



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE COMERCIO Y ADMINISTRACIÓN

UNIDAD SANTO TOMÁS

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD
SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DE SISTEMAS
AGROINDUSTRIALES DEL AGAVE MEZCALERO EN LA
ZONA DE MALINALCO, ESTADO DE MÉXICO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SUSTENTABILIDAD**

P R E S E N T A :

LORENA CUÉLLAR OROZCO



DIRECTORES DE TESIS: DRA. MARÍA ANTONIETA ANDRADE VALLEJO

DR. ESTEBAN MARTÍNEZ DÍAZ

MÉXICO, D. F.

JUNIO, 2017



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de MÉXICO, siendo las 10:30 horas del día 31 del mes de MAYO del 2017 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de LA E. S. C. A. para examinar la tesis titulada:

“EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD SOCIOECONÓMICA DE SISTEMAS AGROINDUSTRIALES DEL AGAVE MEZCALERO EN LA ZONA DE MALINALCO, ESTADO DE MÉXICO”

Presentada por el alumno:

CUÉLLAR
Apellido paterno

OROZCO
Apellido materno

LORENA
Nombre(s)

Con registro:

A	1	5	1	1	3	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de: **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS PARA LA SUSTENTABILIDAD**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

DRA. MARÍA ANTONIETA ANDRADE VALLEJO

DR. ESTEBAN MARTÍNEZ DÍAZ

DR. JOSÉ ROBERTO RAMOS MENDOZA

M. EN C. LETICIA REFUGIO CHAVARRÍA LÓPEZ

DRA. GABRIELA GUADALUPE ESCOBEDO GUERRERO

PRESIDENTA DEL COLEGIO DE PROFESORES

DRA. SUSANA ASELE GARDUÑO ROMÁN

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
E.S.C.A. SANTO TOMAS
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, el día 23 del mes de junio del año 2017, la que suscribe Lorena Cuéllar Orozco alumna del Programa de Maestría en Administración de Empresas para la Sustentabilidad, con número de registro A151135, adscrita a la ESCA Santo Tomás, manifiesta que es la autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de María Antonieta Andrade Vallejo y Esteban Martínez Díaz y cede los derechos del trabajo titulado “Evaluación de la sustentabilidad socioeconómica de sistemas agroindustriales del agave mezcalero en la zona de Malinalco, Estado de México”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o directores del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección lorenz.cue@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Lorena Cuéllar Orozco

RECONOCIMIENTOS

A mis padres por ser fuente de inspiración y fortaleza, por ellos y para ellos van dedicados todos mis logros.

Dra. Andrade por su invaluable entrega, por haber compartido su conocimiento y experiencia que han sido motivación para concluir mi formación académica.

A mi honorable jurado, por su valiosa contribución y disposición.

A mis hermanos ejemplos de lucha y dedicación.

Finalmente a todas y cada una de las personas que han conformado parte en mi formación en estos años.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS	iii
INTRODUCCIÓN	v

Capítulo I: Antecedentes y problemática de sistemas sustentables 1

1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos de investigación.....	4
1.2.1 Obejtivos específicos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.3 Propósito	5
1.4 Sujetos de la investigación	5
1.5 Preguntas de investigación	6
1.6 Hipótesis.....	6
1.7 Justificación	7

Capítulo II: El agave: importancia de la producción del mezcal..... 10

2.1 Importancia del agave en México.....	10
2.2 Orígenes y clasificación del mezcal	12
2.3 Usos del agave.....	14
2.4 Certificación del mezcal.....	17
2.5 Producción del mezcal	18
2.5.1 Producción Artesanal	21
2.5.2 Producción Industrial.....	22
2.6 Situación del mezcal en Malinalco	24

Capítulo III: Sustentabilidad y desarrollo sostenible: Evaluación de sistemas agroindustriales30

3.1 Sustentabilidad	30
3.2 Desarrollo sustentable	33
3.3 Metodología de evaluación.....	39
3.3.1 Elementos de un marco para el desarrollo sostenible.....	40
3.1.1.1 Mediciones de la sustentabilidad	42
3.3.1.2 Mediciones económicas	43
3.3.1.3 Mediciones sociales	44
3.3.1.4 Mediciones ecológicas.....	44
3.3.3 Marcos generales	46
3.4 Sistemas Agroindustriales	49

Capítulo IV: Metodología de la Investigación57

4.1 Metodología del análisis	57
4.1.1 Evaluación multicriterio.....	58
4.1.2 Métodos de evaluación y decisión multicriterio	60
4.1.3 Procesos de decisión multicriterio discreto	60
4.3 Esquema metodológico de la investigación	63
4.4. Etapas de la evaluación de la sustentabilidad por multicriterio	63
4.4.1 Selección de criterios	63
4.4.2 Especificación de las variables e indicadores	63
4.4.3 Esquema jerárquico.....	68
4.5 Tipo de investigación.....	75
4.6 Ejes de análisis de los sistemas agroindustriales	76
4.7 Instrumentos de recolección de información	77
4.8 Análisis de datos cualitativos	79

Capítulo V: Análisis de datos y discusión de resultados80

5.1 Evaluación de los tipos y características de los sistemas agroindustriales.....	80
5.1.1 Sistemas agroindustriales de mezcal de alta intensidad (A)	83
5.1.2 Sistemas agroindustriales de mezcal de media intensidad (M)	83
5.1.3 Sistemas agroindustriales de mezcal de baja intensidad (B)	83
5.2 Evaluación del grado de sustentabilidad de los sistemas agroindustriales.....	86
5.2.1 Análisis e interpretación de resultados de ls criterios generales de la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales	88

5.2.2 Análisis e interpretación de resultados de los criterios específicos de la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales	89
5.2.2.1 Análisis e interpretación de resultados para el criterio ambiental	89
5.2.2.2 Análisis e interpretación de resultados para el criterio económico.....	93
5.2.2.3 Análisis e interpretación de resultados para el criterio social.....	97
5.3 Análisis e interpretación de resultados de los indicadores de la sustentabilidad de los sistema agroindustriales.....	100
5.4 Comportamiento sustentable de los sistemas agroindustriales	105

ANEXOS

Anexo 1. Diagnóstico de sitios por expertos: ficha técnica	122
Anexo 2. Guión de encuesta	126
Anexo 3. Matrices de comparación pareada y valores de estandarización de tercer nivel	132

CONCLUSIONES.....	108
--------------------------	------------

GLOSARIO	112
-----------------------	------------

RELACIÓN DE SIGLAS	113
---------------------------------	------------

REFERENCIAS.....	114
-------------------------	------------

RESUMEN

Las evaluaciones de la sustentabilidad global son necesarias para determinar la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales, el objetivo de esta investigación fue conocer el grado de sustentabilidad de sistemas agroindustriales de agave mezcalero en la región de Malinalco, Estado de México. Se generó un marco para ayudar a identificar y cuantificar los atributos de las opciones sustentables, para lo cual se seleccionaron diez indicadores socioeconómicos desde criterios ambientales, sociales y económicos, que impactan en categorías de bienestar social, seguridad energética, comercial, rentabilidad, conservación de recursos y aceptabilidad social. Se evalúan cinco productores de la región de estudio en el 2016.

Este marco ha sido aplicado desde una perspectiva de cual productor de la zona mezcalera es más sustentable, con base en la experiencia y prácticas, los productores proporcionaron su visión sensible para diez indicadores que destacan como un conjunto mínimo de medidas prácticas de aspectos socioeconómicos de la sustentabilidad. Estos indicadores priorizados localmente, proporcionan una base para cuantificar y evaluar la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales.

Entre los resultados obtenidos se identifican características que diferencian en intensidad los sistemas agroindustriales de mezcal, además los productores sostienen la producción de mezcal en sistemas con diferentes niveles de sustentabilidad y se encontró que el comportamiento de los sistemas agroindustriales con mayor intensidad resultaron ser los más sustentables.

El marco integra el contexto local de producción y muestra el nivel de sustentabilidad de la zona y de las fincas según los productores. Desde el punto estrictamente económico la producción de mezcal es cuestionable para el tema ambiental. La dimensión social es delicada para evaluar debido a la falta de datos fiables y está fuertemente ligada a la política agrícola.

ABSTRACT

The assessments of global sustainability are necessary to determine the sustainability of agroindustrial systems, the objective of this research was the degree of sustainability of agave mezcalero agroindustrial systems in the region of Malinalco, State of Mexico. A framework was developed to help identify and quantify the outcomes of sustainable options, selecting ten socio-economic indicators of environmental, social and economic criteria, what impact on social welfare, energy security, commercial, profitability, Conservation of resources and social acceptability. Five producers from the study region are evaluated in 2016.

This framework has been applied from a perspective of which product of the mezcalera zone is more sustainable, based on experience and practices, producers provided their sensible vision for ten indicators that stand out as a minimum set of practical measures of socio-economic sustainability These locally prioritized indicators provide a basis for quantifying and assessing the sustainability of agro-industrial systems.

Among the results obtained are identified characteristics that differ in the intensity of the agroindustrial systems of mezcal, in addition to the producers support the production of mezcal in systems with different levels of sustainability and it was found that the behavior of agroindustrial systems with the mayor intensity Proved to be the most sustainable.

The framework integrates the local context of production and shows the level of sustainability of the area and the farms according to the producers. From the strictly economic point of view, the production of mezcal is questionable for the environmental theme. The social dimension is sensitive to evaluation due to the lack of reliable data and is strongly linked to agricultural policy.

Relación de figuras y tablas

Figura 3.1 Puntos de contactos en la interacción entre los componentes del desarrollo sostenible	32
Figura 3.2 Proceso de agroindustrialización en los países de desarrollo	50
Figura 3.3 Intersecciones del desarrollo sustentable con los criterios	52
Figura 5.1 Ponderaciones de los Criterios de primer nivel.....	89
Figura 5.2. Ponderaciones del criterio ambiental	90
Figura 5.3 Ranking para el criterio ambiental por productor	93
Figura 5.4. Ponderaciones del criterio económico	94
Figura 5.5 Ranking para el criterio económico por productor.....	96
Figura 5.6. Ponderaciones del criterio social.....	97
Figura 5.7 Ranking para el criterio social por productor.....	99
Figura 5.8 Nivel de sustentabilidad por productor	101
Figura 5.9. Modelo jerárquico con ponderaciones globales y locales	103
Figura 5.10. Comportamiento sustentable de los sistemas agroindustriales	106
Tabla 2.1 Principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica del agave spp.	15
Tabla 2.2. Usos que se les da a varias especies de Agave, productos y parte de la planta empleada.....	16
Tabla 4.1 Selección de criterios	65
Tabla 4.2 Subcriterios no cuantificables	66
Tabla 4.3 Escala de Saaty.....	71
Tabla 4.4 Índices aleatorios por tamaño de matriz.....	73
Tabla 4.5 Esquema metodológico de la investigación	74
Tabla 4.6 Catalogación inicial para reconocer como fuente de entrevista.....	78
Tabla 5.1 Caracterización de sistemas agroindustriales de mezcal de Malinalco	84
Tabla 5.2 Criterios para la clasificación de sistemas agroindustriales de mezcal de Malinalco	84
Tabla 5.3. Clasificación de los sistemas agroindustriales de mezcal.....	85
Tabla 5.4 Respuestas de los productores	87
Tabla 5.5. Matriz de comparación de criterios generales.....	88
Tabla 5.6. Matriz de comparación del criterio ambiental	90
Tabla 5.7 Matriz de ponderación de calidad del suelo	91
Tabla 5.8 Matriz de ponderación de erosión	91
Tabla 5.9 Matriz de ponderación de incidencia de plagas y enfermedades.....	92
Tabla 5.10 Matriz de ponderación de pérdida del suelo.....	92

Tabla 5.11 Matriz de comparación del criterio económico	94
Tabla 5.12 Matriz de ponderación de volúmen de producción.....	95
Tabla 5.13 Matriz de ponderación de vinculación al mercado	95
Tabla 5.14 Matriz de ponderación de empleo	96
Tabla 5.15. Matriz de comparación de criterio social	97
Tabla 5.16 Matriz de ponderación de salud	98
Tabla 5.17. matriz de ponderación de cambio y asignación del uso de la tierra	98
Tabla 5.18 Matriz de ponderación de grado de marginación	99
Tabla 5.19 Relaciones e indicadores ajustados	101
Tabla 5.20 Resumen de ponderaciones específicas y globales.....	104

INTRODUCCIÓN

Esta investigación considera dos conceptos básicos; la sustentabilidad es un concepto complejo ya que cubre una amplia gama de temas relacionados con impactos ambientales, económicos y otros problemas socio-económicos tales como la equidad, la seguridad alimentaria y salud, se entiende como una condición o estado que permite a los sistemas naturales, económicos y sociales, mejorar o mantener un nivel de producción, garantizando la reproducción cíclica de los mismos, sin generar efectos depredadores.

Por otro lado, el desarrollo sustentable, aquel que permite mantener un equilibrio entre el desarrollo socioeconómico y la calidad en los recursos naturales a cualquier nivel de análisis (individual, colectivo, local, regional o global), garantiza la reproducción social como mínimo de su próxima generación. Los beneficios de este desarrollo siempre favorecen el desarrollo humano, social y natural con equidad; los costos ambientales (que siempre existirán) deben ser mínimos y compensados con acciones individuales y colectivas a favor del medio ambiente.

Este documento se divide en un primer capítulo donde se plantea el problema de investigación y el cuestionamiento de ¿Cuál es el grado de sustentabilidad que tienen los sistemas agroindustriales de agave mezcalero en la región de estudio? La hipótesis general señala que existen diferentes tipos de agroindustrias de agave en la región de estudio diferenciados de manera cualitativa y cuantitativa por su nivel de intensidad. Los sistemas más intensivos son los que presentan menores grados de sustentabilidad.

Las variables que se consideran como las más importantes y que tienen alguna relación con la sustentabilidad del agroecosistema de agave son: Erosión, Calidad del suelo, Incidencia de plagas y enfermedades, Plaguicidas, Volumen de producción, Vinculación al mercado, Empleo, Cambio y asignación del uso de la tierra, Salud y seguridad y Grado de marginación

En el segundo capítulo se aborda la importancia socioeconómica y agroecológica del agave en México como un producto de uso alimentario, medicinal, ornamental, agrícola y sus residuos como forraje. Considerando su origen y diversidad de los agaves, se conceptualiza al mezcal en sus variedades, su proceso de elaboración industrial y artesanal, su clasificación, su acreditación como la Denominación de Origen del Mezcal.

En el ámbito local, se ubica el estudio en la comunidad de San Pedro Chichicasco, zona mezcalera de Malinalco, Estado de México, de diversidad natural y cultural, que producen mezcal 100% agave, en pequeños establecimientos denominados fábricas.

En el tercer capítulo, se conceptualiza los diversos métodos para evaluar la sustentabilidad en sistemas de producción agroindustriales, a través de diferentes formas de ponderación y estrategias de análisis. Para ello, se cuenta con índices como el de las Naciones Unidas a través del Programa de Índices de Desarrollo Sustentable con el Marco General Fuerza Motriz-Estado (2000), Índice de Sustentabilidad Ambiental de la Universidad de Columbia (2001), Environmental Performance Index (EPI) de la Universidad de Columbia (2006), pilares en la sustentabilidad (Bruntland, 1987; Barrios, 2010; Gómez, et al. 2010; Murillas, et al., 2008), marcos conceptuales para la derivación de criterios e indicadores; como los de CMDS (2002), UNEP (2012), Hanley et al. (1999), UNESCO (2003), Smeets y Faaij, (2010), Lewandowski y Faaij (2006), Smeets et al. (2005), Buchholz et al., (2007), Hardi y Zdan (1997), Corbière-Nicollier, (2003). Algunos indicadores han sido diseñados para su aplicación en el ámbito internacional (Criterios suizos ARE, 2004; Smeets et al., 2008; RSB, 2008) en el ámbito nacional (bases de datos de indicadores de SAGARPA, INCA, SENASICA, INEGI, IMSS).

Asimismo, otros estudios como los de Reardon y Barrett, (2000) han implementado índices de desarrollo para las agroindustrias, han hecho énfasis en el componente social James Austin (2000) y económico de la sustentabilidad Malassis (2000). Algunas metodologías de evaluación de sustentabilidad han sido diseñados para su aplicación en mediciones económicas *Green Net National Product* (Repetto et al.,1989); *Genuine savings* (Hartwick, 1990), mediciones sociales como *Index of Sustainable Economic Welfare* IBES y *Genuine Progress Indicator* IPG (Daly, 1989; Coob,1989; Coob, et al.,

1995) y mediciones ecológicas como *Net Primary Prod* (Vitousek, et al., 1986), *Ecological footprints* (Rees, 1994; Wackern Agel, 1994) y *Environment al Space* (Schmidtbleck, 1992).

En México, inicialmente el sistema más utilizado fue el Marco de Evaluación de Manejo Sustentable de Tierras, propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); el cual había incorporado indicadores de sustentabilidad con un enfoque integrador. Posteriormente, Maser et. Al. (1999) desarrollaron el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales (MESMIS), caracterizado por ser un esfuerzo sistemático y consistente para que sean operativos los principios generales de sustentabilidad.

Este marco puede adecuarse al estudio de cualquier tipo de sistema de producción dado que es cíclico, flexible y participativo (Maser et.al., 1999; Brunett, 2004; Sheehan; 2009). El marco ha sido utilizado como herramienta de evaluación en estudios de casos tanto en Latinoamérica y en España (Maser y López-Ridaura, 2000; Villa, 2002; Brunett, 2004; López-Ridaura et al., 2005; Nasca et al., 2006; González et al., 2006; Priego-Castillo et al., 2009), ajustando las condiciones locales con base en los aspectos sociales, económicos y ambientales.

En el cuarto capítulo, se presenta el marco metodológico con base en la propuesta del MESMIS (Maser et al., 1999), y la inclusión de indicadores internacionales (ARE, 2004; Smeets et al., 2008; RSB, 2008) e indicadores nacionales (SAGARPA, INCA, SENASICA, INEGI, IMSS), se propuso el método de multicriterio, en el ámbito local, que permita la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales (Reardon y Barrett, 2000), en la región mezcalera de Malinalco.

Por último se describen los principales resultados, mediante caracterización de los sistemas agroindustriales se miden los niveles de sustentabilidad alta, media y baja intensidad. Para la caracterización se consideraron ocho características que permitieron diferenciarlos: edad del productor, pendiente de la parcela, densidad de siembra, diversificación productiva, prácticas donde usa insumos químicos, prácticas de protección del suelo, inversión inicial, uso de mano de obra y ventas al mercado (Tabla 5.1 y 5.2), así como la intensidad por productor (Tabla 5.3).

Los resultados sobre la evaluación bajo la metodología de multicriterio se obtienen ordenaciones de manera global (Tabla 5.5), por criterio (Tablas 5.6, 5.11 y 5.15) y por indicador (Tablas 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.12, 5.13, 5.14, 5.16, 5.17 y 5.18). Dado que la metodología permite una evaluación absoluta de la sustentabilidad (Anexo 3), se consideran aquellos productores que presentan valores sustentables según la variable ajustada: 1) un porcentaje alto de sustentabilidad donde se declaró que “menos es mejor” y 2) el caso contrario para “más es mejor” (Tabla 5.19).

Se identificaron características sistemas agroindustriales que permiten diferenciarlos por intensidad, además de los productores sostienen la producción de mezcal en sistemas con diferentes niveles de sustentabilidad y se encontró que el comportamiento de los sistemas agroindustriales con mayor intensidad resultaron ser los más sustentables, lo anterior permite proponer acciones estratégicas para mejorar su desarrollo sustentable, recordando que el mezcal es una bebida tradicional mexicana con una actividad económica, social y culturalmente importante.

Capítulo I: Antecedentes y problemática de sistemas sustentables

Una vez hecha la revisión de las razones de estudio de las prácticas sustentables y los sistemas de evaluación de la sustentabilidad, en este capítulo, se indica el tema de investigación, el proceso de construcción de preguntas e indicadores a observar, así como el planteamiento del problema y la justificación donde se sostiene la importancia de este tema para los beneficios de las comunidades y regiones mezcaleras.

1.1 Planteamiento del problema

La sustentabilidad se presenta como uno de los principales retos a alcanzar por las regiones sus instituciones e industrias, su interés se presenta en la agendas políticas internacionales, entre la comunidad científica y por la sociedad organizada como son las asociaciones o agrupaciones ecologistas.

El parteaguas marcado en el Informe Brundtland toma una posición abierta, ambigua y compleja, dando cabida a estrategias políticas diferenciadas. Desafortunadamente la sostenibilidad se emplea más desde una perspectiva teórica como receta mágica para que su aplicación en la realidad proponga soluciones, concretamente en el caso de la producción de mezcal. Diversos autores como Naredo et. al., (1997) o Velayos (2008) plantean que bajo el paraguas del desarrollo sustentable, se han desarrollado actuaciones puramente económicas, utilizando como excusa el medio ambiente y la sociedad.

No obstante ante esta indefinición existen aspectos que quedan implícitos en la sustentabilidad que es el reconocimiento de la existencia de límites, motivados por la tecnología disponible y la capacidad del planeta para soportar las actividades humanas y absorber sus efectos; la necesidad de replantear estrategias de desarrollo para el paso de un marco temporal de corto a largo plazo; la visión multidimensional e integral que ha de

incluir las nuevas estrategias de desarrollo (económica, social y ambiental); y la concepción de la sostenibilidad como proceso de cambio consensuado, lo que implica una construcción política y social (Naciones Unidas, 1987).

Sin embargo, en la práctica no se evidencia un avance en esta dirección y una posición opuesta a los discursos teóricos. Posiblemente esto se justifica ante lo ambiguo y extensas conceptualizaciones de la sustentabilidad, pues se determinan dependiendo del área de estudio. Es así como en muchos casos, los avances institucionales sobre el tema no demuestran estar frenando las lógicas dominantes impuestas por el modelo capitalista, donde las estructuras de poder y los intereses por maximizar los beneficios económicos a corto plazo continúan impulsando las mismas prácticas insostenibles de crecimiento ilimitado.

Por otro lado, una de las principales dificultades para avanzar en la operatividad de este concepto está en el desconocimiento de la situación que presentan las agroindustrias con respecto a su sustentabilidad y en la falta de establecimiento de umbrales o límites que permitan avanzar hacia una medición absoluta de la misma, y que facilite la toma de decisiones. Las agroindustrias solo serán sostenibles si son competitivas en términos de costes, precios, eficiencia operativa, oferta de productos y otros parámetros asociados, y solo si la remuneración que reciben los agricultores es lucrativa para estos (Da Silva, et. al. 2013). De esta forma, surge la necesidad de indagar con mayor profundidad en cómo medir el nivel de sustentabilidad alcanzado por las agroindustrias, y la posibilidad de efectuar comparaciones entre ellas, que contribuya a avanzar hacia prácticas diferentes y con políticas más acordes a la sustentabilidad.

Las agroindustrias son un impulsor del crecimiento y del desarrollo. Henson y Cranfield argumentan dos temas principales; uno de los fundamentos es que los rápidos cambios en los sistemas agroalimentarios están transformando la base de la competitividad. Cada vez más, la competitividad está determinada por factores tales como las economías de escala, el rendimiento logístico, el cumplimiento de estrictos grados y estándares y la capacidad de alcanzar mercados globales con productos diferenciados. Indican que los países que han alcanzado una mayor integración son los mercados globales con productos de alto valor o los países con grandes mercados nacionales de alto valor parecen haber tenido un mayor avance en términos de la contribución de la agricultura en el desarrollo económico. Su segundo argumento hace referencia a la

permisividad de los impactos de las agroindustrias. Señalan las consecuencias clave de la distribución y analizan las posibles consecuencias ambientales (Henson y Cranfield, 2013).

Son diversos los autores y estudios (Reardon y Barrett, 2000; WBCSD y SNV. 2008; Herdt, R.W. 2009; Porter, M.E. 2004; Tapia G. JA, 2004; Gallopín, G.C.,2003) que enuncian que, en la actualidad, la sustentabilidad determina el éxito y la competitividad de los agroindustria. Por tanto, es una estrategia clave para su desarrollo a largo plazo y su propia supervivencia como empresas de competencia internacional (denominación de origen).

Vemos de manera teórica la necesidad de operar bajo estrategias de sustentabilidad para el desarrollo de las agroindustrias, la práctica para la producción del mezcal evoluciona de manera diferente. En los últimos años existe una sobre demanda no sólo nacional sino internacional en 52 países (Consejo Regulador de Mezcal, 2017). En ello ha ejercido un papel influyente los canales distribución en la toda la República Mexicana así como la exportación del producto generando en 2016, a nivel nacional 908 mdp y a nivel internacional 2,005 mdp (ISCAM y CRM, 2016).

La imprecisión al conceptualizar la sustentabilidad hacia el ámbito ecológico y a las características de las actividades de la agroindustria en un dominio económico hace la gestión de la industria mezcalera se una en complejidad a una industria minimizada por falta de contar con la denominación de origen, como lo es el caso de la zona mezcalera de Malinalco, Estado de México.

Se necesitan, por tanto, herramientas que ayuden a orientar los procesos de toma de decisiones, basadas en estrategias de desarrollo sustentable como el equilibrio entre las dimensiones, certificaciones de denominación de origen, límites, participación, entre otros. En este sentido, cada vez más se enfatiza la necesidad de permitir una participación de los diferentes actores intervinientes para afianzar el concepto de sustentabilidad y que sean traducibles en acciones concretas. Las herramientas de medición deben contemplar una posición determinada frente a la sustentabilidad, como es el caso de la evaluación de la sustentabilidad a partir de sistemas de indicadores que permitan su medición. En definitiva se trata de facilitar el proceso de toma de decisiones, de caso contrario sería difícil plantear un avance real hacia el desarrollo sustentable.

1.2 Objetivos de investigación

1.2.1 Objetivo General

La expectativa de esta tesis fue investigar cómo se evalúa el nivel o grado de sustentabilidad que alcanzan los sistemas agroindustriales de la zona mezcalera de Malinalco, Estado de México, considerando criterios de desempeño desde el ámbito económico, social y ambiental así como los límites que determinen sistemas de organización y gestión sustentables.

1.2.1 Obejtivos específicos

Es importante tener presente que el tema central de la tesis, es evaluar la sustentabilidad y las variables asociadas a los diferentes sistemas agroindustriales de agave mezcalero en la región de Malinalco, Estado de México, ligado directamente a la creación de un marco donde la evaluación de la sustentabilidad posibilita elementos para:

1. Analizar los tipos y las características de los diferentes sistemas agroindustriales de agave mezcalero en la región de estudio.
2. Estudiar los grados de sustentabilidad de los sistemas agroindustriales identificados.
3. Identificar la tipología de los sistemas agroindustriales asociados con la sustentabilidad en la región de estudio.

1.3 Propósito

La sustentabilidad se considera a menudo la capacidad de una actividad para seguir manteniendo las opciones y la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras (Bruntland, 1987). Mientras que la ciencia de la sustentabilidad está en evolución, su definición depende de los actores y las condiciones locales. Porque la sustentabilidad no es un "estado estacionario" o blanco fijo, lo que implica al evaluar el comparar los méritos relativos de diferentes opciones, y lograrlo permite el ajuste continuo en respuesta a las cambiantes condiciones, conocimientos y prioridades. La evaluación de sustentabilidad requiere una comprensión de procesos dinámicos cómo interactuar bajo trayectorias alternativas y cómo las interpretaciones dependen de las prioridades de los productores de mezcal y del gobierno del Estado de México. Por tal motivo, se propuso evaluar la sustentabilidad con un marco común que proporcionó los ámbitos e indicadores socioeconómicos de los subproductos agroindustriales de la zona mezcalera de Malinalco, el objetivo para el uso de indicadores de sustentabilidad incluye productores del mezcal.

1.4 Sujetos de la investigación

Los sujetos de la investigación son los productores de mezcal de la zona de Malinalco, Estado de México, pretendemos conocer las experiencias y opiniones relacionadas con las prácticas de sustentabilidad de los sistemas agroindustriales de la zona, los cuales se pretendió conocer su visión de la producción de mezcal, las principales motivaciones que existieron para su funcionamiento, los fundamentos para aplicar determinado proceso, su valoración a través de estos años determinando los aciertos, impacto y limitaciones, la forma como replantean los procesos de producción y su impacto presupuestal, la recepción y uso que hacen de la información proveniente de organismos externos, su posición para lograr la certificación de procesos y productos como la denominación de origen, su visión respecto al impacto en la comunidad, transformaciones sufridas, entre otras.

1.5 Preguntas de investigación

La pregunta general debe responder a:

¿Cómo puede medirse el nivel o grado de sustentabilidad que alcanzan los sistemas agroindustriales de la zona mezcalera de Malinalco, Estado de México, considerando criterios de desempeño y límites que determinen sistemas de organización y gestión sustentables?

Asimismo, buscando un análisis aplicado se plantea también:

- ¿Cuáles son los tipos y las características que diferencian en términos de sustentabilidad los sistemas agroindustriales de agave mezcalero en la región de estudio?
- ¿Qué grado de sustentabilidad tienen estos sistemas agroindustriales de agave mezcalero en la región de estudio?
- ¿Son los sistemas agroindustriales más intensivos los más sustentables?

De esta forma, el tema de la presente investigación se centra en la creciente preocupación por garantizar la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales, y parte de la base de que la evaluación es una condición indispensables para dotar a la gestión de los mismos de pautas y elementos para avanzar hacia un desarrollo sustentable (Singh et al., 2009).

1.6 Hipótesis

La presente tesis parte de una serie de supuestos que pretenden guiar la investigación, y que son los siguientes:

- Para avanzar hacia desarrollos más sostenibles es necesario conocer y medir los niveles de sustentabilidad alcanzados por los sistemas agroindustriales.
- El concepto de desarrollo sustentable, por su carácter multidimensional, es un concepto multicriterio. Por tanto, la metodología multicriterio se puede ajustar a este concepto y permitir su cuantificación.
- Los criterios son útiles para efectuar comparaciones que ayuden a la toma de decisiones y según su metodología de cálculo permiten medir los niveles de sustentabilidad alcanzados en los sistemas agroindustriales.
- Es necesario adoptar una visión integral de la sustentabilidad, la producción de mezcal es compleja e interrelacionada con otros sectores, contextos, que resulta contradictorio intentar hacer sustentable sólo una actividad. Hay que evaluar y avanzar en la sustentabilidad del sistema agroindustrial, teniendo en cuenta un enfoque integrando por lo económico, lo ambiental y lo social.

A partir de estos supuestos, la hipótesis de partida de los resultados de la aplicación es que los niveles de sustentabilidad de los sistemas agroindustriales de mezcal en Malinalco, Estado de México son heterogéneos. La producción de mezcal no garantiza la sustentabilidad de la zona mezcalera, porque va a depender de la tipología e intensidad de la oferta del producto referente a lo económico (empleos, vinculación al mercado, recuperación de la inversión), lo ambiental (estado de los suelos y agua, tipo de prácticas agronómicas, biodiversidad) y lo social (cultura y tradiciones, conocimientos, continuidad del agroecosistema, arraigo al cultivo).

1.7 Justificación

Con este trabajo se busca ordenar y dar sentido a las opiniones, valorizaciones, experiencias y recomendaciones que tienen los productores y su comunidad con respecto a la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales a través de la evaluación de sustentabilidad en los ámbitos socioeconómico y ambiental.

Un marco sustentable en los procesos de producción de productos agroindustriales es imperativo para limitar los efectos potenciales negativos en el bienestar ambiental, económico y social de la región donde se produce el mezcal, en la actualidad no se identifican procesos sustentables, que permitan proporcionar controles legales, reglamentarios y de servicios de aplicación, así como contar con información que permita desarrollar portafolios de evidencias para acercarse a los procesos de certificación para obtener la Denominación de Origen.

Este trabajo pretende que la información captada permita fortalecer las prácticas sustentables así como su capacidad de evaluación de los sistemas agroindustriales por los productores, reconociendo los excesos, formalismos y otras deformaciones que se han generado, adicionalmente se pretende que las autoridades puedan ponderar la orientación y forma de garantizar la sustentabilidad de la zona mezcalera, así como el manejo de sus resultados con carácter de retroalimentación y no sólo mejorar los indicadores de sustentabilidad.

De este modo, se exponen a lo largo de la tesis los siguientes puntos:

- Introducción al concepto de la sustentabilidad y desarrollo sustentable de los sistemas agroindustriales
- Conocer las herramientas y las principales metodologías existentes para su evaluación.
- Definición de ámbitos e indicadores potenciales de medición y valoración de la sustentabilidad
- Presentar una metodología basada en un método multicriterio de referencia para calcular criterios que nos permita cuantificar la sustentabilidad y que facilite estudios comparativos y toma de decisiones.
- Bajo el método propuesto evaluar la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales de la zona y sus interrelaciones que permita caracterizarlas.
- Recomendaciones y líneas para mejorar la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales, su viabilidad socioeconómica y conclusiones generales.

