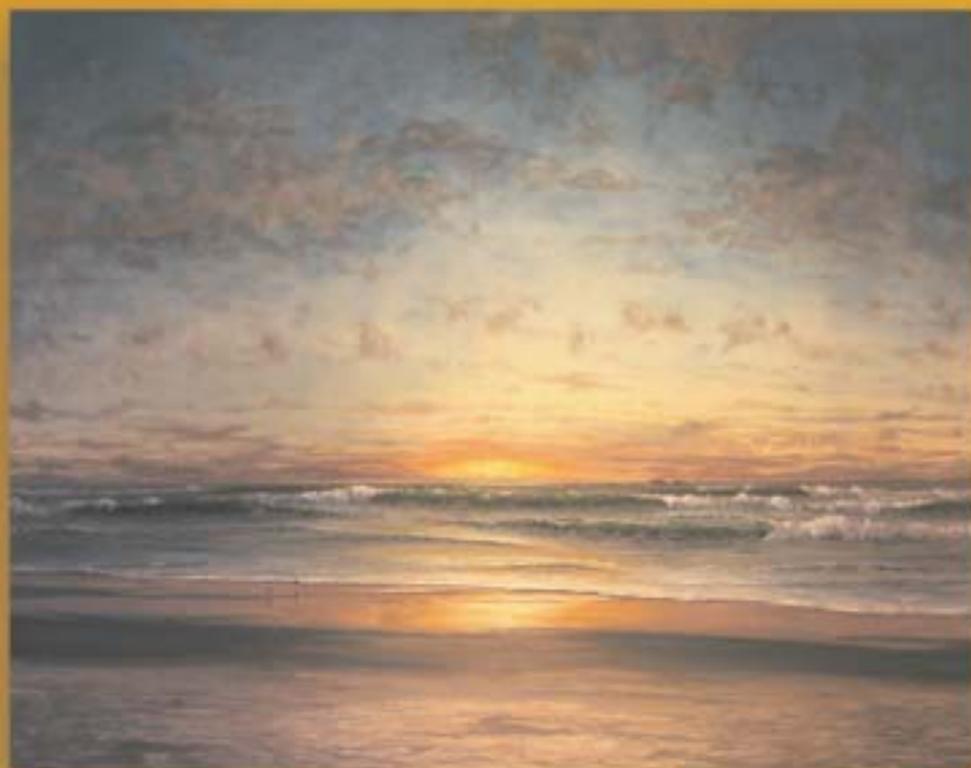


DESARROLLO SUSTENTABLE: ¿MITO O REALIDAD?



LUIS F. BELTRÁN MORALES
JOSÉ URCIAGA GARCÍA
ALFREDO ORTEGA RUBIO
EDITORES



DESARROLLO SUSTENTABLE

¿MITO O REALIDAD?

**DESARROLLO SUSTENTABLE
¿MITO O REALIDAD?**

LUIS F. BELTRÁN MORALES

JOSÉ URCIAGA GARCÍA

ALFREDO ORTEGA RUBIO

EDITORES

Primera Edición: Enero de 2006

D.R.© Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Mar Bermejo N.195, Col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, Baja California Sur, México, 23090.

El contenido de los capítulos es responsabilidad de los autores

La presentación y disposición en conjunto de **Desarrollo Sustentable ¿Mito o Realidad?**, son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método electrónico, mecánico (incluyendo fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del editor.

Responsable de Edición:
Luis F. Beltrán Morales
Tania Flores Azcárrega
José Urciaga García
Alfredo Ortega Rubio

Fotomecánica y pre-prensa:
Santiago Rodríguez Álvarez

Portada y Edición interior:
Gerardo Rafael Hernández García

Impresión y Acabados:
Santiago Rodríguez Álvarez
Rubén Andrade Velásquez

Obra Pictórica en Portada y Contraportada:
Santiago García Rodríguez

HC140.E5 D48 2006

Desarrollo sustentable ¿mito o realidad? / editado por Luis Felipe Beltrán Morales, José Urciaga García y Alfredo Ortega Rubio.
México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2006.
272 p.: il. ; 23 cm.

