juanacatlán	68 Sn. M. Bolaños
7 Teocuitatlán	23 Tapalpa	39 Cocula	54 Zapolanejo	69 Bolaños
8 Tuxcueca	24 Chiquilistlán	40 Villa Corona	55 Ixtlahuacán	70 Chimaltitán
9 Tizapán	25 Tecolotlán	41 Jocotepec	56 Cuquío	71 Totatiche
10 L. Manzanilla	26 Ejutla	42 Tlajomulco	57 Yahualica	72 Villa Guerrero
11 V. de Juárez	27 U. de Tula	43 Acatlán	58 Tepatlán	73 Mezquitic
12 Mazamitla	28 Ayutla	44 Tala	59 Valle de Gpe.	74 Huejuquilla
13 Quitupan	29 Cuautla	45 Zapopan	60 Mexticacán	75 Colotlán
14 C. B. Aires	30 Talpa	46 Etzatlán	61 V. Obregón	76 Sta. Ma. Ángeles
15 Tamazula	31 Atenguillo	47 Magdalena	62 U.S. Antonio	77 Huejúcar
16 Tuxpan	32 Mascota			

Fuente: tomado del artículo de la revista AGROCIENCIA Volumen 36, número 1, Enero-Febrero 2002 titulado “Regiones térmicas óptimas y marginales para el cultivo de *Agave tequilana* en el Estado de Jalisco”.

2.4 Situación del Agave en el Municipio de Amatitán, Jalisco.

Amatitán se ubica en el estado de Jalisco, cuenta con una amplia historia en lo que a la producción de agave y tequila se refiere, pues está considerando la cuna del tequila (Valenzuela Zapata , 2003). En el año 2015, Amatitán registró 1 595 ha plantadas; 320 ha cosechadas y 29 250 ton de producción. Con un PMR de \$4 842 ton⁻¹, que genero \$ 141 628 500 (SIAP, 2016). Para ese mismo año, fue el décimo productor a nivel estatal, con una aportación de 2.2 % respecto al total.

Figura 10. Superficie plantada de Agave en Amatitán, Jalisco para el periodo 2003-2015.

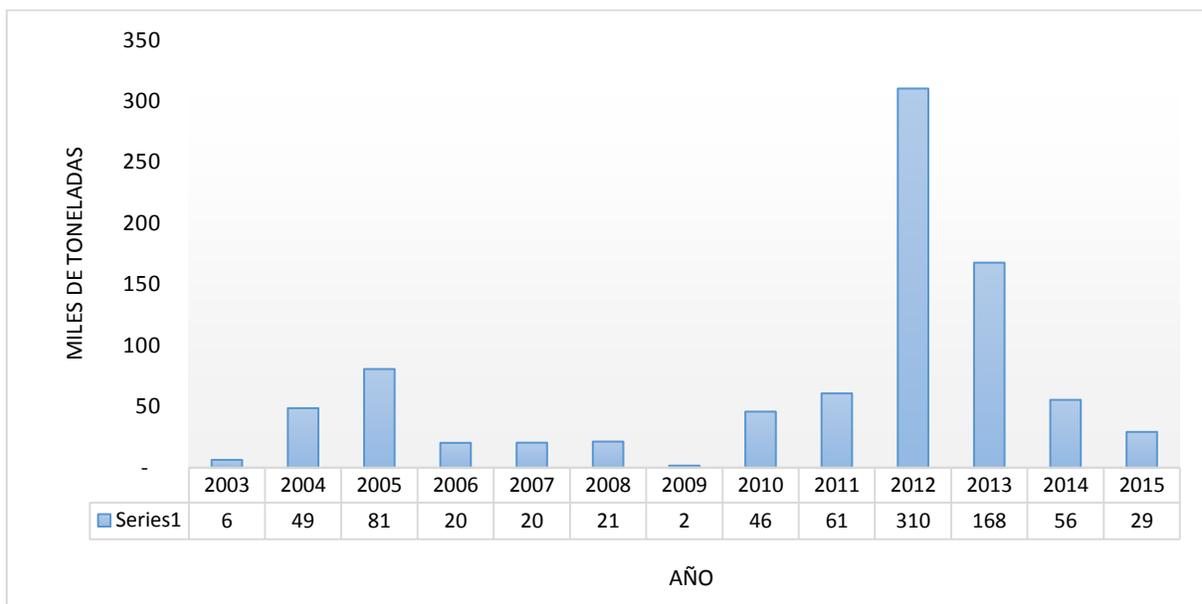


Fuente: elaboración propia con datos de SIAP.

En el año 2003 se destinaron 8 408 ha para la producción agrícola, de las cuales 6 263 fueron de agave, siendo el 74 %; en el 2015 se registraron 3 476 ha para la producción agrícola, de los cuales 1 595 ha fueron para el cultivo de agave, es decir el 46 % del total.

La superficie plantada de agave en Amatitán para el periodo 2003-2015 cayó 74.5 %. Una de las principales causas de esta caída ha sido la incidencia de plagas y enfermedades, además de los bajos precios de venta por kilogramo de la piña de agave, el cual según los productores de la zona este ha permanecido constante en \$3.00 kg⁻¹ durante los últimos 5 años (Lazcarro , 2015).

Figura 11. Producción de Agave en Amatitán, Jalisco para el periodo 2003-2015.



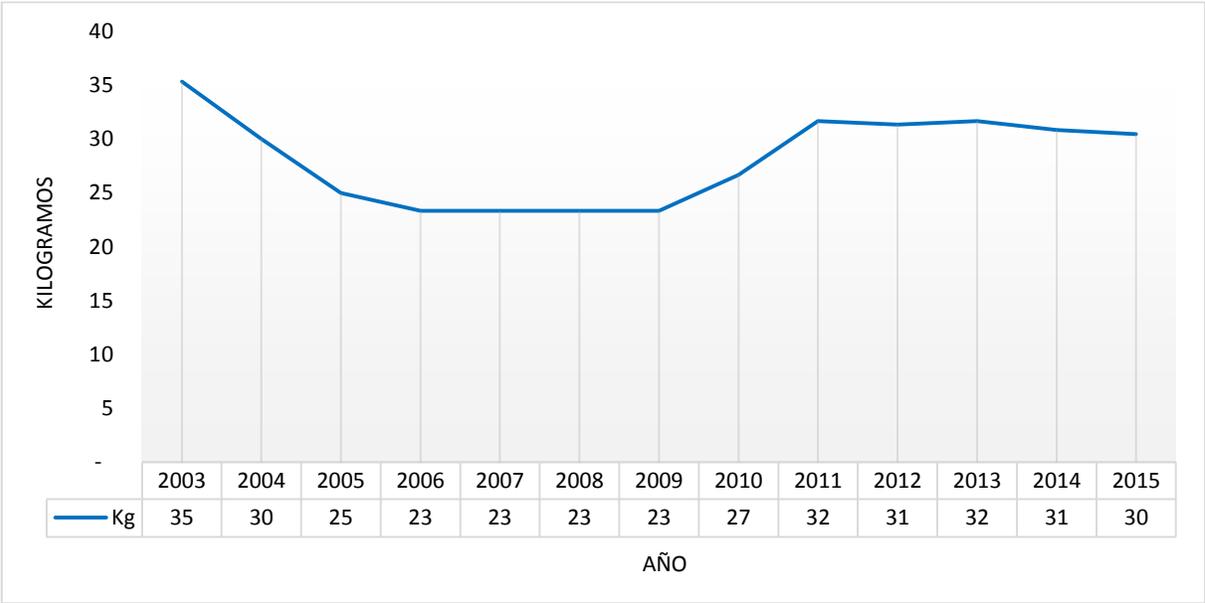
Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

La producción de agave en Amatitán ha sido muy fluctuante. En el año 2015 la producción fue de 29 000 ton, sin embargo en el año 2009 el registro solo fue de 2 000 ton, mientras que para el año 2012 la producción se registró en 310 000 ton, siendo este ciclo cuando el municipio se ubicó como primer productor de agave a nivel estatal y nacional (SIAP, 2016).

Como se muestra en la figura 9, Amatitán se ubica en una zona subóptima para la producción de agave; lo cual ocasiona que sus rendimientos se registren por debajo de los óptimos nacionales. En el año 2015 los mejores rendimientos se ubicaron en Jalisco en los municipios de San Gabriel (Antes V. Carranza) y Atotonilco, con 43 y 40 kg piña⁻¹ respectivamente.

El peso promedio de la piña de agave en Amatitán para el periodo 2003-2015 fue de 28 kg piña⁻¹ (SIAP, 2016); en el año 2015 el peso promedio fue de 30 kg piña⁻¹.

Figura 12. Peso promedio de la piña de agave en Amatitán para el periodo 2003-2015.



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP.

2.5 Situación del cultivo de Agave en la producción de Tequila

El principal mercado de Agave *tequilana Weber* es la industria tequilera, pues es la materia prima para la elaboración del tequila. La proporción de uso de Agave *tequilana Weber* en el proceso de producción define 2 tipos de tequila:

- Tequila 100% Agave. Es elaborado únicamente a partir de azúcares provenientes del Agave *tequilana Weber* variedad azul.
- Tequila. Es elaborado a partir de una mezcla de azúcares, en la cual por lo menos el 51 % de estos deben provenir del Agave *tequilana Weber* variedad azul, mientras que el 49 % restante puede originarse de otras fuentes naturales de azúcar (CRT, 2016).

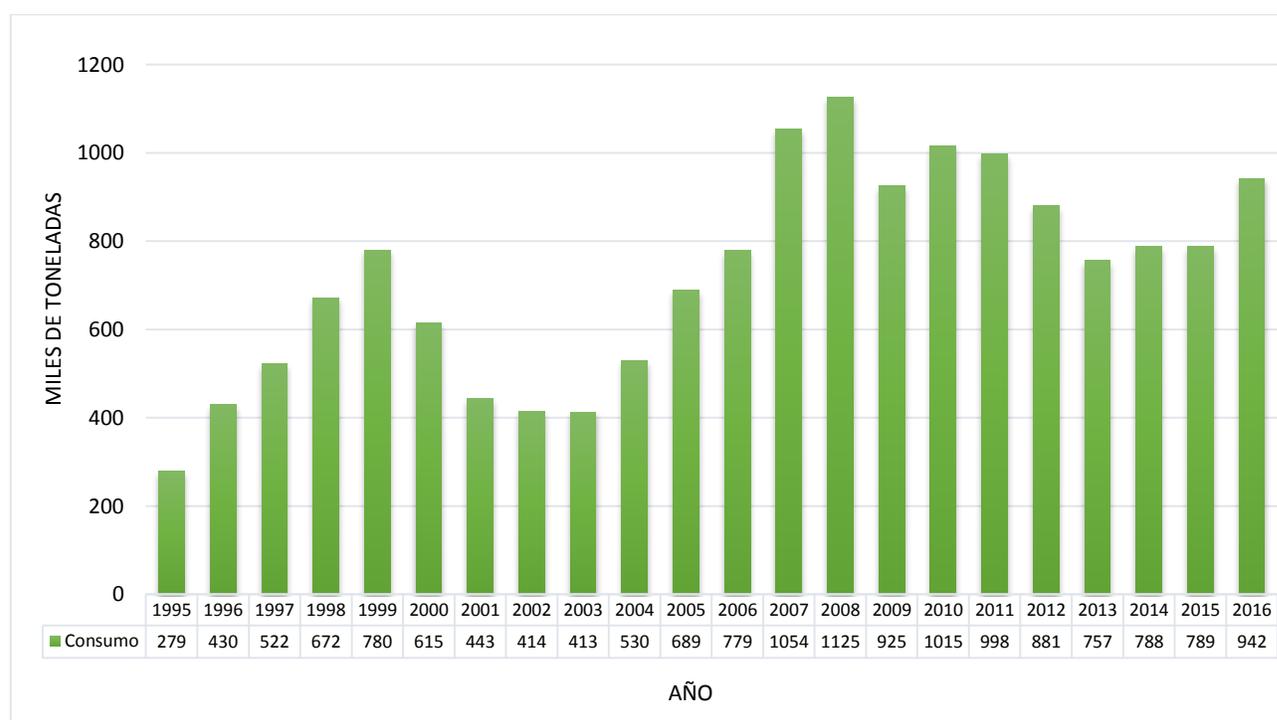
En promedio se requieren 8 kg de agave para producir 1 litro de tequila (SAGARPA, 2016), sin embargo, con base a los datos de consumo de agave y producción de tequila que publica el Consejo Regulador del Tequila, los coeficientes técnicos insumo-producto por tipo de bebida resultan:

Cuadro 3. Coeficiente técnico insumo-producto⁶ por tipo de tequila.

Tipo	Kg lt ⁻¹
Tequila 100 % agave	5.25
Tequila	2.45

Fuente: elaboración propia con datos de Consejo Regulador del Tequila, 2015.

Figura 13. Consumo de agave para la producción de tequila en la Zona DOT (1995-2016).



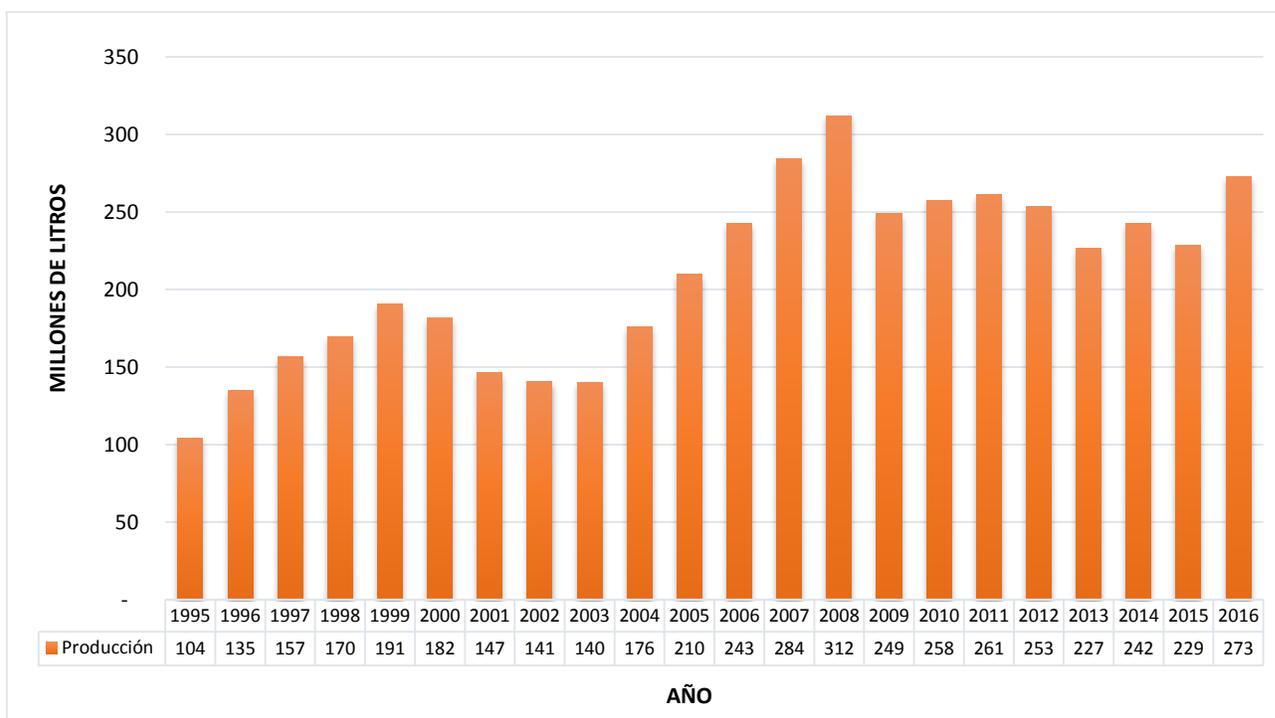
Fuente: elaboración propia con datos de Consejo Regulador del Tequila, 2016.