La evaluación nos permitirá conocer el grado de sustentabilidad de los sistemas agroindustriales a través de:

- ✓ Monitorear la generación de información oportuna y confiable para tomar decisiones con el fin de mejorar los indicadores de sustentabilidad.
- ✓ Establecer criterios para la evaluación, con la finalidad de identificar, según contexto, las acciones u compromisos específicos que serán recomendables para los productores que permitan mejorar la sustentabilidad de manera sistémica de los sistemas agroindustriales de la zona mezcalera
- ✓ Determinar los recursos prácticos necesarios de los productores para implementar los elementos más importantes que intervienen y determinan la sustentabilidad de los criterios económico, social y ambiental de los sistemas agroindustriales y resaltar las interdependencias entre ellos y las influencias de unos hacia otros.

Capítulo II: El agave: importancia de la producción del mezcal

En este capítulo se describe la importancia del agave desde una visión cultural, económica y social, desde más de 10,000 años se ha considerado como un alimento nutritivo que se encuentra en una gran variedad de hábitas. El mezcal es la destilación del agave y se describen sus variedades, calificación y usos. La producción de mezcal es una de las actividades que impacta en la generación de empleos, creación de oportunidades de desarrollo y de reducción de la pobreza, su consumo es a nivel nacional e internacional. Se aborda el tema de las regulaciones y únicamente 9 entidades federativas cuentan con la denominación de origen de mezcal que les permite grandes ventajas competitivas, a pesar que en el Estado de México no se ha certificado bajo la DO, la producción de mezcal se realiza con prácticas que observan la conservación del medio ambiente, la conservación de la salud humana, la creación de una economía viable comunal, seguridad en la cohesión social, lo anterior con un amplio conocimiento y respeto cultural.

2.1 Importancia del agave en México

Los agaves son plantas xerófitas y presentan modificaciones o especializaciones morfológicas como una estrategia para sobrevivir en ambientes desérticos (Espinosa, 2014). Los agaves en México son uno de los símbolos de cultura, tradiciones y costumbres, su importancia se remonta a hace más de 10,000 años, cuando los pueblos recolectores cazadores de Meso y Aridoamérica comenzaron a cocer los quistes y cabezas de los agaves en hornos de piso, con ello obtenían el mexcalli, que era un alimento nutritivo que al conservarse por varios días aliviaba la necesidad de buscar comida (Ilsley, Giovannucci y Bautista 2009: 10).

Agave en Griego significa admirable, y fue a partir de la especie Agave americana que el ilustre Carlos Linneo describió el género en 1753. Según Castorena (1985) se considera que su centro de origen se localiza en México, pues en esta región se encuentra la mayor variabilidad y número de especies, Se considera que el 75% se encuentran en nuestro país. Sin embargo, no se tiene claro cuántas especies se han documentado actualmente, algunos autores mencionan que se han reconocido 166, otros 200 y algunos más mencionan hasta 273 (Illsley et al. 2004; CONABIO, 2005).

Los Agaves son plantas que pueden encontrarse en gran diversidad de hábitats, desde los valles y planicies hasta cerros y laderas pedregosas, incluyendo lugares montañosos de gran altitud. Pueden desarrollarse individualmente o como poblaciones, no implica la pendiente del suelo pues pueden ser sobre planicies extensas o con marcada profundidad y el PH varía desde neutro a alcalino. Puede variar el tipo de vegetación que van desde xerófitas, pastizales, matorrales, bosques, etc. Es muy común verlo en pastizales o combinado con nopaleras y matorral y micrófilo. Son extremos los niveles de altitud que van desde los 330 de msnm a más de 3000 msnm (Gentry, 1982).

Taxonómicamente el género Agave se ubica en la familia *Amaryllidaceae*, subfamilia *Agavoideae*. El género Agave es el más grande de esta familia, comprendiendo aproximadamente, doscientas setenta y cinco especies (Lawrence, 1951). Sin embargo, Hutchinson (1934) lo ubicó dentro del orden *Agavales* y específicamente en la familia *Agavaceae*, en donde se incluye el género Agave. Este género incluye, de la nomenclatura tradicional, géneros que pertenecen a la familia *Liliacea* y otros a la *Amaryllidacea* (Lawrence, 1951; Gómez P., 1963). En esta nomenclatura, el subgénero *Agave* lo integran 12 secciones con 82 especies, 21 subespecies y 23 variedades. En total 197 taxas (Gentry, 1982).

El género agave, está compuesto por plantas perennes, rizomatosas, se propaga por semilla, vástagos vegetativos y propágulos en la inflorescencia. Dependiendo de la especie, algunos se propagan solamente por semillas, otros por semillas y vástagos vegetativos, mientras que otros pueden propagarse por las tres formas (Gentry, 1982).

Los agaves tienen tallos acaules, hojas grandes dispuestas en roseta y suculetas fibrosas que terminan en una espina; los márgenes de las hojas presentan pequeñas espinas ganchudas o rectas; inflorescencias en espiga o panoja con escapo largo semileñoso, las flores son de color amarillo verdoso, protándricas con perianto infundiliforme de tubo de longitud variable y seis segmentos casi iguales, seis estambres filamentosos filiformes, más largos que los segmentos del perigonio, con anteras amarillentas, ovario ínfero trilocular, tricarpelar, con placentación axilar, multiovulada; fruto capsular leñoso alargado, dehiscente con tres alas con numerosas semillas aplanadas algo triangulares de testa negra (Conzatti 1947, Gómez Pompa 1963, Gentry 1978 y 1982 citado en Granados, 1993).

2.2 Orígenes y clasificación del mezcal

El origen de la palabra mezcal se deriva de las palabras náhuatl *Metl* (palabra general para agaves) e *ixcalli* (palabra que significa cocido al horno), y se refiere no solamente al mezcal como licor sino al maguey mismo (Granados, 1993: 20). Se considera que el mezcal resultó de la combinación de dos culturas, es decir, de un recurso nativo (maguey) y de una tecnología importada (la destilación) (Walton, 1977; citado en Granados, 1993: 21).

Debido a la invasión y colonización española, se incorporaron nuevos usos a los distintos productos de los agaves. En primer lugar y más importante, el pulque perdió su carácter ritual y quedó libre de muchas restricciones para su consumo, lo cual propició que se extendiera el cultivo del maguey. Además, los españoles comenzaron a destilarlo, cuya técnica desconocida por los indígenas, igual que el jugo de otros agaves, con lo cual se empezaron a elaborar aguardientes que recibieron el nombre genérico de *mezcal* (Museo Nacional de Culturas Populares, 1989: 47).

El agave utilizado para la producción de mezcal pertenece a la familia de las Amarilidáceas, es de hojas largas y fibrosas de forma lanceolada, de color verde, y cuya parte aprovechable para la producción del mezcal es la piña o cabeza, es

decir, el tallo y base de sus hojas, la cual queda al descubierto, una vez que todas sus hojas son despencadas (NOM-070-SCFI-1994).

Al proceso de despencado, también se le conoce como jima que es la cosecha del agave, y consiste en cortar la planta y sus hojas para dar forma a un cuerpo ovoide, que es la cabeza, compuesta por el tallo y la vaina de las hojas. Se estima que desde la plantación hasta el arrastre o último corte transcurren de diez a catorce años, por lo que habría que aclarar que el ciclo de cultivo varía no sólo de acuerdo con las diferentes regiones donde se cultiva, sino también dentro de una misma plantación (Valenzuela, 2003: 142).

La descripción del mezcal como producto alimenticio y de bebida es alcohol etílico sin desnaturalizar con grado alcohólico volumétrico inferior a 80% vol.; aguardientes, licores y demás bebidas espirituosas. Es obtenida por destilación y rectificación de mostos preparados con los azúcares extraídos del tallo y base de las hojas de los agaves que se mencionan a continuación:

- Agave *Angustifolia* haw (maguey espadín); con el cual se elabora el mezcal legítimo.
- Agave *Esperrima jacobi*, Amarilidáceas (maguey de cerro, bruto o cenizo).
- Agave *Weberi* cela, Amarilidáceas (maguey de mezcal).
- Agave *Potatorum zucc*, Amarilidáceas (maguey de mezcal).

Es necesario mencionar que la norma mexicana no señala en la descripción del mezcal la posibilidad de presentarlo con gusano.

Existen tres variedades de mezcal:

- ◇ El mezcal añejo o añejado; es cuando se somete a un proceso de maduración de por lo menos doce meses, en barricas de roble blanco o encino.
- ◇ El mezcal reposado; es aquel que se deja por lo menos dos meses en recipientes, para su estabilización, puede ser abocado.

- ◇ El mezcal joven; es obtenido mediante el proceso de elaboración mencionado anteriormente, pudiendo ser abocado.

El procedimiento abocado; es aquel que se utiliza para suavizar el sabor del mezcal, mediante la adición de uno o más saborizantes, colorantes naturales (inocuos, productos y subproductos naturales e industriales) permitidos por la Secretaría de Salud.

La clasificación del mezcal en base a su proceso de elaboración es la siguiente:

- Tipo I. Mezcal 100% de agave: Es aquél que proviene de los mostos que única y exclusivamente contienen azúcares, provenientes de los tipos de agaves mencionados anteriormente; joven, reposado, añejado, pudiendo ser abocados.
- Tipo II. Mezcal: Es aquél que proviene de los mostos de los agaves mencionados anteriormente y a los que se les ha adicionado hasta un 40% de otros azúcares, conforme al proceso de elaboración ya mencionado; joven, reposado, añejado pudiendo ser abocados.

En México, se permite la comercialización de mezcal en sus tipos I y II sólo en la República Mexicana; para el mercado internacional no se permite la venta a granel y únicamente se exportará marcas mexicanas que cuenten con la denominación de origen.

2.3 Usos del agave

El agave representa uno de los recursos naturales de mayor importancia desde el punto de vista económico, social y agroecológico en México. La importancia del uso del agave se remonta a la época prehispánica en donde los indígenas aprovechaban de la planta del agave: el jugo, las hojas de las cuales sacaban fibra para obtener hilo y tejer telas o para elaborar papel, la espina terminal de las pencas, a manera de agujas para cocer y para sacrificios corporales; las hojas

secas, como suela de calzado, como tejas en techos de casas y como combustible; los quiotes (tallos florales) eran usados como vigas para construir paredes y techos, así como para cercar los terrenos de cada vivienda. Fundamentalmente se empleó su savia para elaborar bebidas alcohólicas: el pulque en algunas regiones, en otras el mezcal o tequila (Segura, 1994; Goncalves de Lima, 1956 citado en Granados, 1993:20). Al día de hoy el agave sigue siendo una fuente de materia prima para elaborar una gran cantidad de productos. Los principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Principales usos de importancia socioeconomica y agroecológica del agave spp.

Usos	Producto	Parte de la planta
Alimentación	Azúcar	Tallo (piña)
	Guisos	Flores y frutos (cápsulas frescas)
	Dulce	Escapo floral (quiote)
	Envolver barbacoa	Hojas
	Mixiotes	Cutícula del cogollo
	Gusanos blancos,	Hojas
	Gusanos rojos (Chinicuilles)	Tallo (piña)
	Pan de pulque	Perianto de flores + nixtamal
	Tortillas	Tallo (piña)
	Bebidas	Aguamiel, miel, atole de aguamiel,
Pulque, Mezcal, Tequila, Sotol,		
Bacanora, Vinagre, Jarabe.		
Agrícola	Cerca viva	Planta completa
	Evitar erosión como formadora de suelo	Planta completa
	Abono orgánico (fertilizante)	Composta de hojas
	Planta líder de ecosistemas	Planta completa
Forraje	Bovinos, caprinos, porcinos	Hojas, escapos florales, flores y parte de la inflorescencia, bagazo.

Fuente: Centro de Propagación de Agave del Estado de Guanajuato (2014).

El centro de estudios sobre el Maguey y el Mezcal presento su Diplomado en Promoción Sustentable del Mezcal, respaldado por la Universidad de los Valles Centrales de Oaxaca.

Tabla 2.2. Usos que se les da a varias especies de Agave, productos y parte de la planta empleada.

Usos	Productos	Parte de la planta empleada
Construcción	Cercas, casas (jacales), corrales Tejas para cubrir techos de casas Canales para coleccionar agua de lluvia	Escapo floral (quiote) Hojas Hojas
Fibras	Materiales compuestos: resinas termoplásticas o termófilas + fibras Cordelería, jarcería y cestería (lazos, ropa domestica) Escobetillas y cepillos para limpieza con jabón incluido, Estropajos, tejido y vestuario	Residuos de fibra Fibras de hojas Raíces, fibras de hojas Fibras de hojas
Medicinal	Cura golpes y lesiones internas, falta de movimiento en miembros, prevención de escorbuto, sana heridas (antinflamatorio) Cura anemia	Hojas Mieles y pulque
Ornamental	Adornos corporales (aretes, collares) Adornos de Navidad Arcos florales En jardines, calles, camellones	Semillas Planta completa Fibras de las hojas Planta completa
Doméstico	Jabón o detergente para trastes y ropa, shampoo, Macetas o recipientes para agua, Tapaderas de cazuelas, ollas o barriles Palillos para la extracción de gusanos comestibles	Hojas, tallos y raíces Tallo (piña) Hojas y tallo (piña) Espina terminal de hojas Espina terminal más hebra de hoja
Otros usos	Aguja incluyendo hilo para coser Industria química, farmacéutica, medicamentos y productos esteroides (saponinas) Productos de celulosa para papel Producción de etanol, celulosa y Glucósidos	Hojas, raíces, tallo y semilla Hojas (pulpa y residuos de desfibramiento) Hojas (pulpa residuos del desfibramiento, bagazo, jugos)

Fuente: Centro de Propagación de Agave del Estado de Guanajuato (2014).

El objetivo, informan sus organizadores, es desarrollar una perspectiva de sustentabilidad en los procesos de producción de mezcal. Y es que según el director del organismo Luis Nogales, de las casi 850 marcas registradas ante el Consejo Regulador del Mezcal. Sólo una mínima parte tienen proyectos de sustentabilidad ecológica o de responsabilidad social.

2.4 Certificación del mezcal

El mezcal es una bebida alcohólica que se obtiene por medio de la destilación y la rectificación de mostos preparados directa y originalmente con los azúcares extraídos de las cabezas maduras de los agaves. De acuerdo a su tipo, el mezcal es un líquido de olor y sabor sui generis. Puede ser incoloro o poseer un color ligeramente amarillento si es reposado o añejado en recipientes que pueden ser de madera de roble blanco o encino (NOM-070-SCFI-1994).

Las regulaciones nacionales e internacionales implican que todas las personas involucradas en el Mezcal estén cada vez más y mejor preparadas, la nueva NOM-070, reconoce las formas tradicionales de producción (artesanales y ancestrales) dando valor al trabajo hecho a mano que representa la DO (Consejo Regulador del Mezcal, 2017)

La NOM-070-SCFI-1994, bebidas alcohólicas-mezcal-especificaciones, hace referencia a la Denominación de Origen (DO) Mezcal, y establece todas las características y especificaciones que se deben cumplir por parte de los usuarios autorizados para producir y comercializar la bebida alcohólica destilada denominada mezcal (NOM-070-SCFI-1994)

Actualmente en México, el Consejo Regulador del Mezcal (CRM), menciona que los estados que se encuentran incorporados a la DO del mezcal, son: Oaxaca (1992), Guerrero (1994), Durango (1994), San Luis Potosí (1994), Zacatecas (1994),

Guanajuato (2001), Tamaulipas (2003), Michoacán (2012) y Puebla (2015) (Consejo Regulador del Mezcal, 2017).

En el año 2012 se lanzó el PROYECTO de conformidad con la norma oficial mexicana PROY-NOM-186-SCFI-2012, bajo el concepto de bebidas alcohólicas elaboradas a partir de agave, se proponen los métodos de prueba e información comercial, con la cual se veían afectados los intereses de los productores de mezcal artesanal que se encuentran fuera de la DO Mezcal.

Este proyecto de norma establece que: los productores de mezcal artesanal que no cuentan con la DO Mezcal, no pueden seguir llamando a su producto mezcal, sino aguardiente o destilado de agave, además de que por aguardiente de agave debe entenderse toda “bebida alcohólica obtenida por destilación y rectificación parcial de mostos fermentados, derivados de la molienda de las cabezas de agave, previa o posteriormente hidrolizadas o cocidas, y sometidas a fermentación alcohólica.

En su formulación se permite del 51 al 100 % de azúcares provenientes de agave, y un máximo de 49 % de otros azúcares reductores totales expresados en unidades de masa, no estando permitidas las mezclas en frío. El aguardiente de agave es un líquido que, de acuerdo a su tipo, es incoloro o amarillento cuando se aboque sin madurarlo (PROY-Nom-186-SCFI-2012, 2012)”.

2.5 Producción del mezcal

El CRM declara que en el año 2014, en México se produjeron 1'451,718 litros con un volumen de alcohol al 45 %. Del 2011 al 2014, los estados que presentan mayor producción son: Oaxaca, Guerrero y Durango, siendo Oaxaca el mayor productor cuyo volumen asciende a casi el 90 % de la producción Nacional. En cuanto a la comercialización, para el mercado nacional en el año 2014 se envasaron 924,686 litros de mezcal. De igual forma en el envasado, Oaxaca ocupa el primer lugar, durante los últimos cuatro años. Para el mercado de exportación en el año

2014 se envasaron 1'157, 420 litros.

En lo que se refiere a la exportación, el mezcal se distribuye actualmente en 42 países. Para el año 2011, se exportaba a Estados Unidos, Alemania, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, Chile, Costa Rica, Eslovaquia, España, Francia, Guatemala, Holanda, Inglaterra, Italia, Japón, Latvia, Noruega, Nueva Zelanda, Paraguay, Perú, Polonia, República Checa, Rusia, Sudáfrica, Suiza, Taiwán y Turquía. Para el 2012, se sumaron a esta lista Australia, Ecuador, El Salvador, Hong Kong, Islas Caimán y Singapur. En 2013, la lista incrementó con China, Dinamarca, Irlanda y Panamá, finalmente en 2014, el mercado de exportación se expande hacia Bahamas, Bélgica, Emiratos Árabes Unidos y Honduras (Consejo Regulador del Mezcal, 2015).

En este contexto de producción y según los datos del CRM, la obtención así como su distribución en el globo terráqueo se encuentra en aumento, razón por la cual se debe de abrir un campo de oportunidades para los productores que por algún motivo no se encuentran dentro de la DO, pero que producen mezcal de forma tradicional en la cual se ven reflejadas características propias de su cultura.

Esta es una actividad económica que es un eje potencial de desarrollo de las regiones productoras de agave. El maguey está disponible para su uso en la elaboración de mezcal cuando adquiere una edad entre los 7 y los 12 años, está en su punto de madurez fisiológica, lo cual depende de la especie y de las condiciones agroecológicas y ambientales a las que hayan sido expuestos. En este periodo el maguey llega a su madurez para iniciar su reproducción sexual que se caracteriza por la emisión del escapo floral o "quiotote". Esta etapa se caracteriza y se distingue físicamente porque las pencas son más delgadas y erguidas alrededor del cogollo, con espinas terminales de color negro brillante, pequeñas y delgadas, el maguey en esta fase es conocido como maguey quiotillo a acarrillado.

Capado o Castrado del maguey: Esta es de suma importancia, ya que de aquí depende de forma significativa la calidad del mezcal que se va a elaborar. Ya que si se cosecha el maguey tierno, antes de que llegue a su madurez fisiológica, tendrá pocos azúcares y dará poco rendimiento y el mezcal tendrá un mal sabor; igual si se

cosecha un maguey que ha empezado la maduración y ya tiene los azúcares concentrados tendrá bajos rendimientos, mejorando el sabor. Lo óptimo es tener un maguey maduro capado que se deja *sazonar* por varios meses (hasta 6), lapso en que concentra los azúcares, lo cual redundara en tener el mejor rendimiento y los mezcales de mejor calidad y sabor.

El maguey bien castrado produce cabezas sanas y puede durar en el campo hasta alrededor de tres años; por el contrario, el que presenta deficiencias en la castración se muere poco a poco y rinde cabezas de mala calidad. Un maguey que no se castra oportunamente, cuando mucho tarda dos años en concluir su ciclo vital con el inicio de dispersión de sus semillas (Aguirre et al., 2001).

El capado consiste en cortar con un machete o cuchillo, primero algunas de las hojas para descubrir el cogollo o quiotillo (yema floral) y se facilite el castrado. Hecho lo anterior se corta transversalmente el cogollo a un altura entre 10 y 20 cm (esto depende de la especie y región –costumbres y tradiciones del capado-); de la cara del cogollo que se separa debe desprenderse su parte central; asimismo, la que queda en la planta debe presentar un orificio central. Luego se desprenden las hojas tiernas y la yema o primordial floral desde su base o inserción en la parte superior del tallo, también se retiran los residuos de tejidos hasta que el hueco o cajete quede limpio, con lo cual concluye la castración (Tello, 1988).

Sazón: Consiste en dejar que la planta acumule los azúcares, varía también de acuerdo a la especie, para Aguirre et al (2001) lo recomendable en *Agave salmiana* spp. *crassispina* es que dure de 18 a 24 meses, ya que el contenido de guises tiende a reducirse. Para Weber dura 12 meses, en otras especies puede dura sazonado de 6 hasta 18 meses.

Desvirado a Jimado: Una vez que el maguey está en sazón, el siguiente paso es el desvire (región altiplano potosino-zacatecano y norte) labrado (Oaxaca y Guerrero) o el jimado (*Agave tequilana en Jalisco*), este se realiza con una cuchilla o barra de fierro, o bien la coa de jima. Primero se cortan todas las hojas o pencas (en algunos lugares se deja la base de la hoja), luego con una barra se procede a tumbar la planta, esta acción consiste en desprender la cabeza en su parte basal,

cortando el cuello (tallo) de la planta al ras del suelo. Una vez sacada la cabeza o piña, esta lista para subirse al camión para transportarse a la mezcalera o fábrica de mezcal.

2.5.1 Producción Artesanal

Horneado o cocido de las piñas: El horno es un hoyo hecho en la tierra en forma de cono ancho. Su diámetro y profundidad determinan la cantidad de cabezas que le cabe, correspondiente también a la capacidad de las tinas de fermentación y de los destiladores. Existen hornos para tres y seis toneladas de maguey crudo. En el fondo del cono se deposita la leña, preferentemente de encino. Se enciende el fuego y se colocan sobre la leña las piedras luego se deposita una capa de palma o de bagazo seco de maguey, encima se pone el agave cortado en trozos. Encima del maguey y otra capa de palma o bagazo seco para detener una capa de tierra que servirá de aislante del calor al horno, el cual queda cerrado de tres a cinco días. El fin del horneado es, producir los azúcares sencillos que serán fácilmente convertidos en alcohol en la fermentación, el paso siguiente en la producción del mezcal.

Molienda de las piñas: En algunos lugares de Oaxaca y en Guerrero se hace la molienda a mano con un mazo y en *canoas* de madera. El maguey cocido se corta en pedazos no mayores de diez centímetros, se pasa a la canoa y se golpea, con lo que parte del material dulce sale de la canoa.

Fermentación del mosto: Se lleva a cabo en tinas de madera de hasta una tonelada de capacidad. En ellas, dependiendo de la temperatura ambiente, se deja el maguey molido de dos a tres días, hasta que las tinas se calientan. En este momento se agrega agua hasta alcanzar un 90% del volumen de la tina, y se mezcla con el maguey para formar una solución azucarada de 7 a 8 grados Brix (°Bx). Dependiendo del clima de la región y del tipo de inducción, se deja reposar de dos a ocho días hasta que los azúcares se hayan transformado en alcohol y sustancias similares. La fermentación natural se logra sin agregarle nada al mosto.

En la fermentación inducida se le agrega al agave molido un paquete de microorganismos benéficos, llamado inóculo de fermentación, o bien sales con nitrógeno, como la urea, que favorecen el desarrollo de los microorganismos ya presentes en el mosto.

Destilación: Se efectúa en alambiques de cobre tipo batch en cantidades de 250 a 400 litros; cada postura dura de seis a ocho horas. El alambique de cobre está constituido por una olla contenedora dentro de un hogar de piedras y adobe, una montera, un turbante y el serpentín, que está en el interior de un tanque de enfriamiento hecho de concreto. La olla de destilación se calienta con leña, y se recoge el destilado en recipientes de cobre o acero inoxidable de 25 litros.

2.5.2 Producción Industrial

La producción industrial a gran escala, con la tecnología más avanzada, es la que se emplea en la elaboración del tequila, sobre todo en los estados que tienen la denominación de origen, incidiendo también en los estados que producen mezcal a partir de *Agave tequilana* Weber. La producción industrial de mezcal en el altiplano potosino-zacatecano, se continúa realizando con la tecnología tradicional en las fábricas de las haciendas. Cabe mencionar que se tiene la denominación de origen Mezcal. Morales y Esparza (2002), describen el proceso de la siguiente manera:

Cocimiento, molienda y prensado del agave: Las piñas se cosen en hornos circulares de mampostería de unos 6 m de alto y 2.50 m de diámetro, estando la mitad del horno bajo del nivel del suelo. Al ras del suelo el horno tiene una parrilla de madera sobre la cual se coloca el maguey para su cocimiento. De manera opuesta existen dos puertas por donde entran los cargadores para ir acomodando las piñas; en la parte superior existe un agujero de un metro de diámetro aproximadamente por el cual se recarga el horno al mermar el material una vez que inicia su cocimiento. En la parte inferior cada horno cuenta con un caño revestido de ladrillo para conducir las mieles que escurren durante el cocimiento del maguey. La capacidad de estos hornos oscila entre las 40 y 60 toneladas, siendo común que

una fábrica cuenta con 3 o 6 hornos agrupados en hilera; para acceder a la parte superior de dicho conjunto se tiene una rampa por donde suben los camiones para el relleno de los hornos con piñas.

Con el horno lleno se sellan las puertas laterales y la ventana superior para que mediante una tubería subterránea se aplique vapor de agua generado en una caldera. Este proceso requiere dejar las piñas durante tres días a vapor para lograr la hidrólisis de los almidones y que se conviertan en glucosa y fructuosa. A las piñas ya cocidas se les llama mezcal y pueden ser comidas como un postre dulce. Las mieles que escurren durante el cocimiento se conocen como “guishe”, se recolectan y se terminan de cocer en una tina de cemento a la cual se le inyecta vapor mediante un serpentín de cobre, posteriormente se mezclan con el mosto extraído de las piñas cocidas y se fermentan. Luego las piñas se someten a molinos de piedra llamados tahonas que consisten de una gran rueda movida por animales o con algún motor; en el fondo del molino se encuentra un canal subterráneo por donde se conduce el jugo hasta una tina de lavado.

Fermentación y destilación del agave: Tradicionalmente la fermentación se lleva a cabo en tinas de madera rectangulares con capacidad para 2.5 metros cúbicos. En el fondo de estas “cubas” se tiene una abertura cuadrangular cerrada por una tapa de madera que sirve para descargar el líquido fermentado. En cada fábrica se cuenta con tres o cuatro tinas de madera redondas donde se tiene “píe” de fermento, el cual es agregado a las tinas de fermentación para inocular el mosto con bacterias que transforman los azúcares en alcohol. El proceso de fermentación dura 3 días, después de lo cual queda una espuma sobre la superficie del líquido fermentado y los azúcares se han convertido en alcohol. Luego se procede al destilado en alambiques de cobre.

Envasado y comercialización: La venta del mezcal se hace a granel en expendios y tiendas de licores, parte se comercializa en cantinas que compran a granel y lo sirven en copas. Otra parte del mezcal se envía a otros estados para que sea envasado. En general las haciendas cuentan con barricas y pipones de madera para reposar y añejar mezcal, se tienen varias presentaciones de mezcal joven y reposado en botellas debidamente etiquetadas.

2.6 Situación del mezcal en Malinalco

En el Estado de Mexico, dentro del municipio de Malinalco, se encuentra el ejido de San Pedro Chichiasco el cual es que produce la mayor cantidad de mezcal d la zona. Tienen una población total de 324 habitantes, de los cuales 177 son mujeres y 147 son hombres y presenta un grado de marginación alto (INEGI, 2013). Colinda con diferentes poblaciones, dentro de las que se pueden mencionar El Platanar, Chichiasco el Viejo, Planta Alameda y Palmar de Guadalupe. El Platanar y el Palmar de Guadalupe comparten la tradición de producir mezcal junto con San Pedro Chichiasco. La población de San Pedro Chichiasco se emplea principalmente en el campo.

Las actividades desarrolladas en las unidades familiares de producción campesina se distribuyen temporalmente en diferentes periodos, en el mes de marzo a mayo se lleva a cabo el proceso productivo tradicional del mezcal; de junio a julio se realiza la siembra de maíz y frijol; a finales de agosto a octubre se cosecha la ciruela mexicana; en noviembre se realiza la cosecha del frijol y del maíz; en noviembre y hasta finales de enero, obtención de pulque; y en diciembre se realiza el corte de las cañas de maíz se deja secar por un lapso de dos semanas, posteriormente se tritura y se almacena para posteriormente ser utilizado en la alimentación de ovejas y animales de carga.

Dentro del ejido se han desarrollado distintos mecanismos con los cuales se complementa la economía familiar, y una de ellas, aunque no realizada por la mayoría de los pobladores es la producción del mezcal

Sin embargo una de las características a resaltar en el Estado de México es que no cuenta con DO mezcal como lo establece la Norma oficial mexicana NOM-070-SCFI-1994 (bebidas alcohólicas/mezcal/especificaciones) bajo lo cual la producción

y comercialización del mezcal en esta comunidad desde el marco jurídico regulador es ilegal.

Uno de los retos que no pueden obviarse, es la necesidad de enmarcar claramente las diferencias entre producir mezcal dentro y fuera de la DO. Considerando que los productores que se encuentran dentro de la DO tratan de mantener asegurado un mercado que les genera ganancias económicas por la bebida, mientras que los productores que se encuentran fuera de la DO, son campesinos e indígenas en su mayoría que habitan en el medio rural, y para quienes la producción de mezcal, no solo representa un ingreso económico adicional a las actividades que desarrollan, sino que forma parte del arraigo cultural y de la conservación de sus recursos naturales, específicamente el maguey, que al paso de muchas generaciones han domesticado para producir esta bebida.

De las comunidades productoras de mezcal, San Pedro Chichcasco es la de mayor producción, la importancia del ejido comenzó desde 1943, siendo pioneros los señores Roberto Sánchez, Zacarías Millán y Eugenio Mérida. Las primeras fábricas de mezcal se establecieron en las barrancas a orillas del río. Su cercanía al cauce del río facilitaba el acarreo del agua, considerando que este proceso es demandante en cuanto al uso del vital líquido. En sus inicios, la producción de mezcal comenzó a realizarse sin contar con parcelas especiales de agave. Las primeras plantas utilizadas, fueron recolectadas por algunos pobladores en los cerros cercanos al ejido (agave silvestre).

Pasado un tiempo los pobladores del ejido interesados en el cultivo de agave se organizaron y solicitaron apoyo a las autoridades del municipio para que los ayudaran en la adquisición de plantas de agave provenientes del estado de Jalisco, el agave proporcionado entonces fue el Agave americana, según los productores este agave era muy susceptible a plagas y enfermedades lo cual limitaba de manera importante su producción.

Ante este escenario, un grupo de productores de alrededor de 15 personas, interesados en continuar con su producción, elaboraron un pequeño proyecto donde con la ayuda de las autoridades municipales nuevamente compraron plantas y

semillas de agave (principalmente *Angustifolia* y *Vivípara*) del estado de Oaxaca, que pasado un tiempo sirvieron como materia prima para establecer un vivero en terrenos dentro del ejido. El objetivo era acrecentar la cantidad de agave disponible para la producción del mezcal. Hoy día el vivero ya no existe, cada productor de forma personal reproduce su agave de acuerdo con sus saberes y técnicas. Es decir, reproducen en almácigos solo aquellos que son menos propensos a plagas y enfermedades, aquellos que las cabezas o piñas son más grandes, y principalmente los que dan un mezcal de sabor agradable por lo general los más dulce. Esta elección la dictamina la experiencia del productor.

El proceso productivo del mezcal en el ejido se representa con las siguientes figuras: dueños de fábrica, productores de agave los que solo producen agave y son comúnmente conocidos como medieros, y los peones que pueden ser majador, leñero, maestro mezcalero.

Para el 2013, en la comunidad existían siete fábricas (que representan siete familias), un aproximado de 33 productores de agave (principalmente jefes de familia) y cada fábrica emplea aproximadamente dos peones fijos para todo el ciclo de producción.

Las actividades que desempeñan los dueños de las fábricas, los medieros y los peones quedan descritas de la siguiente manera:

1. Corte y raspado de agave: consiste en quitar las pencas al agave, de tal forma que como resultado, solo quede la cabeza del agave despencado. Para esta labor se necesitan aproximadamente cinco personas, esta actividad se lleva a cabo en tres días, y son principalmente los dueños del agave con ayuda de uno o dos peones quienes la realizan.
2. Acarreo del agave: se transportan las cabezas de agave desde las parcelas hasta la fábrica, esta actividad la realiza principalmente el dueño de la fábrica con ayuda de los medieros y dos o tres peones.
3. Corte de la leña que servirá para el horno: esta labor la realiza el dueño de la fábrica con ayuda de tres peones.