ISBN: 968-5715-46-7

I. Desarrollo sustentable--México
I. Beltrán Morales, Luis Felipe, ed. II. Urciaga García, José, ed. III. Ortega Rubio, Alfredo, ed.

Impreso en México
Printed in México

EDITORES

LUIS F. BELTRÁN MORALES. Doctor en Ciencias Ambientales por el Centro EULA-Chile, de la Universidad de Concepción. Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR, S.C., Profesor de la Maestría en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la UABCS y del Posgrado del CIBNOR, S.C. Actualmente Delegado del Medio Ambiente por Baja California Sur ante California Border Environmental Cooperation Committee (cal/BECC) y la Comisión de las Californias (COMCAL). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Líneas de Investigación: Economía Ecológica y Desarrollo Sustentable. Actualmente Coordinador de Estudios Ambientales del CIBNOR, S.C. E-mail: lbeltran04@cibnor.mx

JOSÉ URCIAGA G. Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Barcelona, España. Profesor-Investigador Titular del departamento de Economía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Profesor de la Maestría en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales y del Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras (CIMACO-UABCS). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Líneas de investigación: Desarrollo Sustentable, Economía Aplicada, Laboral y Desarrollo Regional. Actualmente Director de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) E-mail: jurciaga@uabcs.mx.

ALFREDO ORTEGA RUBIO. Doctor en Ciencias con especialidad en Ecología por el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Investigador Titular E del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR, S.C. Ha sido galardonado con dos Premios Nacionales: Reconocimiento a la Conservación de la Naturaleza 2003, en la Categoría Académica y de Investigación. Reconocimiento del Gobierno de la República Mexicana específicamente por la trayectoria y calidad de sus trabajos de investigación en materia de Conservación de la Naturaleza Mexicana, incluyendo las Áreas Naturales Protegidas, las Regiones Prioritarias para la Conservación y sus zonas de influencia. Asimismo, ha sido galardonado con el Premio Nacional al Mérito Nacional Forestal y de la Vida Silvestre 1993, por la calidad de sus trabajos de investigación en vida silvestre. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel III. Líneas de investigación: Ecología aplicada en la conservación, uso racional y manejo sustentable de recursos naturales renovables. Email: aortega@cibnor.mx

ÍNDICE

PRESENTACIÓN | **8**
Carlos Muñoz Piña

Capítulo 1

CONTRIBUCIONES DE LA HISTORIA AMBIENTAL A LA CONSERVACIÓN Y SUSTENTABILIDAD
Michelín Cariño Olvera y Mario Monteforte Sánchez | **9**

Capítulo 2

PLANIFICACIÓN AMBIENTAL COMO HERRAMIENTA PARA LA SUSTENTABILIDAD
Miguel Ángel Hernández Vicent | **51**

Capítulo 3

DESARROLLO Y SUSTENTABILIDAD: UNA APROXIMACIÓN A SUS ENFOQUES, DIMENSIONES, ESCALAS E INDICADORES
José Urciaga García | **85**

Capítulo 4

MEDICIÓN DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO
Ángel F. Herrera Ulloa, Luis F. Beltrán Morales, Anthony Charles y Alfredo Ortega Rubio | **109**

Capítulo 5

SUSTENTABILIDAD EN ECOSISTEMAS FORESTALES
Martín Martínez Salvador, Luis F. Beltrán Morales, Felipe García Rodríguez, Bernardo Murillo Amador, Enrique Troyo Diéguez y Alfredo Ortega Rubio | **129**

Capítulo 6

SUSTENTABILIDAD EN LA CAMARONICULTURA DE SONORA, MÉXICO
Héctor González Ocampo y Alfredo Ortega Rubio | **157**

Capítulo 7

SUSTENTABILIDAD EN LAS PESQUERIAS DE BAJA CALIFORNIA SUR,
MÉXICO

Germán Ponce Díaz, Francisco Arreguín Sánchez y Luis F. Beltrán Morales |
183

Capítulo 8

TEORIA DE EFECTOS OLVIDADOS EN EL CONSUMO SUSTENTABLE DE
PRODUCTOS ECOLOGICOS

*Lizbeth Salgado Beltrán, Ana María Gil Lafuente, Esther Subira Lobera & Luis F.
Beltrán Morales* | **223**