Para el periodo 1995-2016, el consumo de agave por la industria tequilera en la Zona DOT se incrementó 237 %, pasando de 279 000 ton a 942 000 ton, a una tasa de crecimiento promedio anual de 11.06 %. En el año 2008 se registró el mayor consumo de agave para la producción de tequila, con 1 125 000 toneladas.

⁶ El coeficiente insumo-producto es el resultado de dividir el consumo de agave entre la producción de tequila.

Para ese mismo periodo de análisis, la producción de tequila en la Zona DOT se incrementó 162.5%, pasando de 104 000 000 lt a 273 000 000 lt, a una tasa de crecimiento promedio anual de 8.7 %. En el año 2008 se registró la mayor producción con 312 000 000 lt como se puede ver en la figura 14.

Figura 14. Producción de Tequila en la Zona DOT para el periodo 1995-2016.



Fuente: elaboración propia con datos de Consejo Regulador del Tequila, 2016.

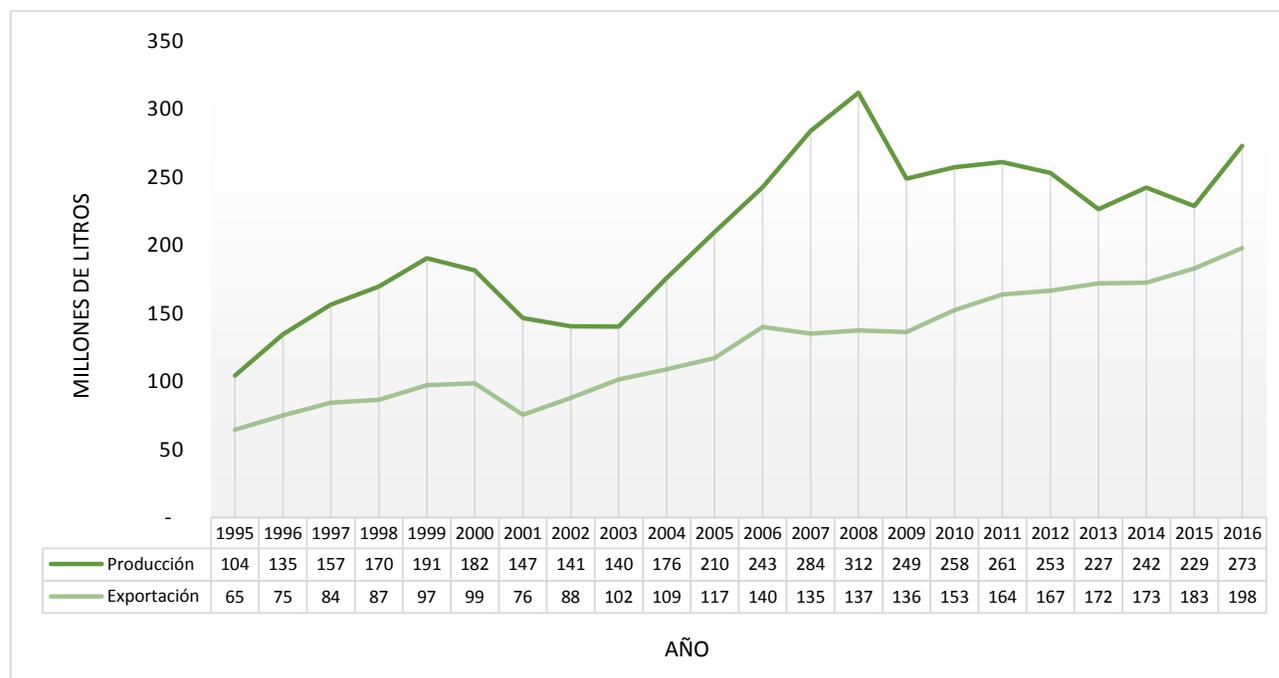
La estructura del mercado de la industria tequilera es un oligopolio, pues se encuentra concentrada en 14 empresas de 142 (CTR, 2015).

Cuadro 4. Clasificación de las tequileras en la zona DOT en el año 2014.

Tamaño de empresa	Rango de producción de tequila por año	Total de empresas
Micro	De 1 hasta 300 mil litros	103
Pequeña	De 301 mil hasta 1 millón de litros	12
Mediana	De 1 millón a 3 millones de litros	13
Grande	Más de 3 millones de litros	14
Total		142

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2015.

Figura 15. Volumen de producción VS exportación de tequila mexicano (1995-2016).



Fuente: elaboración propia con datos de CRT, 2016.

La producción y exportación de tequila mexicano ha ido a la alza, en el año 2016 las exportaciones fueron de 198 000 000 lt, 72.5 % de la producción total de la bebida, lo que genero un valor económico de \$1 102 millones de dólares (SE, 2016). Para el periodo 1995-2012 en promedio las exportaciones representaban el 57 % de la producción total, pero a partir del año 2013 al 2016 el promedio se incrementó a 75 %.

El tequila que se produce dentro de la DOT es comercializado a 95 países, siendo Estados Unidos el principal importador de la bebida, seguido de España y Alemania (CRT, 2016). El tequila se comercializa bajo la fracción arancelaria 2208.90.03 (SIAVI, 2016).

3. MARCO TEORICO

Ingresos

El propósito general de las empresas es transformar insumos en productos para la venta, generando ganancias que permitan su funcionamiento y preservación. La relación entre insumos y producto final está representada por la función de producción mediante la fórmula:

$$q = f (K, L, M \dots) \quad (1)$$

Donde: q = producción de un bien; K = capital usado (nivel de tecnificación); L = horas de trabajo; M = materias primas.

Sin embargo la notación anterior indica la posibilidad de que otras variables afecten el proceso productivo. La función de producción representa los diversos factores que se deben concatenar para generar un producto. El ingreso de una empresa está en función del total de unidades vendidas y el precio de venta por unidad:

$$IT = Q * Pq \quad (2)$$

Donde: IT = Ingreso Total; Q = Unidades vendidas; P_q = Precio de venta por unidad vendida.

Costos

Costo es el valor monetario de los recursos que se entregan o prometen a entregar a cambio de bienes o servicios que se adquieren. No se deben confundir los términos costos de producción y gastos de operación. Los costos se relacionan con la función de producción, mientras los gastos lo hacen con las funciones de venta, administración y financiamiento (García, 2001).

El costo total es la suma de los costos de producción y los gastos de operación. La relación entre cantidad y precios de insumos está representada por la función de costo total mediante la fórmula:

$$CT = rK + wL + xM + \dots \quad (3)$$

Donde: CT = costo total; K = Unidades de capital; r = precio del capital; L = unidades de mano de obra; w = precio de la mano de obra; M = unidades de materia prima; x = precio de la materia prima.

La notación indica la posibilidad de que otras variables afecten el proceso productivo. Existe una gran variedad de clasificación de los costos de acuerdo al tipo de sistema productivo. La clasificación más utilizada en economía es: costos variables y costos fijos. Dado que algunos costos se determinan en función al nivel de producción, mientras que otros permanecen constantes e independientes a la producción. En términos generales: el Costo Variable está en función al nivel de producción y el Costo Fijo es independiente al nivel de producción

Costos fijos y Costos variables dentro de un sistema de producción agrícola

Un costo fijo requiere que el costo al agricultor sea constante durante el periodo de producción, pero no requiere que la cantidad del insumo usado sea constante, por ejemplo, Un agricultor paga una cuenta fija mensual por electricidad, el costo de la electricidad es fijo, pero la cantidad usada puede variar. Ese sería también el caso de los usuarios del agua en los distritos mexicanos de riego.

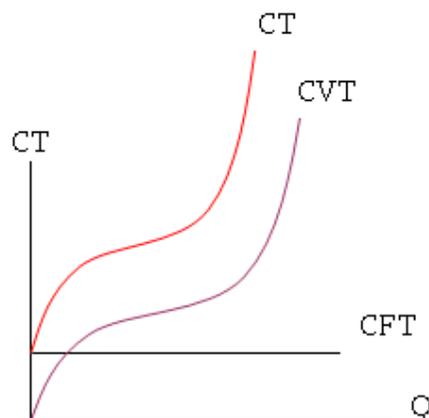
Cálculo de Costo Total

El costo fijo total es una constante, mientras que el costo variable total se obtiene:

$$CVT = X_1 * Px_1 + X_2 * Px_2 + \dots X_n * Px_n \quad (4)$$

Donde: CVT = Costo Variable Total; X_1 = Insumo variable 1; Px_1 = Precio del insumo 1; X_2 = Insumo variable 2; Px_2 = Precio del insumo 2; X_n = Insumo variable n; Px_n = Precio del insumo n.

Figura 16. Representación gráfica de los costos en un sistema productivo



$$CT = CVT + CFT \quad (5)$$

Donde: CT= Costo Total; CVT = Costo Variable Total; CFT = Costo Fijo Total

Para cualquier nivel de producto cuando no se usa insumo variable:

$$CT = CFT \quad (6)$$

Donde: CT= Costo Total; CFT= Costo Fijo Total

Por lo tanto:

$$CT = CFT + CVT = CFT + (Px * X) \quad (7)$$

Donde: CT= Costo Total; CFT= Costo Fijo Total; CVT= Costo Variable Total; $Px * X$ = Precio del insumo X por el número de unidades usadas del insumo variable X.

Costos ambientales o ecológicos

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los costos ambientales derivados de las actividades económicas en México en 2014 representaron el 5.3 % del Producto Interno Bruto (PIB), es decir, alrededor de 910 mil 906 millones de pesos, que son los gastos que tendría que hacer la sociedad para prevenir o remediar la disminución o pérdida de recursos naturales.

En el caso específico de sistemas de producción agrícolas los costos ambientales están directamente relacionados al uso del suelo, agua, vegetación y aire, principalmente.

Sin embargo regularmente, dichos costos no son considerados dentro de la estructura del costo total en cualquier sistema productivo. Dentro de una empresa, los costos ecológicos son los costos relacionados a eliminar los efectos contaminantes por gases, humo, ruido, descargas residuales, desechos sólidos o líquidos de la planta fabril, así como de convertir los productos terminados en artículos que no dañen el medio ambiente (García, 2001).

Rentabilidad

La dinámica de los ingresos y los costos definen la rentabilidad dentro de un sistema productivo, a través del cálculo de la Ganancia Total (π), la cual resulta de la diferencia entre el ingreso total y el costo total (Varian , 2006):

$$\pi = \text{Ingreso Total} - \text{Costo Total} \quad (8)$$

Presupuesto

El presupuesto es la estimación programada de manera sistemática de las condiciones de operación y de los resultados a obtener por un organismo en un periodo determinado; es una expresión cuantitativa formal de los objetivos que se propone alcanzar la administración de la empresa en un periodo con la adopción de las estrategias necesarias para lograrlos (García, 2001).

4. METODOLOGÍA

El estudio de caso se realizó en el municipio de Amatitán en el Estado de Jalisco en los sistemas de producción de *Agave tequilana Weber*. Se retoma la unidad de medida de una hectárea por etapa de producción, es decir, un total de 8 hectáreas (total de etapas productivas desde la plantación hasta la cosecha) cada una en diferentes fases productivas.

Se realizó una visita guiada por el Ing. Roberto Lazcarro (productor de agave y residente del municipio de Amatitán) a las diferentes plantaciones de agave en el municipio. Se entrevistó a 20 productores acerca de su esquema de labores culturales y costos de producción.

Para fines de cumplimiento del objetivo, se hará uso del método del presupuesto y clasificación de costos. La base metodológica se retoma de la traducción al español del libro de Orasen “Economía de la Producción” por Chalita, Luis E.

El concepto de función de producción:

$$Y = f (X_1, X_2, X_3 \dots X_n)$$

Donde: Y = Producción; $X_1 \dots X_n$ = Insumos

Insumos Variables y Fijos

La función de producción de arriba no especifica que insumos son variables y cuales son insumos fijos. Por ejemplo;

(X_1), el fertilizante, a menudo es un insumo variable aplicado a un insumo fijo que puede ser una hectárea de tierra.

(X_n), alimento balanceado para animales, a menudo es insumo variable aplicado a un insumo fijo, que puede ser una vaca o una gallina.

Representación simbólica de las unidades de técnicas

En la función de producción se inserta una raya vertical que divide a los insumos variables de los insumos fijos.

Véase como;

$$Y = f (X_1, X_2, X_3 \dots X_{n-1} | X_n)$$

En este caso, (X_n) es el insumo fijo., al que también se le llama unidad técnica. Todos los demás insumos son variables.

Economía de la Producción

Economía de la producción es el estudio de los principios económicos usados cuando se toman decisiones de administración en una empresa. Las decisiones deben guiar la producción futura no la pasada. Así, la función de producción es una relación futura o esperada y es pues, un instrumento para planeación.

La función de producción de un proceso industrial, p.e., una despepitadora de algodón o un molino productor de harina de trigo da una idea muy exacta de cuáles van a ser las cuotas futuras de producción.

Pero, en la producción agrícola, existen muchos factores que se escapan al control humano, como lo pueden ser: exceso o escasez de agua de lluvia, presencia de plagas y enfermedades, impredecibilidad de huracanes, ciclones, inundaciones o heladas. Sumado a esto, hay procesos que todavía no se conocen bien, como lo es la nutrición vegetal.

Todos estos factores entran en la función de producción como insumos variables y por lo tanto desplazan la función de producción hacia arriba o hacia abajo. Así pues, las decisiones de administración serán tan precisas como lo sean las funciones de producción. Por eso, es importante seleccionar las funciones de producción “apropiadas”.