4. Tapada: esta actividad consiste en someter a cocimiento las cabezas del agave, es una actividad que requiere la participación de muchas personas, por ello los que recurren a realizarla son los dueños de la fábrica, los medieros y personas de la comunidad que ayudan de manera voluntaria, se colocan las cabezas de agave partidas dentro del mismo y se cubre rápidamente con palma y tierra.
5. Destapada: consiste en sacar las cabezas de agave cocido del horno. Se lleva a cabo a los tres días de cocimiento. Quienes realizan esta actividad son principalmente los dueños del agave, los medieros y personas de la comunidad que acuden voluntariamente a ayudar.
6. Acarreo del agave cocido hacia el interior de la fábrica: una vez que el agave está cocido, se coloca en un área especial de la fábrica (cerca de la barra donde se maja), para esta actividad se contratan uno o dos peones.
7. Majado: consiste en macerar las cabezas de agave cocido con la ayuda de un mazo de madera. Esta actividad la realiza un peón contratado por el dueño de la fábrica, mismo que recibe el nombre de majador.
8. Fermentación: esta etapa es la previa a la destilación, una vez que el agave ha sido majado se coloca con suficiente agua en recipientes de acero inoxidable (aproximadamente 200 litros), se deja así una semana y posteriormente se destila.
9. Destilación: esta actividad la desempeña principalmente el dueño de la fábrica o bien un peón capacitado denominado maestro mezcalero. Para esta actividad se utilizan aparatos tradicionales adaptados según la región.

La producción de mezcal en San Pedro Chichiasco se encuentra relacionada con la cultura, es decir a las tradiciones y costumbres de la población local. Según Geertz (1973) por cultura debe entenderse “un esquema históricamente transmitido de significaciones representadas en símbolos, un sistema de concepciones heredadas y expresadas en formas simbólicas por medios con los cuales los hombres comunican, perpetúan y desarrollan su conocimiento y sus actitudes frente a la vida”.

Por esta razón la producción de mezcal debe comprenderse desde su ámbito cultural y por el cual el conocimiento es aplicado en su producción. Se utiliza al día de hoy el alambique, el cual ha sufrido modificaciones de acuerdo a los materiales existentes dentro del área geográfica que comprende: la olla se encuentra constituida por un tambo de acero inoxidable con capacidad de 200 litros, la montera que acá recibe el nombre de calva está hecha con madera de árbol de amate, se dice que se hace con esta madera debido a que resiste hasta doce años y no es propensa a las polillas que deterioran la madera, en la parte superior de la calva se coloca una cazuela pequeña de cobre, la cual regula el paso de calor para la destilación, se utiliza cobre, debido a que éste, según los productores no modifica el sabor del mezcal.

Una vez que se realiza la destilación, los grados de alcohol del mezcal se miden con un alcoholímetro, para los productores un buen mezcal es aquel que oscila entre 50 y 55 grados.

Para su conservación, los productores almacenan el mezcal en garrafones de vidrio con capacidad de 20 litros. No ocupan barricas de madera debido a que no cuentan con árboles de madera especial como roble o encino y en recipientes de plástico, consideran que la bebida termina con un sabor poco agradable al paladar.

La descripción del proceso productivo artesanal del mezcal en San Pedro Chichicasco enmarca lo siguiente:

- 1) Falta de asesoría técnica para la producción del agave. A pesar de que los productores a través de los años y con su experiencia han adaptado el cultivo en sus terrenos, saben cuál es de mejor sabor, cuál rinde más, cuál se adapta más a uno u otro terreno (de acuerdo al tipo de suelo) en ocasiones presentan problemas de plagas o enfermedades que no saben identificar y por lo mismo no saben cómo combatirlas. De esta forma cuando comienzan a tener problemas de esta índole lo mejor es desechar de sus terrenos el agave que está presentando problemas.
- 2) Problemas de comercialización por no contar con la DO mezcal. Los productores no han tramitado la DO Mezcal por falta de asesoría técnica

y legal, además expresan que a su parecer este trámite demanda demasiado tiempo y recursos económicos, con los cuales no cuentan.

Delimitar estos puntos críticos, es de gran relevancia para poder plantear una propuesta que se encuentre acorde a las necesidades y alcances de la comunidad, de conformidad con el desarrollo sustentable de la zona.

Capítulo III: Sustentabilidad y desarrollo sustentable: Evaluación de sistemas agroindustriales

En este apartado se revisan los conceptos utilizados en la investigación y se analiza la posición filosófica y teórica de lo que se entiende por sustentabilidad, desarrollo sustentable y sistemas agroindustriales. La sustentabilidad no es un "estado estacionario" o blanco fijo, evaluarla implica comparar los méritos relativos de diferentes opciones, y lograrlo permite el ajuste continuo en respuesta a las cambiantes condiciones, conocimientos y prioridades, su definición depende de los actores y las condiciones locales. La evaluación de sustentabilidad requiere una comprensión de procesos dinámicos cómo interactuar bajo trayectorias alternativas y cómo interpretaciones dependen de las prioridades de los actores en un determinado lugar y tiempo. Se discuten sobre diferentes metodologías de evaluación de sustentabilidad. Esta investigación toma al concepto de sustentabilidad como un constructor, el cual es posible caracterizarlo teóricamente pero es difícil valorarlo, a menos que se intente indirectamente a través de variables e indicadores.

3.1 Sustentabilidad

Existen diferentes concepciones sobre la sustentabilidad, se considera a menudo la capacidad de una actividad para seguir manteniendo las opciones y la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras (Rutland, 1987).

Existen dos elementos centrales en esta definición: a) la garantía para las futuras generaciones de un medio ambiente igual o mejor al que existe actualmente; y, b) un desarrollo con equidad para las presentes generaciones. La distinción entre ambos elementos es de fundamental importancia. En el primer caso, la garantía de un mundo natural para las futuras generaciones, se refiere, explícitamente, a relaciones técnicas, ya que se considera la sociedad futura como una unidad que se relaciona con su medio ambiente. En el segundo caso, se trata directamente de relaciones sociales,

entre seres humanos, lo cual obliga a pensar la sociedad humana a partir de sus diferencias sociales internas.

El propio término de “sustentable” es elástico y se aplica en distintos ámbitos tales como el de la producción, ecología, economía, medio ambiente, sociedad o desarrollo. Se refiere a recursos sostenibles que ofrezcan la posibilidad de renovarse en el tiempo o puedan ser reutilizados asegurando así su beneficio para las generaciones humanas posteriores. En este sentido, se entiende que el éxito de la sustentabilidad se relaciona directamente con satisfacer las necesidades de las personas en el presente, sin comprometer sus necesidades futuras (Barrios, 2010).

Se argumenta que en español es más pertinente utilizar la palabra sustentable que sostenible porque aquella tiene mayor similitud con sustentable, que es su correspondiente en inglés, idioma en el que se empezó a publicar masivamente el término, empero, ambas se usan a menudo indistintamente (López, 2006).

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en su Informe sobre Desarrollo Humano, 1996. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, el concepto sustentabilidad hace referencia a la interrelación de tres elementos:

- a) La sustentabilidad ambiental, que se refiere a la necesidad de que el impacto del proceso de desarrollo no destruya de manera irreversible la capacidad de carga del ecosistema.
- b) La sostenibilidad social, cuyos aspectos esenciales son el fortalecimiento de un estilo de desarrollo que no perpetúe ni profundice la pobreza ni, por tanto, la exclusión social, sino que tenga como uno de sus objetivos centrales la erradicación de aquélla y la justicia social, y la participación social en la toma de decisiones, es decir, que las comunidades y la ciudadanía se apropien y sean parte fundamental del proceso de desarrollo.
- c) La sostenibilidad económica, entendida como un crecimiento económico interrelacionado con los dos elementos anteriores. En síntesis, el logro del

desarrollo humano sustentable será resultado de un nuevo tipo de crecimiento económico que promueva la equidad social y que establezca una relación no destructiva con la naturaleza.

En la Figura 3.1, se aprecia como los puntos de contactos entre los elementos del desarrollo sustentable, delimitan aspectos comunes del avance del hombre como lo son: La relación armoniosa entre lo económico y lo social puede determinar un grado de desarrollo del nivel de vida; en el área de contacto entre lo económico y lo ambiental se pueden hallar los elementos que permiten el desarrollo de las producciones ecológicas; en la zona entre lo social y lo ambiental, se puede desenvolver la conciencia ambientalista, en la que juega su papel la educación ambiental. Todas estas interacciones se incrementan o disminuyen en función de las voluntades políticas y de las acciones y desarrollo de la gestión de la educación ambiental, todas estas interacciones conforman, a la larga, elementos que determinan, de forma bastante generalizada, los rasgos y características de la calidad de vida de las personas, regiones y naciones, que se incrementa o disminuye en función del nivel educacional de los individuos, de ahí su importancia.

Figura 3.1 Puntos de contactos en la interacción entre los componentes del desarrollo sustentable



Fuente: UNESCO, 2003.

De lo dicho anteriormente se sigue que un desarrollo humano sustentable debe permitir una mejora sustancial de la calidad de vida de la gran mayoría de una sociedad, o una comunidad, la cual a su vez debiera conducir a la reproducción del ecosistema en el que ésta está inserta. Éste sería un criterio fundamental para discernir la calidad y la sustentabilidad del desarrollo que se impulsa.

Para esta investigación, la sustentabilidad se entiende como una condición o estado que permite a los sistemas naturales, económicos y sociales, mejorar o mantener un nivel de producción, que garantiza la reproducción cíclica de los mismos, sin generar efectos depredadores. Los objetivos de la sustentabilidad son la conservación de un medio ambiente viable y diverso, la conservación de la salud humana, la creación de una economía viable y la seguridad de la cohesión social.

El carácter multidimensional inherente en el concepto de sustentabilidad, implica que para que una actividad pueda ser sustentable, como mínimo debe considerar una triple perspectiva: la económica (rentable), la social (justa y reparto equitativo de la riqueza) y el medio ambiente (compatible con el mantenimiento de los ecosistemas naturales) (Gómez, et al. 2010). Sin embargo, hay autores como Murillas, et al. 2008 que contemplan además de las tres principales, la dimensión tecnológica y la ética.

En esta investigación se toman tres dimensiones: económica, social y ambiental; la característica principal del marco es la interrelación entre las tres dimensiones, ninguna es independiente. Cualquier acción tomada en alguna de las tres dimensiones tiene efectos en las otras dos.

3.2 Desarrollo sustentable

Hasta la década de los años ochenta, varios conceptos de desarrollo ya incluían en su contenido el propio beneficio de la naturaleza y el uso racional de sus recursos,

esto no resultaba suficiente para demostrar la imperiosidad de tomar en serio la extensión de su denominación.

Existen numerosos acercamientos conceptuales hasta la final aparición del nuevo apellido sostenible o sustentable que se le ha adjudicado al término, con el ánimo de ponderar su faceta ambiental y plasmarlo posteriormente por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987), en el informe Nuestro Futuro Común o documento antecedente a la que resultó ser la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, efectuada en Río de Janeiro, Brasil en junio de 1992.

La comunidad internacional adoptó un plan de acción exhaustivo de la Agenda 21 y tres convenciones, conocidas como las Convenciones de Río, sobre el cambio climático, sobre la lucha contra la desertificación y sobre la diversidad biológica. Los compromisos adquiridos se confirmaron con ocasión de las cumbres posteriores sobre el desarrollo sustentable celebradas en 2002 (Johannesburgo) y 2012 (Río). Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), adoptados en 2000, también incluyen un objetivo sobre la sostenibilidad del medio ambiente, si bien sus metas e indicadores distan de ser exhaustivos. La convergencia del proceso de Río y el seguimiento de los ODM culminaron con la adopción de una nueva agenda internacional en septiembre de 2015: 'Transformando nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo sustentable'

La conceptualización apunta hacia la consecución de un crecimiento con eficiencia económica, garantizando el progreso y la equidad social por medio de la solución de las necesidades básicas de la población y la salvaguardia de las culturas, sobre la base del funcionamiento y la eficiencia ecológica de los sistemas biofísicos.

Es posible vivir de manera más sostenible si cambiamos de una economía de alto rendimiento a una de bajo rendimiento. La mayoría de los países avanzados industrialmente tienen economías de alto rendimiento que intentan impulsar el crecimiento económico al incrementar el flujo de materia y de recursos energéticos a través de sus sistemas económicos. Estos recursos fluyen a través de las economías

de dichas sociedades hacia sumideros (Aire, agua, suelo, organismos), en donde los contaminantes se pueden acumular en niveles muy dañinos para las sociedades de hoy en día.

Una solución temporal a este problema es convertir una economía de alto rendimiento a una economía de reciclamiento de materia y de reutilización circular que emite a la naturaleza. Esto significa reciclar y reutilizar la mayoría de nuestras emisiones de materia dentro de la misma economía, en lugar de depositarlas en el ambiente.

En todo caso, el nuevo paradigma de la sustentabilidad presupone alcanzar una armonía entre todos los atributos que corresponden al desarrollo, a saber, sus aristas referentes a la economía, la sociedad, la naturaleza, la cultura y la tecnología, donde la dimensión ambiental formase parte integral del proceso de desarrollo.

El emergente paradigma de la sustentabilidad constituye una teoría impecable, sensata y aparentemente ideal para conseguir los recursos, pero enfrenta los obstáculos propios de no ofrecer una guía metodológica y práctica viable,

Le impone a la ciencia y a la técnica actual, se impone reorientar las nuevas tecnologías, hacia la sustitución de recursos naturales y a la prevención de la contaminación ambiental, desarrollando programas pertinentes y coherentes que propicien la educación ambiental, contribuyan a mitigar las desigualdades entre ricos y pobres y propicien la búsqueda de la calidad de vida en lugar del nivel de vida de la población.

Los cambios hacia la sustentabilidad presuponen poner en funcionamiento la capacidad de la sociedad para apelar a otras alternativas (industriales, tecnológicas, biotecnologías, etc.), capaces de complementar las exigencias y las necesidades humanas, a introducir los más novedosos avances científicos y tecnológicos en materia de desarrollo sustentable.

Para que exista desarrollo sustentable debemos reflexionar que nuestro planeta hay más personas para alimentar con menos agua, menos tierra productiva y una fuerza de trabajo rural más pequeña. La Agenda 2030 para el Desarrollo reconoce el reto al que nos enfrentamos y la importancia que tendrán los sistemas alimentarios sostenibles y las nuevas formas de trabajar la tierra y de gestionar los recursos naturales en la construcción de un futuro viable para la humanidad. Si bien en la actualidad casi 800 millones de personas sufren hambre, para 2050 la producción mundial de alimentos se tendría que aumentar en un 60% si se quiere alimentar a los más de 9.000 millones de habitantes que, según las previsiones, vivirían en nuestro planeta. En todo el mundo, los recursos naturales se están deteriorando, los ecosistemas están sujetos a tensiones y se está perdiendo la diversidad biológica. El cambio climático plantea una amenaza adicional a la producción mundial de alimentos. (FAO, 2015).

La Agenda 2030 aborda estos retos. Pide velar para que nuestros sistemas agrícolas y alimentarios sean más eficientes y sostenibles y que se adopten enfoques más sostenibles de la producción y consumo. (FAO, 2015).

La FAO ha desarrollado una visión común y un enfoque integrado para la sustentabilidad en la agricultura, la actividad forestal y la pesca. Esta perspectiva unificada, que es válida en todos los sectores agrícolas y tiene en cuenta los aspectos sociales, económicos y ambientales, asegura la eficacia de la acción sobre el terreno y se sustenta en el conocimiento basado en la mejor información científica disponible y la adaptación a nivel de comunidad y de país, para asegurar la pertinencia y aplicabilidad en el plano local. Ha propuesto cinco principios clave:

- Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos
- Conservar, proteger y mejorar los ecosistemas naturales
- Proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social
- Atender la resiliencia de las personas, las comunidades y los ecosistemas
- Promover la buena gestión de los sistemas naturales y humanos

Una de las líneas de la FAO es la intensificación de la producción sostenible de la producción agrícola y ganadera puede ayudar a reducir la necesidad de tierras adicionales y disminuir la tasa de deforestación y al mismo tiempo aumentar la productividad. La FAO está promoviendo una serie de sistemas de producción integrados – en particular, cultivos mixtos, agricultura de conservación y sistemas agroforestales - destinados a producir más alimentos y piensos con la misma superficie de terreno y con menos insumos. Las técnicas ayudan a reforzar la resiliencia al cambio climático, contribuyendo a la mitigación de los efectos mediante el aumento de la retención de carbono e impulsando los servicios del ecosistema, tales como la mejora de la fertilidad del suelo y la reducción de su degradación. La FAO promueve la adopción de prácticas de producción sostenibles, integradas y adaptadas a nivel local a través de programas de extensión en Burundi, Malí, Camboya, Colombia, Kenya y Tanzania. (FAO, 2015).

Otra de sus líneas es el Apoyo a las organizaciones de pequeños productores, los mecanismo para Bosques y Fincas, en donde los pueblos indígenas, las comunidades locales y los agricultores de pequeñas explotaciones familiares desempeñan un papel vital en la creación de oportunidades de ingresos y de empleo en las zonas rurales, donde la pobreza está más concentrada y donde la migración es corriente. Cuando disponen de los medios, los productores forestales y agrícolas son decisivos en la consecución de muchos de los Objetivos de Desarrollo sustentable. La reducción de la pobreza es el objetivo principal del Mecanismo para Bosques y Fincas, que apoya la creación de organizaciones de productores formadas por pequeños agricultores, poblaciones indígenas y comunidades en Bolivia, Guatemala, Nicaragua, Gambia, Kenya, Liberia, Zambia, Myanmar, el Nepal y Vietnam, como organizaciones medulares a nivel regional y global, con beneficios concretos sobre el terreno. (FAO, 2015).

La FAO ayuda a diversos países en la evaluación de las cuestiones clave de sustentabilidad, que ahora se abordan en plataformas de políticas encaminadas a adaptar la gestión pública y las prácticas para los recursos agrícolas y naturales. El apoyo se centra en aumentar y mejorar los bienes y servicios de la agricultura, la

silvicultura y la pesca, sobre la base de las dimensiones sociales, económicas y ambientales de la sustentabilidad. Los resultados incluyen un conjunto de recomendaciones de política y un plan de acción para paisajes productivos, compartido con el Gobierno. Hay conversaciones en curso sobre la elaboración de planes de gestión más capaces, para coordinar las iniciativas sobre la producción agrícola, la conservación del suelo y el agua, y el desarrollo social. (FAO, 2015).

La proximidad del Marco estratégico de la FAO con los Objetivos de Desarrollo sustentable coloca a la Organización en una posición excelente para hacer contribuciones inmediatas en apoyo de los países con interés en la sustentabilidad, entre ellos tenemos 1) Ayudar a eliminar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición, 2) Hacer que la agricultura, la actividad forestal y la pesca sean más productivas y sostenibles, 3) Reducir la pobreza rural, 4) Propiciar sistemas agrícolas y alimentarios inclusivos y eficientes, y 5) Incrementar la resiliencia de los medios de vida ante las amenazas y crisis.

En lo relativo a los sistemas agrícolas y alimentarios inclusivos y eficientes tenemos las siguientes estrategias:

- Ayudar a los gobiernos a colaborar más eficazmente con la industria alimentaria.
- Elaborar normas eficaces de base científica para la seguridad alimentaria y la salud de las plantas y desarrollamos las capacidades nacionales para el cumplimiento de estas normas y los requisitos de la salud animal.
- Instar a la industria alimentaria y entidades sin fines de lucro a que presten apoyo y servicios a los pequeños agricultores y a las pequeñas y medianas empresas de alimentos.
- Recopilar y compartir información sobre el acceso al mercado y su desarrollo.
- Ayudar a los países a participar más activamente en los mercados globales y regionales, a través de un mayor comercio.
- Fortalecer mecanismos financieros para apoyar el crecimiento de las industrias agrícolas y alimentarias.

- Fomentar la capacidad de las organizaciones regionales para contribuir al desarrollo de mercados de alimentos eficientes e inclusivos.

3.3 Metodología de evaluación

El concepto de evaluación es polisémico, puede significar estimar y calcular, cómo valorar o apreciar. Hace referencia a un proceso mediante el cual una serie de características, recursos y contexto, se analizan y valoran en relación con parámetros prefijados para al final emitir un juicio relevante de su cumplimiento.

La evaluación de la sustentabilidad es entendida como un proceso que permite a los distintos actores involucrados aprender y adquirir experiencia para tomar decisiones que garanticen mejores resultados para llegar a la meta de la sustentabilidad.

Las propuestas de evaluación de sustentabilidad han evolucionado a lo largo del tiempo. De acuerdo a los esquemas e indicadores evaluados, se clasifican por su temporalidad de primera, segunda y tercera generación.

Primera generación: Son aquellos que reciben el nombre de indicadores ambientales o de sustentabilidad ambiental. Corresponden a las investigaciones de los años ochenta y subrayan indicadores de tipo parcial, dando cuenta de los fenómenos desde la perspectiva de un sector productivo o de la singularidad de una dimensión (por ejemplo contaminación de recursos naturales). Fueron considerados muy relevantes para determinar la base de los actuales indicadores, aunque desde la perspectiva del paso de los años, se aprecia una cierta rigidez, escasa potencia y una abrumadora linealidad.

Segunda generación: Se inscriben en el enfoque multidimensional del desarrollo sustentable. Conjuntan y complementan los componentes ambientales, sociales, económicos e institucionales. Los abordaron la mayor parte de los países

desarrollados. El objetivo era lograr una síntesis de los cuatro componentes y procurar aportar medidas de progreso a partir de dichos índices. La dificultad de que ciertos indicadores no pudieran ser monetarizados y otros sólo tuvieron la posibilidad de ser descritos mediante índices, los hace más que discutibles. Las críticas a estos indicadores surgen por su escaso carácter vinculante (cada indicador da respuesta a un componente) y sus reducidas sinergias. De nuevo, el acudir a la complejidad del concepto de desarrollo sustentable pone de manifiesto la dificultad de medir y proponer índices que recojan la totalidad de los ámbitos y que se puedan fundir en uno solo.

Tercera generación: Se trata de incorporar los componentes económico, social y ambiental de manera transversal y sistémica. No se trata de proponer un sistema, o una agregación por medio de índices o de buscar una unidad común de referencia, si no de establecer un número limitado de indicadores que sean vinculantes (interacciones) y que su incorporación suponga la actualización, de manera inmediata de señales de alerta y de seguimiento en todos los componentes y actividades desde su origen hasta su destino.

3.3.1 Elementos de un marco para el desarrollo sustentable

En la Cumbre Mundial sobre Desarrollo sustentable (CMDSD) se reunió del 26 de agosto al 4 de septiembre 2002 en Johannesburgo, Sudáfrica. La meta de la CMDSD, según la Resolución 55/199 de la Asamblea General de la ONU era la de tener una revisión de los últimos diez años de la Conferencia de 1992 de la ONU sobre el Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) a nivel de cumbre, para renovar el compromiso global del desarrollo sustentable sobre un marco que permita el desarrollo sustentable debe cumplir con una diversidad de funciones a nivel local, nacional, regional y mundial, entre las que pueden señalarse:

- Lograr políticas y planificación integradas de las dimensiones social, ambiental y

económica del desarrollo sustentable, la coherencia entre los niveles local, nacional, regional y mundial, y maximizar las sinergias entre los objetivos y procesos;

- Trazar caminos y establecer arreglos de apoyo a la implementación a través de los cuales se aborden los objetivos y metas;
- Evaluar el logro de las metas y objetivos, a través del monitoreo de la implementación, la evaluación y la elaboración de informes, y procedimientos de rendición de cuentas sobre los compromisos.
- Realizar la supervisión de las entidades en operación establecidas para apoyar todas estas funciones;
- Mantener bajo revisión la amalgama de los arreglos institucionales y asegurar que están trabajando con el propósito de: mejorar el bienestar humano, lograr la equidad, incluso entre generaciones, asegurando la sostenibilidad del medio ambiente, y la práctica de un desarrollo participativo.

Además, el marco institucional para el desarrollo sustentable debe fomentar mayor comprensión del público de los problemas sin precedentes a los que se enfrenta la sociedad humana de hoy, responder con urgencia y coherencia política, asegurar mayor equidad en la distribución de los beneficios económicos, e integrar las dimensiones social, ambiental y económica del desarrollo sustentable en las decisiones políticas y enfoques de desarrollo (UNEP, 2012)

Por ello, los arreglos sistemáticos para la participación pública informada, en todos los niveles de toma de decisiones, son una parte necesaria del marco institucional del desarrollo sustentable, y de acuerdo con el Principio 10 de la Declaración de Río, el Programa 21, el Plan de Aplicación de Johannesburgo y las decisiones del Consejo de Administración del PNUMA. Dichos arreglos deberían permitir el análisis compartido de los asuntos y desafíos, construyendo consensos entre las partes interesadas sobre los objetivos y posibles enfoques y políticas para lograrlos, apoyando efectivamente su implementación, a través de las contribuciones de, y el cumplimiento por las partes interesadas. La construcción de ese consenso y la participación son fundamentales para equilibrar los aspectos social, ambiental y económico del desarrollo sustentable y para avanzar de manera concertada en el logro de los objetivos. Por lo general,

muchas sociedades no han invertido adecuadamente en la creación y gestión de estos arreglos, necesarios para una gobernanza más participativa.

Con el objetivo de contribuir al tratamiento del tema, el Informe del Secretario General de las Naciones Unidas para el Segundo Período de Sesiones del Comité Preparatorio de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo sustentable, sintetizó la serie de objetivos que comprende el fortalecimiento del Marco para el Desarrollo sustentable:

- Garantizar la coherencia y la integración de las políticas en las esferas económica, social y ambiental,
- Mejorar el análisis, la evaluación y el asesoramiento científico,
- Reforzar la ejecución, supervisión y rendición de cuentas,
- Limitar la superposición o duplicación de actividades,
- Alentar la participación,
- Reforzar las capacidades nacionales y locales para el desarrollo sustentable.

3.1.1.1 Mediciones de la sustentabilidad

Hemos abordado como desde los ochenta se han desarrollaron varias metodologías de medición de la sustentabilidad. Tanto los criterios utilizados, como los indicadores son diferentes en muchos casos. Para esta investigación se agrupan de manera ordenada estas diferentes metodologías seguimos el criterio de Hanley et al. (1999) que distingue entre mediciones económicas, mediciones ecológicas o físico-materiales, y mediciones socio-políticas.

3.3.1.2 Mediciones económicas

Entre estas mediciones se encuentran Green Net National Product, bajo este concepto se incluyen diferentes mediciones concebidas desde fines de los años

ochenta. Todas tienen en común la valoración monetaria de los elementos sin precio de la naturaleza. Cuando los recursos naturales crecen más que su uso o depreciación (por ejemplo con el incremento de bosques) la diferencia se agrega a las cuentas nacionales. Por el contrario, todo uso de recursos no repuestos, o incrementos en las tasas de polución cuentan como descuento en las Cuentas Nacionales. Existe confusión sobre cómo hacer los ajustes. No existe acuerdo de cómo ajustar, por ejemplo, cambios en los niveles de polución o cambios en los stocks forestales. No está claro cuando un resultado numérico de PVNN dice algo útil sobre el resultado de la economía (Repetto et al., 1989, Hartwick (1990), sin embargo no se consideran algunos efectos como son el caso del desempleo y la migración (Cruz, Repetto, 1992).

Otra metodología es *Genuine savings*, es una medición elaborada por Pearce y Atkinson (1993) para considerar el grado en que un país está invirtiendo sus ganancias derivadas de la extracción de recursos naturales en capital producido (no natural). Esta regla daría cuenta de un proceso a través del cual se iría sustituyendo el capital natural por el producido. La medición de depreciación del capital natural es empíricamente dificultosa. Esta sustentabilidad "débil" refleja una concepción limitada de sustentabilidad. En economías que exportan sus recursos naturales, AG puede fallar como indicador de sustentabilidad desde que la reinversión de rentas Hotelling de las exportaciones pueden conducir a aumentar el consumo (más que mantenerlo constante) debido a efectos de los términos de intercambio. (Pearce y Atkinson, 1993)

Las mediciones se basan en la valoración monetaria de bienes naturales que no tienen precio y no circulan como mercancía en el mercado. Dejando de lado los problemas técnicos que esto encierra, y que son ampliamente reconocidos por todos los economistas en el tema. Existe otro problema no considerado, el hecho de que la metodología utilizada es una adaptación del instrumental neoclásico, que en lugar de mostrar las diferencias sociales, las oculta a través de promedios estadísticos. Estas mediciones de ninguna forma revelan los problemas de sustentabilidad deriva dos de las relaciones sociales, sólo aquellos que tienen que ver con relaciones técnicas con el medio ambiente.

3.3.1.3 Mediciones sociales

Dentro de estas metodologías tenemos el *Index of Sustainable Economic Welfare* IBES y el *Genuine Progress Indicator* IPG. La primera fue desarrollada por Daly y Cobb (1989) y la segunda por Cobb et al. (1995). Consiste en ajustar las cuentas nacionales convencionales valorando y agregando variables no monetarizadas. Por ejemplo, el valor del trabajo doméstico no pago, la depreciación de los recursos naturales, o deduciendo el valor de los gastos en defensa pública o privada, o las pérdidas potenciales por desempleo.

Las críticas al IBES y IPG están relacionadas esencialmente como contabilidades de series de ajustes ad-hoc que ya eran medidas imperfectas. La especificación de tales deducciones y adiciones al consumo debe ser hecha esencialmente en forma arbitraria. Esto aparece claro viendo las adiciones y deducciones realizadas en los dos abordajes. Tanto estas mediciones como Green NNP, están basadas sobre flujos más que en stocks y esto no apunta realmente a la capacidad de mantenimiento, que varios autores sostienen que es la esencia de la sustentabilidad (Daly, Coob, 1989 y Coob, et al. 1995). Se aproxima a las medidas de los efectos de las relaciones sociales, como las pérdidas de tiempo, desempleo etc. No distingue responsabilidades de la degradación ambiental.

Las mediciones cuantifican ciertos grados de desigualdad social, pero desligadas del tipo de relaciones sociales que son su causa. Se trata de indicadores sociales y políticos descriptivos, que remiten a variables también descriptivas, como desempleo, analfabetismo, trabajo domiciliario, pero nunca analíticos que den cuenta de insustentabilidades derivadas de relaciones sociales históricamente determinadas.

3.3.1.4 Mediones ecológicas

La metodología Net Primary Productivity está basada en el concepto de capacidad de carga. Es el tamaño máximo de población de una determinada especie que un área

puede soportar, sin reducir su habilidad para mantener la misma especie en cantidad y calidad (tasa de consumo, mortalidad, reproducción etc.) en el futuro. Se refiere exclusivamente a la producción biológica, y puede mostrar si un área está cerca del límite de su capacidad de soporte y cómo varía en el tiempo. Esta medición fue aplicada a nivel mundial por Vitousek y otros investigadores (1986). Ellos cuantificaron la totalidad de recursos alimenticios disponibles para humanos y animales, así como las pérdidas resultado de la deforestación, urbanización reducción de áreas húmedas etc. para llegar a mostrar que el mundo estaría cerca de la utilización potencial y que no soportaría los aumentos predecibles de la población (Vitousek, et al. 1986). La principal crítica es que relaciona todo el consumo solamente a la productividad biológica. A nivel regional el consumo puede exceder la productividad biológica a través de importaciones. Y en adición, la productividad natural puede ser incrementada a través del uso de capital producido e insumos basados en recursos no renovables.

Mediante *Ecological footprints* se compara las demandas de consumo humanas de un territorio determinado con el grado en que dichas demandas pueden ser cubiertas dentro del mismo territorio. Por ejemplo, el consumo per cápita de energía en un país en comparación con su producción de energía per cápita. La sustentabilidad estaría dada por la posibilidad de satisfacer las demandas en el mismo territorio (Rees, 1994). Falla como instrumento para recomendar políticas detalladas y como elemento de predicción. No podemos predecir si la EF de los próximos años será mayor o menor partiendo de los valores actuales.

La metodología de *Environment al Space* se mide la equidad en el uso de recursos en relación al uso medio mundial. Aplicado a un país da cuenta, por ejemplo, de cuánto debe ser la reducción media per cápita en las emisiones de CO2 para equipararse a la media per cápita mundial (Schmidtbleck, 1992). No especifica las tasas de uso máximas y mínimas permitidas para los recursos, capacidades de carga y capacidades de asimilación. La selección de los recursos a ser incluidos es arbitraria. Es imposible obtener indicadores agregados de diferentes recursos. El punto de referencia espacial para la medida es arbitrario.

Estas mediciones sólo realizan cuantificaciones físicas, y establecen la relación de uso o consumo con la población humana. Estas mediciones tampoco pueden explicar las causas del ritmo, grado, o amplitud de utilización de los recursos naturales o de la generación de los desechos ligados a las relaciones sociales. También en este caso, se omiten las causas históricamente determinadas de las relaciones capitalistas, que obligan a una producción tendencialmente ilimitada a utilizar los espacios públicos con destino privado, para saquear los recursos o depositar los residuos.

Todas estas formas de medición tienen un punto en común y es que se orientan en un solo ámbito y no en su conjunto, mientras en las definiciones sobre sustentabilidad aparece la preocupación, tanto por el legado a las futuras generaciones como por la equidad o igualdad intergeneracional, cuando se pasa a las mediciones este último elemento prácticamente desaparece.