Capítulo 9

AGRICULTURA SUSTENTABLE EN BAJA CALIFORNIA SUR: INDICADORES
DE CALIDAD EN AGRICULTURA ORGANICA

*José L. García Hernández, Ricardo D. Valdez Cepeda, J.C. Rodríguez Ortiz, E. O.
Rueda Puente, Rosalía Servín Villegas y Félix A. Beltrán Morales* | **241**

Conclusiones

Alfredo Ortega Rubio, José Urciaga García y Luis F. Beltrán Morales | **267**

Autores | **268**

PRESENTACIÓN:

El libro “*Desarrollo Sustentable: ¿Mito o Realidad?*” es el producto de un grupo verdaderamente multidisciplinario de autores que analizan, cada uno por separado, problemas de manejo de recursos naturales en el Noroeste de México, haciéndose siempre la pregunta sobre cómo las decisiones actuales están beneficiando o perjudicando a las generaciones presentes y futuras. Los profesores Beltrán, Urciaga, y Ortega, al seleccionar estos artículos y derivar conclusiones de su lectura conjunta, nos ayudan a explorar el concepto en diferentes espacios económicos: las pesquerías, la agricultura, los bosques, el consumo de los hogares; y también en diferentes espacios de políticas públicas como la planeación y la regulación. Nos hacen ver que en efecto, la sustentabilidad como categoría de análisis es útil para entender las elecciones individuales y colectivas que se toman. También nos dan evidencia, y por lo tanto esperanza, de que la sustentabilidad es factible de alcanzar con las políticas públicas y las elecciones individuales correctas.

Una de los principales retos que retoman los artículos es el que no haya una sola métrica para afirmar que tan sustentable es o no el desarrollo de cierta actividad o región. Los artículos revisan los aspectos teóricos involucrados en las dimensiones, escalas, enfoques y conceptos asociados al término. Hacen un esfuerzo, que ustedes lectores juzgarán, para integrar la multidimensionalidad de lo que van definiendo como sustentable.

Este libro es muestra de los éxitos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste en tener una producción científica multidisciplinaria que aborde los grandes problemas nacionales. Para el Instituto Nacional de Ecología, cuya tarea es impulsar el vínculo entre el conocimiento científico y la toma de decisiones públicas, estas son las iniciativas que queremos ver más frecuentemente, que nos ayudarán a que haya debates más informados, a que se generen mejores decisiones. Para todos los interesados en Desarrollo Sustentable, este es un gran libro; su lectura nos hará entender mejor los retos que enfrentamos en México en esta segunda mitad de la primera década del siglo.

Dr. Carlos Muñoz Piña
Director General de Investigación en Política y Economía Ambiental
Instituto Nacional de Ecología

CAPÍTULO 5

SUSTENTABILIDAD EN ECOSISTEMAS FORESTALES

*Martín Martínez Salvador^{1,2}, Luis F. Beltrán Morales¹, Felipe García Rodríguez³,
Bernardo Murillo Amador¹, Enrique Troyo Diéguez¹ y Alfredo Ortega Rubio¹*

RESUMEN

A partir de 1997 el aprovechamiento del Agave (*Agave salmiana* ssp *crassispina*) en la región sureste del estado de Zacatecas, Méx. se ha incrementado considerablemente; sin embargo, no ha sido notable un incremento económico y mejoras en el bienestar social de la población humana. Por representar un caso especial de uso del recurso en esta región se realizó un estudio para estimar el desempeño de la sustentabilidad de la actividad forestal. En este trabajo se incluye la utilización de atributos poblacionales de una especie sujeta a aprovechamiento comercial (Agave), los cuales por su importancia tienen un elevado peso específico en el comportamiento de un índice de sustentabilidad construido. La metodología desarrollada es adecuada para evaluar el desempeño de la sustentabilidad de cualquier especie silvestre que se encuentre bajo sistemas de aprovechamiento comercial.