Definición de periodos de producción

Muy corto plazo. Es el periodo de producción en el cual todos los recursos están fijos.

Corto Plazo. Es el periodo de producción en el cual por lo menos un recurso es variable y los demás fijos.

Largo Plazo. Es el periodo de producción en el cual todos los recursos pueden variar.

Más sobre costos y funciones de producción

En la práctica hay 2 maneras de estimar funciones de costos para una empresa:

- I. Estimación de funciones de costos directamente, p.e., se observan datos de costos y niveles de producción para una muestra grande de empresas similares. Así se puede desarrollar la relación típica entre costos y producción para una empresa maicera y una lechera. Una vez que se obtienen las funciones totales de costos, las otras funciones de costos pueden ser determinadas.
- II. Estimación de costos de la función de producción. La función de producción cuando se conoce, puede ser usada junto con los costos fijos y los precios de los insumos para derivar las funciones de costos.

Derivación de funciones de costos a partir de las funciones de producción

En análisis económico el precio de producción requiere la consideración de costos e ingresos. Las funciones de costos son el primer paso en incorporar el impacto de las fuerzas del mercado sobre las empresas agrícolas. Así:

$$CT = CV + CF = f(Y)$$

Donde:

CT= Costo total; CV= Costos variables; CF= Costos fijos

Pero, $Y = f(X)$

De donde se deduce que las funciones de costos y las funciones de producción están relacionadas de manera inversa. Conocer una función es conocer la otra – cuando se conocen los precios de los insumos.

$CVT = (P_x)(X)$ y $Y = f(X)$

Pero el costo debe ser función del producto.

Este dilema se resuelve expresando X, como una función de Y, para cantidad de insumos y producción dentro de la vecindad de las regiones de producción I y II. A la función resultante se le llama la función de producción inversa.

La función de producción inversa

Se expresa como: $X = f^{-1}(Y)$

Esta función no implica que el producto causa el insumo. No es una relación de causa a efecto. Solo dice la cantidad mínima de insumo necesaria para obtener un nivel dado de producción. Cuando se tiene una función de producción, se puede obtener la función inversa. Una función de producción basada en la parábola, es la función de producción cuadrática.

Determinación de la cantidad óptima de producto

Algebraicamente:

$$\pi = IT - CT = (P_y * Y) - [(P_x * X) - CFT] = (P_y * Y) - [P_x f^{-1}(Y) - CFT]$$

Donde: π = ganancia; IT = ingreso total; CT = costo total; P_y = precio del insumo Y; Y = insumo Y; P_x = precio del insumo X; X = insumo X; CFT = costo fijo total; $P_x f^{-1}(Y)$ = Precio del insumo X por la función inversa de Y

Recuérdese que $X = f^{-1}(Y)$, y que necesitamos expresar todo en función de (Y).

Derivando:

$$\frac{d\pi}{dY} = P_y - P_x \frac{dX}{dY} = 0$$

Pero en las áreas I y II de producción:

$$\frac{d\pi}{dY} = \frac{1}{\frac{dY}{dX}} = \frac{1}{PMF}$$

Entonces, la condición marginal es:

$$\begin{aligned} \frac{d\pi}{dX} &= P_y - \frac{P_x}{PMF} = 0 \\ &= P_y - CM = 0 \end{aligned}$$

$P_y = CM$ en el óptimo

Generalizando:

$$\frac{d\pi}{dY} = \frac{dIT}{dY} - \frac{dCT}{dY} = Img - Cmg$$

Igualando a cero tenemos que el Ingreso marginal (Img) es igual al costo marginal (Cmg):

$$Img - Cmg = 0$$

$$Img = Cmg$$

Pero en competencia pura, $Img = Py$. En el corto plazo, el empresario produce mientras cubra sus costos variables.

Por esta razón, la curva del costo marginal por encima de la curva de los costos variables promedios se considera la curva de oferta de la empresa. Conforme el precio de Y, (Py), se incrementa o decrecienta, los niveles óptimos de producción se incrementan o decrecientan a lo largo de la curva de costo marginal.

Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es el volumen o valor de las ventas, donde el Ingreso Total es igual al Costo Total. Es decir, el nivel de actividad para el cual no hay ni pérdidas ni ganancias económicas. El cual se calcula:

$$P.E = \frac{CF}{(Pv - CV_{und})}$$

Donde: P.E= Punto de equilibrio; CF= Costo Fijo Total; Pv= Precio de venta por unidad; CV_{und} = Costo Variable por unidad.

Medidas de ganancia

I. Ingreso neto en efectivo

$$\text{INE} = \text{IT} - \text{CV} - \text{IP} - \text{IS}$$

Donde:

INE = Ingreso Neto en Efectivo; IT = Ingreso Total; CV = Costos Variables; IP = Impuestos a Prediales; IS = Impuestos y Seguros de Maquinaria y Equipo de irrigación.

II. Ingreso neto por hectárea

$$\text{INH} = \text{INE} - \text{DP}$$

Donde:

INH= Ingreso Neto por Hectárea; INE= Ingreso Neto en Efectivo; DP = Depreciación de Maquinaria y Equipo de irrigación

III. Ingreso a la mano de obra y a la administración

$$\text{IMA} = \text{INH} - \text{IIC}$$

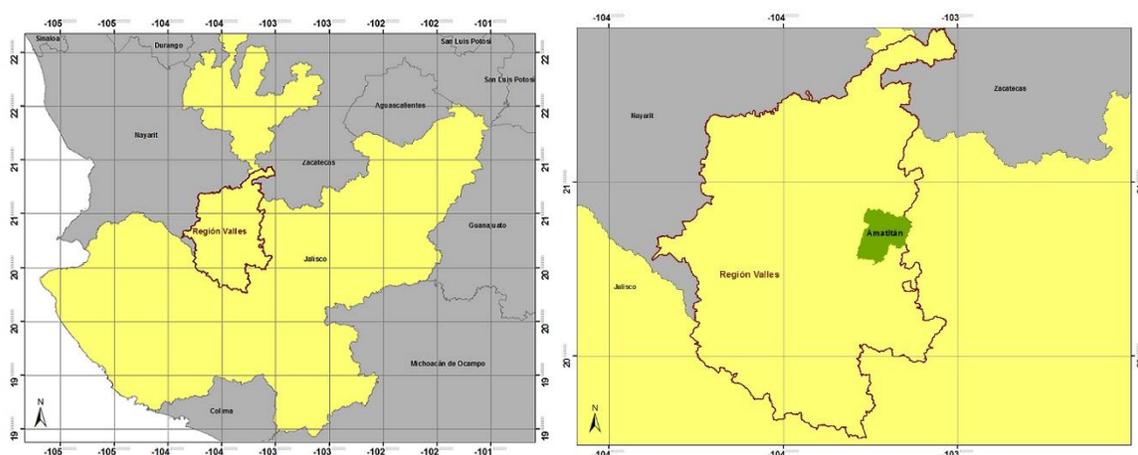
Donde:

IMA= Ingreso a la mano de obra y la administración; INH= Ingreso Neto por Hectárea; IIC= Interés sobre la inversión de capital de la tierra, maquinaria y equipo de irrigación.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Amatitán se ubica en el estado de Jalisco en la Región Valles, con una superficie de 171.1 km² entre las coordenadas geograficas 20°42'30'' a 20°55'15'' Latitud Norte y 103°37'40'' a 103°49' 30'' Longitud Oeste, a una altitud promedio de 1 260 msnm. El municipio tiene 32 localidades y una población de 15 344 habitantes de los cuales el 51 % son mujeres y 49 % hombres (INEGI, 2015). El grado de marginación a nivel municipal es *Muy bajo* (CONAPO , 2010). El 46 % de la población esta en situación de pobreza multidimensional⁷ (IIEG, 2015).

Figura 17. Ubicación del municipio de Amatitán en la Región Valles del Estado de Jalisco.



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, 2015.

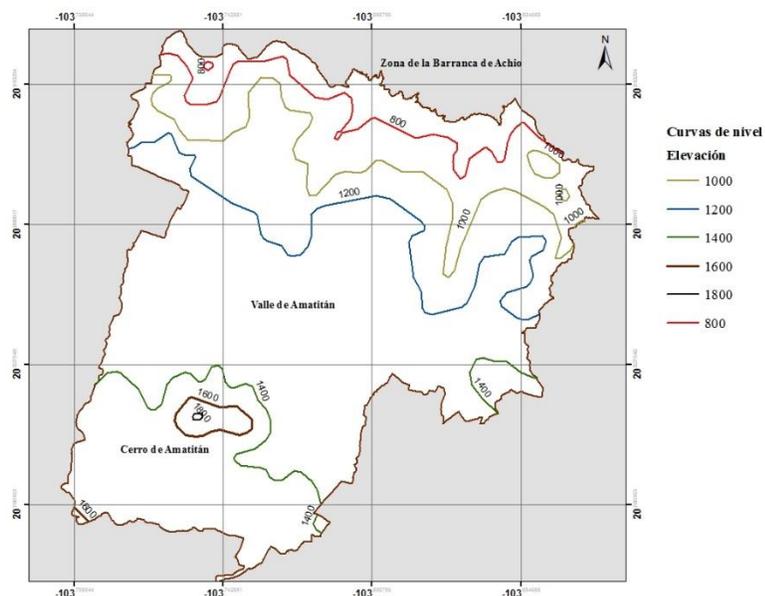
El municipio esta conformado por un valle localizado entre la cabecera municipal y el río Santiago, extendiéndose un poco al oriente para lindar con el municipio de Tequila.

Existen 2 climas predominantes; en la parte centro-norte predomina el calido humedo y en la parte sur (parte más alta del municipio) se registra templado subhumedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 21.9°C, mientras que sus maximas y minimas

⁷ Población con ingreso inferior al valor de la línea de bienestar mínimo, es decir, que su ingreso mensual es inferior al valor de la canasta alimentaria por persona al mes; y que además padece al menos una carencia social.

oscilan entre los 34.2°C y 9.4°C respectivamente. La precipitación media anual es de 938 mm (INEGI).

Figura 18. Curvas de nivel del municipio de Amatitán, Jalisco (msnm).



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, 2015.

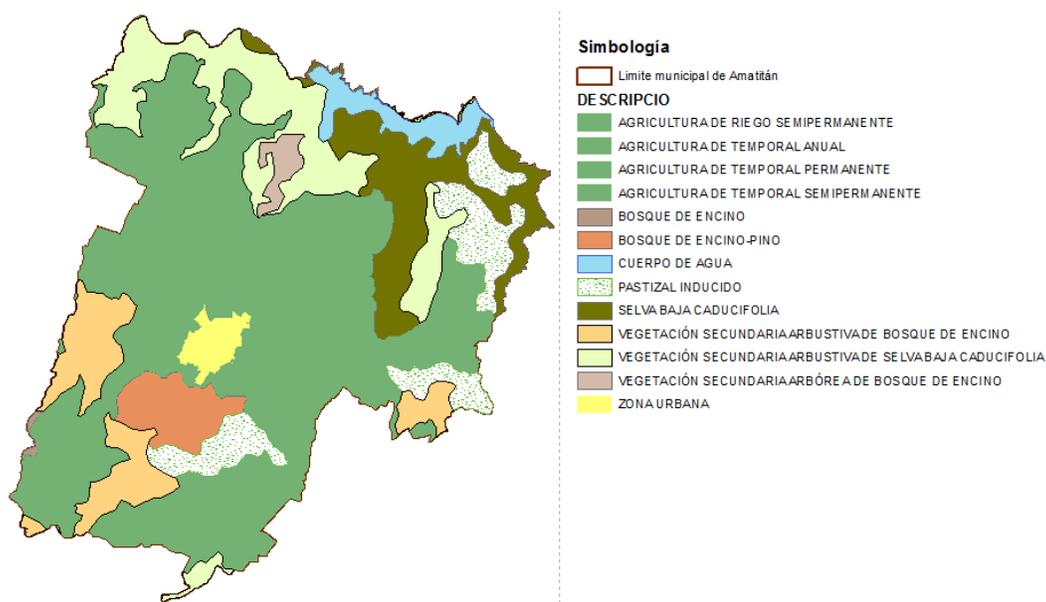
El 50 % de la superficie municipal es plana con pendientes menores a 5°, oscilando entre los 1 000 y 1 400 msnm; las zonas semiplanas con pendientes entre los 5° y 15° se encuentran en 24 % del territorio; y la zona accidentada con pendientes mayores a 15° se presentan en la parte sur del municipio en una proporción de 26 % con alturas entre los 1 600 y 1 800 msnm.

Uso del suelo del municipio de Amatitán

Amatitán cuenta con 17 110 ha. En total se tienen 12 936 ha de propiedad privada, en las que 7 808 ha son ejidales y no existe propiedad comunal (IIEG,2015).

El predominio de terrenos planos con pendientes menores a 5° vuelven a la región muy vulnerable a los cambios de uso de suelo a través del desplazamiento de vegetaciones primarias al uso agrícola o pecuario, pues las condiciones orográficas del terreno facilitan la conversión.

Figura 19. Uso del suelo en el municipio de Amatitán, Jalisco.



Fuente: INEGI. Uso de suelo y vegetación. Datos vectoriales escala 1:250 000 serie V.

Cuadro 5. Vegetación y uso del suelo en el municipio de Amatitán, Jalisco.

Modalidad	Superficie (ha)	%
Agricultura de temporal permanente	6 901	40.34
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	2 072	12.11
Selva baja caducifolia	1 577	9.22
Agricultura de temporal anual	1 509	8.82
Pastizal inducido	1 286	7.52
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1 244	7.27
Agricultura de riego semipermanente	626	3.66
Bosque de encino-pino	614	3.59
Cuerpo de agua	464	2.71
Agricultura de temporal semipermanente	337	1.97
Zona urbana	267	1.56
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	184	1.08
Bosque de encino	24	0.14
Superficie total municipal	17 107	100.00

Fuente: elaboración propia con datos de (INEGI, 2014).

La agricultura ocupa 9 373 ha, el 54.8 % del territorio, mientras que la ganadería (pastizal inducido) ocupa 1 286 ha (7.5 %); en conjunto la agricultura y ganadería representan el 62.3 % del área municipal.

El 20.5 % de la superficie (3 500 ha) comprende algún tipo de vegetación secundaria⁸. En el recorrido a campo, se pudo identificar que gran parte de este tipo de ecosistemas fueron perturbados para la implementación de sistemas agrícolas, agave principalmente, sin embargo por la influencia de diversos factores económicos-sociales han sido abandonadas, causando una perturbación en donde hay un desequilibrio entre la vegetación primaria que comienza a recobrar terrenos de modo natural y la perturbación por la implementación del sistema.