3.3.3 Marcos generales

Se requiere de un marco que permita el desarrollo sustentable que integre de manera sistémica el actual de un medio ambiente con las relaciones humanas y sus interacciones sociales y económicas, es por ello que diversos esfuerzos internacionales han manifestado el interés de su evaluación. La Comisión para el Desarrollo sustentable (1993) de las Naciones Unidas a través del Programa de Índices de Desarrollo Sustentable fue pionera en la elaboración de una propuesta de evaluación a nivel internacional a través del marco general Fuerza Motriz-Estado-Respuesta. El método fue probado con 134 indicadores, participaron muchos países (incluido México) y se obtuvieron resultados disímiles por las diferentes condiciones del entorno.

Las metodologías más recientes a nivel internacional relacionadas a la evaluación de sustentabilidad a través de indicadores tenemos el Índice de Sustentabilidad Ambiental (ISA), elaborado por Yale Center for Environmental Law and Policy y por el

Center for International Earth Science Information Network de la Universidad de Columbia (2001). Es un indicador indexado jerárquicamente, estructurado en 67 variables de igual peso, ponderado en el total y agrupadas en 22 factores medioambientales que abarca gran variedad de temas. Mide como puntos centrales el estado de los sistemas medio-ambientales de cada país, el éxito obtenido en la tarea de reducir los principales problemas en los sistemas ambientales; los progresos en la protección de los ciudadanos por eventuales daños medioambientales; la capacidad social e institucional que cada nación posea para tomar acciones relativas al medio ambiente; y el nivel de administración que posee cada país.

Environmental Performance Index (EPI), presentado por Yale Center for Environmental Law and Policy y por el Center for International Earth Science Information Network de la Universidad de Columbia en la reunión de Davos (2006), este selecciona 16 indicadores agrupados en seis categorías (calidad medio-ambiental; calidad del aire; recursos del agua; biodiversidad y hábitat; recursos naturales productivos; y sustentabilidad energética) al amparo de sus dos objetivos base: calidad medioambiental y vitalidad del ecosistema.

La identificación de una amplia gama de criterios relevantes para los sistemas sustentables han sido realizados (Smeets y Faaij, 2010; Lewandowski y Faaij, 2006; Smeets et al., 2005). Lewandowski y Faaij (2006) propusieron una lista de criterios, dando por resultado 125 criterios: criterios sociales 48, 15 criterios económicos y 62 criterios ecológicos. Estos criterios fueron identificados mediante un análisis sistemático de los criterios e indicadores, así como las directrices de gestión para el comercio sostenible de la biomasa. Más recientemente, Smeets y Faaij (2010) redujo esta gama de criterios para 12 áreas de preocupación para poder analizar el impacto de estos criterios en el costo y el potencial de la bioenergía. Esta reducción era necesaria para obtener un conjunto de criterios concretos (medibles) e indicadores que tienen un impacto en el sistema de gestión (costos) o la disponibilidad (cantidad) de la tierra.

Sin embargo, Buchholz et al., (2007) son críticos en las listas de criterios. Para tener en cuenta su punto de vista, hemos convertido nuestro conjunto de criterios en indicadores operativos, ranking de la importancia de los factores, manejando su interacción juntos.

La evaluación de la sustentabilidad basada en indicadores reconoce los siguientes principios generales (Hardi y Zdan, 1997):

- ◆ un conjunto explícito de categorías o un marco organizador que une la visión y los objetivos con indicadores y criterios de evaluación;
- ◆ un número limitado de temas claves para el análisis;
- ◆ un número limitado de indicadores o una combinación de indicadores para proporcionar una señal más clara del progreso;
- ◆ un estandarizado la medición siempre que sea posible permitir la comparación;
- ◆ un indicador valores de comparación de objetivos, valores de referencia, gamas, umbrales o dirección de las tendencias según el caso.

Los principios sirven como directrices prácticas para el proceso de evaluación completo, tenemos básicamente dos tipos de indicadores basados en evaluaciones (Corbière-Nicollier, 2003):

- (1) La evaluación de estado proporciona información sobre el estado de la región considerada. La correspondiente a indicadores sobre el estado del medio ambiente (por ejemplo, indicadores de contaminación como la concentración de metales pesados en el suelo), de la economía (por ejemplo, el PIB conocida), o de la sociedad (número de trabajadores pobres). Estos indicadores ayudan a establecer prioridades, así como políticas y metas y objetivos estratégicos.
- (2) La evaluación de escenarios proporciona información acerca del estatus y costos. Evalúa si o no la situación ha alcanzado sus objetivos y qué tan bien. Se centra en el objetivo del escenario e informa sobre los cambios inducidos en

la región. Los indicadores correspondientes ayudan a evaluar y mejorar los proyectos.

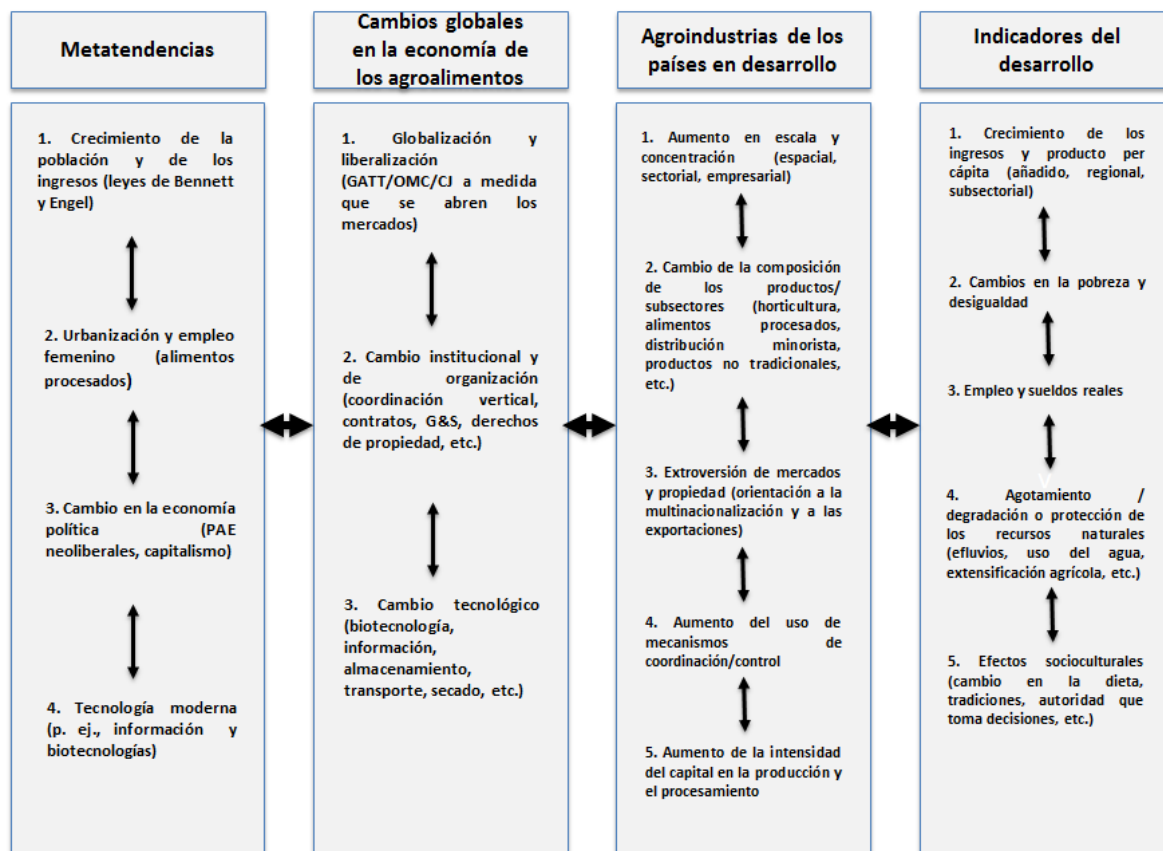
3.4 Sistemas Agroindustriales

En países en desarrollo han sufrido un rápido proceso de agroindustrialización caracterizado por el establecimiento de empresas privadas y del sector formal en una selección cada vez mayor del sector alimentario. Se efectuado una serie de cambios, en primer lugar, el aumento de las actividades de agroprocesamiento, distribución y abastecimiento de insumos agrícolas fuera de la explotación que realizan las empresas agroindustriales (Reardon, 2007). En segundo lugar, cambios institucionales o de organización en las relaciones entre empresas agroindustriales y productores primarios (por ejemplo, mayores niveles de integración vertical). En tercer lugar, cambios en el sector de producción primaria en términos de composición del producto, tecnología, estructuras sectoriales y de mercado, etc. (Reardon y Barrett, 2000).

De esta manera, podemos observar que el crecimiento del sector agroindustrial ha sido parte esencial de los profundos cambios en todo el trazado en que se estructura y organización el complejo agroalimentarios. Esto indica, a su vez, la existencia de impactos en los actores en todos los niveles de la cadena de abastecimiento, desde la producción primaria hasta el consumo. La estructura desarrollada por Reardon y Barrett (2000) ofrece una útil visión a través de la cual comprender estos procesos de agroindustrialización en los países en desarrollo, los factores que impulsan estos procesos y sus consecuencias, Figura 3.2.

Figura 3.2 Proceso de agroindustrialización en los países de desarrollo

Fuente: Reardon y Barrett (2000)



El enfoque de Sistema Agroindustrial surge a partir de la fusión de una serie de conceptos entre los que se encuentran el de Sistemas de Producción Agropecuaria, los aportes de la escuela estadounidense con el concepto de Agronegocio (agribusiness), el de Sistemas Agroalimentarios de la escuela francesa y el de Agricultura Ampliada del IICA. Los principales aportes de estos conceptos al enfoque de Sistemas Agroindustriales se presentan a continuación:

Un sistema de producción agropecuaria es un concepto que permite identificar de manera integral el conjunto de recursos (mano de obra, materias primas e insumos, herramientas y maquinaria agrícola, infraestructura, entre otros) que convergen alrededor de la tierra (tierra, agua, aire y biodiversidad) y el ingenio humano, para

simular el proceso natural de producción de alimentos y otros productos que posteriormente serán usados por el hombre para satisfacer sus necesidades. Del anterior concepto, el sistema agroindustrial retoma la visión sistémica, pero considera una perspectiva más amplia, pues ahora reconoce las relaciones sociales, económicas e institucionales que se tejen de manera espontánea hacia fuera del sistema de producción primaria y que surgen cuando el productor agropecuario debe adquirir los insumos (semillas, fertilizantes, concentrados y servicios, entre otros) con los proveedores o cuando comercializa la producción con sus clientes.

John H. Davis y Ray A. Goldberg acuñaron el concepto de agribusiness en Harvard en el año de 1957, a partir del estudio de algunas experiencias de modernización de la agricultura en los Estados Unidos y en particular en cultivos de trigo, soya y naranja. Los estudios mostraron cómo se generaban una serie de beneficios para aquellos productores agrícolas que lograban construir relaciones entre su oferta agrícola y otras actividades como el acopio, el almacenamiento, el procesamiento, la distribución y el consumo. Adicionalmente, el concepto le otorgaba un especial valor a las instituciones que participaban en el proceso y reconocía la incidencia de las políticas públicas en la afectación positiva o negativa de estas relaciones.

Tomando como referencia a la escuela estadounidense, James Austin analiza la importancia de las agroindustrias en su capacidad de transformar y estimular la oferta de la producción primaria, y así establece tres niveles de transformación agroindustrial mediante la clasificación de los niveles de procesamiento 0, 1 y 2.

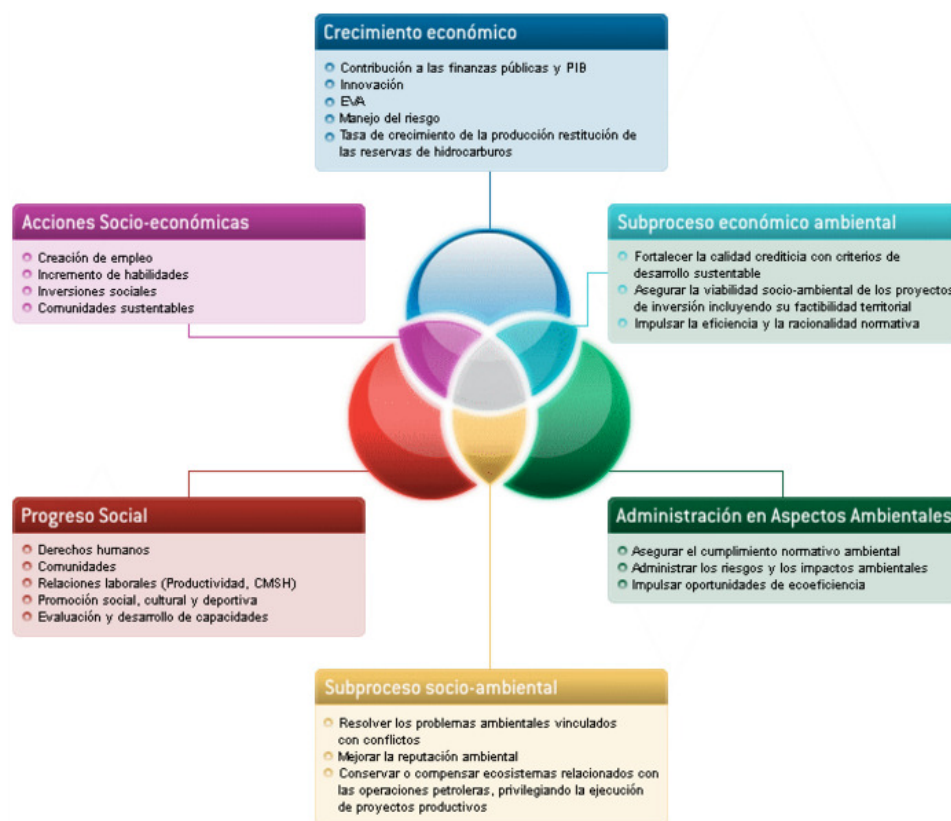
El nivel de procesamiento agroindustrial 0 se relaciona con un nivel básico de transformación, consistente especialmente en la adecuación de materias primas de origen agroindustrial (producción primaria proveniente del sector agrícola, pecuario, forestal o acuícola) mediante actividades de selección, lavado y empaque.

El nivel de transformación 1 se relaciona con cambios de tipo físico en las materias primas. Este nivel también se conoce como operaciones unitarias agroindustriales y considera actividades como reducción del tamaño de partícula de las materias primas

mediante molienda, tratamientos térmicos como pasteurización, ultrapasteurización, escaldado, esterilización, refrigeración, congelación y liofilización, reducción del contenido de agua mediante evaporación y secado, separación y purificación de componentes mediante operaciones de destilación, extracción y lixiviación, entre otros.

El nivel de transformación 2 involucra cambios químicos en las materias primas agroindustriales para lograr su transformación; también se conoce como procesos unitarios agroindustriales y entre ellos encontramos las fermentaciones, la oxidación y la hidrogenación.

Figura 3.3 Intersecciones del desarrollo sustentable con los criterios



Fuente: UNESCO, 2003.

La escuela francesa de Montpellier mediante Louis Malassis, enriqueció las propuestas de la escuela estadounidense al ampliar los estudios de caso de sistemas agroalimentarios a diversos países (la última se concentró sólo en casos de ese país). A partir de la información obtenida llegó a identificar las particularidades en los sistemas agroalimentarios de los países desarrollados, en especial en aquellos aspectos que los diferenciaban de los sistemas existentes en los países en vía de desarrollo; además, con estos elementos logró identificar las diversas fases en la evolución o crecimiento de un sistema agroindustrial y la importancia en este desarrollo de las condiciones de infraestructura y las dinámicas económicas (macro y micro) del territorio geográfico donde funciona el sistema.

Entre los aportes de Malassis resalta también el reconocimiento del sistema agroalimentario como un subconjunto del sistema socioeconómico global; además, reconoció las diferencias entre el sistema agroindustrial y el sistema agroalimentario, focalizándose éstas en que el segundo emplea el enfoque sistémico para identificar los recursos que convergen para la producción, transformación, comercialización y consumo de productos dirigidos a la alimentación humana, incluyendo a la producción de concentrados y otros suplementos nutricionales para animales que finalmente se benefician para transformarse en alimentos.

El sistema agroindustrial, por su parte, resulta más amplio que el sistema agroalimentario; se compone de dos grandes ramas: la agroindustria alimentaria y la agroindustria no alimentaria. En la primera las materias primas de origen biológico provenientes de los sectores básicos (agrícola, pecuario, forestal y acuícola) se dirigen exclusivamente a la obtención de alimentos, mientras que en la agroindustria no alimentaria el objetivo de la transformación es la obtención de productos con finalidades diferentes a la atención de las necesidades alimentarias de la población, por ejemplo la producción de fibras y pieles, maderas, colorantes, flores, tabaco, bebidas alcohólicas, entre muchas otras.

La disponibilidad de información y la percepción de los problemas ambientales actuales y futuros en el lugar, determina la selección de los indicadores específicos para cada uno de los niveles. Se crea el sistema de monitoreo y se alimenta a través

de una base de datos, esta contiene los recursos de la tierra o bien datos socioeconómicos. La descripción de uso de la tierra provee el contexto en el cual se hace la evaluación de sustentabilidad. Esto implica información significativa sobre la naturaleza de dicho uso, principalmente en las prácticas de manejo.

El principal marco que se ha utilizado en México y en varias partes de América Latina, es el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) propuesto por Masera et al. (1999), el cual tiene su origen en el Marco de Evaluación del Manejo Sustentable de Tierras de la FAO (1993). Este marco se rige bajo las siguientes premisas:

- El concepto de sustentabilidad lo define a través de siete atributos que considera son necesarios en un agroecosistema sustentable; productividad, confiabilidad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autodependencia.
- Su evaluación es válida sólo para el sistema de manejo específico, bajo un determinado contexto social y político y una escala espacial en parcela, unidad de producción, comunidad y temporalidad previamente definida.
- La evaluación tiene que ser participativa, que requiere una perspectiva interdisciplinaria e intercultural.
- La sustentabilidad se evalúa de manera comparativa o relativa, ya sea la evolución de un mismo sistema a través del tiempo (longitudinal) o bien, simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo e innovador con un sistema de referencia (transversal).

El proceso que plantea este método es el siguiente:

Determinación del objeto de evaluación, se definen los sistemas de manejo sus características y el contexto socio-ambiental.

- I. Establecer puntos críticos, factores o procesos ambientales, sociales y económicos que pueden tener efecto en el sistema de manejo de forma independiente.

- II. Selección de criterios de diagnóstico que refieren los atributos generales de sustentabilidad y los indicadores que describen un proceso específico o un proceso de control.
- III. Medición y monitoreo de los indicadores durante un cierto periodo, análisis de series históricas o modelaje de ciertas variables.
- IV. Integración de resultados obtenidos a través del monitoreo de los indicadores
- V. Conclusiones y recomendaciones de los sistemas de manejo.

Otro método a nivel internacional es usado en Brasil por Silva et al. (2007) menciona ocho pasos, de igual forma para evaluar sustentabilidad en agroecosistemas en una escala local:

1. Definición y caracterización del sistema de estudio.
2. Contextualización de la relación sociedad-naturaleza. Identificación de los factores específicos y necesarios para el desarrollo sustentable de la actividad o comunidad en cuestión, a partir de entrevistas a expertos o actores involucrados (empresarios, productores, habitantes) y una amplia revisión bibliográfica. Esta fase tiene por objetivo evitar la selección de indicadores con baja relevancia u omitir indicadores importantes que pueden elevar la subestimación de los resultados.
3. Definición de los indicadores de sustentabilidad para el estudio a partir de los criterios: a) posibilidades de obtención, b) confiabilidad de los informadores, c) posibilidad de cuantificación, d) baja complejidad, e) reconocimiento científico, de tal forma que se acerquen en lo más que se pueda a la realidad local.
4. Clasificación de los indicadores seleccionados según su objetivo (social, económico, ambiental, institucional) en la etapa de vida que se encuentra el proyecto.
5. Elaboración y aplicación de un pre cuestionario para la colecta de los datos, que permite la obtención de los indicadores. Se definen valores al cuestionario para que permita medir o cuantificar las respuestas. Una aplicación del pre cuestionario para conocer los nuevos tópicos relevantes y exclusión de otros,

conforme a las realidades de la comunidad.

6. Elaboración y aplicación del cuestionario final.
7. Cálculo del índice de sustentabilidad y conocimiento de un grado de sustentabilidad, para una posibilidad de la generación de un escenario que incluya los impactos generados sobre y para un subsistema medioambiente humano, esto es, conocimiento de los límites del desarrollo sustentable.
8. Sugerencias de las opciones que pueden permitir una sustentabilidad.

El planteamiento teórico de este marco es la sustentabilidad, considerada como un paradigma al que todo sistema debería aspirar. El desarrollo sustentable y la sustentabilidad en la agricultura son teorías en las que el marco de evaluación de sustentabilidad del sistema agroindustrial permite conocer su estado a través de un índice de sustentabilidad, inserto en un contexto social, económico y ambiental. El estudio de caso es el sistema agroindustrial del agave mezcalero en la región Malinalco, Estado de México.

Alam et al. (2002:75) Mencionan que para que un tipo de agricultura sea sustentable debe incluir diseños, sistemas y procedimientos de manejo que trabajen suavemente con los procesos naturales y conserve los recursos disponibles, promueva la resiliencia de los agroecosistemas, regule y disminuya significativamente los desechos y el impacto ambiental. Además, que mantenga o incremente la productividad de la parcela. Los dos conceptos se complementan en este marco al incorporar no sólo el componente ambiental, sino además considera explícitamente las demás componentes (dimensiones), aunque aún no se explica el nivel de las relaciones que se presentan entre los diferentes componentes o dimensiones.

Capítulo IV: Metodología de la Investigación

En este capítulo se abordan elementos de la metodología como son la pregunta general y las preguntas específicas que se derivaron de los objetivos general y específicos mencionados en el primer apartado de este trabajo; así mismo se presenta el supuesto teórico, el corte cualitativo de la investigación así como las variables o indicadores de estudio, la muestra a la que se dirigió el estudio, los instrumentos de recolección y la descripción del procesamiento de la información.

4.1 Metodología del análisis

Considerando la importancia biológica (al ser considerado México centro de origen), cultural (debido al uso ancestral del agave o mejor conocido como maguey), social y económica, resulta viable analizar la producción de mezcal en una pequeña comunidad campesina que se encuentra fuera de la DO Mezcal, y que se encuentra en búsqueda de opciones oportunas para su comercialización.

Por ello, el objetivo fundamental de la presente investigación consiste en: analizar la importancia socioeconómica que representa la producción de mezcal en el ejido de San Pedro Chichiasco, así como describir el proceso productivo, poniendo especial énfasis en los saberes, tecnología tradicional y rituales vinculados con su producción y posibles formas de comercialización.

El trabajo de campo se realizó en el año 2016. Es un estudio de corte mixto, de tipo descriptivo y con estudio de caso, para su elaboración se hizo uso del método etnográfico.

Para análisis se evaluaron los sistemas agroindustriales mediante la priorización de proyectos multicriterios para tomar una adecuada y fundamentada decisión sobre las alternativas de mayor beneficio para la comunidad en su conjunto (Ramírez, 2007).

4.1.1 Evaluación multicriterio

La teoría de evaluación multicriterio comprende un conjunto de teorías, modelos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones, aplicable no sólo al análisis de inversiones sino a una amplia gama de problemas en la gestión tanto privada como pública (Arancibia s/f). Muchos autores coinciden en que un problema de decisión multicriterio, se da cuando existen al menos dos criterios en conflicto y dos alternativas de solución. Dichas alternativas deben ser evaluadas, si la evaluación se caracterizan por tener múltiples criterios en conflicto se suscita un problema multicriterio (Garza 2002, Toskano 2000).

4.1.2 Métodos de evaluación y decisión multicriterio

Son especialmente utilizados para tomar decisiones frente a problemas compuestos por aspectos intangibles de evaluar (Toskano 2000). Estos métodos no consideran la posibilidad de encontrar una solución óptima a un problema, sino que en función de las preferencias y de objetivos predefinidos, el problema central de los métodos multicriterio consiste en (Ávila 2000):

- Seleccionar las mejores alternativas
- Aceptar alternativas que parecen “óptimas” y rechazar aquellas que no lo son
- Generar una ranking de las alternativas

Un criterio clasificador en la Decisión Multicriterio, corresponde al número de las alternativas a tener en cuenta en la decisión, que puede ser finito o infinito. Dependiendo de esta situación existen diferentes métodos, cuando las funciones objetivo toman un número infinito de valores distintos que conducen a un número infinito de alternativas posibles del problema, se llama Decisión Multiobjetivo, mientras que aquellos problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de Decisión Multicriterio Discreta.

4.1.3 Proceso de decisión multicriterio discreta

Los problemas de Decisión Multicriterio Discreta son los más comunes en la realidad y se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto de problemas que, por naturaleza, admiten un número finito de alternativas de solución, y se efectúa a través de (Ávila 2000):

- Un conjunto de alternativas estable, generalmente finito.
- Una familia de criterios de evaluación que permiten evaluar las alternativas.
- Una matriz de decisión que resume la evaluación de cada alternativa.
- Una metodología o modelo de agregación de preferencias en una síntesis global.

Un proceso de toma de decisiones (Martínez 1997). Dentro de los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discretos tenemos el Proceso Analítico Jerárquico AHP (Analytic Hierarchy Process). El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) fue propuesto por el Doctor en Ciencias Matemáticas Thomas L. Saaty, a fines de la década de los ochenta, siendo actualmente un clásico en el mundo de la empresa donde se aplica en casi todos los ámbitos donde es necesario tomar una decisión de cierta complejidad (Aznar 2005).

El AHP es una herramienta de soporte en los procesos de toma de decisiones de tipo multicriterio discreto, permite organizar la información de un problema complejo de

forma gráfica y eficiente, de modo tal que se pueda descomponer y analizar por partes. Este método es bastante intuitivo en su aplicación, difícilmente manipulable (Maurtua 2006, Flament 1999, Ávila 2000). El fundamento del proceso descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por los decisores, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende, llegando a obtener una noción del ordenamiento de las alternativas (Maurtua 2006).

4.2 Supuesto teórico

El alejamiento de procesos y prácticas sustentables con excesos, formalismos y otras deformaciones en la zona mezcalera de Malinalco, Estado de México que se presenta los productores en gestionar riesgos financieros, sociales y ambientales los cuales satisfagan las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras mediante el desarrollo de las capacidades evaluativas adaptadas a cada perfil contribuirá a la sustentabilidad de los productos agroindustriales que incluye a los legisladores, productores, empresarios y otros interesados en la etapa de la cadena de manejadores de tierras o proveedores de logística servicio de conversión y los usuarios finales.

4.3 Esquema metodológico de la investigación

El objetivo es poder evaluar la sustentabilidad socioeconómica de los sistemas agroindustriales de mezcal de la zona de Malinalco, Estado de México, y más en concreto, en los ámbitos económico, social y ambiental sus elementos, con el fin de identificar el grado de sustentabilidad y definir acciones adecuadas para el desarrollo sustentable de la zona y la mejorar las condiciones de vida de los productores y de la comunidad.

En un inicio consta del análisis de los procesos sustentables y como se encontraba en la zona mezcalera. El estudio se separó en tres fases:

A. Primera fase: Recorrido de campo

- Información: ubicación geográfica de las parcelas
- Estadísticas disponibles de producción
- Carreteras y sitios de las parcelas (Municipios o localidades)
- Se visitaron cinco sitios de reconocimiento de los sistemas agroindustriales en las zonas que se concentra el agave mezcalero en la región de Malinalco.

B. Segunda fase: recolección de información de los indicadores.

Se entrevistaron 13 personas, de las cuales: 5 eran dueños de fábricas, 6 eran medieros (personas que no son dueños de fábricas, pero tienen agave), 1 majadores y 1 leñero. Asimismo, se realizó observación participante y el uso de la bitácora de campo. De las 13 entrevistas, dos de ellas fueron a profundidad, donde se obtuvieron datos generales de la comunidad y de la iniciación del proceso productivo del mezcal.

B1. Se aplicó un cuestionario semiestructurado con datos generales del sistema de manejo, los posibles impactos del agroecosistema en los rubros económicos, sociales y ambientales a nivel familiar y comunitario, Anexo 1. Se utilizó este sondeo para conocer más a fondo las creencias, las perspectivas, las preocupaciones y las actitudes de los productores con la finalidad que sirviera de insumo para elaborar el cuestionario definitivo (estructurado).

A este nivel, la información que se generó fue un insumo para conocer con mayor precisión las relaciones entre componentes del agroecosistema y poder elaborar un instrumento específico para la evaluación del agroecosistema. Aunque hubo preguntas cerradas, la mayoría de las preguntas fueron abiertas. El productor expuso su conocimiento, su punto de vista en relación al problema planteado.

B2. Se aplicó un cuestionario estructurado a cinco informantes claves de la región de estudio pioneros en la plantación de agave mezcalero, estos son el objeto de estudio de la presente investigación, Anexo 2.

El cuestionario generó datos cualitativos y cuantitativos, los cuales fueron organizados y analizados de tal forma que permitieron en una fase de análisis posterior utilizar una sola escala de evaluación. A diferencia del cuestionario semiestructurado, aquí se utilizaron las preguntas cerradas con la finalidad de hacer una aplicación y una captura ágil. El cuestionario se elaboró con base a la información del instrumento anterior y a la información obtenida en el recorrido de campo.

En este cuestionario cada pregunta que se mencionó debió tener una respuesta útil para la evaluación. La estructura del cuestionario se realizó por secciones, cada sección corresponde a un tipo de relación en la cual se incluyó información para el cálculo de los indicadores. Se inició con el nombre de la evaluación, continuó el nombre de la institución u organización responsable, el nombre de la persona responsable de la evaluación.

La sección uno del cuestionario inicia con los datos generales del lugar y fecha de aplicación, nombre o clave del aplicador; en la sección dos, se hacen las preguntas de la relación de producción; en la sección tres a la relación de protección, en la sección cuatro se aborda la relación de presión, en la sección cinco a la relación de preservación y por último se preguntan los datos particulares del entrevistado. Estos cuestionarios fueron aplicados directamente por el autor.

B3. Se realizó la evaluación de cinco parcelas de agave mezcalero, una parcela por cada productor, con las características siguientes: ser la primera parcela plantada con agave por el productor y tener al momento de la evaluación siete o más años de plantación. El periodo de trabajo de selección, entrevistas y evaluación de parcelas comprendió el año de 2016 y los meses de enero a marzo de 2017.

C. Tercera Fase: evaluación multicriterio mediante el método simple por priorización.

Es en esta fase se genera el marco de evaluación propuesto para medir el grado de sustentabilidad que tienen los sistemas agroindustriales del de agave mezcalero en la región de estudio. Además de considerar el proceso de agregación, también aparecen los procesos de cálculo, normalización y ponderación de cada uno de los indicadores, variables y relaciones.

4.4. Etapas de la evaluación de la sustentabilidad por multicriterio

4.4.1 Selección de criterios

En primer lugar se identificaron los criterios relevantes para la evaluar la sustentabilidad socioeconómica y ambiental de los productos agroindustriales de la zona mezcalera de Malinalco, los cuales fueron definidos bajo el criterio de recolección de información necesario para medir ex post factum.

Para definir los subcriterios se llevaron a cabo entrevistas con las autoridades y propietarios, que asignaron el significado que posee cada criterio para posteriormente, definir cuáles serán sus variables y sus indicadores. El modelamiento jerárquico fue con base en entrevistas individuales a cinco integrantes del Consejo de Mezcaleros de Malinalco (correspondiente a una representación del 59% de la totalidad del Consejo de Mezcaleros).

4.4.2 Especificación de las variables e indicadores

Se identificaron las siguientes fuentes de información que consisten en diversos métodos para evaluar la sustentabilidad en sistemas agroindustriales, a través de diferentes formas de ponderación y estrategias de análisis. Para ello, se cuenta con:

- Índices como el de las Naciones Unidas a través del Programa de Índices de

Desarrollo Sustentable con el Marco General Fuerza Motriz-Estado (2000), Índice de Sustentabilidad Ambiental de la Universidad de Columbia (2001), Environmental Performance Index (EPI) de la universidad de Columbia (2006)

- Pilares en la sustentabilidad (Bruntland, 1987; Barrios, 2010; Gómez, et al. 2010; Murillas, et al., 2008)
- Marcos conceptuales para la derivación de criterios e indicadores; como los de CMDS (2002), UNEP (2012), Hanley et al. (1999), Unesco (2003), Smeets y Faaij, (2010), Lewandowski y Faaij (2006), Smeets et al. (2005), Buchholz et al., (2007), Hardi y Zdan (1997), Corbière-Nicollier, (2003).
- Indicadores han sido diseñados para su aplicación en el ámbito internacional (Criterios suizos ARE, 2004; Smeets et al., 2008; RSB, 2008) en el ámbito nacional (bases de datos de indicadores de SAGARPA, INCA, SENASICA, INEGI, IMSS)
- Estudios como los de Reardon y Barrett, (2000) han implementado índices de desarrollo para las agroindustrias, han hecho énfasis en el componente social James Austin (2000) y económico de la sustentabilidad Malassis (2000)
- Metodologías de evaluación de sustentabilidad han sido diseñados para su aplicación en mediciones económicas Green Net National Product (Repetto et al.,1989); Genuine savings (Hartwick, 1990), mediciones sociales como Index of Sustainable Economic Welfare IBES y Genuine Progress Indicator IPG (Daly, 1989; Coob, 1989; Coob, et al., 1995) y mediciones ecológicas como Net Primary Prod (Vitousek, et al., 1986), Ecological footprints (Rees, 1994; Wackern Agel, 1994) y Environment al Space (Schmidtbleck, 1992)

Con lo que se definió la construcción de los indicadores que fueron empleados, de conformidad con los objetivos se declararon los indicadores con claridad y rigurosidad las variables que se emplearon para medir los objetivos. A partir de las variables definidas, para los criterios, se construyeron indicadores que los representen adecuadamente.