En Amatitán, el agave es el principal producto agrícola, en el año 2015 se registraron 1 595 ha, además de ser el producto agrícola que genera el mayor valor económico \$141 629 000. (SIAP, 2016).

Cuadro 6. Distribución territorial y valor económico de los cultivos agrícolas en el municipio de Amatitán, Jalisco en el año 2015.

Modalidad	Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Valor Producción (miles de pesos)
Temporal	Agave	1 595	141 629
Temporal	Maíz grano	850	21 446
Temporal	Pastos	215	2 079
Temporal	Ciruela	192	13 882
Temporal	Sorgo grano	71	1 026
Temporal	Maíz forrajero	60	830
Temporal	Chía	7	196
Temporal	Frijol	6	121
Riego	Mango	170	12 121
Riego	Caña de azúcar	165	7 311
Riego	Maíz grano	85	1 675
Riego	Calabacita	60	7 176
	Total	3 476	209 492

Fuente: elaboración propia con datos de (SIAP, 2016).

Existe una gran discrepancia entre las publicaciones de INEGI y SIAP respecto a la superficie destinada a la agricultura en el municipio; el INEGI publica, según las cartas de uso de suelo, que esta es de 9 373 ha (Cuadro 5), mientras que el SIAP registra 3 476 ha (Cuadro 6).

⁸ Vegetación primaria que ha sido alterada por factores humanos o naturales y el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea (INEGI).

6. DESARROLLO

El desarrollo económico-productivo del agave en el municipio de Amatitán se ha visto influenciado de manera directa a través del tiempo por las dinámicas de su principal mercado consumidor, la industria tequilera.

Como se menciona en el apartado 1.1.4 de este documento, la productividad depende directamente por las condiciones agroclimáticas, en lo que al peso de la piña de agave se refiere; sin embargo factores tales como: la cantidad demandada y el precio de venta por parte de las tequileras de la región, son 2 factores que definen decisiones directas sobre la superficie plantada y la edad de la plantación para la cosecha (jima).

El ciclo de maduración óptimo del agave es de 8 a 10 años, sin embargo en el municipio de Amatitán el promedio es de 8 años, registrando cosechas a partir de los 6 años. Las cosechas tempranas no garantizan la mejor calidad en los azúcares de la piña, pues las variables que la determinan son: las condiciones agroclimáticas y el tiempo de maduración del cultivo.

Actualmente la industria tequilera solo considera el peso de la piña como indicador para fijar el monto a pagar por la venta no considera los grados brix⁹ que contienen los azúcares del producto. Es por ello que los agaveros programan las cosechas en función a la tendencia del precio y necesidades propias de ingresos, y no en función de la maduración en las plantaciones.

Las labores culturales y la estructura de costos no varían mucho de una región a otra, muchas de estas actividades se realizan por costumbre, aunque los productores no conozcan de manera certera el impacto que tienen sobre la productividad del cultivo.

⁹ Los grados Brix sirven para determinar el cociente total de sacarosa o sal disuelta en un líquido, es la concentración de sólidos- solubles.

Calculo de Costos Totales de Agave tequilana Weber en el municipio de Amatitán, Jalisco.

Los datos recopilados en la salida a campo al municipio de Amatitán, corresponden al año 2015, siendo este nuestro año de referencia para el análisis. Como se mencionó anteriormente, el cultivo del agave tarda de 8 a 10 años para su maduración, en el estudio de caso se consideran 8 años de ciclo productivo, pues este es el periodo promedio que los productores destinan desde la plantación hasta la jima en la zona. Los costos anuales se actualizaron con la siguiente fórmula de Valor Futuro:

$$VF = VP * (1 + i)^n$$

Donde: VF= Valor futuro, VP= Valor presente; i= Inflación promedio anual; n= año correspondiente al ciclo productivo respecto al año 2015.

El periodo de análisis de costos es para el periodo 2008-2015. El valor presente (VP) son los costos registrados en el año 2015; el valor de la inflación (i) se considera un promedio anual de 4 % (INEGI). En lo que se refiere al valor de n, en el siguiente cuadro se muestra su valor con base al año cero de referencia, es decir 2015.

Cuadro 7. Base de actualización de costos para el periodo 2008-2015 con año base 2015.

Núm.	Año	n
1	2008	- 7
2	2009	- 6
3	2010	- 5
4	2011	- 4
5	2012	- 3
6	2013	- 2
7	2014	- 1
8	2015	0

Fuente: elaboración propia

Ejemplo de actualización de costos:

Se retoma un costo al azar: el costo del subsoleo en el año 2015 fue de \$1 200 ha⁻¹, sin embargo esta actividad se realizó en el año 2008, por lo tanto se aplica la actualización del costo para conocer lo que se pagó realmente en el año de ejecución de la actividad.

$$VF = VP * (1 + i)^n$$
$$VF = 1\ 200 * (1 + .04)^{-7}$$
$$VF = 912$$

Es decir, en el año 2008 el productor pago \$912 ha⁻¹ por el subsoleo.

En el siguiente cuadro se muestra los costos recopilados en campo con precios del año 2015 (A), y una columna de actualización de precios con base al año cero 2015 (B), los cuales se actualizaron con la fórmula de Valor Fututo (VF) descrita anteriormente.

Cuadro 8. Estructura de actividades y costos de producción para 1 hectárea de *Agave tequilana* Weber en el municipio de Amatitán, Jalisco.

Año	Actividades	Insumo /Material /Maquinaria	Unidades	Cantidad ha ⁻¹	Precio unidad ⁻¹ del año 2015	Costos (A)	Costos actualizados (B)
Preparación del suelo							
2008		Terreno	Renta por ha	1.0	\$ 1,000.00	\$ 1,000	\$ 760
2008	Subsoleo	Labor de tractor	Renta por ha	1.0	\$ 1,200.00	\$ 1,200	\$ 912
2008	Arado	Labor de tractor	Renta por ha	1.0	\$ 800.00	\$ 800	\$ 608
2008	Rastreo	Labor de tractor	Renta por ha	1.0	\$ 500.00	\$ 500	\$ 380
2008	Encalado	Labor de tractor	Renta por ha	1.0	\$ 500.00	\$ 500	\$ 380
2008	Encalado	Cal	ton	1.5	\$ 900.00	\$ 1,350	\$ 1,026
Plantación							
2008	Desinfección de hijuelos	Hijuelos	planta	2,857.0	\$ 3.00	\$ 8,571	\$ 6,513
2008	Desinfección de hijuelos	Hipoclorito de sodio	lt	1.0	\$ 10.50	\$ 11	\$ 8
2008	Desinfección de hijuelos	Mano de obra	jr	2.0	\$ 120.00	\$ 240	\$ 182
2008	Plantación	Mano de obra	Destajo por planta	2,857.0	\$ 0.80	\$ 2,286	\$ 1,737
2008	Fertilización orgánica	Composta	ton	2.9	\$ 1,000.00	\$ 2,857	\$ 2,171
2008	Fertilización orgánica	Mano de obra	Destajo por planta	2,857.0	\$ 0.10	\$ 286	\$ 217
Año 1							
2009		Terreno	Renta por ha	1.0	\$ 1,000.00	\$ 1,000	\$ 790
2009	Arado	Labor de tractor	Renta por ha	1.0	\$ 800.00	\$ 800	\$ 632
2009	Deshierbe manual	Mano de obra	jr	3.0	\$ 120.00	\$ 360	\$ 285
2009	Fertilización inorgánica	UREA	kg	228.6	\$ 7.25	\$ 1,656	\$ 1,309
2009	Fertilización inorgánica	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.10	\$ 286	\$ 226
2009	Aplicación de herbicidas	Faena	lt	2.0	\$ 125.00	\$ 250	\$ 198
2009	Aplicación de herbicidas	Agua	pago por tambo	10.0	\$ 2.00	\$ 20	\$ 16
2009	Aplicación de herbicidas	Mano de obra	jr	2.0	\$ 200.00	\$ 400	\$ 316
2009	Aplicación de insecticidas	Furadan	lt	2.0	\$ 245.00	\$ 490	\$ 387
2009	Aplicación de insecticidas	Agua	pago por tambo	5.0	\$ 2.00	\$ 10	\$ 8
2009	Aplicación de insecticidas	Mano de obra	jr	1.0	\$ 200.00	\$ 200	\$ 158

Año	Actividades	Insumo /Material /Maquinaria	Unidades	Cantidad ha ⁻¹	Precio unidad ⁻¹ del año 2015	Costos (A)	Costos actualizados (B)
Año 2							
2010		Terreno	Renta por ha	1.0	\$ 1,000.00	\$ 1,000	\$ 822
2010	Deshierbe manual	Mano de obra	jr	3.0	\$ 120.00	\$ 360	\$ 296
2010	Aplicación de herbicidas	Faena	lt	2.0	\$ 125.00	\$ 250	\$ 205
2010	Aplicación de herbicidas	Agua	pago por tambo	10.0	\$ 2.00	\$ 20	\$ 16
2010	Aplicación de herbicidas	Mano de obra	jr	2.0	\$ 200.00	\$ 400	\$ 329
2010	Fertilización inorgánica	UREA	kg	228.6	\$ 7.25	\$ 1,656	\$ 1,361
2010	Fertilización inorgánica	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.10	\$ 286	\$ 235
Año 3							
2011		Terreno	Renta por ha	1.0	\$ 1,000.00	\$ 1,000	\$ 855
2011	Retiro de hijuelos	Mano de obra	jr	6.0	\$ 120.00	\$ 720	\$ 615
2011	Arado	Labor de tractor	Renta por ha	1.0	\$ 800.00	\$ 800	\$ 684
2011	Aplicación de herbicidas	Faena	lt	2.0	\$ 125.00	\$ 250	\$ 214
2011	Aplicación de herbicidas	Agua	pago por tambo	10.0	\$ 2.00	\$ 20	\$ 17
2011	Aplicación de herbicidas	Mano de obra	jr	2.0	\$ 200.00	\$ 400	\$ 342
2011	Fertilización inorgánica	UREA	kg	171.4	\$ 7.25	\$ 1,242	\$ 1,062
2011	Fertilización inorgánica	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.10	\$ 286	\$ 244
Año 4							
2012		Terreno	Renta por ha	1.0	\$ 1,000.00	\$ 1,000	\$ 889
2012	Retiro de hijuelos	Mano de obra	jr	6.0	\$ 120.00	\$ 720	\$ 640
2012	Aplicación de herbicidas	Faena	lt	2.0	\$ 125.00	\$ 250	\$ 222
2012	Aplicación de herbicidas	Agua	pago por tambo	10.0	\$ 2.00	\$ 20	\$ 18
2012	Aplicación de herbicidas	Mano de obra	jr	2.0	\$ 200.00	\$ 400	\$ 356
2012	Fertilización inorgánica	UREA	kg	171.4	\$ 7.25	\$ 1,242	\$ 1,104
2012	Fertilización inorgánica	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.10	\$ 286	\$ 254
Año 5							
2013		Terreno	Renta por ha	1.0	\$ 1,000.00	\$ 1,000	\$ 925
2013	Retiro de hijuelos	Mano de obra	jr	6.0	\$ 120.00	\$ 720	\$ 666
2013	Aplicación de herbicidas	Faena	lt	2.0	\$ 125.00	\$ 250	\$ 231
2013	Aplicación de herbicidas	Agua	pago por tambo	10.0	\$ 2.00	\$ 20	\$ 18
2013	Aplicación de herbicidas	Mano de obra	jr	2.0	\$ 200.00	\$ 400	\$ 370
2013	Fertilización inorgánica	UREA	kg	114.3	\$ 7.25	\$ 828	\$ 766
2013	Fertilización inorgánica	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.10	\$ 286	\$ 264

Año	Actividades	Insumo /Material /Maquinaria	Unidades	Cantidad ha ⁻¹	Precio unidad ⁻¹ del año 2015	Costos (A)	Costos actualizados (B)
2013	Poda sanitaria	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.20	\$ 571	\$ 528
Año 6							
2014		Terreno	Renta por ha	1.0	\$ 1,000.00	\$ 1,000	\$ 962
2014	Retiro de hijuelos	Mano de obra	jr	6.0	\$ 120.00	\$ 720	\$ 692
2014	Aplicación de herbicidas	Faena	lt	2.0	\$ 125.00	\$ 250	\$ 240
2014	Aplicación de herbicidas	Agua	pago por tambo	10.0	\$ 2.00	\$ 20	\$ 19
2014	Aplicación de herbicidas	Mano de obra	jr	2.0	\$ 200.00	\$ 400	\$ 385
2014	Fertilización	UREA	kg	114.3	\$ 7.25	\$ 828	\$ 796
2014	Fertilización	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.10	\$ 286	\$ 275
Año 7							
2015		Terreno	Renta por ha	1.0	\$ 1,000.00	\$ 1,000	\$ 1,000
2015	Retiro de hijuelos	Mano de obra	jr	6.0	\$ 120.00	\$ 720	\$ 720
2015	Desquiete	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.50	\$ 1,429	\$ 1,429
2015	Aplicación de herbicidas	Faena	lt	2.0	\$ 125.00	\$ 250	\$ 250
2015	Aplicación de herbicidas	Agua	pago por tambo	10.0	\$ 2.00	\$ 20	\$ 20
2015	Aplicación de herbicidas	Mano de obra	jr	2.0	\$ 200.00	\$ 400	\$ 400
2015	Fertilización inorgánica	UREA	kg	57.1	\$ 7.25	\$ 414	\$ 414
2015	Fertilización inorgánica	Mano de obra	destajo por planta	2,857.0	\$ 0.10	\$ 286	\$ 286
TOTAL						\$ 49 777	\$ 41 656

Fuente: elaboración propia con datos recopilados en las entrevistas a productores de agave en Amatitán, Jalisco.

El costo de producción es de \$41 656 ha⁻¹. Para fines de análisis se calcula el costo de producción por kilogramo bajo los siguientes supuestos:

- El 100 % de plantas por hectárea es de 2 857.
- El peso promedio del peso por piña de la zona es de 30 kg.