Tabla 4.1 Selección de criterios

Subcriterio	Criterio	Regulaciones	Indicador	Intensidades	Escalas
Erosión	Ambiental	Erosión del suelo de siembra	% de superficie afectada por erosión hidráulica	Pésimo Malo Regular Aceptable Muy aceptable	Más de 17 % Entre 14 y 17 % Entre 8 y 14 % Entre 2 y 8 % Menos de 2%
Calidad del suelo	Ambiental	Materia orgánica, salinidad, etc.	% materia orgánica en el suelo	Muy bueno Bueno Regular Malo Pésimo	Más de 4 Entre 2.5 a 4.0 Entre 1.5 a 2.5 Entre 0.5 y 1.5 Entre 0 a 0.5
Incidencia de plagas y enfermedades	Ambiental	Plagas, Maleza, etc.	% superficie siniestrada de agave mezcalero	Pésimo Malo Regular Aceptable Muy aceptable	Más de 20 % Entre 16 y 20 % Entre 8 y 16 % Entre 2 y 8 % Menos de 2%
Plaguicidas	Ambiental	Toxicidad de plaguicidas, volumen de plaguicidas aplicada por año, etc.	l / ha / año herbicidas (promedio)	Pésimo Malo Regular Aceptable Nula	Más de 20 % Entre 12 y 20 % Entre 5 y 12 % Menos de 5 % 0
Volumen de producción	Económico	Volumen de producción	% Incremento del volumen de producción	Muy Alto Alto Medio Bajo Muy bajo	Más de 10 Entre 5 y 10 % Entre 3 y 5 % Entre 1 y 3 % Menos de 1 o no especificado
Vinculación al mercado	Económico	Proyectos de vinculación	Proyectos de vinculación	Muy Alto Alto Medio Bajo Muy bajo	Coinversiones con agroindustrias o distribuidor Desarrollo de proveedores Producción por contrato Carta de intención de compra No cuenta con ninguna vinculación
Empleo	Económico	Número de puestos de trabajo creados	N. de empleos creados permanentes	Muy Alto Alto Medio Bajo Muy bajo	Más de 15 Entre 10 y 5 Entre 5 y 10 % Entre 1 y 5 % Ninguno

Subcriterio	Criterio	Regulaciones	Indicador	Intensidades	Escalas
Cambio y asignación del uso de la tierra	Social	Distribución de la tierra para mezcal	% a cambio de uso de suelo del original al actual	Pésimo	Más de 80 %
				Malo	Entre 50 y 80 %
				Regular	Entre 20 y 50 %
				Aceptable	Más del 20 %
				Muy aceptable	Ninguno
Salud y seguridad	Social	Depreciación de la salud humana	N. de trabajadores con seguro médico	Muy Alto	Más de 15
				Alto	Entre 10 y 15
				Medio	Entre 5 y 10
				Bajo	Entre 1 y 5
				Muy bajo	Ninguno
Grado de marginación	Social	Nivel de marginación	Porcentaje de la población en marginación	Muy alto	Más del 80 %
				Alto	Entre 50 % y 80 %
				Regular	Entre 25 % y 50 %
				Aceptable	Entre 10 % y 25 %
				Muy aceptable	Menos de 10

Fuente: Elaboración propia con información de SAGARPA, CONABIO, IMSS

Cabe mencionar que los siguientes indicadores no se consideraron por las siguientes causas de exclusión:

Tabla 4.2 Subcriterios no cuantificables

Nombre de los sub criterios - descripción	Sub criterios suizos originales (ARE, 2004)	Conformidad internacional -Presencia en Smeets et al. (2008) y RSB (2008)	Causa de exclusión	Comentario
Áreas naturales, biodiversidad	Ambiental. Biodiversidad	Tema muy importante, presente En la discusión en el nivel internacional	Por ahora, no hay consenso enmarcado en cómo definir y cuantificar estos factores	Un intento no concluyente de cuantificar este criterio en el Base del número de especies endechadas ha sido hecho
Recursos renovables, agua	Ambiental. Agua	Tema muy importante, presente En la discusión en el nivel internacional	No es la cantidad de agua Pero su disponibilidad que es crucial. Este criterio – aunque De gran importancia - no es Apropiado para el presente comparación	El número de litros necesario para producir (litros de mezcal millones y definir usos En ambos escenarios: menos del 10% diferencia

Nombre de los sub criterios – descripción	Sub criterios suizos originales (ARE, 2004)	Conformidad internacional -Presencia en Smeets et al. (2008) y RSB (2008)	Causa de exclusión	Comentario
Desempeño económico	Económico Competitividad	Conocida como eficiencia económica	Este criterio compara los biocombustibles con combustibles clásicos y no ayuda para comparar dos diferentes patrones de biocombustibles	La comercialización de la productos está incluido en Indicador 8: rentabilidad de la sector
La distribución del ingreso	Social Solidaridad, comunidad, Cohesión social, justicia	Sí	Este criterio se está dejando de lado debido a la falta de datos	
Formación	Social Formación, aprendizaje potencial	Sí	Este criterio se está dejando de lado debido a la falta de datos	
Cultura, tradición	Social Identidad, cultura		Este criterio se está dejando de lado debido a la falta de datos	
Ingresos (distribución entre empresas locales e internacionales)	Económico	Tema importante para aclarar la cuestión de la propiedad y distribución	Este criterio se está dejando de lado debido a la falta de datos	No se cuenta con una regularización de las tierras pertenecientes a estructuras
Ingresos (sector mezcalera en comparación con las plantaciones clásicas)	Económico	Tema que es incluido en los salarios	Este criterio se está dejando de lado debido a la falta de datos	No hay un censo de las plantaciones clásicas y las de usos de bioenergéticas
Calidad del agua, acuática eutrofización	Ambiental	A menudo conocido como agua contaminación o fertilizante uso. Generalmente se trata junto con eutrofización acuática		
Acidificación del agua	Ambiental	A menudo se conoce como uso del agua contaminación o fertilizante. Generalmente se trata junto con eutrofización acuática		

Nombre de los sub criterios - descripción	Sub criterios suizos originales (ARE, 2004)	Conformidad internacional -Presencia en Smeets et al. (2008) y RSB (2008)	Causa de exclusión	Comentario
Cambio climático	Ambiental	Gases de efecto invernadero	Este criterio se está dejando de lado debido a la falta de datos	
Salud Humana	Social	El centro del problema aquí es la quema de la caña de azúcar. Lo es impactando muy comparado con las otras fuentes de impacto	Este criterio se está dejando de lado debido a la falta de datos	

Fuente: Elaboración propia con información de ARE, Smeets, RSB, SAGARPA, CONABIO, IMSS.

4.4.3 Esquema jerárquico

Dentro del esquema jerárquico el primer punto es la construcción conceptual de los son elementos, acciones o actividades, que actúan de forma directa o inversa en el funcionamiento de los sistema agroindustriales.

Después de la definición de los criterios se determinó un objetivo, con los siguientes criterios: Ambiental (representa el impacto en el medio ambiente), Social (representa cómo se verán afectadas las costumbres del grupo social afectado) y Económico (cuál es el beneficio económico para la zona donde se producen productos agroindustriales correspondientes a la producción del mezcal)

Posteriormente se definen los indicadores como una función de uno o más elementos, que conjuntamente miden una característica o atributo del objeto de estudio (Shuschny & Soto, 2009). En relación a lo anterior, los primeros (un elemento) se consideran simples y los segundos (más de un elemento) se consideran complejos o integrales. En relación al tiempo, pueden ser de “corte transversal” o “serie temporal”. Los primeros, se caracterizan porque están referidos a un mismo momento en el tiempo, es decir un corte en el eje del tiempo, se obtienen por medio de una

muestra o un censo. Los segundos están constituidos por observaciones de un elemento en intervalos regulares de tiempo. El marco metodológico propone 10 indicadores valorados en diferentes escalas cuantitativas y cualitativas, como se muestra en el modelo de priorización.

Una vez definidos los indicadores se procede a la construcción de las prioridades, para ello se ingresaron los juicios respecto de la importancia relativa de los criterios y sus subcriterios. Aplicando el multicriterio determinando grados de importancia relativa entre los criterios completando las matrices de comparaciones con la escala propuesta por el método AHP. Como se había enunciado con el grupo de ejidatarios, se llegó a un acuerdo respecto del grado de importancia relativa de los criterios mediante el método de agregación.

A partir de los juicios expresados en las matrices de comparaciones se calculó los ponderadores correspondientes a cada criterio. Se utilizó el procedimiento del método AHP para completar la matriz de comparaciones calculando los ponderadores de mediante el cálculo de prioridades con el método de aproximación.

Una vez que se valoró que las estimaciones son correctas, se verificó la consistencia de los juicios ingresados en las matrices de comparaciones. Si está empleando un software especializado, obteniendo un resultado de la Relación de Consistencia para cada matriz inferior al 10%.

Si es que la Relación de Consistencia para alguna de las matrices es superior al 10%, debe reingresar los juicios en la o las matrices que demuestren inconsistencia y volver a calcular los ponderadores y la Relación de Consistencia hasta que sea menor a 10%.

Los indicadores de las iniciativas poseen diferentes características según sea la variable que estén describiendo. La información cualitativa debe ser “cuantificada” para que sea aplicable a los métodos. Para esto debe construir tablas que permitan su

homologación numérica. En estas se deben establecer los grados del atributo y su correspondiente numérico.

La información cuantitativa de los indicadores proviene de diferentes medidas, y por lo tanto, de diferentes escalas que hacen imposible una comparación objetiva entre ellas. Una de las formas posibles de hacerlas comparables, es clasificar la información de cada indicador en tablas que indiquen los diferentes grados de la característica. Se debe crear una escala con valores mínimo, máximo e intermedios tales que agrupen todo el rango de valores del indicador cuantitativo.

Se calculó el índice que sintetiza los indicadores de cada uno de los criterios y sus ponderaciones. Esto permite ordenar jerárquicamente los índices calculados para cada alternativa de mayor a menor. Seleccionando a aquel que obtuvo el mayor valor en la evaluación.

Finalmente se realizó un análisis del comportamiento del ranking establecido frente a cambios en las ponderaciones relativas de los principales criterios. Se definió los escenarios posibles y se comparó con el escenario actual de su evaluación. Estableciendo bajo qué condiciones la priorización de las alternativas evaluadas se mantiene.

Los productores aportan en diferente medida a cada criterio, ahí radica la importancia de diseñar la jerarquía, porque una vez evaluados y filtrados aquellos proyectos que sean sustentables, pueden ser evaluados en función de los criterios seleccionados. Las distintas alternativas son evaluadas según los criterios establecidos que son relevantes para el objetivo principal.

Así, con estos criterios y sus indicadores podemos seleccionar la alternativa que mejor satisfaga al logro del objetivo planteado de evaluar la sustentabilidad socioeconómica y ambiental de sistemas agroindustriales de la zona mezcalera de Malinalco con el fin de establecer una gestión eficiente de la zona y de la organización

de los productores de mezcal. Así como estos criterios y sus indicadores pudimos seleccionar la alternativa que mejor satisfaga al logro del objetivo planteado.

Para establecer prioridades se utilizó el método multicriterio entre los elementos de la jerarquía. Se propuso una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen entre sus componentes. Los seres humanos perciben relaciones entre los elementos que describen una situación, pueden realizar comparaciones a pares entre ellos con respecto un cierto criterio y de esta manera expresar la preferencia de uno sobre otro. La síntesis del conjunto de estos juicios arroja la escala de intensidades de preferencias (prioridad) entre el total de elementos comparados. De esta forma es posible integrar las percepciones y experiencias. Los juicios que son ingresados en las comparaciones a pares responden a estos factores.

Tabla 4.3 Escala de Saaty

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Hipótesis del método

Fuente: Thomas Saaty, 1997. Toma de decisiones para líderes.

$$A_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a^n_{ij}}$$

Para elaborar las comparaciones pareadas se creó una matriz para cada criterio o subcriterio de la jerarquía que permita determinar la prioridad P_{ij} , de los elementos de su nivel inmediatamente inferior. Comparar de a pares estos elementos del nivel inferior, usando una escala de proporciones. (Escala de Saaty) Se realizaron cinco encuestas, en las cuales acudieron a la reunión más de un productor por lo que en estos casos que existió más de un experto involucrado, se logró a través del consenso entre ellos. Sin embargo, en ocasiones no fue posible sostener una serie de entrevistas junto con todos los involucrados. Saaty resuelve el inconveniente integrando los juicios a través de la media geométrica de la siguiente forma:

Donde:

A_{ij} : es el resultado de la integración de los juicios para el par de criterios i, j .

a^n_{ij} : es el juicio del involucrado para el par de criterios.

$n = 1, \dots, n$. Corresponde al número de involucrados que expresan sus juicios sobre los criterios.

La metodología se debe revisar el Principio de consistencia lógica, pues los seres humanos tienen la capacidad de establecer relaciones entre los objetos o las ideas, de manera que sean consistentes – es decir, que se relacionen bien entre sí y sus relaciones muestren congruencia. En este sentido consistencia implica dos cosas: transitividad y proporcionalidad; la primera es que deben respetarse las relaciones de orden entre los elementos. La segunda es que las proporciones entre los órdenes de magnitud de estas preferencias también deben cumplirse con un rango de error permitido.

La escala a que se hace referencia existe en el inconsciente, no está explícita y sus valores no son números exactos, lo que existe en el cerebro es un ordenamiento jerárquico para los elementos.

Dada la ausencia de valores exactos para esta escala la mente humana no está preparada para emitir juicios 100% consistentes (que cumplan las relaciones de transitividad y proporcionalidad). Se espera que se viole la proporcionalidad de manera tal que no signifique violaciones a la transitividad.

El AHP mide la inconsistencia global de los juicios mediante la Proporción de Consistencia, que es el resultado de la relación entre el Índice de Consistencia y el Índice Aleatorio. El Índice de Consistencia es una medida de la desviación de consistencia de la matriz de comparaciones a pares y el Índice Aleatorio es el índice de consistencia de una matriz recíproca aleatoria, con recíprocos forzados, del mismo rango de escala de 1 hasta 9.

El valor de esta proporción de consistencia no debe superar el 10%, para que sea de un juicio informado. Esto dependerá del tamaño de la matriz de comparación a pares.

Finalmente se debe obtener la Relación de Consistencia, para lo cual se necesita el Índice Aleatorio. El cual se calcula con una tabla elaborada por Saaty que muestra los Índices de Consistencia para una serie de matrices aleatorias con recíprocos forzados:

Tabla 4.4 Índices aleatorios por tamaño de matriz

Tamaño de matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0.58	0.9	1.2	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Fuente: Thomas Saaty, 1997. Toma de decisiones para líderes.

Es evidencia de un juicio informado una Relación de Consistencia menor a 0.1, por lo tanto no es necesario reevaluar los juicios expresados en la matriz de comparaciones. En caso contrario, si la Relación de Consistencia fuera mayor, se

hicieron necesario reevaluar los juicios. Esto significaría que se vuelva a consultar a los expertos.

Tabla 4.5 Esquema metodológico de la investigación

Etapas de la investigación	
Acciones Preparatorias	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación documental en bibliotecas especializadas, bases de datos y compra de libros 2. Formulación del marco teórico contextual y del marco referencial. En esta fase se explorarán los planteamientos teóricos relacionados con evaluación y gestión de sistemas sustentables, así como las políticas educativas existentes que puedan tener inferencia en el tema para poder realizar la construcción de un marco teórico referencial Así mismo se realizará la construcción de instrumentos delimitándose y contextualizándose las organizaciones y actores a observar. 3. Problema de investigación 4. Formulación de los objetivos general y específicos 5. Determinación del tipo de estudio 6. Diseño de la investigación de tipo: Mixto
Trabajo de campo	<ol style="list-style-type: none"> 7. Formulación de guías de entrevista. 8. Selección de los entrevistados 9. Contacto con los productores 10. Celebración de la entrevista cara a cara 11. Grabación 12. Vaciado y transcripción 13. Síntesis de la entrevista
Analítica	<ol style="list-style-type: none"> 14. Revisión de programas de análisis cualitativo y cuantitativo de datos 15. Análisis de datos con apoyo a un programa y cotejando dicho procesamiento con una elaboración manual de dicho análisis cualitativo 16. Resultados, conclusiones y recomendaciones
Informativa	<ol style="list-style-type: none"> 17. Presentación de avances semestrales 18. Generación de reportes parciales y final 19. Publicación de materiales

4.5 Tipo de investigación

Se realiza el trabajo bajo un enfoque exploratorio de revisión de la literatura de interés general y específico que existe actualmente sobre el tema de sustentabilidad y desarrollo de sustentabilidad para su evaluación de sistemas agroindustriales. En este sentido, la tesis se ha concentrado especialmente en los trabajos más relevantes de habla inglesa y española, que presentan el estado actual de la investigación sobre la evaluación en relación a los sistemas agroindustriales sustentables.

Se utilizó el Análisis Jerárquico de Procesos el cual integra aspectos cualitativos y cuantitativos en un proceso único de decisión, en el que es posible incorporar simultáneamente valores personales y pensamiento lógico en una única estructura de análisis. De este modo se puede convertir el proceso que ocurre naturalmente en nuestra mente en uno explícito, facilitando y promoviendo la toma de decisiones bajo escenarios multicriterios y con resultados más objetivos y confiables.

Esta metodología es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones que permite:

- Definir el problema que se desea resolver.
- Identificar los criterios discriminantes en la toma de decisiones.
- Trabajar con un equipo multidisciplinario.
- Estructurar los criterios y subcriterios en una jerarquía.
- Determinar la importancia de cada criterio en términos de ponderadores y sintetizar toda esta información para tomar la mejor decisión.
- Llegar a un resultado en consenso.

El trabajo incluye el análisis de varias experiencias prácticas y se utiliza, por lo tanto, la técnica de estudio de caso que ofrece una visión completa del estado del arte de la sustentabilidad acotándolo a que al estudiar previamente marcos, estos servirán

para presentarlos como ejemplos idóneos de situaciones muy diferentes en la que se refiere a la evaluación de sustentabilidad de los sistemas agroindustriales.

Para los casos de estudio se trabajará con cuestionarios a expertos de los sistemas agroindustriales con un enfoque de estudios de caso instrumental. Según Stake (1998), la investigación con estudio de casos consiste en referir una situación real tomada en su contexto y analizarla para ver cómo se manifiesta y evolucionan los fenómenos de su sistema social que tiene sus propias dinámicas. En el estudio instrumental nos encontramos con una cuestión que se debe investigar, una situación paradójica, unas necesidades de comprensión general, y consideramos que podemos entender la cuestión mediante el estudio de un caso particular. Aquí el estudio de casos es un instrumento para conseguir algo diferente a la comprensión.

Se establece la realización de una investigación de corte cualitativo y cuantitativo, con métodos para que, a partir de cuestionarios a actores clave e informantes estratégicos, libremente expresen sus experiencias y reflexiones con relación a las acciones y prácticas de sustentabilidad.

Con el trabajo de campo aplicado en la zona de estudios instituciones se considera esta investigación de carácter transversal, pues en este caso se revisó la información obtenida de una encuesta a los responsables de los sistemas de agroindustriales.

4.6 Ejes de análisis de los sistemas agroindustriales

Desde una perspectiva cualitativa y cualitativa y a partir de la revisión de la bibliografía se tuvieron en cuenta algunos indicadores para evaluar los sistemas agroindustriales de la industria mezcalera del Estado de México, a saber, los problemas a los que se enfrenta los actores ante criterios de decisión sobre sustentabilidad en los ámbitos económicos, sociales y ambientales.

El uso del enfoque de sistemas agroindustriales permite analizar de manera amplia los sistemas agropecuarios, reconociendo las relaciones económicas y sociales con los diferentes actores ubicados hacia atrás (proveedores de insumos) y hacia adelante del sistema (consumidor), así como la participación del Estado y el aparato institucional. Las relaciones económicas y sociales que se producen en el sistema deben evolucionar a la generación de propuestas de fortalecimiento del sistema agroindustrial, y en especial de las comunidades rurales. Los sistemas agroindustriales se usan también para evaluar las posibilidades de creación de agroindustrias inducidas y como estrategia de transformación de los excedentes agropecuarios en un territorio determinado. Finalmente, es interesante el enfoque de Sistema Agroindustrial por cuanto permite hacer análisis parciales mediante la valoración de los subsistemas; así como para detallar las condiciones de operación y sobre ellos analizar y proponer políticas conducentes a su consolidación.

4.7 Instrumentos de recolección de información

Se presenta en el Anexo 1 la matriz de congruencia metodológica que se elaboró para efecto de relacionar las variables y sus dimensiones. Una vez elaborada la matriz de congruencia metodológica se elaboró un primer cuestionario conformado de 15 preguntas, se evalúa aspectos como directrices de la evaluación, selección de actores del sistema de evaluación, nivel de la evaluación (institucional, programas o actores), utilizando cinco criterios concretos y una escala de valores de seis grados para la valoración de Likert, se manejan preguntas abiertas para no interferir en el grado de conocimiento que tuviera el entrevistado sobre el sistema de evaluación, de la comunidad de cada institución se eligió por muestreo de cuotas los individuos con la finalidad de elaborar un diagnóstico desde un punto de vista ex ante.

El procedimiento de codificación general del material establecer una matriz de doble entrada en la que en la parte vertical se colocó cada uno de los programas que fueron objeto de indagación, mientras que en la horizontal se establecieron los principales núcleos de la entrevista. Con ello obtuvimos inicialmente 18 campos para

la clasificación de lo producido en ellas, lo que nos permitió contar con reportes iniciales que fueron el punto de partida de nuestra tarea de análisis e integración. Posteriormente tuvimos que realizar una segunda codificación de cada campo con la finalidad de obtener elementos de análisis más puntuales. El sistema es una catalogación inicial de las entrevistas, con el fin de poder presentarlas en temas conservando por una parte el anonimato de los entrevistados, pero realizando su papel en la estructura de la investigación.

Lo anterior permitió ofrecer una referencia sobre el lugar desde el cual cada entrevistado está hablando de su experiencia en el campo de la evaluación de tal manera que el primer dato que se ofrece después de una transcripción permite identificar el lugar que ocupa en la estructura institucional el entrevistado (A, B, C y D); mientras que el segundo dato hace referencia al reporte (programa de evaluación) sobre el cual se está trabajando en cada entrevista (1, 2, 3 y 4).

Tabla 4.6 Catalogación inicial para reconocer como fuente de entrevista

Código para reconocer la inserción del entrevistado	Inserción del entrevistado
Productor A	Sr. Ranulfo Mérida
Productor B	Sr. Antonio Lagunes
Productor C	Sr. Eliseo Huerta
Productor D	Sr. Jaime Mérida
Productor E	Sr. Pablo Mancio

Así, cuando aparece una referencia a una entrevista, la letra que se coloca en el paréntesis está vinculada al lugar que la estructura institucional ocupa el actor del sistema de evaluación entrevistado, el número hace referencia al reporte de cada programa, y en el último dígito indica el número de entrevista.

4.8 Análisis de datos cualitativos

El análisis de datos cualitativos implicó una serie de tareas tales como la reducción de datos, la disposición y transformación de datos que se fueron procesando e integrando en nuevas conceptualizaciones y generaciones de esquema a fin de mostrar las relaciones entre los indicadores de estudio.

Finalmente, en este capítulo se mostraron los elementos de la metodología y se dio una descripción detallada de las etapas por las cuales pasó la presente investigación. En el siguiente capítulo se realiza el procesamiento cualitativo de la información y el análisis de los resultados en relación a los sistemas de evaluación y su impacto en la gestión a la luz de la herramienta del Expert Choice.

Capítulo V: Análisis de datos y discusión de resultados

En el presente capítulo se evaluó la relación existente entre la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales cuantificada a través de criterios globales y específicos y las características de los sistemas agroindustriales. Para ello, en primer lugar se profundizó en la caracterización de los sistemas agroindustriales en el ámbito de estudio, se estableció la tipología de las fincas o ejidos de la zona mezcalera de Malinalco y finalmente se estudió los niveles y relaciones existentes entre los criterios globales y específicos de sustentabilidad y las tipologías definidas.

Ante los resultados, se plantea la posibilidad de mejorar los aspectos económicos y la organización social de forma que el medio ambiental pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana. Se presenta la evaluación de las prácticas más fortalecidas así como las más débiles, para que se focalicen los esfuerzos donde los productores deben gestionar los recursos que permiten fomentar el desarrollo sustentable de la zona.

5.1 Evaluación de los tipos y características de los sistemas agroindustriales

La importancia de los sistemas agroindustriales de mezcal de la zona de Malinalco se pone en manifiesto al evaluar los datos correspondientes a el desempeño de los sistemas agroindustriales.

En primera instancia, se presenta el análisis de los tipos y características de los diferentes sistemas agroindustriales de agave mezcalero en la región, se observa que los sistemas agroindustriales de mezcal presentan diferentes intensidades.

Un aspecto importante que define la estructura social de la región es que los hombres se dedican en su mayoría a la agricultura de autoconsumo, sin embargo dependiendo del tipo de cultivo existen periodos en los que de manera temporal trabajan como peones dentro del mismo ejido ya sea en el corte y raspado del agave o en la cosecha de maíz. La estructura social de las mujeres es diferente se dedican en su mayoría al cuidado del hogar y algunas trabajan en el servicio doméstico en la cabecera municipal, Malinalco.

Las familias realizan actividades complementarias vinculadas con la ganadería de traspatio, los animales más comunes que se encuentran son cerdos, aves de corral, borregos, caballos, burros y mulas, otra actividad es el aprovechamiento de los frutales de temporada se encuentran principalmente la ciruela mexicana, mango ataulfo, mamey, tamarindo, guanábana, limón y maracuyá, para su comercialización, las mujeres acuden a los tianguis de Malinalco y Chalma. Adicionalmente se dedican a la producción de agave y mezcal, elaboran licor artesanal para el consumo y venta, su producción a pesar de ser de forma artesanal tienen la capacidad de transformar y estimular la oferta, mantienen estrechas relaciones con proveedores y clientes, en un nivel 2 de transformación agroindustrial (Austin, 2000).

Un aspecto que caracteriza la producción campesina es que las unidades familiares son multifuncionales y de carácter sistémico, ninguna opera en forma aislada, engloban cultivos básicos para la alimentación de los integrantes de la familia, y los excedentes son los que destinan a venta, también se dedican a la crianza de animales, poseen una cultura tradicional específica y emplean tecnología que se ha ido adaptando a las necesidades del medio, considerándola, tecnología tradicional.

Bajo el Plan Rector Sistema Nacional maguey-mezcal validado por el Comité Sistema producto maguey mezcal, clasifica el tipo de productor de mezcal en tres grupos de acuerdo a las materias primas y la tecnología utilizada en la producción de mezcal (SAGARPA, ITESM, INCA, 2006). Los productores, se ubican en el grupo II, debido a las características de los productores porque sus fábricas son familiares que conservan la tradición y producen tal y como lo aprendieron de sus antecesores. Su producción es hornos cónicos en el subsuelo, tahonas tiradas por una mula o caballo,

las tinas de fermentación son de madera de 500 o mil litros y alambiques de cobre. Los productores trabajan sólo una época del año, en la denominada en secas, y durante la época de lluvia se dedican a labores agrícolas.

La producción promedio es de mil litros de mezcal al mes, su producción es mezcal 100 % agave, pues no agregan ningún tipo de azúcar adicional al producto, y lo hacen en pequeños establecimientos denominados fábricas, principalmente familiares, producen entre 600 y 1000 litros al mes. Quienes intervienen en la producción son dueños, productores de agave medieros, peones y leñeros. Los sueldos oscilan de un maestro mezcalero \$220.00 y los peones oscilan entre \$130.00 y \$220.00.

La producción de mezcal es un dato estimado considerando para su cálculo la producción de garrafones el cual es dependiente del número de horneadas, lo que en litros representa su producción, en el 2016 la producción fueron 34 horneadas lo que representa 760 garrafones con una producción de 15,200 litros.

Aproximadamente el 10 % se dedica al autoconsumo, que se regala o dona para fiestas dentro de la comunidad, no solo el que se consume en el seno de la familia, y el 90 % restante se destina a la venta local, con una característica que es de consumo regional y su comercialización informal al venderse principalmente entre los mismos habitantes, visitantes provenientes de comunidades cercanas y raramente a turistas.

A opinión de los productores, la fabricación de mezcal funciona como un sistema de ahorro, al ser un producto no perecedero, puede ser almacenado. Y este almacenamiento es debido a los reducidos canales de comercialización y sólo contar con una demanda local el producto se va acumulando a través de los años. No es un stock que midan los productores, lo relevante son los ingresos provenientes del mezcal que llegan sin que ellos lo esperen.

5.1.1 Sistemas agroindustriales de mezcal de alta intensidad (A)

Se cultiva en terrenos planos con pendiente menor a 2% y en suelos fértiles de uso agrícola, se planta como un monocultivo y usa insumos agroquímicos en todas las actividades de control de plagas, malezas y enfermedades. Por otro lado, no se realiza ninguna práctica agroecológica para la protección de suelo, se requiere de más de 15 mil pesos de inversión inicial por hectárea. El 100% de la mano de obra es contratada. Este tipo de agroecosistemas es característico de las grandes empresas y de productores independientes con recursos económicos suficientes para cubrir el alto costo de producción. El mercado lo tienen asegurado. La edad de los productores independientes es mayor a los 65 años.

5.1.2 Sistemas agroindustriales de mezcal de media intensidad (M)

Se cultiva en terrenos a pie de monte con pendientes entre 2 y 15%, en suelos de uso agrícola, se favorece un bicultivo, usa insumos agroquímicos en dos de las tres actividades para el control de plagas, malezas y enfermedades. Se realizan una o dos prácticas agroecológicas para la protección de suelo, se requieren de 10 a 15 mil pesos de inversión inicial por hectárea. La mano de obra utilizada es mixta. Este tipo de sistemas agroindustriales de mezcal es característico de productores independientes. La edad de los mismos es mayor a los 50 y menor a los 65 años.

5.1.3 Sistemas agroindustriales de mezcal de baja intensidad (B)

Se cultiva en terrenos de lomeríos con pendientes superiores a 15%, en suelos poco fértiles y con poco potencial agrícola, se favorece un policultivo, usa insumos agroquímicos en una o en ninguna de las tres actividades para el control de plagas, malezas y enfermedades. Se realizan más de dos prácticas agroecológicas para la protección de suelo, se requieren menos de 10 mil pesos en inversión inicial por hectárea. La mano de obra utilizada es familiar. Este tipo de sistemas agroindustriales de mezcal es característico de productores independientes. La edad de los productores es variable pero se consideran a aquellos productores menores de 50 años.

Tabla 5.1 Caracterización de sistemas agroindustriales de mezcal de Malinalco

Aspecto	Alta intensidad A	Media Intensidad M	Baja Intensidad B
Edad del productor	Mayor de 65	Entre 50 y 65	Menor de 50
Pendiente	Plano	Pie de monte	Loma
Diversificación productiva	Monocultivo	Biocultivo	Policultivo
Prácticas donde usa insumos químicos	Tres veces por año	Dos veces por año	Una o ninguna
Prácticas de protección del suelo	Ninguna	De 1 a 2 prácticas	Más de 2 prácticas
Inversión inicial \$/ha	Más de \$15,000 /ha	Entre 10,000 y \$15,000 /ha	Menos de \$10,000 /ha
Tipo de mano de obra empleada	Contratada	Mixta	Familiar
Ventas	Si		No

Delimitar estos puntos críticos, es de gran relevancia para poder plantear una propuesta que se encuentre acorde a las necesidades y alcances de la comunidad, de conformidad con el desarrollo sustentable de la zona. Vemos en los resultados como existen diferentes grados de intensificación de la producción del mezcal, la cual está estrechamente relacionada con los accesos a los servicios de apoyo agrícola y su relación con la pobreza.

Tabla 5.2 Criterios para la clasificación de sistemas agroindustriales de mezcal de Malinalco

	Edad del productor	Pendiente	Diversificación productiva	Prácticas donde usa insumos químico	Prácticas de protección del suelo	Inversión inicial \$/ha	Tipo de mano de obra empleada	Ventas
Productor A	A	A	A	M	A	A	A	Si
Productor B	B	B	M	B	B	B	M	No
Productor C	A	M	M	B	B	B	B	No
Productor D	A	A	A	B	M	M	M	Si
Productor E	B	M	M	B	B	B	M	Si

Tabla 5.3. Clasificación de los sistemas agroindustriales de mezcal

	1	2	3	4	5	6	7	8	A	M	B	
Productor A	A	A	A	M	A	A	A	A	8	1	0	A
Productor B	B	B	M	B	B	B	M	B	0	2	7	B
Productor C	A	M	M	B	B	B	B	B	1	2	6	B
Productor D	A	A	A	B	M	M	M	A	4	4	1	M
Productor E	B	M	M	B	B	B	M	A	1	4	4	M

Los productores B y C Los sistemas agroindustriales que presentan baja intensidad, tienen actividades de agricultura dispersa pero presentan asentamientos humanos dispersos, sus prácticas de uso de tierra son extensivas, y son limitados en el uso de insumos así como un escaso margen de excedentes de mercado. Estos sistemas tienden a coincidir con las áreas que presentan un potencial de recursos limitado.

Los productores D y E presentan una intensidad media, su producción de mezcal es más orientada al mercado, sin embargo es un porcentaje moderado de desarrollo de mercado asociado con una mayor intensidad en el empleo de insumos externos y en el uso de la tierra. Han creado condiciones de subsistencia alternativas como el turismo hacia la cabecera municipal abandonando por completo la agricultura.

Sólo el productor A presenta característica de una alta intensidad, cuenta con infraestructura adecuada para aprovechar su proximidad con el río Chalma, presenta un desarrollo de mercado significativo al tratar de posicionar su venta en áreas urbanas, actualmente se focalizan en la diversificación como estrategia.

5.2 Evaluación del grado de sustentabilidad de los sistemas agroindustriales

La evaluación del grado de sustentabilidad de los sistemas agroindustriales, encontramos que los productores generen una gestión con un emprendimiento agroindustrial considerado sustentable en diferentes niveles. Al estudiar las relaciones entre criterios ambiental, social y económico de manera sustentable con la producción de mezcal, se estableció una clasificación según sus características de producción y acceso de recursos. Particularmente la evaluación se basa en la comparación y contraste entre las condiciones de gestión que permitan acceder a un perfil recomendable del mezcal (DO), de sus características de producción, y sus impactos económicos generados. Aunque sería deseable contemplar para a clasificación de indicadores sobre la producción de mezcal, no es posible disponer de información desagregada a nivel municipal que permita una evaluación focalizada.

Anteriormente constatamos diferentes niveles de intensidad en los sistemas agroindustriales, para poder obtener grupos homogéneos de productores por criterio, se utilizó la técnica de análisis multicriterio que permitió agrupar a los productores en conglomerados de forma que se maximice la homogeneidad dentro de los criterios con respecto a una serie de 10 indicadores específicos y que sean lo más heterogéneos posibles entre los productores.

Los criterios utilizados para caracterizar la sustentabilidad en la producción de mezcal en sistemas agroindustriales son ambientales, económicas y sociales, manejando el método general de jerarquías, definido según Figura 4.1.

Con los datos obtenidos de los productores se pondero la Tabla 5.4, asignándole pesos para expresarlo en términos cuantitativos, la importancia de los distintos indicadores marcaron una determinada actuación.

Tabla 5.4 Respuestas de los productores

Criterios	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Erosión	2.0%	4.0%	5.0%	5.0%	3.0%
Calidad del suelo	4.0%	1.0%	1.0%	3.0%	2.0%
Incidencia de plagas y enfermedades	5.0%	15.0%	18.0%	5.0%	10.0%
Pérdida de suelos y agua	8.0%	15.0%	20.0%	7.0%	10.0%
Volumen de producción	6.00%	1%	1%	4.00%	2.0%
Vinculación al mercado	Coinversiones	Carta de intención de compra	Ninguno	Desarrollo de proveedores	Producción por contrato
Empleo	10	3	3	12	8
Cambio y asignación del uso de la tierra	75	20	30	65	40
Salud y seguridad	16	4	3	12	8
Grado de marginación	80%	15%	9%	45%	30%

Los juicios de valor o preferencias de cada productor quedaron establecidos en los niveles jerárquicos. En las siguientes tablas se encuentran los resultados del proceso de comparación por pares en los que cada productor incorporo su experiencia y conocimiento.

Los datos de las anteriores matrices recibidas se procesaron con el software Expert Choice. Mediante el cual se obtuvieron los pesos y la consistencia de las respuestas. Una vez que se tuvieron los resultados, se validó que cumplieran con el criterio de consistencia (< 0.10). Los resultados consistentes se promediaron para cada criterio de manera global y específica, generando así los pesos de cada uno de ellos en la jerarquía determinada.

5.2.1 Análisis e interpretación de resultados de los criterios generales de la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales

La importancia relativa para cada criterio de los denominados de primer nivel, se estableció con los criterios ambiental (que representa el impacto en el medio ambiente de la zona mezcalera), el social (representa como se verán afectados las costumbres y salud del grupo social estudiado) y el económico (representa el beneficio económico de la producción de mezcal para la zona). Se puede observar en la Tabla 5.5, que el criterio económico es cuatro veces más importante que el social, de igual modo el criterio social posee un cuarto de la importancia del criterio económico.

Tabla 5.5. Matriz de comparación de criterios generales

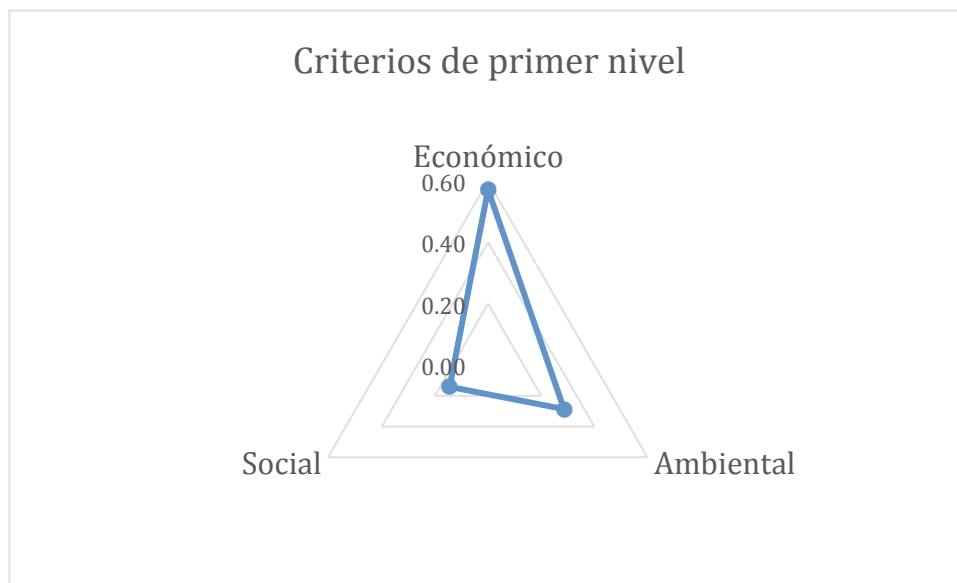
Criterios Generales	Social	Ambiental	Económico
Social	1	0.5	0.25
Ambiental	2	1	0.5
Económico	4	2	1

Matriz normalizada		
0.1429	0.1429	0.1429
0.2857	0.2857	0.2857
0.5714	0.5714	0.5714

C.R. = 0.0 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.1429, 0.2857, 0.5714)

Por lo tanto las preferencias por cada criterio general con relación a la importancia que ellos deben tener en la evaluación y luego en la selección de las alternativas es la siguiente manera: Criterios sociales (14.29%), Criterios ambientales (28.57%) y Criterios económicos (57.14%), Figura 5.1.

Figura 5.1 Ponderaciones de los Criterios de primer nivel



5.2.2 Análisis e interpretación de resultados de los criterios específicos de la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales

5.2.2.1 Análisis e interpretación de resultados para el criterio ambiental

Los resultados de la evaluación para el indicador de la dimensión ambiental se presenta en la Tabla 5.6, que reflejan la situación de que los productores llevan en el producción de mezcal, se observa que la calidad de suelo es considerado como prioritario en un sistema agroindustrial sustentable, posteriormente la erosión y se pondera menos representativo la incidencia de plagas y enfermedades y la pérdida de suelos y agua.

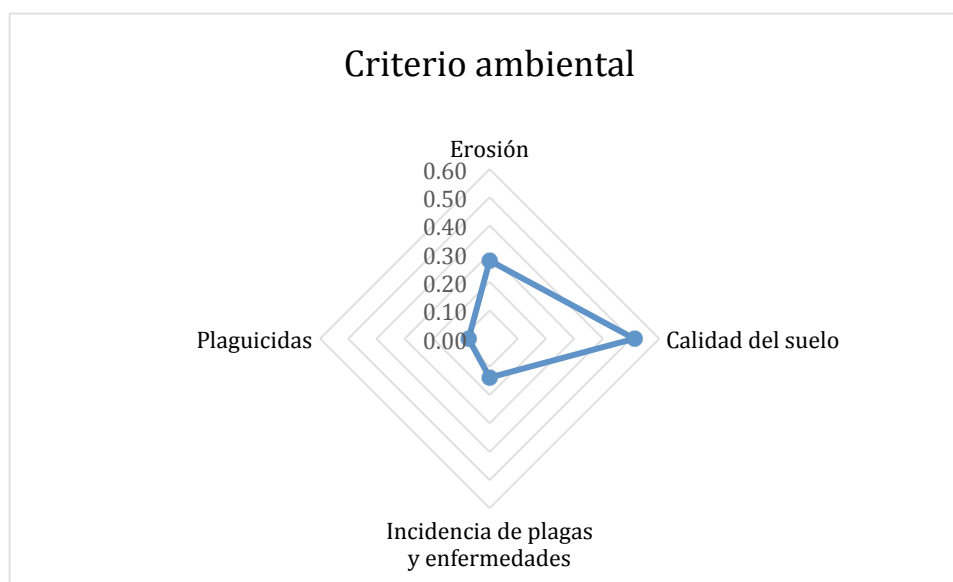
Tabla 5.6. Matriz de comparación del criterio ambiental

Criterio Ambiental	Pérdida de suelos y agua	Incidencia de plagas y enfermedades	Erosión	Calidad del suelo
Pérdida de suelos y agua	1	0.5	0.25	0.17
Incidencia de plagas y enfermedades	2	1	0.5	0.25
Erosión	4	2	1	0.5
Calidad del suelo	6	4	2	1

Matriz normalizada			
0.0769	0.0667	0.0667	0.0870
0.1538	0.1333	0.1333	0.1304
0.3077	0.2667	0.2667	0.2609
0.4615	0.5333	0.5333	0.5217

C.R. = 0.005 = 0.5% < 10%; Vector Propio = (0.0743, 0.1377, 0.2755, 0.5125)

Figura 5.2. Ponderaciones del criterio ambiental



En las siguientes tablas se evaluó la sustentabilidad ambiental, se puede observar que en relación al indicador de calidad de suelo, que es el que representa el 52.17%, es el Productor A quien aporta al sistema un 49.18% de prácticas sustentables, sin embargo para el sistemas global alcanza el 7.20%, se observa que los Productores B y C presentan una mínima sustentabilidad, reflejándose en un 0.60% de participación sustentable de manera global.

Tabla 5.7 Matriz de ponderación de calidad del suelo

Calidad del suelo	Opinión de encuesta	Grados de sustentabilidad		
		Calidad del suelo	Criterio ambiental	Global
Productor A	4.00%	49.18 %	25.21 %	7.20 %
Productor B	1.00%	4.08 %	2.09 %	0.60 %
Productor C	1.00%	4.08 %	2.09 %	0.60 %
Productor D	3.00%	32.54 %	16.68 %	4.77 %
Productor E	2.00%	10.11 %	5.18 %	1.48 %
Subtotales		100%	51.25%	14.65%

El siguiente indicador que en el ámbito ambiental provee el 26.09% es la erosión encontramos que las opiniones ponderan al Productor A como el que ejecuta mejores prácticas para evitar la erosión, su participación dentro de lo específico es del 60.67%, a pesar del Productor E que únicamente aporta en su práctica sustentable el 3.67%.

Tabla 5.8 Matriz de ponderación de erosión

Erosión	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Erosión	Criterio Ambiental	Global
Productor A	2.00%	60.67 %	16.71 %	4.78 %
Productor B	4.00%	20.00 %	5.51 %	1.57 %
Productor C	5.00%	7.83 %	2.16 %	0.62 %
Productor D	5.00%	7.83 %	2.16 %	0.62 %
Productor E	3.00%	3.67 %	1.01 %	0.29 %
Subtotales		100 %	27.55 %	7.88%

La incidencia de plagas y enfermedades aporta el 13.77%, y se encuentra que los productores A y D participan con el casi 80% de prácticas sustentables, mientras que el Productor C aporta un 3.26%

Tabla 5.9 Matriz de ponderación de incidencia de plagas y enfermedades

Incidencia de plagas y enfermedades	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Plagas y enfermedades	Criterio ambiental	Global
Productor A	5.00%	0.3927	0.0541	0.0155
Productor B	15.00%	0.0622	0.0086	0.0024
Productor C	18.00%	0.0326	0.0045	0.0013
Productor D	5.00%	0.3927	0.0541	0.0155
Productor E	10.00%	0.1197	0.0165	0.0047
Subtotales		100%	13.77%	3.94%

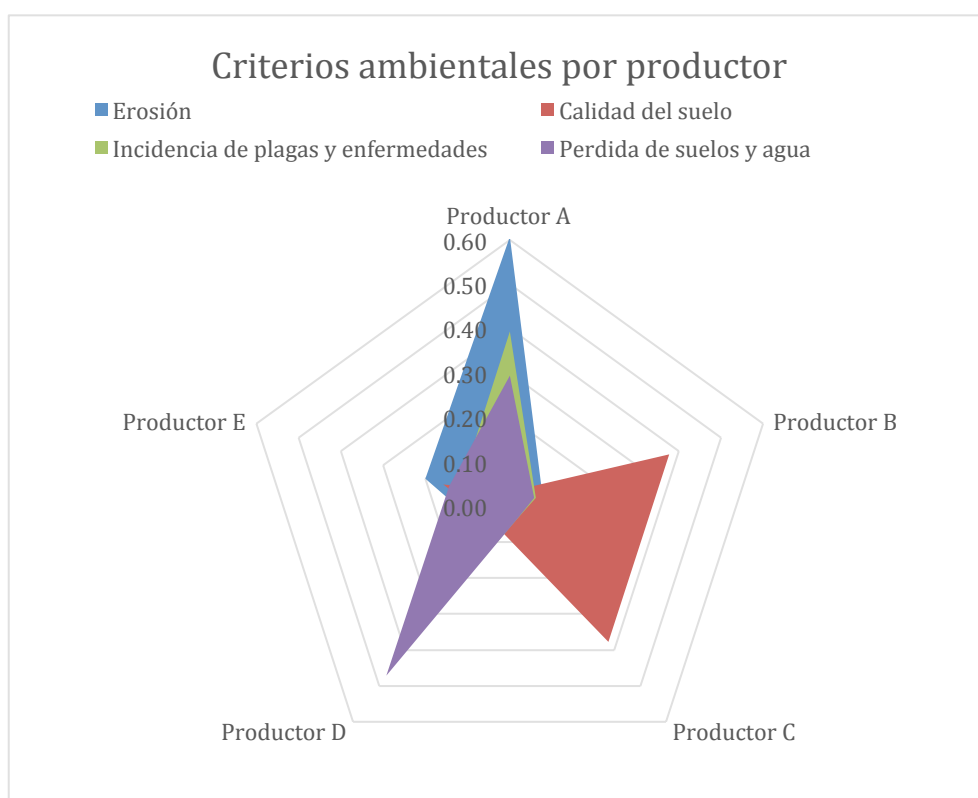
Finalmente la pérdida de suelo es considerado en un 7.43 relevante en la participación de las actividades ambientales sustentables donde el Productor D realiza el 47.15% de estas prácticas.

Tabla 5.10 Matriz de ponderación de pérdida del suelo

Pérdida de suelo	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Pérdida del suelo	Criterio ambiental	Global
Productor A	8.00 %	29.41%	2.18%	0.62%
Productor B	15.00 %	5.89%	0.44%	0.13%
Productor C	20.00 %	3.26%	0.24%	0.07%
Productor D	7.00 %	47.15%	3.50%	1.00%
Productor E	10.00%	14.29%	1.06%	0.30%
Subtotales		100%	7.43%	2.12%

Se analizan los extremos, coincidiendo con los productores que ocupan las primeras posiciones son los que tienen una intensidad alta, mientras que los que presentan prácticas sustentables bajas son aquellos que se identificaron con una baja intensidad.

Figura 5.3 Ranking para el criterio ambiental por productor



5.2.2.2 Análisis e interpretación de resultados para el criterio económico

Los resultados de la evaluación para el indicador de la dimensión económica se presenta en la Tabla 5.7, que reflejan la situación de que los productores consideran este aspecto como prioritario con un 57.14%, se observa que el volumen de

producción es lo más importante en todo el proceso de producción de mezcal, rebasando las dimensiones ambientales y sociales, posteriormente las prácticas de vinculación al mercado y al último el empleo son menos representativas, con una ponderación de 28.57 y 14.29% respectivamente

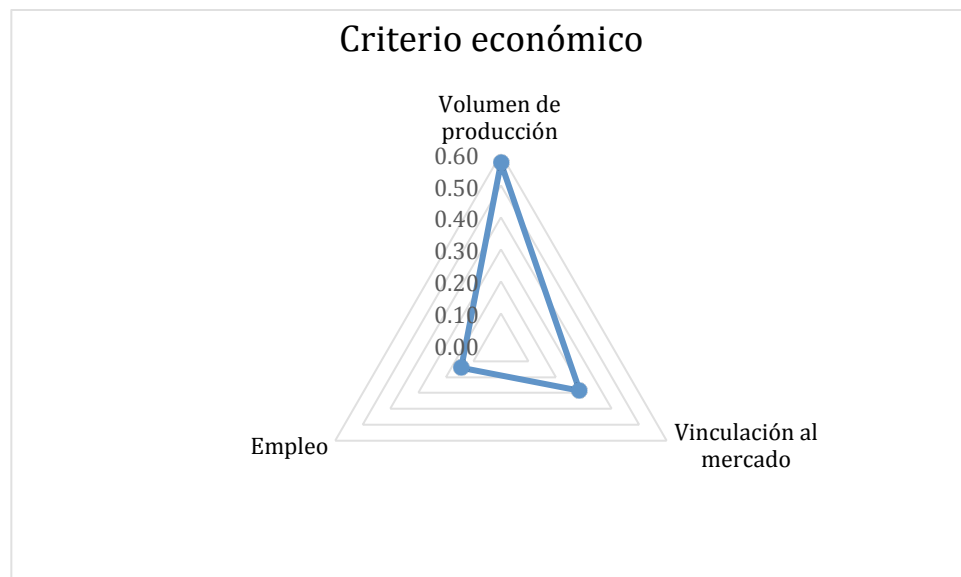
Tabla 5.11 Matriz de comparación del criterio económico

Criterio Económico	Empleo	Vinculación al mercado	Volumen de producción
Empleo	1	0.5	0.25
Vinculación al mercado	2	1	0.5
Volumen de producción	4	2	1

Matriz normalizada		
0.1429	0.1429	0.1429
0.2857	0.2857	0.2857
0.5714	0.5714	0.5714

C.R. = 0.0 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.1429, 0.2857, 0.5714)

Figura 5.4. Ponderaciones del criterio económico



En las siguientes tablas se evaluó la sustentabilidad económica, se puede observar que en relación al indicador de volumen de producción es el más representativo con un 55.14%, es el Productor A quien aporta al sistema global la mayor participación con un 16.51% de prácticas sustentables y los Productores B y C presentan una mínima sustentabilidad, reflejándose en un 1.37% de participación sustentable.

Tabla 5.12 Matriz de ponderación de volúmen de producción

Volumen de producción	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Volumen de producción	Criterio económico	Global
Productor A	6.00%	50.56%	28.89%	16.51%
Productor B	1.00%	4.18%	2.39%	1.37%
Productor C	1.00%	4.18%	2.39%	1.37%
Productor D	4.00%	30.05%	17.17%	9.81%
Productor E	2.00%	11.03%	6.30%	3.60%
Subtotales		100%	57.14%	32.65%

En relación al indicador vinculación al mercado representa un 28.57% para el ámbito económico y es el Productor A el más representativo con un 49.84% quien aporta al sistema global un 8.14% de prácticas sustentables mientras que el Productor C presenta practicas con mínima sustentabilidad, reflejándose su participación global sólo en un 0.54%.

Tabla 5.13 Matriz de ponderación de vinculación al mercado

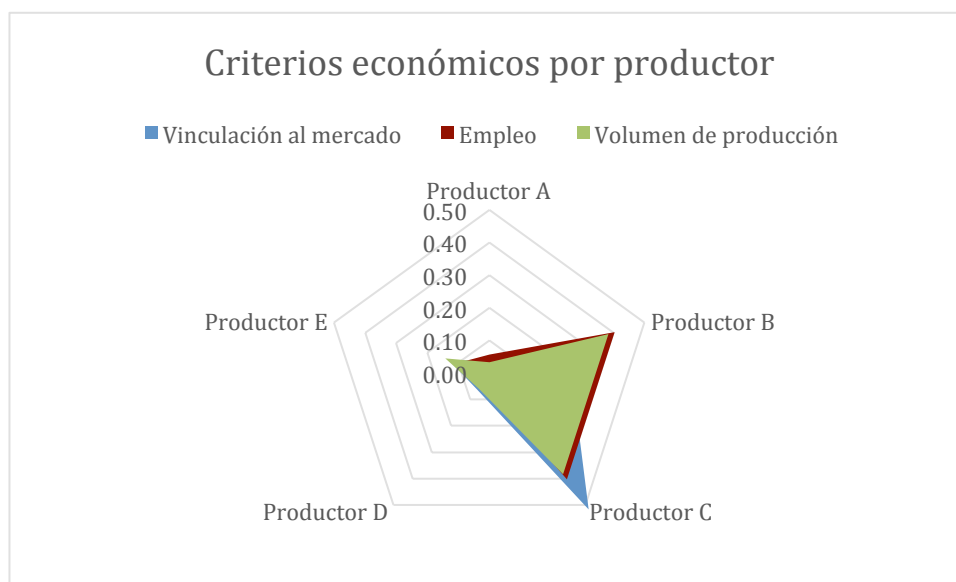
Vinculación al mercado	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Vinculación al mercado	Criterio económico	Global Por el sistema
Productor A	Coinversiones	49.84%	14.24%	8.14%
Productor B	Carta de intención de compra	6.61%	1.89%	1.08%
Productor C	Ninguno	3.29%	0.94%	0.54%
Productor D	Desarrollo de proveedores	27.12%	7.75%	4.43%
Productor E	Producción por contrato	13.15%	3.76%	2.15%
Subtotales		100%	28.57%	16.33%

En relación al indicador empleo representa un 14.29% para el ámbito económico y es el Productor D el más representativo con un 46.27% quien aporta al sistema global un 3.78% de prácticas sustentables mientras que los productores B y C presentan prácticas con mínima sustentabilidad, reflejándose su participación global sólo en un 0.31%.

Tabla 5.14 Matriz de ponderación de empleo

Empleo	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Empleo	Criterio ambiental	Global
Productor A	10	30.43%	4.35%	2.48%
Productor B	3	3.80%	0.54%	0.31%
Productor C	3	3.80%	0.54%	0.31%
Productor D	12	46.27%	6.61%	3.78%
Productor E	8	15.70%	2.24%	1.28%
Subtotales		100%	14.29%	8.16%

Figura 5.5 Ranking para el criterio económico por productor



5.2.2.3 Análisis e interpretación de resultados para el criterio social

Los resultados de la evaluación para el indicador de la dimensión social se presenta en la Tabla 5.8, que reflejan la situación de que los productores consideran este aspecto como el menos importante con un 14.29%, se observa que la salud y seguridad es socialmente lo prioritario con un 57.14%, posteriormente las practicas sustentables referidas al cambio y asignación del uso de tierra con un 28.57% y el grado de marginación con un 14.29%.

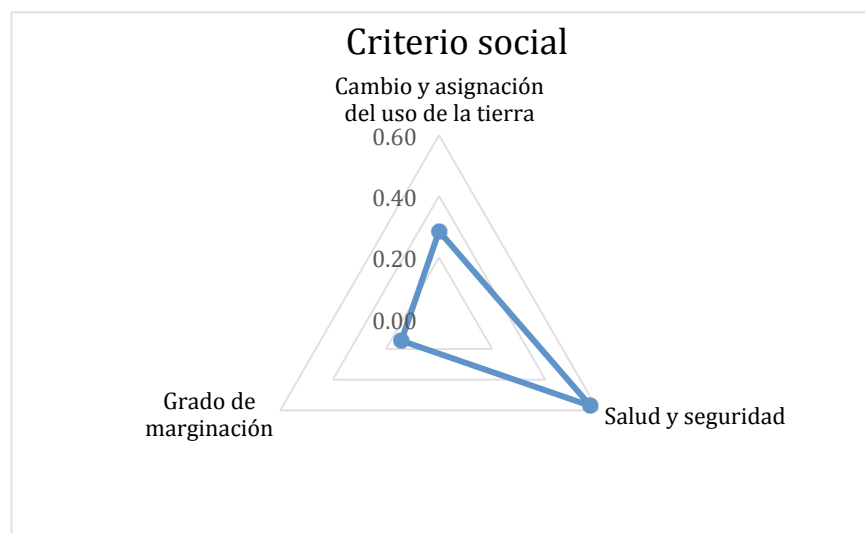
Tabla 5.15. Matriz de comparación de criterio social

Criterio Social	Grado de marginación	Cambio y asignación del uso de la tierra	Salud y seguridad
Grado de marginación	1	0.5	0.25
Cambio y asignación del uso de la tierra	2	1	0.5
Salud y seguridad	4	2	1

Matriz normalizada		
0.1429	0.1429	0.1429
0.2857	0.2857	0.2857
0.5714	0.5714	0.5714

C.R. = 0.0 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.1429, 0.2857, 0.5714)

Figura 5.6. Ponderaciones del criterio social



En las siguientes tablas se evaluó la sustentabilidad social, se puede observar que en relación al indicador de salud y seguridad es el más representativo con un 57.14%, es el Productor A quien aporta un 51.73% y de manera global un 4.22% al sistema, las prácticas sustentables más reducidas son del Productores C quien tiene una representación de sólo el 0.28% a nivel global.

Tabla 5.16 Matriz de ponderación de salud

Salud	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Salud	Criterio social	Global
Productor A	16	51.73%	29.56%	4.22%
Productor B	4	6.31%	3.61%	0.52%
Productor C	3	3.46%	1.98%	0.28%
Productor D	12	25.42%	14.53%	2.08%
Productor E	8	13.07%	7.47%	1.07%
Subtotales		100%	57.14%	8.16%

En relación al indicador de cambio y asignación del uso de la tierra se tiene una 28.57% de participación, siendo el Productor B es que tiene practicas más sustentables con un 51.35% y sólo un 2.10% global, mientras que el Productor A tiene a nivel global un 0.13%.

Tabla 5.17. matriz de ponderación de cambio y asignación del uso de la tierra

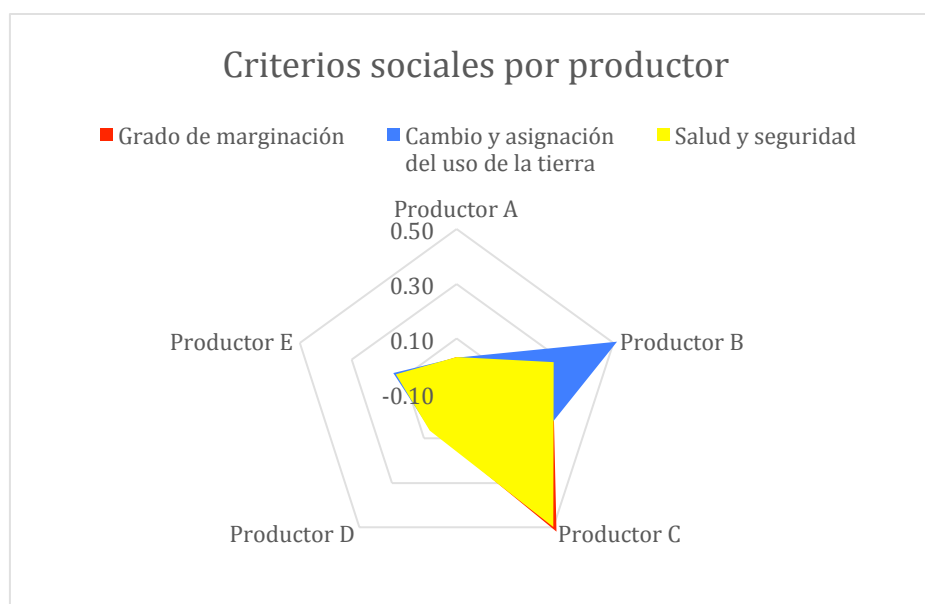
Cambio y asignación del uso de la tierra	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Asignación de uso de tierra	Criterio social	Global
Productor A	75	3.15%	0.90%	0.13%
Productor B	20	51.35%	14.67%	2.10%
Productor C	30	25.08%	7.16%	1.02%
Productor D	65	6.14%	1.76%	0.25%
Productor E	40	14.28%	4.08%	0.58%
Subtotales		100%	28.57%	4.08%

En relación al indicador vinculación grado de marginación representa un 14.29% y el Productor C el más representativo con un 51.93% quien aporta al sistema global únicamente un 1.06% de prácticas sustentables mientras que el Productor A presenta practicas con mínima sustentabilidad, reflejándose su participación global sólo en un 0.07%.

Tabla 5.18 Matriz de ponderación de grado de marginación

Grado de marginación	Opinión de encuesta	Grado de sustentabilidad		
		Grado de marginación	Criterio social	Global
Productor A	81%	3.29%	0.47%	0.07%
Productor B	15%	26.73%	3.82%	0.55%
Productor C	9%	51.93%	7.42%	1.06%
Productor D	45%	5.78%	0.83%	0.12%
Productor E	30%	12.26%	1.75%	0.25%
Subtotales		100%	14.29%	2.04%

Figura 5.7 Ranking para el criterio social por productor



5.3 Análisis e interpretación de resultados de los indicadores de la sustentabilidad de los sistema agroindustriales

En este apartado se estudió la relación de los criterios con sus respectivos indicadores de sustentabilidad, se decidió utilizar como medida de sustentabilidad los criterios e indicadores, así como sus ajustes. Si bien los criterios presentan un carácter compensatorio se consideran los más representativos para este análisis ya que muestran la sustentabilidad media de los productores teniendo en cuenta todos los indicadores individuales. La importancia radica en el análisis comparativo que se efectúa entre los productores en función de una misma medida de sustentabilidad (Figura 5.8).