Calculo del total de kilogramos por hectárea:

$$Kg\ ha^{-1} = (100\ \% \text{ de plantas } ha^{-1}) * (\text{Peso promedio piña}^{-1})$$

Dónde: 100 % de plantas ha^{-1} = 2 857 plantas; Peso promedio piña $^{-1}$ = 30 kg

$$Kg\ ha^{-1} = (2\ 857\ plantas) * (30\ kg) = 85\ 710$$

Costo de producción

El costo de producción por hectárea es el \$ 41 656, como se observa en el cuadro 8. Se calcula el costo de producción por kilogramo:

$$\text{Costo de producción } Kg^{-1} = \frac{\text{Costo de producción } ha^{-1}}{Kg\ ha^{-1}}$$

Dónde: Costo de producción ha^{-1} = \$41 656; $Kg\ ha^{-1}$ = 85 710

$$\text{Costo de producción } Kg^{-1} = \frac{\$ 41\ 656}{85\ 710\ kg} = .4860$$

Costos de jima y costo de acarreo

Para la jima se contratan cuadrillas que ofrecen el servicio por destajo. El pago es de \$1 000 por la jima de 350 piñas; si el peso promedio por piña es de 30 kg, tenemos:

$$350\ piñas\ (30\ kg) = 10\ 500\ kg$$

$$\text{Costo de jima } kg^{-1} = \frac{\$1\ 000}{10\ 500\ kg} = .09523$$

El costo de jima kg^{-1} es de \$.09523; se multiplica por el total de kilogramos por hectárea para obtener el costo de jima por hectárea:

$$\text{Costo de jima } ha^{-1} = \$.09523 * 85\ 710\ kg = \$8\ 162$$

El acarreo se realiza en camiones tipo torton con capacidad de 16 000 kg. El costo de flete en promedio es de \$5 000¹⁰. Calculamos el costo de acarreo por kilogramo y por hectárea:

$$\text{Costo de acarreo } kg^{-1} = \frac{\$5\,000}{16\,000\,kg} = .3125$$

El costo de acarreo por kilogramo es de \$.3125; se multiplica por total de kilogramos por hectárea para obtener el costo de acarreo por hectárea:

$$\text{Costo de acarreo } ha^{-1} = \$.3125 * 85\,710\,kg = 26\,785$$

Costo de guía de traslado

Previo a la jima, el dueño del predio que se ubique dentro de la zona DOT, acude al Consejo Regulador del Tequila a solicitar una “Guía de Traslado de Agave”¹¹, el cual es un pago adelantado por cada camión que se cargue con piña de agave y que tenga como destino la producción de tequila. El costo de esta guía es de \$ 60 camión⁻¹, si un camión tiene la capacidad de 16 000 kg se calcula:

$$\text{Costo de guía por } kg = \frac{\$ 60}{16\,000\,kg} = .00375$$

El costo de guía por kilogramo es de \$.00375; este costo se multiplica por el total de kilogramos por hectárea para obtener el costo de guía por hectárea:

$$\text{Costo de guía por } ha = \$.00375 * 85\,710\,kg = 321$$

Cuadro 9. Resumen de costos y costo total de Agave *tequilana* Weber en Amatitán, Jalisco.

Concepto	\$ kg ⁻¹	\$ ha ⁻¹
Costo de producción	.4860	41 656
Costo de jima	.09523	8 162
Costo de acarreo	.3125	26 785
Guía de traslado	.00375	321

¹⁰ Esta cifra puede variar de acuerdo a la distancia que hay entre las plantaciones de agave y las tequileras.

¹¹ El documento incluye los datos del: propietario, predio, comprador, transporte de carga y el registro de la fecha de la operación. Este debe ser entregado al receptor del producto (tequilera), con el objetivo de asegurar que la piña de agave que llegue a la industria es de la variedad *Tequilana weber* y que se encuentra dentro de la zona DOT.

Costo Total	.89748	76 924
--------------------	---------------	---------------

Fuente: elaboración propia

Clasificación de costos

Para calcular las 3 medidas de ganancia que se tiene como objetivo en este trabajo, se debe desglosar el Costo total (CT) en costos variables (CV) y costos fijos (CF).

Cuadro 10. Costos fijos y variables ha⁻¹ del Agave *tequilana* Weber en Amatitán, Jalisco

Costos Fijos		Costos Variables	
Actividad	Monto	Actividad	Monto
Renta del terreno	\$ 7 003	Desquiete	\$ 1 429
Aplicación de herbicidas	\$ 4 182	Fertilización inorgánica	\$ 8 596
Aplicación de insecticidas	\$ 553	Poda sanitaria	\$ 528
Arado	\$ 1 924	Jima	\$ 8 162
Deshierbe manual	\$ 580	Acarreo	\$ 26 785
Desinfección de hijuelos	\$ 6 704		
Encalado	\$ 1 406		
Fertilización orgánica	\$ 2 388		
Plantación	\$ 1 737		
Rastreo	\$ 380		
Retiro de hijuelos	\$ 3 334		
Subsoleo	\$ 912		
Guía de traslado	\$ 321		
Costo Fijo Total	\$ 31 424	Costo Variable Total	\$ 45 500

Fuente: elaboración propia con base al Cuadro 8. Costos actualizados de producción para 1 hectárea de Agave *tequilana* Weber en el Municipio de Amatitán, Jalisco.

El monto de cada una de las actividades que contemplan el Costo fijo, son independientes al número de plantas o kilogramos totales por hectárea.

El monto de cada una de las actividades que contemplan el Costo variable, cambia en función al número de plantas o kilogramos totales por hectárea. Por lo cual, este costo nos sirve para calcular el costo variable unitario o costo variable por kilogramo:

$$\text{Costo Variable } kg^{-1} = \frac{\text{Costo Variable Total } ha^{-1}}{Kg \text{ } ha^{-1}} = \frac{45\,500}{85\,710} = .5308$$

Calculo de Ingresos

Los ingresos están en función de la cantidad en kilogramos vendida de agave, el precio de venta por kilogramo. Si se considera la jima del 100 % de la plantación, se tiene:

$$\text{Ingreso Total} = (\text{Kg ha}^{-1}) * (\text{Precio de Venta})$$

Dónde: $\text{Kg ha}^{-1} = 85\,710 \text{ kg}$; Precio de venta $\text{kg}^{-1} = \$ 3.00$

$$\text{Ingreso Total ha}^{-1} = 85\,710 \text{ kg} * \$ 3.00 = \$ 257\,130$$

Por lo que: \$ 257 130 es el máximo ingreso que se puede obtener por 1 hectárea de agave a un precio de \$ 3.00 kg^{-1} en Amatitán, Jalisco.

Calculo de la ganancia

La ganancia ha^{-1} resulta de la diferencia del Ingreso Total ha^{-1} y el Costo total ha^{-1} , siendo:

$$\text{Ganancia ha}^{-1} = \$ 257\,130 - \$ 76\,924 = \$ 180\,206$$

Se debe considerar que la presencia de plagas y enfermedades es un problema muy severo y latente en la zona, y que el porcentaje de pérdidas por la incidencia de ellas puede llegar a afectar – según los productores de agave en Amatitán – hasta el 20 % de plantas ha^{-1} , o más sino se aplican medidas preventivas o de eliminación en tiempo.

En lo que respecta al precio de venta, cualquier movimiento en este repercute de manera directa en el ingreso.

Cálculo de las 3 medidas de ganancia en la producción de agave

I. Ingreso neto en efectivo

$$\text{INE} = \text{IT} - \text{CV} - \text{IP} - \text{IS}$$

Dónde: INE = Ingreso Neto en Efectivo; IT = Ingreso Total; CV = Costos Variables; IP = Impuestos a Prediales; IS = Impuestos y Seguros de Maquinaria y Equipo de irrigación.

$$\text{INE} = \$ 257\,130 - \$ 45\,500 - \$ 0 - \$ 0 = \$ 211\,630$$

El costo IP no aplica pues el costo de la tierra se maneja por concepto de Renta ha⁻¹, por lo tanto el productor no realiza pago directo por predial. De igual modo el costo IS no aplica, pues la maquinaria que se registra en la estructura es de renta por labor, lo cual ya va incluido el seguro que debe pagar el dueño de la maquinaria que brinda el servicio.

II. Ingreso neto por hectárea

$$INH = INE - DP$$

Dónde: INH= Ingreso Neto por Hectárea; INE= Ingreso Neto en Efectivo; DP = Depreciación de Maquinaria y Equipo de irrigación

$$INH = \$ 211\ 630 - \$ 0 = \$ 211\ 630$$

El costo DP no aplica pues la maquinaria que se registra en la estructura es de renta por labor, lo cual la depreciación de la maquinaria la absorbe el dueño que ofrece el servicio y las plantaciones son de temporal.

III. Ingreso a la mano de obra y a la administración

$$IMA = INH - IIC$$

Dónde: IMA= Ingreso a la mano de obra y la administración; INH= Ingreso Neto por Hectárea; IIC= Interés sobre la inversión de capital de la tierra, maquinaria y equipo de irrigación.

$$IMA = \$ 211\ 630 - \$ 0 = \$ 211\ 630$$

Calculo del Punto de Equilibrio (P.E)

Dado la estructura de costos anteriormente mencionada, se requiere conocer el punto donde el productor iguala los costos e ingresos, es decir donde no gana ni pierde y que a partir de ese total de venta en adelante genera ganancia.

$$PE_{kg} = \frac{CF}{(P_V - CV_{kg})} = \frac{31\ 424}{(3 - .5308)} = 12\ 726.39\ kg$$

$$PE_{piñas} = \frac{12\ 726.39}{30\ kg} = 424.21 \sim 424\ piñas\ de\ agave\ de\ 30\ kg$$

Comprobación del punto de equilibrio:

$$\text{Ingreso Total} = (424.21 \text{ piñas} * 30 \text{ kg}) * \$3.00 = \$ 38 179$$

$$\text{Costo Total} = 31 424 + [(424.21 \text{ piñas} * 30 \text{ kg}) * .5308] = \$ 38 179$$

Bajo el esquema de costos que se describe en los cuadros 8, 9 y 10 de este trabajo, el productor de agave obtiene el punto de equilibrio por hectárea cuando vende 12 726.39 kg, lo cual corresponde a 424.21~ 424 piñas de agave de 30 kg a un precio de venta de \$3 kg⁻¹.

424 piñas de agave representan 14.85 % del 100 % esperado; por lo cual se concluye que el productor obtiene ganancias negativas por hectárea cuando vende por debajo del 14.85 % de la producción proyectada; o en su efecto cuando pierde el 85.15 % de plantas por hectárea.

Costo de oportunidad de la tierra

El cultivo de agave es un producto que no ofrece ingresos al productor al corto plazo, pues se requieren de 6 a 10 años para lograr la cosecha. Se hace una comparación con el ingreso que se obtendría si estas tierras se destinaran a otra actividad, en este caso contra el segundo cultivo de importancia económica y territorial para el municipio – el maíz grano -.

Se retoma el paquete tecnológico propuesto por el Fideicomiso Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) para la producción de maíz grano en la región Valles del estado de Jalisco; el costo total en la región es de \$ 18 149 ha⁻¹ distribuido:

Cuadro 11. Paquete tecnológico y costos del sistema productivo maíz grano en la Región Valles del Estado de Jalisco.

Actividad	\$ ha⁻¹
Preparación del terreno	\$ 2 400
Siembra	\$ 4 338
Fertilización	\$ 6 613
Control de plagas y enfermedades	\$ 2 398
Cosecha, selección y empaque	\$ 2 400
Costo Total	\$ 18 149

Fuente: FIRA, 2016.

Con base al costo total del año 2015, se hace la actualización de costos para el periodo de análisis 2008-2015 (periodo con el cual se realizó el análisis productivo agave) con la fórmula de valor futuro descrita con anterioridad.

Cuadro 12. Costo Total actualizado de la producción de 1 hectárea de maíz grano en la Región Valles del Estado de Jalisco.

Año	Costo ha⁻¹ Año 2015	Costo actualizado ha⁻¹ Año base 2015
2008	\$ 18 149	\$ 13 792
2009	\$ 18 149	\$ 14 343
2010	\$ 18 149	\$ 14 917
2011	\$ 18 149	\$ 15 514
2012	\$ 18 149	\$ 16 134
2013	\$ 18 149	\$ 16 780
2014	\$ 18 149	\$ 17 451
2015	\$ 18 149	\$ 18 149

Fuente: elaboración propia con datos de FIRA y fórmula del Valor Futuro del dinero.

Se hace el cálculo de los ingresos y ganancias del periodo con los costos actualizados por año, el rendimiento promedio de la zona y el PMR, los cuales son publicados por el SIAP.

Cuadro 13. Ingreso por hectárea de la producción de maíz grano en Amatitán, Jalisco para el periodo 2008-2015.

Año	Rendimiento ton ha⁻¹	PMR \$ ton⁻¹	Ingreso \$ ha⁻¹
2008	4.37	\$ 2 828	\$ 12 358
2009	3.42	\$ 2 701	\$ 9 237
2010	4.45	\$ 2 900	\$ 12 905
2011	3.42	\$ 4 747	\$ 16 235
2012	3.95	\$ 3 817	\$ 15 077
2013	5.95	\$ 3 114	\$ 18 528
2014	7.72	\$ 2 827	\$ 21 824
2015	7.72	\$ 3 204	\$ 24 735

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

Cuadro 14. Ganancia por hectárea de la producción de maíz grano en Amatitán, Jalisco para el periodo 2008-2015.

Año	Costos Totales ha ⁻¹		Ingresos Totales ha ⁻¹		Ganancia ha ⁻¹	
	CT		IT		IT – CT	
2008	\$	13 792	\$	12 358	-\$	1 434
2009	\$	14 343	\$	9 237	-\$	5 106
2010	\$	14 917	\$	12 905	-\$	2 012
2011	\$	15 514	\$	16 235	\$	721
2012	\$	16 134	\$	15 077	-\$	1 057
2013	\$	16 780	\$	18 528	\$	1 748
2014	\$	17 451	\$	21 824	\$	4 373
2015	\$	18 149	\$	24 735	\$	6 586
Saldo total del periodo					\$	3 819

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP, 2016.

El maíz grano en el municipio bajo el esquema de costos que ofrece el FIRA y con parámetros de rendimiento y PMR que ofrecen las estadísticas del SIAP, se puede ver que durante el periodo 2008-2015 se registraron 4 años con ganancias negativas, con un saldo global del periodo de \$ 3 819 ha⁻¹.

Se compara la ganancia de 1 hectárea destinada a la producción de maíz grano VS agave en el municipio de Amatitán.

Cuadro 15. Comparación de la ganancia por hectárea de maíz grano VS agave

Año	Ganancia ha ⁻¹ maíz grano	Ganancia ha ⁻¹ agave
2008	-\$ 1 434	\$ 0
2009	-\$ 5 106	\$ 0
2010	-\$ 2 012	\$ 0
2011	\$ 721	\$ 0
2012	-\$ 1 057	\$ 0
2013	\$ 1 748	\$ 0
2014	\$ 4 373	\$ 0
2015	\$ 6 586	\$ 180 206
Saldo	\$ 3 819	\$ 180 206

Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en el cuadro anterior, la ganancia por hectárea de agave para el periodo de análisis es 4 618 % mayor que la ganancia por hectárea de maíz grano; sin embargo para lograr físicamente esta ganancia, el productor de agave debe esperar mínimamente 8 años

desde la plantación hasta la jima, en donde a lo largo del periodo existe el riesgo de que factores externos como fenómenos naturales, ataque de plagas y enfermedades o eventos económicos inesperados, afecten el ingreso proyectado.