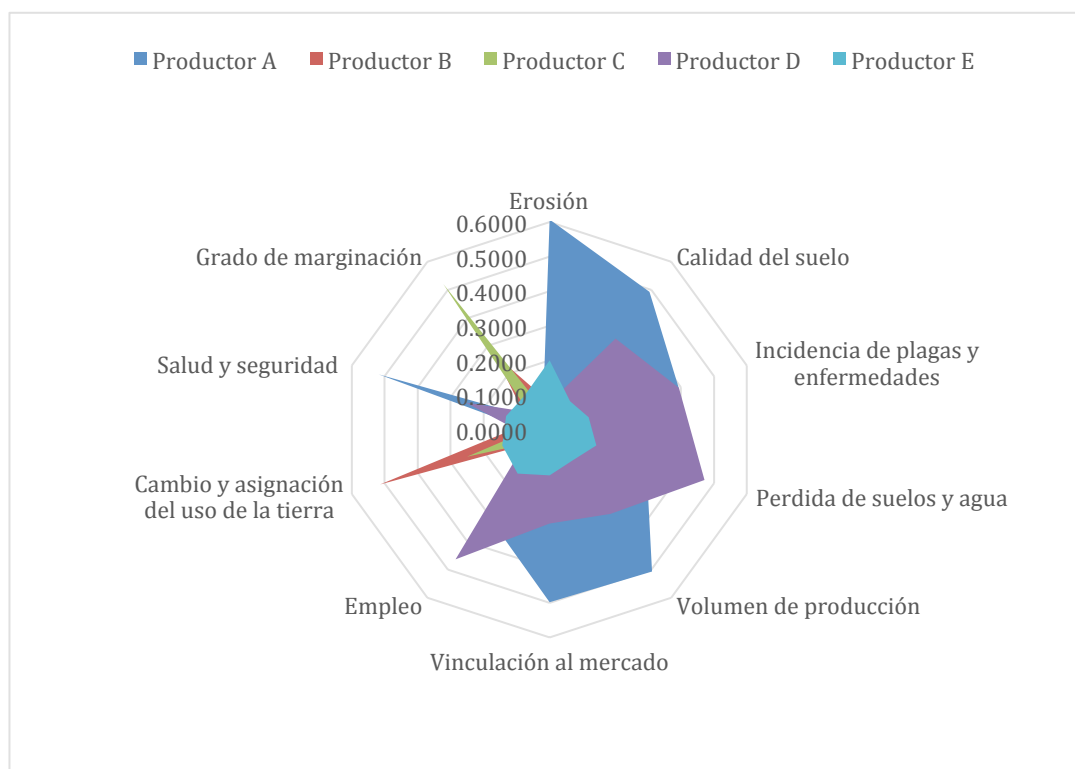
Previo a verificar las relaciones, se considera relevante hacer mención a:

- Los sistemas agroindustriales se consideran industrias con un porcentaje de contaminación que generan con respecto a la producción del mezcal.
- El desarrollo industrial suele implicar mayores presiones humanas sobre el territorio, ya sea por la mayor cantidad de población que genera y por la población flotante.
- La producción de mezcal promueve un desarrollo social – económico que implique mejora sociales, que se reflejen entre otras cuestiones en la salud y formación.
- La producción de mezcal se reconoce como un agente que dinamiza la economía

Tabla 5.19 Relaciones e indicadores ajustados

Criterio	Indicador	Valor para la sustentabilidad	Ponderador	Ranking productor
Ambiental	Erosión	Menos es mejor	60.67%	Productor A
	Calidad del suelo	Más es mejor	49.18%	Productor A
	Incidencia de plagas y enfermedades	Menos es mejor	39.27%	Productor A y D
	Perdida de suelos y agua	Menos es mejor	47.15%	Productor D
Económico	Volumen de producción	Más es mejor	50.56%	Productor D
	Vinculación al mercado	Más es mejor	49.84%	Productor A
	Empleo	Más es mejor	46.27%	Productor D
Social	Cambio y asignación del uso de la tierra	Menos es mejor	51.35%	Productor B
	Salud y seguridad	Más es mejor	51.73%	Productor A
	Grado de marginación	Menos es mejor	51.93%	Productor C

Figura 5.8 Nivel de sustentabilidad por productor

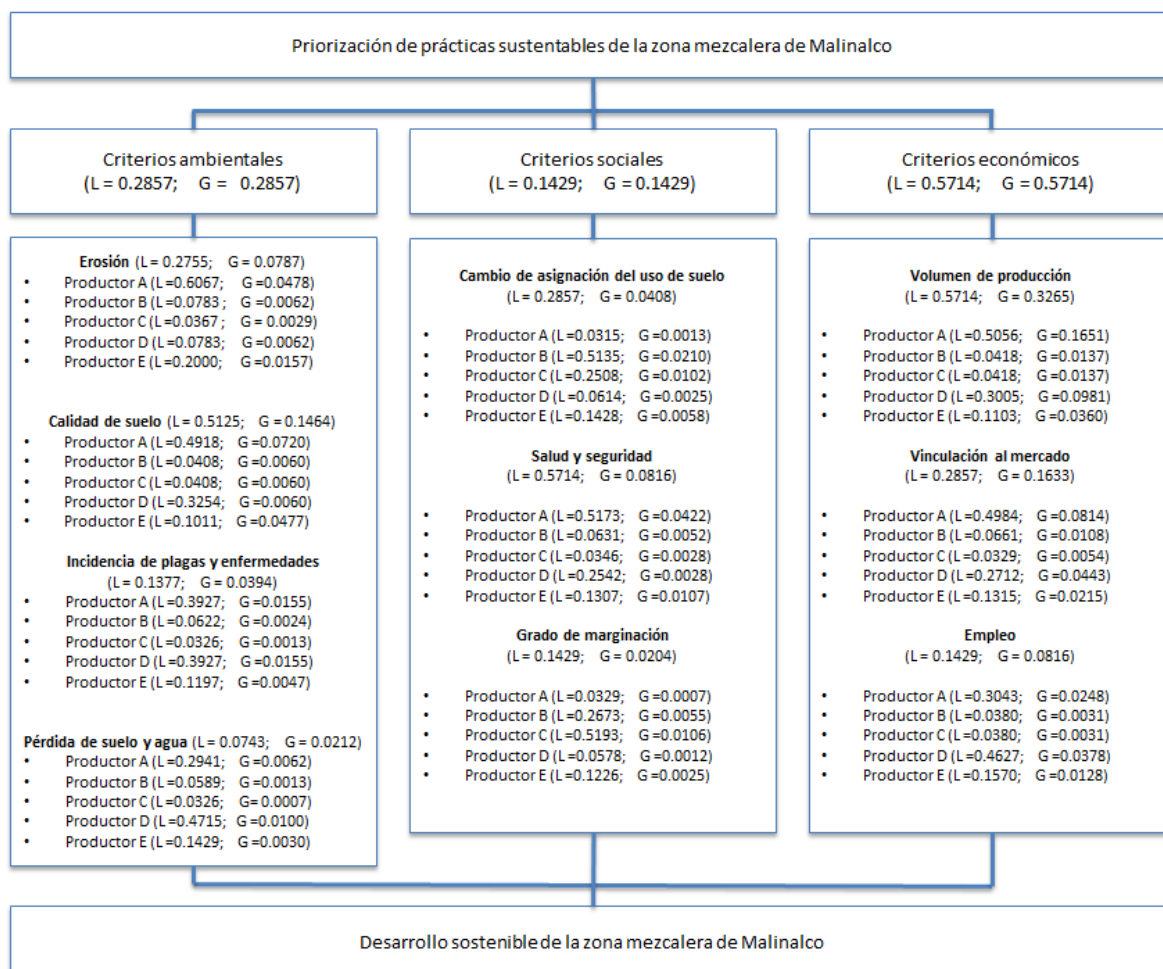


Teniendo en cuenta lo anterior, se obtienen las siguientes conclusiones. Si se observan los niveles de sustentabilidad vemos que existe una relación directa con la intensidad, se constata que el Productor A representa los mejores valores en los indicadores específicos de sustentabilidad correspondientes al criterio ambiental, mientras que el Productor B cuenta con los niveles más bajos de sustentabilidad. Por lo que se refleja que existe una relación directa entre una alta intensidad a una mayor sustentabilidad

Luego de haber presentado este panorama general, se establecen las relaciones entre los criterios específicos y globales de sustentabilidad y los productores, identificados por sus ponderaciones, a fin de conocer los productores con los modelos de producción de mezcal con los mejores niveles de sustentabilidad.

Se presenta el modelo jerárquico (Figura 5.9) y las relaciones entre criterios e indicadores por ponderaciones definidas por la participación de los productores en sus prácticas sustentables (Tabla 5.20).

Figura 5.9. Modelo jerárquico con ponderaciones globales y locales



Una de las principales ventajas que presenta el método multicriterio como herramienta de gestión, además de permitir un análisis comparativo entre los distintos productores de mezcal y el conocimiento de la situación frente a la sustentabilidad, es la identificación de áreas de actuación que ayuden a la toma de decisiones en la gestión agroindustrial y a las políticas a implementar. Por lo anterior es relevante analizar conjuntamente el nivel de sustentabilidad que aportan los criterios con respecto a las prácticas sustentables de los productores. Con este fin se presenta la siguiente figura que explica con los resultados de los criterios la posición que cada indicador – productor impacta de manera global.

Tabla 5.20 Resumen de ponderaciones específicas y globales

CATEGORIAS			PONDERADORES								
			SUBCRITERIO			CRITERIO		GLOBAL			
AMBIENTALES	Erosión	Productor A		0.6067	1		0.1671	2	0.0478	5	
		Productor B		0.0783	3		0.0216	10	0.0062	28	
		Productor C		0.0367	5		0.0101	16	0.0029	40	
		Productor D		0.0783	4		0.0216	11	0.0062	29	
		Productor E		0.2000	2		0.0551	4	0.0157	15	
	Calidad del suelo	Productor A		0.4918	1		0.2521	1	0.0720	4	
		Productor B		0.0408	4		0.0209	12	0.0060	30	
		Productor C		0.0408	5		0.0209	13	0.0060	31	
		Productor D		0.3254	2		0.1668	3	0.0477	6	
		Productor E		0.1011	3		0.0518	7	0.0148	18	
	Incidencia de plagas y enfermedades	Productor A		0.3927	1		0.0541	5	0.0155	16	
		Productor B		0.0622	4		0.0086	17	0.0024	44	
		Productor C		0.0326	5		0.0045	18	0.0013	46	
		Productor D		0.3927	2		0.0541	6	0.0155	17	
		Productor E		0.1197	3		0.0165	14	0.0047	36	
	Pérdida de suelos y agua	Productor A		0.2941	2		0.0218	8	0.0062	27	
		Productor B		0.0589	4		0.0044	9	0.0013	47	
		Productor C		0.0326	5		0.0024	19	0.0007	49	
		Productor D		0.4715	3		0.0350	20	0.0100	26	
		Productor E		0.1429	1		0.0106	15	0.0030	39	
ECONÓMICOS	Volumen de producción	Productor A		0.5056	1		0.2889	1	0.1651	1	
		Productor B		0.0418	4		0.0239	9	0.0137	19	
		Productor C		0.0418	5		0.0239	10	0.0137	20	
		Productor D		0.3005	2		0.1717	2	0.0981	2	
		Productor E		0.1103	3		0.0630	6	0.0360	10	
	Vinculación al mercado	Productor A		0.4984	1		0.1424	3	0.0814	3	
		Productor B		0.0661	4		0.0189	12	0.0108	22	
		Productor C		0.0329	5		0.0094	13	0.0054	34	
		Productor D		0.2712	2		0.0775	4	0.0443	7	
		Productor E		0.1315	3		0.0376	8	0.0215	12	
	Empleo	Productor A		0.3043	2		0.0435	7	0.0248	11	
		Productor B		0.0380	4		0.0054	14	0.0031	37	
		Productor C		0.0380	5		0.0054	15	0.0031	38	
		Productor D		0.4627	1		0.0661	5	0.0378	9	
		Productor E		0.1570	3		0.0224	11	0.0128	21	
	SOCIALES	Cambio y asignación del uso de la tierra	Productor A		0.0315	5		0.0090	13	0.0013	45
			Productor B		0.5135	1		0.1467	2	0.0210	13
			Productor C		0.2508	2		0.0716	6	0.0102	25
			Productor D		0.0614	4		0.0176	11	0.0025	42
			Productor E		0.1428	3		0.0408	7	0.0058	32
Salud y seguridad		Productor A		0.5173	1		0.2956	1	0.0422	8	
		Productor B		0.0631	4		0.0361	9	0.0052	35	
		Productor C		0.0346	5		0.0198	10	0.0028	41	
		Productor D		0.2542	2		0.1453	3	0.0208	14	
		Productor E		0.1307	3		0.0747	4	0.0107	23	
Grado de marginación		Productor A		0.0329	5		0.0047	15	0.0007	50	
		Productor B		0.2673	2		0.0382	8	0.0055	33	
		Productor C		0.5193	1		0.0742	5	0.0106	24	
		Productor D		0.0578	4		0.0083	14	0.0012	48	
		Productor E		0.1226	3		0.0175	12	0.0025	43	

Mejores prácticas sustentables
 Regulares prácticas sustentables
 Pésimas prácticas sustentables

5.4 Comportamiento sustentable de los sistemas agroindustriales

El comportamiento desde la visión de las prácticas ambientales, económicas y sociales, dependen directamente de las condiciones y el establecimiento de la forma de producción acordes con los resultados sustentables. Se muestra como varían las posiciones de sustentabilidad de los productores con respecto a cada uno de los indicadores Destaca fundamentalmente las siguientes situaciones, que sirven de ayuda para la toma de decisiones y la gestión:

Situación I: Productores con posiciones estables en indicadores de sustentabilidad y con las mejores posiciones.

Contempla los productores que demuestran una mayor estabilidad en la posición de indicadores de sustentabilidad. Si esta situación se presenta en los productores localizados en las primeras posiciones, estos son los que reflejan los mejores niveles de sustentabilidad. Esta es la situación ideal.

Situación II: Menor posición en indicadores de sustentabilidad con pendiente positiva

Estos productores están en una menos favorecida posición relativa. Para avanzar hacia la situación ideal tendrían que gestionar pocos aspectos concretos para alcanzar mayores niveles de sustentabilidad. Esta situación se identifica con una pendiente positiva.

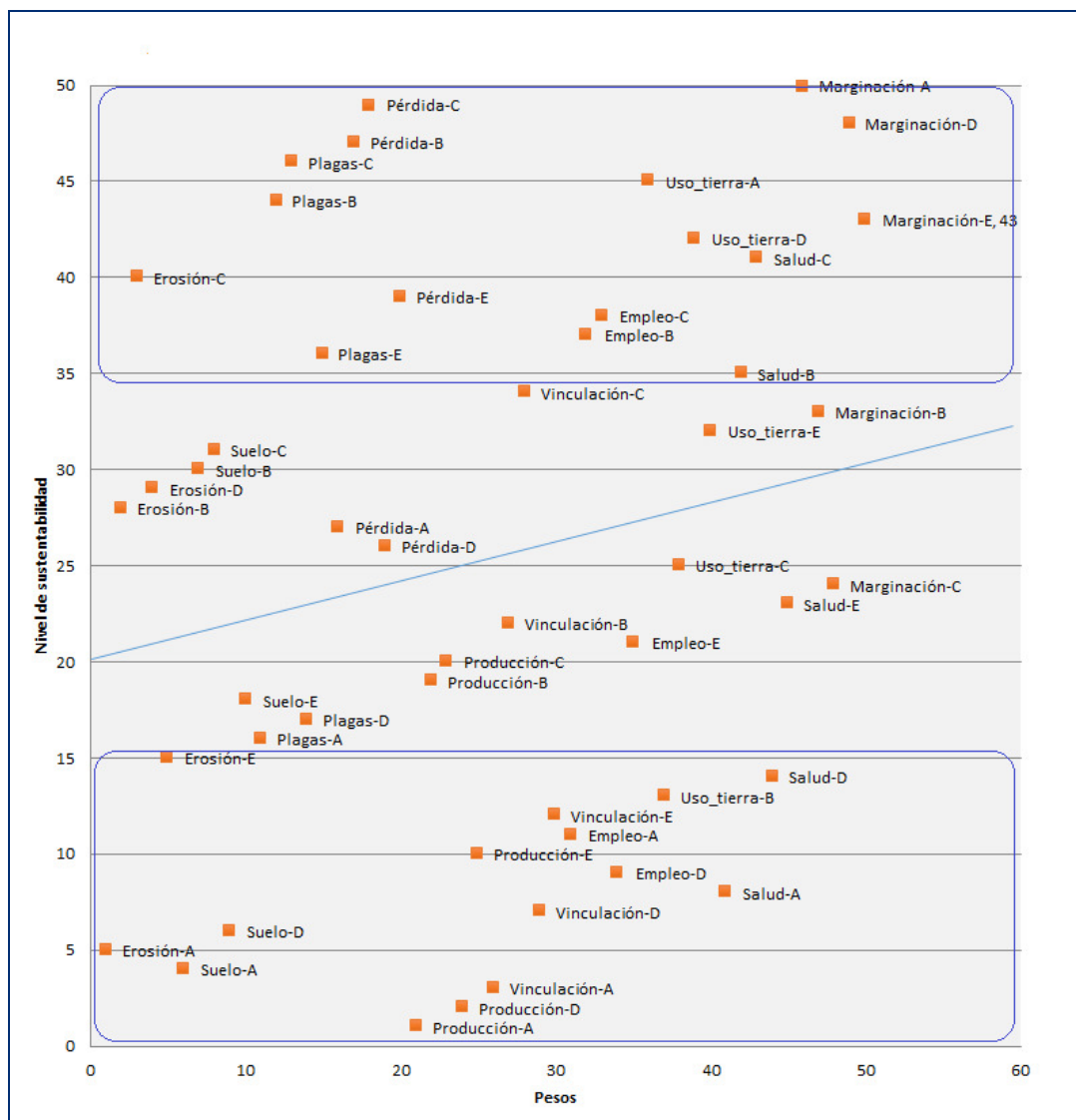
Situación III: Menor posición en indicadores de sustentabilidad con pendiente negativa

Estos productores si desean avanzar hacia la situación ideal, se requiere una mayor complejidad de gestión ya que son diversos los aspectos que deben ser controlados para lograr avances que permitan alcanzar mejores niveles de sustentabilidad y se identifican con una pendiente negativa.

Situación IV: Productores con las peores posiciones

La posición de los productores que se encuentran en los últimos lugares, son los que presentan los niveles más bajos de sustentabilidad, siendo la situación menos recomendada.

Figura 5.10. Comportamiento sustentable de los sistemas agroindustriales



Fuente: Elaboración propia

La Figura 5.10 representa el comportamiento sustentable del sistema, en el eje de las abscisas esta la posición jerarquizada que guarda en el sistema el indicador – productor y en el eje de las ordenadas es el valor ponderado de la sustentabilidad. Los productores ubicados abajo son los que tienen prácticas más sustentables y los productores que se encuentren cada vez más alejados del eje de las abscisas sus prácticas son menos sustentables. Se representa el comportamiento de todos los productores frente a la sustentabilidad

Asimismo, es destacable que el Productor A produce mezcal con las mejores prácticas de la zona en el ámbito ambiental a pesar que el indicador prioritario del sistema, volumen de producción, no se encuentra en la mejor posición. Para el Productor B produce mezcal presentando las más bajas características ambientales y económicas, aunque en relación con el cambio y asignación del uso de la tierra es el de mejor práctica social. Si bien estas relaciones en su esencia pueden resultar conceptualmente conocidas, este análisis ha permitido validarlo cuantitativamente, aportando evidencia concreta con datos disponibles, al poder contar con indicadores individuales y por ámbito de sustentabilidad.

CONCLUSIONES

A través del desarrollo de la presente investigación se evaluó la sustentabilidad de sistemas agroindustriales a través de criterios globales y específicos basados en métodos multicriterio, mediante la aplicación práctica en la zona mezcalera de Malinalco, Estado de México, y se estudió la relación entre las características de los sistemas agroindustriales, verificando la hipótesis y alcanzando los objetivos planteados inicialmente.

Para responder los objetivos se inició con la revisión bibliográfica, conceptualizando la sustentabilidad y el desarrollo sustentable con su relación a los sistemas agroindustriales. Este análisis ha permitido constatar que no existe una conceptualización unívoca para definir la sustentabilidad y su relación con las agroindustrias. Esta ambigüedad ha permitido definir diferentes grados o niveles de sustentabilidad, debido a que las empresas de bebidas alcohólicas presentan un crecimiento acelerado que no responde a un desarrollo armónico de todos sus componentes. De esta forma, se reconoce como un tema que implica indiscutiblemente un proceso de decisión que puede facilitar u orientar si se dispone de evaluaciones que ayuden al proceso.

Se evidencia que la medición de la sustentabilidad y la determinación de desarrollo sustentables son de los temas más tratados por la literatura. Cada vez más se enfatiza la necesidad de construir y emplear métodos que cuantifiquen los aspectos sobre los cuales es necesario actuar.

En lo que respecta la relación de la sustentabilidad con los sistemas agroindustriales, se ha dejado evidencia que dependiendo de cómo se interprete el concepto, se cae en el riesgo de adoptar una visión estrictamente sectorial que contrasta con el carácter sistémico y multisectorial del desarrollo sustentable. Por lo tanto, se considera esencial integral el desarrollo de las agroindustrias en el contexto más amplio de la sustentabilidad y no limitarse exclusivamente a la sustentabilidad del ecosistema, sino focalizarla en una visión integral que permita adoptar los criterios de la sustentabilidad pero amplía su evaluación en un contexto superador.

Ante la necesidad de conocer con mayor profundidad las herramientas y metodologías existentes para la medición de la sustentabilidad, se vio que en las últimas tres décadas, se ha producido una notable expansión en la creación de sistemas de indicadores y indicadores de sustentabilidad con el fin de poder evaluar y medir el desarrollo bajo esta perspectiva. Los indicadores de sustentabilidad quedan reconocidos como herramientas útiles para facilitar la toma de decisiones. El interés radica por la posibilidad que brindan para efectuar cooperaciones entre diferentes ejidos, lo que permitió identificar áreas de actuación que mejoren la planeación y gestión, midiendo el progreso de la sustentabilidad.

Se comprobó que existen diferentes estudios sobre la sustentabilidad y desarrollo sustentable de agroindustrias con una gran heterogeneidad entre los mismos debido a los diferentes objetivos que persigue la medición. Se vio que se realizan evaluaciones de seguimiento de la sustentabilidad de productos específicos y por otro lado evaluaciones que buscan realizar comparaciones de los sistemas agroindustriales. Este trabajo se inserta en el segundo caso, puntualizando que se emplean indicadores de sustentabilidad con fines comparativos de sistemas agroindustriales pero no se centra en la evaluación de la agroindustria en particular, sino como los sistemas agroindustriales aportan de forma integral niveles sustentables al desarrollo de la región. Los indicadores que caracterizan la producción de mezcal.

Desde el punto de vista metodológico, en los estudios revisados destacan aspectos tales como la posibilidad que brindan los métodos empleados para establecer rankings de sustentabilidad entre los productores, la incorporación de pesos diferenciales, la participación de expertos así como las formas de representación de los indicadores obtenidos. En algunos casos, y en particular en los trabajos que evalúan la sustentabilidad de sistemas agroindustriales de algún producto específico, se requiere la generación de nueva información adecuada, lo cual suele resultar costoso y dificultar su aplicación práctica y la comparación entre productores.

De esta forma, la presente investigación ha adoptado una metodología que ha permitido hacer frente a estas necesidades. De esta forma, respondiendo al siguiente objetivo se ha presentado una metodología basada en un método multicriterio para

calcular criterios e indicadores, demostrando ser uno de los métodos más aptos para cuantificar aspectos complejos como la sustentabilidad presentando como principales ventajas: la posibilidad de contemplar el carácter multidimensional de la sustentabilidad (criterios ambientales, económicos y sociales); la determinación de niveles altos y bajos que implica la incorporación del concepto de límites, permitiendo una medición absoluta de la sustentabilidad; el empleo de consultas a expertos y la posibilidad en el futuro de ampliar la participación hacia la comunidad tanto para el proceso de selección de indicadores como para el establecimiento de ponderaciones de sustentabilidad.

Para el último objetivo específico se efectuó una aplicación empírica-experimental del método propuesto para medir y analizar la sustentabilidad de los sistemas agroindustriales de mezcal. Para ello, se ha aplicado el proceso metodológico estipulado, lo cual implicó la determinación de un marco ordenador por criterios (ambientales, económicas y sociales) y la selección de los indicadores; el cálculo de los mismos tomando como base información disponible; la ponderación mediante la aplicación de funciones y pesos por paneles de expertos y su agregación final. Esto ha permitido obtener indicadores específicos y globales para cada uno de los productores.

Tal como se ha observado, los indicadores han permitido determinar los niveles de sustentabilidad alcanzados por dichos productores, posibilitando un análisis global, por criterios y por indicadores. De esta forma, se ha constatado que estos niveles son heterogéneos siendo posible reconocer qué productores pueden ser considerados sustentables o no, lo cual valida la primera parte de la hipótesis de investigación. Asimismo, la visión conjunta de los indicadores mediante gráficos y el estudio de diferentes niveles de compensación entre ellos, ha permitido demostrar la utilidad del método para evaluar la sustentabilidad en términos relativos, y, principalmente, como una importante herramienta de gestión, que puede ayudar a conocer: (1) en qué situación se encuentra cada productor, (2) e identificar qué indicadores son los que llegan a la sustentabilidad y cuáles no, lo que supone tener información para definir estrategias.

La aplicación de este método para sistemas agroindustriales, se ha trabajado con información disponible a escala regional, empleando fuentes estadísticas existentes o realizando mediciones factibles de ser calculadas con rigurosidad a esta escala. Una buena posibilidad es disponer de una herramienta de bajo costo que puede ser empleada por los gestores para mejorar la planeación y gestión de sistemas agroindustriales. Sin embargo, la carencia de información a nivel regional de distintos criterios ha implicado que para esta etapa se evalúe la sustentabilidad local que es posible medir. Por lo anterior, se podrá demostrar la necesidad de profundizar en la generación de información a nivel regional o local que permita construir indicadores de sustentabilidad más completos para sistemas agroindustriales.

Al observar la relación entre los niveles de sustentabilidad y las intensidades de los sistemas agroindustriales, en términos generales se pudo constatar que los productores que presentan los índices más bajos de sustentabilidad son los pesos bajos de intensidad. De esta forma, se logra verificar la hipótesis y plantear que un mayor desarrollo sustentable depende de las características de su tipología e intensidad.

Resulta interesante también observar que es posible encontrar las anteriores asociaciones entre el modelo de desarrollo sustentable y la sustentabilidad en sus diferentes criterios, principalmente en lo económico y ambiental. Para ello tiene sentido la tipología e intensidad de implantación que hace que mejoren sus posiciones en la sustentabilidad económica pero no así en lo social, siendo por lo tanto importante adoptar una visión multidimensional y no sesgada hacia una dimensión de la sustentabilidad, si se pretende alcanzar una sustentabilidad integral.

Glosario

Agave:	Es un género de plantas monocotiledóneas generalmente suculentas pertenecientes a la familia <i>Agavaceae</i> a la que da nombre.
Agroecosistemas:	Puede caracterizarse como un ecosistema sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos para la producción de alimentos y fibras. Estas modificaciones afectan prácticamente a todos los procesos estudiados por la ecología, y abarcan desde el comportamiento de los individuos, tanto de la flora como la fauna, y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía.
Agroindustria:	Actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agropecuarios, forestales y otros recursos naturales biológicos. Implica la agregación de valor a productos de la industria agropecuaria, la silvicultura y la pesca.
Alambique	Es un instrumento utilizado para producir mezcal el cual está conformado por una olla, montera, turbante y serpentín, todos estos instrumentos se supone deben ser de cobre debido a su alta conductividad térmica.
Erosión:	Desgaste o denudación de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra.
Mediero:	Es aquella persona que no posee los instrumentos ni herramientas necesarias para procesar el agave que él mismo produce, por lo cual le entrega su producción de agave a algún dueño de fábrica, el cual lo procesará y como forma de pago se quedará con la mitad de mezcal producido.
Sustentabilidad:	Se refiere al equilibrio que existe en una especie basándose en su entorno y todos los factores o recursos que tiene para hacer posible el funcionamiento de todas sus partes, sin necesidad de dañar o sacrificar las capacidades de otro entorno.

Relación de siglas

CMDS	Corporación Municipal de Desarrollo Social
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CRM	Consejo Regulador de Mezcal
DO	Denominación de Origen
EPI	Environmental Performance Index
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IBES	Index of Sustainable Economic Welfare
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INCA	Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, A.C.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPG	Genuine Progress Indicator
ISCAM	Información Sistematizada de Canales y Mercados
MESMIS	Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
ODM	Objetivo de Desarrollo del Milenio (ONU)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
RSB	Roundtable on Sustainable Biofuels
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

REFERENCIAS

- Aguirre, R. J. R; H. Charcas, S. y J. L. Flores, F. (2001). El Maguey mezcalero potosino. Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, UASLP.
- Arancibia, Sara (et. al) (s/f). Evaluación Multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva. Chile.
- ARE, 2004. Federal Office for Spatial Development (ARE), Evaluation de la durabilite: Conception generale; Evaluation de la durabilite: annexe (allemand); Evaluation de la durabilite: Guide succinct. Disponible en : <http://www.are.admin.ch/themen/nachhaltig/00270/03005/index.html?lang=fr> (accessed 14.10.10.).
- Austin, J., (2000). Proyecto de análisis agroindustrial. Instituto de Desarrollo Económico. Banco Mundial. Washington. Estados Unidos de América. <https://books.google.com.mx/books?id=12hPxLLeRaQC&pg=PA125&lpg=PA125&dq=james+austin+sustentabilidad&source=bl&ots=pD9ArDAYZ1&sig=cgwbmKOrtt5lyZw6dl7Z1edQCsg&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi9sIHq9rjUAhUBOCYKHYYJFB3sQ6AEIUjAJ#v=onepage&q=james%20austin%20sustentabilidad&f=false>
- Ávila Mogollón, Ruth Maritza (2000). El AHP (Proceso Jerárquico Analítico) y su aplicación para determinar los usos de las tierras., Santiago – Chile.
- Aznar Bellver, Jerónimo (et. al) (2005). Nuevos Métodos de Valoración – Modelos Multicriterio. Disponible en : www.upv.es/miw/infoweb/vmultic/info/Nuevosmetodosdevaloracion_Modelos_multi_criterio.pdf
- Barrios Vera, Gregorio (2010). Sostenibilidad económica y social como prioridad para la sustentabilidad ambiental.
- Brunett, L. (2004). Contribución a la evaluación de la sustentabilidad; estudio de caso dos agroecosistemas campesinos de maíz y leche del Valle de Toluca. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 198 pp.
- Bruntland, G.H. (Ed.), 1987. Nuestro futuro común: La Comisión Mundial sobre medio ambiente y el desarrollo. Prensa de la Universidad de Oxford, Oxford.
- Buchholz, T., Volk, T., Luzadis, V., (2007). Un enfoque de sistemas participativos para modelar los componentes sociales, económicos y ecológicos de la bioenergía. *Energía política* 35, 6084-6094.
- Buchholz, T., Volk, T., Luzadis, V., 2007. A participatory systems approach to modeling social, economic, and ecological components of bioenergy. *Energy Policy* 35, 6084–6094.