Esta diferencia entre los niveles de ganancia de ambos cultivos ha sido uno de los principales factores por lo que el agave ha ido desplazando el maíz grano como cultivo prioritario en predios de la zona DOT. Por lo tanto se concluye que económicamente el mejor costo de oportunidad de la tierra en el municipio de Amatitán es el cultivo agave.

7. IMPACTOS DEL CULTIVO DE AGAVE

La economía y la ecología evolucionaron de manera independiente como disciplinas científicas y en algún tiempo, como antagónicas en relación al manejo de los recursos naturales. Afortunadamente la gran coincidencia que existe entre ellas con respecto al interés, problemática que implica el desarrollo sustentable y el manejo de los recursos naturales, propicia el nacimiento de la economía ambiental en los años setentas (Constanza, 1999 citado por Torres, 2001).

Este enfoque sugiere a la economía valorar todos los recursos involucrados en los sistemas productivos, no solo desde la perspectiva económica y social, sino también ecológica y ambiental. Para analizar un sector o actividad productiva es necesario retomar un enfoque integral que permita visualizar y entender las tendencias y comportamientos del sector.

En lo que respecta a las actividades productivas del sector agropecuario por muchos años la evaluación económica ha sido prioridad, dado que la generación de valor reflejada en disponibilidad de liquidez financiera es el principal objetivo de las actividades económicas, sin embargo las condiciones y manejos que se establecen causan impactos directos e indirectos en otras actividades o recursos que se ven involucrados en los procesos.

En este capítulo se hace una descripción de los impactos que conlleva el sistema agave-tequila, desde una perspectiva económica, de uso de suelo y uso de los recursos naturales que se ven involucrados.

Impacto económico del agave en el Estado de Jalisco

La producción de agave como cualquier otro monocultivo tiene como objetivo la generación de valor económico para todos y cada uno de los eslabones involucrados en el sistema, desde los productores hasta los proveedores de insumos y servicios; es decir, el impacto económico directo del sistema se ve reflejado en: la generación de ingresos para productores, generación de empleos por la demanda de mano de obra para las labores de manejo de cultivo, la reactivación de los negocios comerciales proveedores de insumos (fertilizante y agroquímicos) , materiales, herramienta y todos los servicios demandados para el sistema

productivo desde la plantación, jima y traslado de producto final hacia su mercado destino, las destilerías.

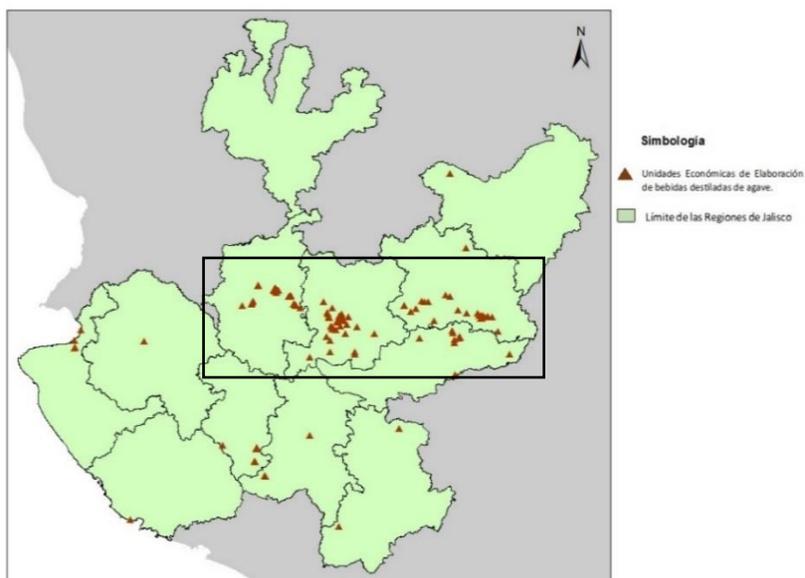
La importancia económica del cultivo radica en que es el proveedor del principal insumo de la industria tequilera, la piña de agave; siendo la industria tequilera un sector imprescindible dentro de la economía del estado de Jalisco y en México. El tequila es el cuarto producto de exportación dentro del comercio exterior en México, en el año 2016 se exportó el 72.5 % de la producción, es decir 197 900 000 de litros que generaron un valor comercial de \$1 102 millones de dólares (Consejo Regulador del Tequila, Secretaría de Economía, 2017).

En el año 2014 se registró un total de 142 destilerías de tequila en la DOT (Vicente , 2016) y la cadena productiva agave-tequila en Jalisco generó alrededor de 60 000 empleos directos, siendo sustento de 30 000 familias que participan a lo largo de toda la cadena (ProMéxico, 2016); con un registro de 17 700 productores de agave para ese mismo año según datos del Consejo Regulador del Tequila.

En el año 2006, la UNESCO declaró patrimonio de la humanidad el “Paisaje agavero y antiguas instalaciones industriales de Tequila”, lo cual ha impulsado la economía de la región a través del incremento del turismo. El agave y el tequila simultáneamente crean la llamada “Ruta del Tequila”¹², la cual está conformada por 8 municipios del Estado de Jalisco siendo: El Arenal, Amatitán, Tequila, Magdalena, Teuchitlán, Ahualulco, Etzatlán y San Juanito de Escobedo. En el año 2015, este corredor turístico atrajo 1 200 000 visitantes, con una derrama económica de \$ 560 000 000 (Ruta del Tequila A.C., 2016).

¹² Corredor turístico multitemático que forma parte de las rutas turísticas de México, en la cual se conjuga la riqueza histórica, patrimonial, cultural y natural ligada al desarrollo del tequila.

Figura 20. Ubicación de la industria tequilera en el estado de Jalisco



Fuente: elaboración propia con datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, INEGI, 2016.

Las empresas de elaboración de tequila se concentran en 4 de las 12 regiones del estado, siendo estas la Región Valles, Centro, Altos Sur y Ciénega. Según datos del DENU, Jalisco cuenta con 158 empresas destinadas a la elaboración tequila, clasificándolas de acuerdo al número de personal ocupado.

Cuadro 16. Clasificación por personal ocupado de las 158 empresas tequileras en Jalisco.

Personal ocupado	Total de empresas
De 1 a 5	61
De 6 a 10	23
De 11 a 30	26
De 31 a 50	12
De 51 a 100	19
De 101 a 250	12
Más de 251	5
Total	158

Fuente: elaboración propia con datos de DENU, INEGI, 2016.

Como se puede observar en el cuadro 16 el 38.6 % de las empresas son pequeñas que solo ocupan de 1 a 5 personas, mientras que el 3.16 % son grandes empresas con capacidad para

contratar más de 250 empleados. De las 158 empresas, 30 se ubican en el municipio de Tequila y 26 en Guadalajara, mientras que los municipios de Arandas y Amatitán cuentan con 9 unidades económicas cada uno; siendo estos los 4 municipios con la mayor concentración de la industria tequilera a nivel estatal (DENUE, INEGI, 2016).

Impacto económico en Amatitán, Jalisco

Amatitán es un municipio productor de agave y tequila, siendo estas 2 actividades las principales fuentes económicas. En el año 2015 el cultivo de agave tuvo un valor económico de \$141 600 000. En el municipio hay 9 de las 158 empresas de elaboración de tequila, las cuales según el DENUE se clasifican de acuerdo al personal ocupado:

Cuadro 17. Clasificación por personal ocupado de las nueve empresas tequileras en el municipio de Amatitán, Jalisco.

Personal ocupado	Total de empresas
De 1 a 5	3
De 6 a 10	4
De 11 a 30	1
Más de 251	1
Total	9

Fuente: elaboración propia con datos de DENUE, INEGI, 2016.

La mayor parte de la producción de agave de Amatitán se comercializa a industrias tequileras que se ubican en los municipios de Tequila y el Arenal principalmente. Como ya se mencionó anteriormente, Amatitán se encuentra dentro de los 8 municipios integrantes de la Ruta del Tequila, atrayendo con esto una derrama económica por el turismo. La industria tequilera genera en promedio 330 empleos en el municipio (INEGI, 2015).

Impacto ecológico y ambiental del cultivo de agave

Los recursos renovables como los servicios eco sistémicos, y los recursos no renovables como los depósitos minerales, nutrientes del suelo y los combustibles fósiles, constituyen bienes de capital. Sin embargo, la contabilidad nacional tradicional no ha incluido mediciones con respecto al agotamiento o la degradación de los recursos. Como consecuencia

de ello, un país podría talar sus bosques y agotar sus pesquerías y esto sólo aparecería como un beneficio positivo en el PIB, sin registrar la correspondiente disminución de los activos (riqueza), que es la medida más apropiada del bienestar económico futuro. Además, muchos servicios de los ecosistemas (como el agua dulce en los acuíferos y el uso de la atmósfera como sumidero de contaminantes) están disponibles gratuitamente para aquéllos que los utilizan, y tampoco en este caso su degradación se refleja en las mediciones económicas corrientes. Cuando las estimaciones de las pérdidas económicas relacionadas con el agotamiento de los activos naturales se incluyen como factores en los cálculos de la riqueza total de las naciones, cambian significativamente los balances de los países cuyas economías dependen notablemente de los recursos naturales (Millenium Ecosystem Assessment, 2003).

Las condiciones actuales de la economía y los mercados han motivado que los productores del sector agropecuario canalicen el uso de la tierra sobre cultivos o actividades que resulten más redituables económicamente, sin embargo este tipo de decisiones han fomentado un cambio radical del uso de suelo trayendo perturbaciones ecológicas que generan impactos positivos y/o negativos directos sobre la disponibilidad y calidad de los recursos naturales.

La valoración de los recursos naturales es una actividad que se encuentra por debajo de la valoración económica, dado que los beneficios ambientales son difícil de valorar, sin embargo el equilibrio de estas relaciones se ha visto irrumpido por la preferencia que adquirió la economía sobre el comportamiento de los sistemas naturales, situación que polariza la dominancia del progreso económico sobre la conservación de los ecosistemas (Rodriguez Romero & Cubillos Gonzalez , 2012).

Tanto los economistas ambientales especializados en medio ambiente como los profesionales encargados del desarrollo, tendrán interés creciente en los años venideros en utilizar métodos de valoración sin precios de mercado a fin de asignar valores monetarios a muchos recursos naturales y bienes ambientales para que puedan incluirse en los análisis de costo-beneficio de distintos proyectos de desarrollo (Shultz , 1997).

Cambio de uso de suelo

El auge económico de la cadena agave-tequila ha motivado que los dueños de los predios que se ubican dentro de la zona DOT canalicen el uso de sus tierras al cultivo de agave, provocando una tendencia de monocultivo en la zona. Uno de los ecosistemas más afectado por el crecimiento de este cultivo ha sido la Selva Baja Caducifolia (SBC), dado que los dueños de los predios no logran ver el beneficio económico directo de este tipo de vegetación, optando por el desmonte y la posterior instalación de cultivos agrícolas o sistemas pecuarios que reditúen económicamente en el corto plazo, además de que la transformación inicial es más fácil porque la mayoría de los ejemplares vegetativos son de diámetro pequeño - < 30 cm – (Trejo 1998 citado por Balvena y Maass, 2010) sin embargo, cuando se abandonan los campos de cultivo o ganadería estos se cubren con árboles y arbustos de la familia Leguminosae (*Acacia* y *Mimosa*) que son más difíciles de remover debido a su elevada densidad de individuos y presencia de espinas (Balvena & Maass, 2010).

Los bosques tropicales o selva baja caducifolia o selvas secas, son ampliamente reconocidos por los servicios ambientales que proporcionan a todo el planeta, dada su importancia en la regulación del clima, y a sus pobladores mediante la provisión de recursos forestales y no forestales y su papel en la protección del suelo y su fertilidad (Ceballos , et al., 2010). A nivel nacional, la cobertura vegetal de la selva baja caducifolia ha disminuido considerablemente debido a la ganadería extensiva, la extracción de madera, la agricultura y los incendios forestales. La deforestación de este tipo de vegetación alcanza tasas de más de 300 000 ha año⁻¹, debido a las actuales políticas de desarrollo rural y los problemas de tenencia de la tierra (Moreno Casasola & Paradowska, 2009).

Estos ecosistemas tienen baja productividad maderera, pero su presencia es de vital importancia porque proveen de madera, leña y productos no maderables así como áreas de pastoreo extensivo para las poblaciones humanas. Son el hábitat de variedades de los principales cultivos de México (maíz, frijol, calabaza). Además realiza servicios de captura de carbono, conservación de suelos, de biodiversidad y de riberas así como regulación de clima y mantenimiento de los ciclos minerales. Es hábitat de especies silvestres endémicas y/o de valor comercial (CONABIO, 2016).

La deforestación a gran escala de este ecosistema se disparó a partir de 1970 con el impulso al reparto agrario, la revolución verde y el fomento agropecuario que favorecieron la transformación de millones de hectáreas en distritos de riego, plantaciones y tierras de agostadero para la ganadería extensiva (CONABIO, 2016).

En el caso de las zonas con potencial productivo para el agave o zonas cercanas a la industria tequilera (no necesariamente zonas con el mejor potencial productivo), la dinámica del aumento de la demanda de piña de agave por parte de la industria tequilera para la producción de tequila de exportación ha motivado que el uso del suelo en la región sufra una transición de las vegetaciones primarias y cultivos convencionales al monocultivo agave.