- Castorena-Sánchez, I. (1985). Estudio citogenéticos en agaves productores de fibra en Yucatán. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- CONABIO, 2005. Mapa Mezcales y Diversidad. © Conabio, México.
- Consejo Regulador de Mezcal (2017). Disponible en: <http://www.crm.org.mx/>
- Consejo Regulador de Mezcal (2017). Informe de actividades. Disponible en: http://www.crm.org.mx/PDF/INF_ACTIVIDADES/INFORME2016.pdf
- Consejo Regulador del Mezcal. (2015). Informe 2015. México: Consejo Regulador del Mezcal.
- Coob, C.; Halstead, E.; Rowe, J. (1995). The Genuine Progress Indicator. Summary of Data and Methodology. Redefining Progress. Washington DC.
- Corbiere-Nicollier, T., 2005. Integrated sustainability assessment for local projects: environmental impact and their connections with economic and social fields. EPFL thesis, no 3180, Lausanne.
- Cordiere-Nicollier, T.; Y. Ferrari, CH. Jomelin; O, Jollert (2003). Assessing sustainability: An assesment framework to evaluate. Agenda 21 actions at the local level. International Journal os Sustainable Development and World Ecology; Sep 2003; 10,3. Pp 225-237.
- Cruz, W.; Repetto, R. (1992). The environmental effects of stabilization and structural adjustment programs: the Philippines case. Washington DC., World Resources Institute.
- Da Silva, Carlos A; Baker, Doyle; Shepherd, Andrew W.; Jenane, Chakib (2013). Agroindustrias para el desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia
- Daly, H.; Coob, C. (1989). For the Common Good. Boston, Beacon Press.
- Davis, J. H y Goldberg R. A., (1957). Un concepto de agronegocio. Harvard University. Boston. Estados Unidos de América.
- De Camino, V. R. y Mueller, S. (1993). Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales. Bases para establecer indicadores. Serie Documentos de Programas No. 38. Proyecto lica-gtz. San José, Costa Rica. 134 pp.
- Desarrollo sustentable. Historia y génesis del concepto (2004)
- Espinosa Barrera, Laura Angélica (2014) Generalidades e importancia de los agaves en México. Herbario, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Disponible en: http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ ISSN: 2395-8790
- FAO. (1994). Feslm: an International Framework for evaluating sustainable land Management. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Resources Report. 74 pp.
- Flament, Michel (1999). Glosario Multicriterio. www.unesco.org.uy/red-m/glosariom.htm (11/2010).
- Frías, R. S. y Delgado, F. (2003). Estudio de indicadores de sostenibilidad del sistema familiar campesino en ecosistemas de montaña; el caso de la comunidad Tres

- cruces. Leisa 32-38. García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 2da. Edición. México, D. F. 264 pp.
- Gallopín, G.C. (2003): Sostenibilidad y desarrollo sustentable. Un enfoque sistémico. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, 64, CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Garza, R., Gonzáles, C. (2003). Técnicas multicriteriales para la toma de decisiones empresariales. Revista Industrial Vol. XXIV No 2.
- Geertz, C. (1973). La interpretación de las culturas. Ed. Gedisa: México.
- Gentry, H. S. (1982). The University of Arizona Press. Tucson Arizona, (p.p. 433-438).
- González, E. C.; Ríos, H.; Brunett, L.; Zamorano, S. y Villa, C. (2006). ¿Es posible evaluar la dimensión social de la sustentabilidad? Aplicación de una metodología en dos comunidades campesinas del Valle de Toluca, México. Convergencia. 13 (40):107–139.
- Granados Sánchez, Diódoro. (1993). Los agaves en México. Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Hanley, N.; Moffatt, I.; Faichney, R.; Wilson, M. (1999). "Measuring Sustainability: A Time Series of Alternative Indicators for Scotland", Ecological Economics 28:55-73,
- Hardi, P., Zdan, T.J. (Eds.), 1997. Assessing Sustainable Development, Principles in Practice. International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.
- Hartwick, J. (1990). "Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation", Journal of Public Economics 43:291-304.
- Herdt, R.W. 2009. Overcoming poverty through improved agricultural technology. En R. D. Christy, ed. Financial inclusion, innovation and investments, cap. 4. Londres, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Illsley, G. C.; Giovannucci, D.; Bautista, C. (2009). La dinámica de la Territorialidad de la Zona Mezcalera de Oaxaca. Entre la cultura y el comercio.
- INEGI. (26 de junio de 2013). Censo de Población y vivienda 2010. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx
- Informe Brundtland (1987). Nuestro futuro común, elaborado por la comisión mundial sobre medio ambiente y desarrollo de la ONU.
- Informe sobre Desarrollo Humano (1996). Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Madrid, España.
- Lewandowski, I., Faaij, A., 2006. Steps towards the development of a certification system for sustainable bio-energy trade. Biomass and Bioenergy 30, 83–104.
- López – Ridaura., S; H. Van Keulen; M.K. Van Ittersum; P.A. Leffelaar (2005). Multi-scale sustainability evaluation of natural resources Management Systems: Quantifying indicators for different scales of analysis and their trade-offs using linear programming. International Journal of Sustainable Development and World

- Economy. N. 1 pp 81-97.
- López-Ridaura, S.; van Keulen, H.; van Ittersum, M. y Leffelaar, P. (2005). Multiscale methodological Framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of Peasant natural resource Management Systems. *Environment development and sustainability*. 7:51-69.
- Malasiss, L., (1996). Propuesta de investigación sobre sistemas agrarios localizados. CIRAD, Montpellier, Francia.
- Martínez, Eduardo (et. al) (1997), Evaluación y Decisión Multicriterio: Una perspectiva. Universidad de Santiago. USACH. UNESCO.
- Masera O.; M. Astier; R.S. López (2000) Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El Marco de Evaluación MESMIS. Mundiprensa, México. pp 32-39.
- Masera, O y S. López-Ridaura (eds) (2001). Sustentabilidad y sistemas campesinos, cinco experiencias de evaluación en el México rural. Editorial Mundiprensa, México.
- Masera, O. y López-Ridaura, S. (2000). Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. Editorial Mundiprensa, Gira, Unam, Puma. México D. F. 346 pp.
- Masera, O.; Astier, M. y López-Ridaura, S. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación Mesmis. Editorial Mundi-Prensa, Gira e Instituto de Ecología, Unam. México, D. F. 109 pp.
- Maurtua Ollaguez, Diego (2006). Aplicación en la selección de personal para la empresa Exotic Foods S.A.C. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- Museo Nacional de Culturas Populares. Árbol de las maravillas. México, 1989.
- Naciones Unidas (1987): Report of the World Commission on Environment and Development “Our Common future”.
- Naredo, J.M. y Rueda, S. (1997): La “ciudad sostenible”: Resumen y Conclusiones.
- Nasca, J.; Toranzos, M. y Banegas, N. (2006). Evaluación de la sostenibilidad de dos modelos ganaderos de la llanura deprimida salina de Tucumán, Argentina. *Zootecnia Tropical*. 24 (2):121-136. 34 • Avances en Investigación Agropecuaria Propuesta metodológica para evaluar proyectos... Kú et al. Aia. 2013. 17(1): 9-34 Issn 0188789-0
- NOM-070-SCFI-1994. (1994). Norma Oficial Mexicana, Bebidas Alcohólicas-Mezcal-Especificaciones. México: Diario Oficial de la Federación. México, D.F.
- NOM-070-SCFI-2016, NORMA Oficial Mexicana, Bebidas alcohólicas-mezcal-especificaciones. Secretaría de Economía. Disponible en: <http://www.crm.org.mx/PDF/NOM070/NOM-070-SCFI-2016.pdf>
- Pearce, D.W. y Atkinson, G. (1993). Capital Theory and the measurement of sustainable development: An indicator of weak sustainability” en *Ecological Economics*, Vol 8. Pp 103-108.
- Pearce; D.; Atkinson, G. (1993). “Capital Theory and the Measurement of Sustainable

- Development: an indicator of weak sustainability”, *Ecological Economics* (8)2:103-108.
- Plan Nacional de Desarrollo Municipal 2016-2018 Municipio Malinalco, Estado de México, Periódico Oficial del Gobierno Constitucional de Malinalco, Año 1, Núm. 5, 2016. Disponible en: <http://www.snim.rami.gob.mx>
- Plan Rector Sistema Nacional Maguey Mezcal (2006). Documento Validado Por El Comité Sistema Producto Maguey Mezcal En Sesión del 29 De Abril De 2011. Mexico.
- Porter, M.E. 2004. Building the microeconomic foundations of prosperity: findings from the business competitiveness index. En *The Global Competitiveness Report, 2004-2005*, pp.29-56. Nueva York, Estados Unidos de América, Foro Económico Mundial.
- Priego-Castillo, G.; Galmiche-Tejeda, A.; Castelán-Estrada, M.; Ruiz-Rosado, O. y Ortiz-Ceballos, A. (2009). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia. Trópico húmedo*. 25(1):39-57.
- Rigby, D.; Howlett, D. y Woodhouse, P. (2000). A review of indicators of agricultural and rural livelihood sustainability. Department for International Development Research Project No. R7076CA. 30 pp.
- PRoyECTo de Norma oficial mexicana PRoy-Nom-186-SCFI-2012, bebidas alcohólicas-bebidas alcohólicas elaboradas a partir de agave-Especificaciones, métodos de prueba e información comercial.
- Reardon, T. 2007. Global food industry consolidation and rural agroindustrialization in developing economies. En S. Haggblade, P. Hazell y T. Reardon, eds. *Transforming the rural nonfarm economy: opportunities and threats in the developing world*. Washington, DC, IFPRI
- Reardon, T. 2007. Global food industry consolidation and rural agroindustrialization in developing economies. En S. Haggblade, P. Hazell y T. Reardon, eds. *Transforming the rural nonfarm economy: opportunities and threats in the developing world*. Washington, DC, IFPRI.
- Reardon, T. y Barrett, C. 2000. Agroindustrialization, globalization, and international development: an overview of issues, patterns and determinants. *Agricultural Economics*, 23(3): 195-20
- Reardon, T. y Barrett, C. 2000. Agroindustrialization, globalization, and international development: an overview of issues, patterns and determinants. *Agricultural Economics*, 23(3): 195-205.
- Rees; W., Wackernagel, M., (1994). “Ecological Footprints and Appropriation Carrying Capacity: Measuring the Natural Capital Requirements of the Human Economy”. In: Jansson, A.M.; Hammer, M.; Folke, C.; Constanza, R. (Eds.). *Investing in Natural Capital. The Ecological Economics Approach to Sustainability*, Washington DC., Island Press.

- Repetto, R., Magrath, w., Wells, M., Beer, C., Rossini, f el., 1989. Perder activos: Recursos naturales en las cuentas de ingreso nacional. Instituto de Recursos Mundiales,
- SAGARPA (2008). Anexo XXXIX, Criterios, ponderaciones de priorización y Guion de proyectos territoriales.
- SAGARPA, ITESM, INCA. (2006). Plan Rector Sistema Nacional Maguey Mezcal. San Luis Potosí.
- Saval, Susana (2012). Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. Revista BioTecnología, Año 2012, Vol. 16 No. 2. Disponible en: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44196474/Saval_Residuosagroindustriales.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1488837062&Signature=bZstfAX23o3JIVWQbr52%2FHs1SP0%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAprovechamiento_de_Residuos_Agroindustri.pdf ARE
- Schmidtbleck, F. (1992). "Eco-restructuring Economics: Operationalising the Sustainability Concept". *Fres Environ. Bull.* 1:46-51.
- SEMARNAP (2010). Estudio sobre la evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, realizado por la Universidad de Chapingo para la SEMARNAT.
- Sheehan, J. (2009). Biocombustibles y la problemática de la sostenibilidad. *Opinión actual en biotecnología* 20, 318-324.
- Sheehan, J., 2009. Biofuels and the conundrum of sustainability. *Current Opinion in Biotechnology* 20, 318–324.
- Shuschy, A. y Soto, H. (2009). Guía metodológica: diseño de indicadores compuestos de desarrollo sustentable. CEPAL.
- Silva, R.E. y L.P. Sales (2007). Indicadores de sustentabilidad: una posibilidad de medir el desarrollo sustentable. *Revista electrónica do Prodemá*. ISSN 1982-5528. Disponible en <http://www.prodemá.ufc.br/revista/v01n01/art04.pdf>
- Singh, R.; Murty, H.; Gupta, S. y Dikshit, A. (2009): "An overview of sustainability assessment methodologies", *Ecological Indicators*, 9, pp. 189-212.
- Smeets, E., Faaij, A., 2010. The impact of sustainability criteria on the costs and potentials of bioenergy production – applied for case studies in Brazil and Ukraine. *Biomass and Bioenergy* 34, 319–333.
- Smeets, E., Faaij, A., Lewandowski, I., 2005. The Impact of Sustainability Criteria on the Costs and Potentials of Bioenergy Production. An Exploration of the Impact of the Implementation of Sustainability Criteria on the Costs and Potential of Bioenergy Production Applied for Cases Studies in Brazil and Ukraine. Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, ISBN 90-73958-00-8.
- Smeets, E., Junginger, M., Faaij, a., Walter, A., Dolzan, p., 2008. La sostenibilidad del etanol brasileño, una evaluación de las posibilidades de producción certificada. *Bioenergía biomasa* 32, 781 – 813.

- Smeets, E., Junginger, M., Faaij, A., Walter, A., Dolzan, P., Turkenburg, W., 2008. The sustainability of Brazilian ethanol – an assessment of the possibilities of certified production. *Biomass and Bioenergy* 32, 781–813.
- Smeets, E.M.W., Faaij, A.P.C., 2010. El impacto de los criterios de sostenibilidad en los costos y las potencialidades de la producción de bioenergía – aplicadas para estudios de caso en Brasil y Ucrania. *Bioenergía biomasa* 34, 319-333.
- Spencer Henson y John Cranfield (2013). Planteamiento de un caso político para las agroindustrias y agronegocios en los países en desarrollo. Capítulo en *Agroindustrias para el desarrollo*, ONU, Italia.
- Tapia Granados, J.A. (2004): “Nueve consideraciones sobre economía y ecología”, *Nómadas*.9. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídica. Universidad Complutense de Madrid.
- Toskano Hurtado, Gérard Bruno (2000). El Proceso de Análisis Jerárquico como herramienta para la toma de decisiones. [http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/monografias/ Basic/toskano_hg](http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/monografias/Basic/toskano_hg) (11/2010).
- Tyler Miller, G. (2007). *Ciencia ambiental, desarrollo sustentable*.
- UNEP (2012). Marco Institucional para el Desarrollo sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. XVIII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Quito, Ecuador
- UNESCO (2006). Convention concerning the protection off the world cultural and natural heritage. World Herritage 30 COM. 33 session. Paris, Francia.
- United Nations Development Program (UNDP) (1990). *Human Development elopment Report*. Oxford, Oxford University Press.
- Valdez-Vazquez I, Acevedo-Benitez J A & Hernández-Santiago C (2010). Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renew. Sust. Energy Rev.* 14: 2147-2153.
- Valenzuela, Z. A. G. (2003) “El agave tequilero cultivo e industria de México”. Ediciones mundi-prensa: México.
- Van der Voet, E., Lifset, R., Luo, L. (2010). Análisis del ciclo de LIF de biocombustibles, convergencia y divergencia. *Biocombustibles* 1 (3), 435-449.
- Velayos, C. (2008): ¿Qué sostenibilidad?: una lectura desde la Filosofía Práctica. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 101, pp. 13-26.
- Villa, C. (2002). Primer ciclo de evaluación de sustentabilidad del agroecosistema de Tenango del Valle, Estado de México: Aplicación del marco Mesmis en dos sistemas de estudio. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. 108 pp.
- Vitousek, P.; Ehrlich, P.; Ehrlich, A.; Matson, P. (1986). “Human Appropriation of the Products of Photosynthesis”. *Bioscience*, 36:368-373.
- WBCSD y SNV. 2008. *Negocios inclusivos: iniciativas empresariales rentables con impacto en el desarrollo*. Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo

Sustentable y Organización SNV (disponible en
http://wbcSD.typepad.com/wbcSDsnv/brochure_alianza_wbcSD_snv.pdf).

ANEXOS

ANEXO 1. Diagnóstico de sitios por expertos: ficha técnica

1. ¿Cuál es su edad?

2. ¿Qué tipo de pendiente tiene la finca?
 - a) Plano
 - b) Pie de monte
 - c) Loma

3. ¿Cuál es la densidad de la plantación?
 - a) Mayor de 330
 - b) Entre 250 a 330
 - c) Menor de 250

4. Especifique la diversificación productiva, tanto la presencia de diversificación de especies vegetales como animales
 - a) Monocultivo.- Con cobertura natural entre surcos y/o especies útiles al contorno
 - b) Biocultivo.- Más de dos especies cultivadas y evidencia de animales domésticos o monocultivo con cobertura natural, especies útiles al contorno y evidencia de animales
 - c) Policultivo.- Gran diversidad

5. ¿Cuántas veces usa insumos químicos?
 - a) Tres veces por año
 - b) Dos veces por año
 - c) Una o ninguna

6. ¿Cuántas prácticas de protección del suelo realiza al año?

- a) Ninguna
- b) De 1 a 2 prácticas
- c) Más de 2 prácticas

7. ¿Cuál es la inversión inicial? Unidad de medida \$/ha

- a) Más de \$15,000 por ha
- b) Entre 10,000 y \$15,000 por ha
- c) Menos de \$10,000 por ha

8. ¿Cuál es el tipo de mano de obra empleada?

- a) Contratada
- b) Mixta
- c) Familiar

9. ¿Tiene garantizada la venta de su producto?

- a) Si
- b) No

10. Defina con que tipo de agua es regada la plantación:

- a) Temporal
- b) Riego

11. ¿Cuáles el origen del agua?

- a) De canal
- b) De río
- c) De pozo

12 ¿Cuál es el tipo de agua con la que abastece la plantación?

- a) Gravedad
- b) Aspersión
- c) Goteo

13 Señale de las siguientes opciones ¿Qué procesamientos de materia prima lleva a cabo en la elaboración de mezcal?

Nivel de transformación 0	Nivel de transformación 1	Nivel de transformación 2
actividades de selección de materia prima actividades de lavado de materia prima actividades de empaque de materia prima	molienda pasteurización ultrapasteurización escaldado esterilización refrigeración congelación liofilización evaporación y secado destilación extracción lixiviación	fermentación oxidación hidrogenación

14 ¿Cuántos jornales contrató? Temporales _____ Permanentes _____

15 ¿Cuántos miembros de la familia trabajan directa o indirectamente en las labores del campo relacionadas al agave?

16 ¿Si tiene comprador de dónde es?

- a) local
- b) municipio
- c) otro municipio de la región
- d) del estado
- e) de otro estado
- f) de otro país

17 ¿Recibe o ha recibido asesoría técnica para la plantación del agave?

18 ¿Recibe apoyos económicos de alguna institución u organización pública o privada para la producción o comercialización del agave?

Pública: _____

Privada: _____ 19 ¿Considera que las instituciones relacionadas al cultivo le han ayudado a mejorar su producción?

20 ¿Participa activamente en alguna organización productiva relacionada al agave?

Por su participación, muchas gracias

Nombre del o los expertos: _____

Firma de los expertos: _____

Anexo 2. Guión de encuesta

Por favor, estime el valor de las siguientes características de su sistema agroindustrial en la elaboración del mezcal, según su opinión y experiencia personal.

Encontrará diferentes preguntas en las que usted tendrá que seleccionar dentro de la escala de valores que se le recomienda.

Indique, según su conocimiento sobre la Institución, referente a:

1 ¿Qué tanto más importante son los criterios ambientales que los criterios sociales, al momento de priorizar la administración de sus actividades?

- a) De igual importancia
- b) Moderada importancia
- c) Importancia fuerte
- d) Muy fuerte o demostrada
- e) Extrema

2 ¿Qué tanto más importante son los criterios ambientales que los criterios económicos, al momento de priorizar la administración de sus actividades?

- a) De igual importancia
- b) Moderada importancia
- c) Importancia fuerte
- d) Muy fuerte o demostrada
- e) Extrema

3 ¿Qué tanto más importante son los criterios económicos que los criterios sociales, al momento de priorizar la administración de sus actividades?

- a) De igual importancia
- b) Moderada importancia
- c) Importancia fuerte
- d) Muy fuerte o demostrada
- e) Extrema

4. Califique el estado que guarda su finca o ejido en relación a la erosión del suelo:

	nula	Nula erosión
<input type="checkbox"/>	baja	Con pendiente de 0 a 5% (plano) y con por lo menos 1 ciclo agrícola de descanso por año
<input type="checkbox"/>	media	Con pendiente del 6 al 10% (ondulado) sin cobertura vegetal o terrenos escarpados y planos con ciclos de más de dos años de descanso en los últimos 20 años
<input type="checkbox"/>	alta	Con pendiente del 10 al 15% (escarpado) sin cobertura vegetal o prácticas de conservación o bien terrenos planos u ondulados sin descanso de por lo menos un ciclo productivo en los últimos 25 años
<input type="checkbox"/>	muy alta	Con pendiente superior a 15%, sin evidencia vegetal

Defina el porcentaje de superficie afectada por erosión:

5. Califique el estado que guarda su finca o ejido en relación a la calidad del suelo que guarda en el desarrollo de materia reciclaje de nutrientes y materia orgánica y biología del suelo.

	Nula	Sin presencia de lombrices u otra especie indicadora, raíces o humedad
<input type="checkbox"/>	Baja	Por lo menos un ejemplar de lombriz o estrato de raíces superficiales
<input type="checkbox"/>	Media	Por lo menos un ejemplar de lombriz o estrato de raíces superficiales
<input type="checkbox"/>	Alta	Más de dos ejemplares de lombriz, alguna otra especie, estrato de raíces superficiales y humedad
<input type="checkbox"/>	Muy alta	Además de lombrices otras especies que vivan en el suelo, raíces superficiales y profundas, humedad y materia orgánica visible

Defina el porcentaje de materia orgánica en el suelo:

6. Califique el estado que guarda su finca o ejido en relación a la pérdida de suelo y agua

<input type="checkbox"/>	Muy baja	Suelos planos o con pendiente de hasta 10% con cobertura vegetal y con presencia de alguna práctica de conservación de suelo y agua.
<input type="checkbox"/>	Baja	Suelos con pendientes de 0 a 5% sin cobertura vegetal o alguna práctica de conservación de suelo y agua o con pendientes mayores al 10% con alguna cobertura vegetal o práctica de conservación de suelo y agua.
<input type="checkbox"/>	Media	Suelos con pendientes entre el 6 y 10%, sin cobertura vegetal y con surcos en dirección contraria a la pendiente.
<input type="checkbox"/>	Alta	Suelos con pendiente entre el 10 al 14%, sin cobertura vegetal o prácticas de conservación de suelo y agua, o con surcos en dirección a la pendiente
<input type="checkbox"/>	Muy alta	Suelos con pendiente mayores a 15%, sin cobertura vegetal o prácticas de conservación de suelo y agua, o con surcos en dirección a la pendiente

Defina el porcentaje de pérdida de suelo y agua:

7. Califique el estado que guarda su finca o ejido en relación a las medidas para minimizar pérdidas por plagas o malezas

<input type="checkbox"/>	Nula	Ninguna medida preventiva sólo control químico de plagas y malezas
<input type="checkbox"/>	Baja	Por lo menos una medida preventiva (ya sea para plagas o para malezas) puede ser manejo manual de malezas o mecánico pero sin roturar suelo
<input type="checkbox"/>	Media	Promoción de alguna medida para control biológico de plagas y alguna medida de manejo mecánico de malezas
<input type="checkbox"/>	Alta	Manejo preventivo con al menos una medida de control biológico, especies antagonistas y/o alelopatía.
<input type="checkbox"/>	Muy alta	Manejo preventivo con más de dos medidas de control biológico, especies antagonistas y/o alelopatía

Defina el porcentaje de superficie invadida por plagas:

8. Califique el estado que guarda su finca o ejido en relación al volumen de producción

<input type="checkbox"/>	Muy baja	Respecto a su producción del año 2015, en el 2016 aumento menos de 1%
<input type="checkbox"/>	Baja	Respecto a su producción del año 2015, en el 2016 aumento entre 1 y 3 %
<input type="checkbox"/>	Media	Respecto a su producción del año 2015, en el 2016 aumento entre 3 y 5 %
<input type="checkbox"/>	Alta	Respecto a su producción del año 2015, en el 2016 aumento entre 5 y 10 %
<input type="checkbox"/>	Muy alta	Respecto a su producción del año 2015, en el 2016 aumento más de 10

Defina el incremento del volumen de producción en el 2016:

9. Califique el estado que guarda su finca en relación a la vinculación al mercado

<input type="checkbox"/>	Nula	No cuenta con ninguna vinculación
<input type="checkbox"/>	Baja	Carta de intención de compra
<input type="checkbox"/>	Media	Producción por contrato
<input type="checkbox"/>	Alta	Desarrollo de proveedores
<input type="checkbox"/>	Muy alta	Coinversiones con agroindustrias o distribuidor

Defina qué tipo de proyectos de vinculación realizó en el 2016:

10. Califique el estado que guarda su finca en relación a sus empleados

<input type="checkbox"/>	Nula	No ha contratado ningún trabajador de manera permanente en el 2016
<input type="checkbox"/>	Baja	Ha contratado trabajadores de manera permanente, aumentado su plantilla entre el 1 al 3 % con respecto al 2016
<input type="checkbox"/>	Media	Ha contratado trabajadores de manera permanente, aumentado su plantilla entre 4 al 7 % con respecto al 2016
<input type="checkbox"/>	Alta	Ha contratado trabajadores de manera permanente, aumentado su plantilla entre 8 al 11 % con respecto al 2016
<input type="checkbox"/>	Muy alta	Ha contratado trabajadores de manera permanente, aumentado su plantilla más del 12 % con respecto al 2016

Defina el número de empleos creados permanentemente en el 2016:

11. Califique el estado que guarda su finca en relación al cambio de asignación del uso de suelo

<input type="checkbox"/>	Nula	Nunca ha modificado el uso de suelo de la original finca
<input type="checkbox"/>	Baja	Ha modificado el uso de suelo de la original finca en menos de un 20% al 2016
<input type="checkbox"/>	Media	Ha modificado el uso de suelo de la original finca entre un 20 a 50% al 2016
<input type="checkbox"/>	Alta	Ha modificado el uso de suelo de la original finca entre un 51 a 80% al 2016
<input type="checkbox"/>	Muy alta	Ha modificado el uso de suelo de la original finca en más del 80% al 2016

Defina el porcentaje que ha modificado el uso de suelo desde su que es usted propietario:

12. Califique el estado que guarda su finca en relación a la salud y seguridad de sus empleados (IMSS)

Nula	No ha asegurado medicamento a ningún trabajador en el 2016
Baja	Se ha asegurado medicamento entre el 1 al 3 % de la plantilla total en el 2016
Media	Se ha asegurado medicamento entre el 4 al 7 % de la plantilla total en el 2016
Alta	Se ha asegurado medicamento entre el 8 al 11 % de la plantilla total en el 2016
Muy alta	Se ha asegurado medicamento a más del 12 % de la plantilla total en el 2016

Defina el número de trabajadores afiliados a seguro médico:

13. Califique el estado que guarda su finca o ejido en relación al grado de marginación

<input type="checkbox"/>	Muy baja	La población del ejido se encuentra en menos de un 10% de marginación
<input type="checkbox"/>	Baja	La población del ejido se encuentra entre un 10% a 15% de marginación
<input type="checkbox"/>	Media	La población del ejido se encuentra entre un 25% a 50% de marginación
<input type="checkbox"/>	Alta	La población del ejido se encuentra entre un 51% a 70% de marginación
<input type="checkbox"/>	Muy alta	La población del ejido se encuentra más del 71% de marginación

Defina el porcentaje de marginación o estadio de pobreza:

Agradecemos su participación

ANEXO 3. Matrices de comparación pareada y valores de estandarización de tercer nivel

Matriz de comparación de criterio específico: Erosión

Erosión	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	9.00	9.00	9.00	5.00
Productor B	0.11	1.00	3.00	1.00	0.33
Productor C	0.11	0.33	1.00	0.33	0.14
Productor D	0.11	1.00	3.00	1.00	0.33
Productor E	0.20	3.00	7.00	3.00	1.00

Erosión	Matriz normalizada				
Productor A	0.6522	0.6279	0.3913	0.6279	0.7343
Productor B	0.0725	0.0698	0.1304	0.0698	0.0490
Productor C	0.0725	0.0233	0.0435	0.0233	0.0210
Productor D	0.0725	0.0698	0.1304	0.0698	0.0490
Productor E	0.1304	0.2093	0.3043	0.2093	0.1469

C.R. = 0.077 = 7.7 % < 10%; Vector Propio = (0.6067, 0.0783, 0.0367, 0.0783, 0.2000)

Matriz de comparación de criterio específico: Calidad del suelo

Calidad del suelo	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	0.11	0.11	0.33	0.20
Productor B	9.00	1.00	1.00	9.00	3.00
Productor C	9.00	1.00	1.00	9.00	3.00
Productor D	3.00	0.11	0.11	1.00	0.20
Productor E	5.00	0.33	0.33	5.00	1.00

Calidad del suelo	Matriz normalizada				
Productor A	0.5696	0.3913	0.3913	0.6784	0.4286
Productor B	0.0633	0.0435	0.0435	0.0251	0.0286
Productor C	0.0633	0.0435	0.0435	0.0251	0.0286
Productor D	0.1899	0.3913	0.3913	0.2261	0.4286
Productor E	0.1139	0.1304	0.1304	0.0452	0.0857

C.R. = 0.075 = 7.5 % < 10%; Vector Propio = (0.4918, 0.0408, 0.0408, 0.3254, 0.1011)

Matriz de comparación de criterio específico: Incidencia de plagas y enfermedades

Incidencia de plagas y enfermedades	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	7.00	9.00	1.00	5.00
Productor B	0.14	1.00	3.00	0.14	0.33
Productor C	0.11	0.33	1.00	0.11	0.20
Productor D	1.00	7.00	9.00	1.00	5.00
Productor E	0.20	3.00	5.00	0.20	1.00

Incidencia de plagas y enfermedades	Matriz normalizada				
Productor A	0.4075	0.3818	0.3333	0.4075	0.4335
Productor B	0.0582	0.0545	0.1111	0.0582	0.0289
Productor C	0.0453	0.0182	0.0370	0.0453	0.0173
Productor D	0.4075	0.3818	0.3333	0.4075	0.4335
Productor E	0.0815	0.1636	0.1852	0.0815	0.0867

C.R. = 0.069 = 6.9 % < 10%; Vector Propio = (0.3927, 0.0622, 0.0326, 0.3927, 0.1197)

Matriz de comparación de criterio específico: Pérdida de suelos y agua

Pérdida de suelos y agua	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	7.00	9.00	0.33	3.00
Productor B	0.14	1.00	3.00	0.11	0.33
Productor C	0.11	0.33	1.00	0.11	0.20
Productor D	3.00	9.00	9.00	1.00	3.00
Productor E	0.33	3.00	5.00	0.33	1.00

Pérdida de suelos y agua	Matriz normalizada				
Productor A	0.2180	0.3443	0.3333	0.1765	0.3982
Productor B	0.0311	0.0492	0.1111	0.0588	0.0442
Productor C	0.0242	0.0164	0.0370	0.0588	0.0265
Productor D	0.6540	0.4426	0.3333	0.5294	0.3982
Productor E	0.0727	0.1475	0.1852	0.1765	0.1327

C.R. = 0.082 = 8.2 % < 10%; Vector Propio = (0.2941, 0.0589, 0.0326, 0.4715, 0.1429)

Matriz de comparación de criterio específico: Volumen de producción

Volumen de producción	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	0.11	0.11	0.33	0.20
Productor B	9.00	1.00	1.00	9.00	3.00
Productor C	9.00	1.00	1.00	9.00	3.00
Productor D	3.00	0.11	0.11	1.00	0.33
Productor E	5.00	0.33	0.33	3.00	1.00

Volumen de producción	Matriz normalizada				
Productor A	0.5696	0.3913	0.3913	0.6585	0.5172
Productor B	0.0633	0.0435	0.0435	0.0244	0.0345
Productor C	0.0633	0.0435	0.0435	0.0244	0.0345
Productor D	0.1899	0.3913	0.3913	0.2195	0.3103
Productor E	0.1139	0.1304	0.1304	0.0732	0.1034

C.R. = 0.051 = 5.1 % < 10%; Vector Propio = (0.5056, 0.0418, 0.0418, 0.3005, 0.1103)

Matriz de comparación de criterio específico: Vinculación al mercado

Vinculación al mercado	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	0.14	0.11	0.33	0.20
Productor B	7.00	1.00	0.33	5.00	3.00
Productor C	9.00	3.00	1.00	9.00	5.00
Productor D	3.00	0.20	0.11	1.00	0.33
Productor E	5.00	0.33	0.20	3.00	1.00

Vinculación al mercado	Matriz normalizada				
Productor A	0.5595	0.4286	0.3333	0.6459	0.5245
Productor B	0.0799	0.0612	0.1111	0.0431	0.0350
Productor C	0.0622	0.0204	0.0370	0.0239	0.0210
Productor D	0.1865	0.3061	0.3333	0.2153	0.3147
Productor E	0.1119	0.1837	0.1852	0.0718	0.1049

C.R. = 0.077 = 7.7 % < 10%; Vector Propio = (0.4984, 0.0661, 0.0329, 0.2712, 0.1315)

Matriz de comparación de criterio específico: Empleo

Empleo	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	0.11	0.11	3.00	0.33
Productor B	9.00	1.00	1.00	9.00	5.00
Productor C	9.00	1.00	1.00	9.00	5.00
Productor D	0.33	0.11	0.11	1.00	0.33
Productor E	3.00	0.20	0.20	3.00	1.00

Empleo	Matriz normalizada				
Productor A	0.2195	0.3600	0.3600	0.1765	0.4054
Productor B	0.0244	0.0400	0.0400	0.0588	0.0270
Productor C	0.0244	0.0400	0.0400	0.0588	0.0270
Productor D	0.6585	0.3600	0.3600	0.5294	0.4054
Productor E	0.0732	0.2000	0.2000	0.1765	0.1351

C.R. = 0.067 = 6.7 % < 10%; Vector Propio = (0.3043, 0.0380, 0.0380, 0.4627, 0.1570)

Matriz de comparación de criterio específico: Cambio y asignación del uso de la tierra

Cambio y asignación del uso de la tierra	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	0.11	0.11	0.33	0.14
Productor B	9.00	1.00	3.00	9.00	5.00
Productor C	7.00	0.33	1.00	5.00	3.00
Productor D	3.00	0.11	0.20	1.00	0.33
Productor E	7.00	0.20	0.33	3.00	1.00

Cambio y asignación del uso de la tierra	Matriz normalizada				
Productor A	0.0370	0.0633	0.0239	0.0182	0.0151
Productor B	0.3333	0.5696	0.6459	0.4909	0.5276
Productor C	0.2593	0.1899	0.2153	0.2727	0.3166
Productor D	0.1111	0.0633	0.0431	0.0545	0.0352
Productor E	0.2593	0.1139	0.0718	0.1636	0.1055

C.R. = 0.083 = 8.3 % < 10%; Vector Propio = (0.0315, 0.5135, 0.2508, 0.0614, 0.1428)

Matriz de comparación de criterio específico: Salud y seguridad

Salud y seguridad	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	0.11	0.11	0.33	0.20
Productor B	9.00	1.00	0.33	5.00	3.00
Productor C	9.00	3.00	1.00	7.00	5.00
Productor D	3.00	0.20	0.14	1.00	0.33
Productor E	5.00	0.33	0.20	3.00	1.00

Salud y seguridad	Matriz normalizada				
Productor A	0.5696	0.4909	0.3600	0.6415	0.5245
Productor B	0.0633	0.0545	0.1200	0.0428	0.0350
Productor C	0.0633	0.0182	0.0400	0.0305	0.0210
Productor D	0.1899	0.2727	0.2800	0.2138	0.3147
Productor E	0.1139	0.1636	0.2000	0.0713	0.1049

C.R. = 0.076 = 7.6 % < 10%; Vector Propio = (0.5173, 0.0631, 0.0346, 0.2542, 0.1307)

Matriz de comparación de criterio específico: Grado de marginación

Grado de marginación	Productor A	Productor B	Productor C	Productor D	Productor E
Productor A	1.00	0.11	0.11	0.33	0.20
Productor B	9.00	1.00	0.33	5.00	3.00
Productor C	9.00	3.00	1.00	9.00	5.00
Productor D	3.00	0.11	0.11	1.00	0.33
Productor E	5.00	0.20	0.20	3.00	1.00

Grado de marginación	Matriz normalizada				
Productor A	0.0370	0.0251	0.0633	0.0182	0.0210
Productor B	0.3333	0.2261	0.1899	0.2727	0.3147
Productor C	0.3333	0.6784	0.5696	0.4909	0.5245
Productor D	0.1111	0.0251	0.0633	0.0545	0.0350
Productor E	0.1852	0.0452	0.1139	0.1636	0.1049

C.R. = 0.044 = 4.4 % < 10%; Vector Propio = (0.0329, 0.2673, 0.5193, 0.0578, 0.1226)