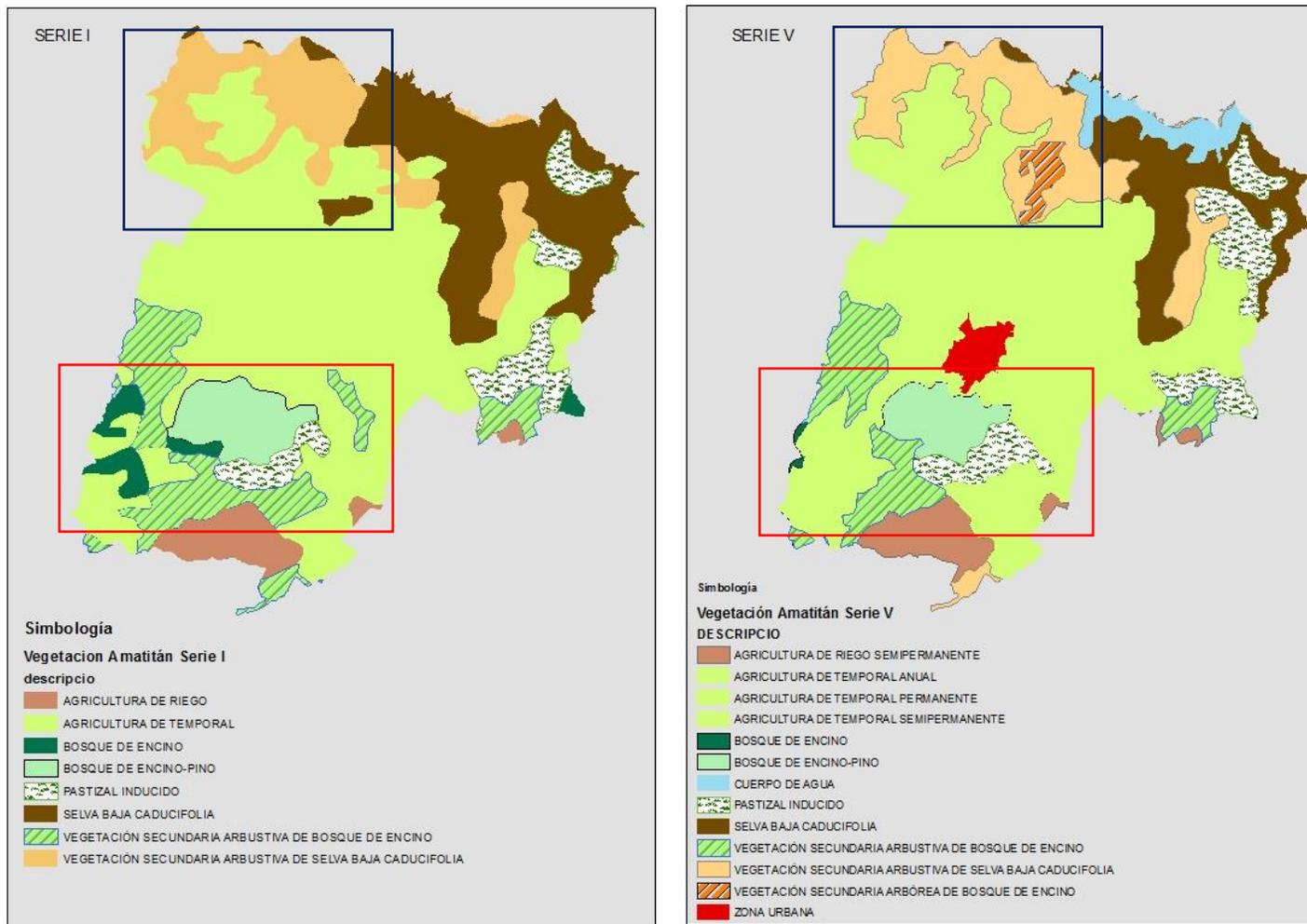
El cambio de uso de suelo en el estado de Jalisco para la implementación de este cultivo ha sido un proceso largo, según las estadísticas de plantaciones esta transición comenzó desde la década de los ochentas, marcando una pauta muy acelerada del año 1986 al 2006, pasando de 10 mil 536 ha plantadas a 123 mil 149 ha en el 2006. Este comportamiento se muestra en la figura 5.

Con respecto a recursos naturales, la dinámica del cultivo de agave como un monocultivo causa una pérdida de suelo de 13.089 ton ha⁻¹ año⁻¹ y una pérdida de volumen total de escurrimiento superficial de 2 211.98 m³ (Guevara Gutierrez , et al., s.f.). Si consideramos que la zona DOT cuenta aproximadamente con 120 000 ha (CRT, 2015), tendríamos una pérdida de suelo equivalente a 1 570 680 ton año⁻¹ y una pérdida del volumen de escurrimiento superficial de 265 437 960 m³. En lo que se refiere al estado de Jalisco, este cálculo puede ser un poco incierto, dado que como ya se señaló anteriormente las dos fuentes de información de la superficie plantada muestran una amplia discrepancia.

Cambio de uso de suelo en el municipio de Amatitán por el cultivo de agave

En el 2015 el municipio de Amatitán destino 1 595 ha para la producción de agave (SIAP, 2016); con base a los datos expuestos de pérdida de suelo y pérdida de volumen de escurrimiento superficial, se tendría que: en el municipio de Amatitán se pierden 20 876.95 ton de suelo año⁻¹ y 3 528 112.885 m³ de volumen de escurrimiento superficial como consecuencia de la implementación del monocultivo de agave.

Figura 21. Vegetación y Uso del suelo en el municipio de Amatitán, Jalisco.



Fuente: elaboración propia con Datos Vectoriales de Cartas de uso de suelo y vegetación Serie I y Serie V. Escala 1:250 000. INEGI.

Los ecosistemas que han registrado un mayor desplazamiento en Amatitán es la Selva Baja Caducifolia (SBC) y el Bosque de Encino (BE); siendo reemplazados por la agricultura de temporal y pastizales inducidos.

Según la Carta de uso del suelo Serie V que corresponde al año 2013, el 51.12 % del territorio municipal se destina a la agricultura de temporal es decir 8 747 ha de las 17 110 ha que comprende el municipio (INEGI); mientras que el 20.45 % de la superficie es Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia y de Bosque de Encino, lo cual nos indica que estos ecosistemas han sido perturbados con actividades agrícolas o pecuarias.

Uso del recurso hídrico

El estado de Jalisco cuenta con 49 acuíferos¹³, de los cuales 26 cuentan con disponibilidad negativa. Esto como una consecuencia a las dinámicas poblacionales y productivas del estado. La cadena productiva agave-tequila es un sector que demanda una gran cantidad del recurso para su funcionamiento, el uso de agua comienza desde la demanda para el desarrollo de la planta de agave, hasta el consumo por parte de la industria tequilera para la elaboración de la bebida.

Demanda de agua por la planta de agave

El 98 % de la superficie plantada de agave es de temporal y 2 % de riego, esto implica que la planta toma agua directamente de la lluvia y del subsuelo para su sobrevivencia.

Cuadro 18. Requerimiento hídrico para la producción de una planta de agave.

Cultivo	EUA ¹⁴ -Coeficiente de transpiración (kg de agua/ kg MS)	EUA (mg MS/ g de agua)
Agave	93	10.7

Fuente: (C. de Kock , 2003)

¹³ Masa de rocas permeables que permite la circulación y almacenamiento de agua subterránea por sus poros o grietas.

¹⁴ Eficiencia del Uso de Agua

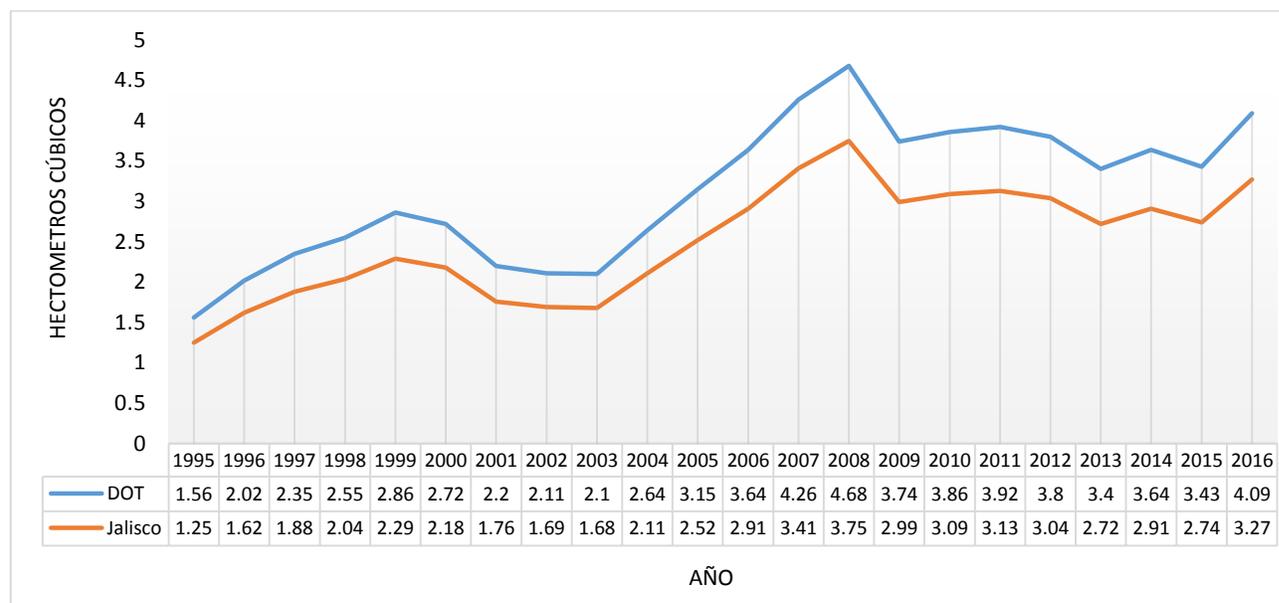
En promedio se requieren 93 litros de agua para la producción de 1 kg de materia seca de agave, la demanda de agua de esta planta se calcula en función de su peso; el peso de un agave varía de acuerdo a la región de producción, las estadísticas e información brinda el dato del peso de la piña de agave, el cual representa entre el 45 y 50 % del peso total de la planta (Montañez , et al., 2011).

El cultivo de agave acelera la erosión hídrica en los suelos, esta registra una variación creciente respecto a la edad del cultivo; resultado de la morfología de las hojas del *Agave tequilera Weber* , pues esta planta tiene hojas diseñadas para captar agua y conducirla a la base de la planta para que sea absorbida por su sistema radical, de manera que al ocurrir un evento de lluvia, el agua que cae sobre la planta es conducida a la base de la misma generando un flujo concentrado que produce erosión en surcos (Flores López, et al., 2013).

Demanda de agua por la industria tequilera

La ubicación de las tequileras no está en función de la ubicación de las plantaciones de agave, sino en función de la disponibilidad de agua; pues se estima que se requieren en promedio 15 litros de agua para producir 1 litro de tequila (Lazcarro , 2015). Con base a las estadísticas de producción que emite el Consejo Regulador del Tequila, en el año 2016 la zona DOT consumió 4.09 hm³ de agua para la producción de tequila, de los cuales el 80 % pertenece al estado de Jalisco, es decir 3.27 hm³.

Figura 22. Consumo de agua para la producción de tequila en la zona DOT y Jalisco
(Hectómetros cúbicos)¹⁵



Fuente: elaboración propia con datos del CRT, 2016.

El consumo de agua destinado para la industria tequilera es elevado, según los datos recopilados en campo, casi el 100 % de las tequileras en la zona DOT usan el agua subterránea como principal fuente del recurso hídrico para la producción, lo cual conlleva a una tendencia a la sobreexplotación de los acuíferos sobre los cuales se asienta la industria tequilera.

No se conoce información de que la industria tequilera fomente iniciativas para el cuidado y preservación de los acuíferos que abastecen su demanda hídrica, esto como una medida a las grandes cantidades de extracción que pueden rebasar la recarga natural de estos.

Manejo de subproductos o desechos

Cualquier cadena productiva conlleva a una serie de subproductos que en muchos casos son aprovechados como fuentes alternas de ingresos, sin embargo no siempre ocurre de esta

¹⁵ Un hectómetro cúbico de agua (hm³) equivale a un millón de metros cúbicos de agua. Un metro cúbico de agua equivale a 1,000 litros de agua.

manera y muchos de estos pueden llegar a convertirse en una fuente de contaminación sino se realiza un manejo adecuado de ellos.

En el caso de la cadena productiva agave-tequila no es la excepción. La generación de subproductos comienza desde la producción agrícola, pues la parte comercial de la planta es la piña que se extrae del subsuelo quedando las hojas como un desecho que actualmente no tiene un uso comercial en todas las zonas productoras. Algunas zonas utilizan estos desechos para la producción de composta, pero en general se incorpora al suelo.

En lo que se refiera a la producción de tequila, dentro del proceso de industrialización se generan 2 subproductos de un alto impacto ambiental: el bagazo¹⁶ y las vinazas¹⁷. Se estima que por cada litro de tequila se generan 1 200 g de bagazo y entre 7 y 10 lt de vinazas.

Las vinazas son las aguas residuales producto de la destilación del tequila, tienen un alto contenido de materia orgánica, con una demanda química de oxígeno (DQO) superior a 38 215 mg/L y sólidos totales (ST) superiores a 21 883 mg/L, y poseen pH bajo, de 3.5-3.9. Se descargan a una temperatura de 90° C, lo que las convierte en un contaminante térmico (Iñiguez & Hernández , 2010).

En muchas zonas productoras de agave-tequila, usan las vinazas como agua de riego para las áreas de cultivo, mientras que algunas empresas las vierten a los cuerpos de agua (ríos, arroyos y lagos) ; sin embargo la NOM-001-SEMARNAT-1996 que emite la SEMARNAT indica que para descargar aguas residuales en un cuerpo de agua, éstas no deben contener más de 150 mg/L de DBO5, 150 mg/L de sólidos suspendidos totales (SST) y 1 mL/L de sólidos sedimentables (SS), valores que las vinazas tequileras rebasan por mucho (Iñiguez & Hernández , 2010).

Por otro lado, utilizar los suelos para la disposición final de las vinazas tequileras sin tratamiento biológico, aceleran la reproducción de organismos patógenos que fungen como fuentes iniciales de plagas y enfermedades.

El uso de vinazas tequileras en riego de plantas de agave facilitó la presencia de bacterias fitopatógenas en plantas atacadas por *Fusarium oxysporum*, por lo cual deben someterlas a

¹⁶ Residuo de la piña de agave posterior a la extracción de azúcares fermentables.

¹⁷ Aguas residuales, producto de la destilación del tequila.

un tratamiento biológico para después aplicarlas en suelos, debido a que las formas químicas del carbono son moléculas con propiedades coloidales que mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

El bagazo algunas industrias lo canalizan para la preparación de composta que posteriormente se aplican en los suelos destinados a la producción de agave, sin embargo esta actividad aún no la ejecutan el 100 % de la industria, además de que la cantidad generada de desecho rebasa por mucho la capacidad que se pudiera tener para la producción de composta en la zona. En muchos casos, estos desechos son aplicados directamente a los terrenos, o las empresas destinan áreas específicas como vertederos.

Plagas y Enfermedades en la zona DOT

La superficie plantada de *Agave tequilana Weber* en Jalisco ha disminuido como consecuencia a una serie de variables socioeconómicas y ambientales, sin embargo una de las principales ha sido la gran presencia de plagas y enfermedades cuyos síntomas se manifiestan como pudrición blanda del cogollo y muerte de la planta (Cen Caamal , 2012). Las plantaciones de agave se enfrentan a una alerta sanitaria que amenaza a las poblaciones de agave, según datos del Consejo Regulador del Tequila, la presencia de plagas y enfermedades ataca en promedio al 20 % de la población de agaves en la zona DOT.

Un factor importante que favorece la aparición de enfermedades en el agave es la gran concentración de azúcares que se almacenan en el tallo, componente muy importante para el desarrollo de microorganismos, incluidos los patógenos (Fucikovsky, 2004 citado por Cen Caamal, 2012).

En 1987 el Agave tequilero presentó un problema que alertó a todos los productores; las hojas de las plantas mostraron un enrollamiento anormal, posteriormente se observó una necrosis regresiva, secamiento total de las hojas y finalmente la muerte de la planta. El nombre que se le dio fue marchitez o tristeza del agave; el agente causal de esta enfermedad ha sido citado como *Fusarium oxysporum* (Gómez Ortiz , et al., 2011).

Sin embargo el cultivo se ha tenido que enfrentar a una serie de plagas y enfermedades que cada vez van teniendo mayor impacto directo e indirecto, viéndose reflejado en una tendencia a la baja dentro de la economía del sector.

Cuadro 19. Principales plagas y enfermedades que se registran en el cultivo de Agave *tequilana* Weber en la zona DOT.

Plagas	Enfermedades
Gallina ciega	Anillo rojo
Escarabajo rinoceronte	Mancha gris
Piojo harinoso	Mancha anular
Escama armada	Pudrición del cogollo
Chinche del agave	Marchitez
Chapulines	Mancha foliar
Trozador del cogollo	<i>Phytophora sp</i>
Picudo del agave	<i>Alternaria sp</i>

Fuente: elaboración propia con datos de (Pérez Domínguez & del Real Laborde , 2007).

Como se mencionó anteriormente, las dinámicas de aplicación de residuos orgánicos de la cadena productiva agave-tequila (bagazo y vinazas) sin tratamiento biológico a las plantaciones de agave, han acelerado la incidencia de plagas y enfermedades, debido a las altas concentraciones de materia orgánica.

El incremento de estas incidencias ha traído pérdidas económicas e impactos negativos al medio ambiente, dado que la presencia de plagas y enfermedades ocasiona que los productores incrementen la aplicación de agroquímicos para su abatimiento o disminución, los cuales generan contaminación a los recursos que se ven involucrados como el aire y suelo, además de la repercusión que se puede presentar en la salud de las personas que ejecuta las aplicaciones.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se comprueba que el sistema productivo de agave en Amatitán, Jalisco es rentable.
2. El costo total por hectárea para la producción, jima y acarreo de agave en Amatitán, Jalisco es de \$ 76 924.
3. El ingreso máximo que se puede obtener por una hectárea de agave en Amatitán, Jalisco es de \$ 257 130, bajo el siguiente esquema: densidad de 2 857 plantas ha⁻¹, peso promedio de 30 kg piña⁻¹ y el PMR de \$ 3.00 kg⁻¹.
4. La ganancia bruta de una hectárea de agave en Amatitán, Jalisco es \$180 206 para un periodo productivo de 8 años.
5. El agave es un producto que ofrece ganancias económicas por arriba del principal cultivo básico de la zona – maíz grano –, siendo esta una de las principales causas del proceso de transición a monocultivo en la zona.
6. El costo ecológico y ambiental que conlleva el sistema productivo agave en la zona DOT no se refleja en las evaluaciones económico-productivas.
7. La implementación del cultivo agave como monocultivo en las zonas productoras ha traído una perturbación ecológica en vegetaciones primarias, en particular uno de los más afectados ha sido la destrucción de selva baja caducifolia, como una consecuencia a que su tipo de vegetación ofrece baja productividad maderera, que se refleja en bajos niveles de ingreso a los dueños de los predios.

Recomendaciones

1. Hacer un análisis técnico de la estructura de manejo del cultivo, dado que muchas de las actividades se realizan por costumbre; un ejemplo es la fertilización orgánica e inorgánica, muchos productores desconocen el impacto real que conlleva su aplicación, además de que la diversidad de variables agroclimáticas y edafológicas en toda la zona DOT demandan diferentes cantidades de fertilización.

2. Realizar un estudio que mida el impacto real de la presencia de plagas y enfermedades en la zona DOT, pues actualmente no se cuenta con datos técnicos suficientes para poder evaluar económicamente las pérdidas, por lo cual se propone:
 - Generar la ubicación geográfica de las principales plagas y enfermedades, con el fin de conocer áreas prioritarias y definir niveles de incidencia.
 - Medir por zona los porcentajes de impacto directo y ejecutar evaluaciones reales de las pérdidas económicas.
 - Identificación de las verdaderas causas de la aceleración de la incidencia de plagas y enfermedades con el fin de frenar y/o minimizar la propagación.

Con la identificación de áreas prioritarias por la incidencia de plagas y enfermedades, se pueden diseñar y ejecutar programas de prevención, que ayuden a disminuir las elevadas aplicaciones de agroquímicos.

3. El Consejo Regulador del Tequila debe implementar estrategias para que los productores realicen la jima en la edad óptima del cultivo, esto para:
 - Homogeneizar la calidad de los azúcares en la piña que se ofrece a la industria tequilera.
 - Si la piña de agave cumple con los grados Brix óptimos en los azúcares para la producción de tequila, las cantidades requeridas por litro disminuyen, ocasionando una disminución en el costo de producción de la bebida, el cual puede ser trasladado hacia un mejor precio de venta para el productor. Actualmente hay un conflicto constate por la exigencia de mejores precios de venta al productor, sin embargo no se hacen propuestas de mejor calidad en el producto.
 - Al tener estipuladas las edades de cosecha, se puede proyectar de manera más certera la oferta por ciclo o periodos, permitiendo realizar negociaciones previas con las tequileras y poder establecer justos contratos de compra-venta.
4. El Consejo Regulador del Tequila debe fungir como organismo intermediario entre los productores y la industria tequilera para poder establecer normativas que ayuden a mejorar la dinámica de negociación.
5. Se deben homogeneizar las cifras estadísticas del cultivo, pues existe mucha discrepancia entre los 2 organismos oficiales que las publican, lo cual limita el análisis

de la situación real del sector, siendo necesario para entender el contexto bajo el cual se rige el sistema, además de que los datos nos brindar información para definir políticas de manejo del sector.

6. Dar importancia real a la preservación y conservación de los recursos naturales ante el desarrollo económico, dado que se tiene una alta preponderancia de los factores económicos ante el uso de los recursos naturales. El crecimiento económico de cualquier región o zona conlleva en costo ecológico que toda la población debe estar dispuesta a pagar, sin embargo es necesario medirlo y asignarle valor económico real para poder tomar acciones de restauración o control de uso.
7. Proponer métodos de valoración que permitan contrarrestar la perturbación de los recursos naturales ante la implementación del monocultivo de agave; no con esto se propone dejar de usarlos para fines de aprovechamiento en los sistemas, sino contrarrestarlo a través de:
 - Realizar una valoración económica de la pérdida de fertilidad, erosión y compactación de los suelos destinados a la producción de agave por zonas.
 - Realizar valoración económica real de la condición de los acuíferos sobre los cuales se desarrolla la cadena productiva agave-tequila.
 - Evaluar las condiciones reales de los cuerpos de agua, específicamente las condiciones de contaminación y deterioro de los ríos que son usados como vertederos de vinazas.
 - Fomentar el uso de labranzas de conservación para la des compactación de suelos, dado que el esquema de manejo es uso de subsoleo y posterior el arado incrementa la erosión de suelos.
8. La industria tequilera en conjunto con el gobierno estatal deben invertir, impulsar y acelerar las investigaciones para el uso alternativo de vinazas y bagazo – residuos de la industria tequilera – con el objetivo de minimizar el impacto ecológico que generan directamente al suelo y cuerpos de agua (ríos principalmente). Además de aplicar la normativa sobre el uso y manejo de los residuos de la industria tequilera en la zona,

exigiendo el cumplimiento de los límites máximos y mínimos en los desechos, aplicando sanciones directas sobre el incumplimiento.

9. El gobierno estatal debe invertir en tecnología de sistemas que ofrezcan información actual o reducir el rezago del tiempo real con respecto al tiempo de las últimas estadísticas; con el objetivo de poder evaluar y monitorear las condiciones del sector productivo de Jalisco, dado que las actividades agropecuarias son la base económica de la entidad, pues es el estado con mayor aportación al PIB agropecuario, con una aportación de 11 % en el año 2016 (INEGI). Sin embargo también es el segundo estado con mayor deforestación a nivel nacional (SEMADET, 2015), esto como una consecuencia a los incendios (que en ocasiones son provocados con el objetivo de implementar sistemas agrícolas o pecuarios) y al incremento en la actividad agropecuaria y forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Sanchez , M. E. y otros, 2010. Diagnostico de la fertilidad y requerimiento de cal de suelos cultivados con agave azul (Agave tequilana Weber). *Terra Latinoamérica*, 28(3), pp. 287-293.
- Balvena, P. & Maass, M., 2010. Los servicios ecosistemicos que proveen las selvas secas. . En: *Diversidad amenazas y areas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México* . México : CONABIO , pp. 251-270.
- C. de Kock , G., 2003. *El uso del nopal como forraje en las zonas aridas de Sudafrica*, s.l.: FAO.
- Ceballos , G. y otros, 2010. *Diversidad amenazas y areas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. México : CONABIO .
- Cen Caamal , J. C., 2012. *Determinación del agente causal de la pudrición del cogollo del Agave tequilana Weber var. Azul en el Estado de Jalisco*. México: Colegio de Postgraduados .
- CONABIO, 2016. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. [En línea] Available at: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca.html> [Último acceso: 2016].
- CONAPO , 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010*, México: s.n.
- CRT, 2016. *Consejo Regulador del Tequila*. [En línea] [Último acceso: 2016].
- Flores López, H. E., De la Mora Orozco, C., Ruiz Corral, J. A. & Chavez Duran, A. A., 2013. Efecto de la cobertura de suelos de tres cultivos sobre la erosión hidrica.. *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*, Volumen XII, pp. 19-25.
- García, C. J., 2001. *Contabilidad de Costos*. Tercera ed. México: Mc Graw Hill .
- Gómez Ortiz , P. y otros, 2011. Incidencia y severidad de la marchitez del Agave tequilana Weber Var. Azul en la zona sur del Estado de Nayarit, México.. *Revista Agraria. Nueva Epoca.*, 8(2), p. 22.
- Guevara Gutierrez , R. D., Gálvan del Castillo , J. C., Pelayo Sedano , R. & Miramontes Chagulla , A. I., s.f. Degradación de suelos "Efecto del manejo del cultivo de Agave azul". *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo* .
- IIEG, 2015. *Amatitán. Diagnóstico del Municipio.*, México: Instituto de Información Estadística y Geográfica.
- Ilsey Granich , C., 2003. *Conservación in situ y manejo campesino de magueyes mezcaleros*, México: CONABIO.
- INEGI, 2014. *Carta de uso de suelo y vegetación. Datos vectoriales 1:250 000 serie V.*, México : s.n.
- INEGI, 2015. *Encuesta Intercensal 2015*, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Iñiguez , G. & Hernández , R., 2010. Estudio de la rehabilitación de una planta de tratamiento de vinazas tequileras mediante un floculante polimérico de poliacrilamida (PAM). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* , 26(4), pp. 299-311.

Lazcarro , R., 2015. [Entrevista] 2015.

Millenium Ecosystem Assessment, 2003. *Evaluación de los ecosistemas del milenio*, s.l.: s.n.

Montañez , J. L., Victoria , J. C., Flores , R. & Vivar , M. A., 2011. Fermentación de los fructanos del Agave tequilana Weber Azul por *Zymomonas mobilis* y *Saccharomyces cerevisiae* en la producción de bioetanol.. *Información Tecnológica*, 22(6), pp. 3-14.

Moreno Casasola , P. & Paradowska, K., 2009. Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz.. *Madera y Bosques*, 15(3), pp. 21-44.

Pérez Domínguez , J. F. & del Real Laborde , J. I., 2007. *Conocimiento y practicas agronomicas para la producción de Agave tequilana Weber en la Zona con Denominación de Origen del tequila*. Jalisco: INIFAP .

Pérez , J. F. & Del Real , J. I., 2007. Tepatitlán de Morelos (Jalisco): Centro de Investigación Regional del Pacifico Centro. Campo experimental Centros-Altos de Jalisco..

Reynolds, Stephen; Arias Jimenez , Enrique, 2003. *El nopal (Opuntia spp.) como forraje*. [En línea] Available at: <http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s04.htm#BM04> [Último acceso: 2016].

Rodriguez Romero , P. C. & Cubillos Gonzalez , A., 2012. Elementos para la valoración integral de los recursos naturales: un puente entre la economía ambiental y la economía ecológica.. *Gestión y Ambiente*, 15(1), pp. 77-90.

Rubio Cortés, R., 2007. Enfermedades del cultivo de agave. En: J. F. Pérez Dominguez & J. I. Del Real Laborde , edits. *Conocimiento y prácticas agronomicas para la producción de Agave tequilana Weber en la Zona con Denominación de Origen del Tequila*. Tepatitlán de Morelos (Jalisco): Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, pp. 169-195.

Ruiz Corral , J. A., Pimienta Barrios , E. & Zañudo Hernández , J., 2002. Regiones térmicas óptimas y marginales para el cultivo de Agave tequilana en el estado de Jalisco. *Agrociencia*, 36(1).

Ruiz Corral, J. A., 2007. Requerimientos agroecologicos y potencial productivo del agave Agave tequilana Weber en México.. En: J. F. Pérez Dominguez & J. I. Del Real Laborde , edits. *Conocimientos y practicas agronomicas para la producción de Agave tequilana Weber en la Zona con denominación de origen del tequila*.. Tepatitlán: s.n., pp. 11-36.

SAGARPA, 2016. *Agave tequilana Weber azul* , s.l.: s.n.

Shultz , S., 1997. La valoración de recursos naturales y ambientales no basada en el mercado en Centroamérica y el Caribe. *Revista de la CEPAL*, Issue 63, p. 65.

SIAP, 2016. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*, México: s.n.

SIAMI, 2016. *Servicio de Información Arancelaria Vía Internet*. [En línea] Available at: <http://www.economia-snci.gob.mx/> [Último acceso: 2016].

SNIIM, 2016. *Sistema Nacional de Información e Intregación de Mercados*, México: s.n.

Valenzuela Zapata , A. G., 2003. *El Agave tequilero. Cultivo e industria de México.*. México: Mundi-Prensa.

Valenzuela Zapata , A. G., 2003. *Tequila paisaje cultural. Agave azul. Historia por venir.*, México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes .

Varian , H. R., 2006. *Microeconomía intermedia un enfoque actual.* Novena ed. España : Antoni Bosh .

Vicente , I., 2016. *Consejo Regulador del Tequila* [Entrevista] 2016.