ABSTRACT

Since 1997, the use of *Agave* has been increased; however, economical or social welfare has not been increased in rural populations. Therefore, this study looks at the utilization of the sustainable forestry activity, using, as a model, the exploitation of agave (*Agave*

¹ Investigadores Titulares del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste., Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Sta. Rita, P.O. Box 128, La Paz, B.C.S. 23090. México.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Av. Homero 3744, Fracc. El Vergel, Chihuahua, Chih. 31100, México.

³ Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Iguá 4225, Montevideo 11400, Uruguay.

salmaiana ssp crassispina) in the southeast of Zacatecas state, Mexico. The study includes the use of population attributes of this important plant, which has a specific weight on the sustainability index. This methodology can be used on any species, plant or animal, terrestrial or aquatic that is currently under commercial exploitation.

INTRODUCCIÓN

Uno de los términos más usados en el manejo forestal es el de “manejo sostenido” el cual hace referencia a la producción constante de madera; sin embargo, este concepto fue expandiéndose gradualmente hasta incluir la producción sostenida de otros productos forestales como agua, recreación, pesca, hábitat de fauna silvestre, forraje para ganado y otros productos no maderables (Floyd *et al.*, 2001) tanto de ecosistemas templados como áridos y tropicales, razón por la cual, muchos autores usan indistintamente como sinónimos “rendimiento sostenido” y “sustentabilidad forestal”; sin embargo, éstos son términos distintos. Una de las diferencias más importantes es que el término “sustentabilidad forestal” además de la producción sostenida de los recursos forestales, hace énfasis en los procesos y funciones del ecosistema (purificación de aire y agua, formación de suelo, ciclo de energía y nutrientes, etc.), y se fundamenta en el bienestar y calidad de vida de la sociedad en función del uso de los recursos naturales, poniendo especial atención en su preservación y en la herencia ambiental para las futuras generaciones.

Actualmente la mayor parte de los países del mundo han adoptado además del concepto de Desarrollo Sustentable, los términos “Sustentabilidad Forestal” y “Manejo Forestal Sustentable”, ambos consideran el uso continuo de los bosques o ecosistemas forestales, así como el mantenimiento de su salud, productividad, diversidad e integridad ecológica a perpetuidad, para satisfacer las necesidades sociales, económicas, físicas y espirituales del hombre, tanto de las generaciones actuales como futuras (Narváez *et al.*, 2003).

PROCESOS DE MONITOREO DE SUSTENTABILIDAD EN ECOSISTEMAS FORESTALES.

En la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED/CNUMAD) conocida como la “Cumbre de la Tierra” celebrada en Río de Janeiro

en 1992, los dirigentes mundiales reconocieron la importancia del desarrollo sustentable de los recursos forestales para asegurar el bienestar de las poblaciones locales a largo plazo, y sostener las economías nacionales y la biosfera terrestre en su conjunto. La cumbre de Río de Janeiro como resultado una declaración de principios sobre los bosques, una serie de convenciones sobre diversidad biológica, cambio climático y desertificación, y un plan rector conocido con el nombre de Agenda 21, el cual establece una serie de metas, actividades y acciones a realizar para caminar hacia la sustentabilidad en los diferentes sectores productivos en los que la sociedad interactúa con el uso, manejo y preservación de los recursos naturales.

Una iniciativa internacional en la que participa México, es la conocida como Proceso de Montreal, la cual, a través de los Indicadores de Sustentabilidad Forestal de la Declaración de Santiago, pretende monitorear y evaluar el grado de sustentabilidad en materia forestal para los países que albergan la mayor parte de los bosques templados y boreales del mundo. Actualmente, Canadá es el país que en Norteamérica presenta mayores avances en el proceso de reportar el monitoreo de la sustentabilidad. Su reporte se caracteriza fundamentalmente por los Indicadores generados por la Red de Bosques Modelo y por el Consejo Canadiense de Ministros Forestales. El reporte más importante del estado actual de sustentabilidad para Canadá salió a la luz pública, y fue presentado ante el Grupo del Proceso de Montreal en la publicación *Canadian Council of Forest Ministers*, 2000.

En México, la Institución responsable de cumplir con el compromiso internacional de medir la sustentabilidad era INIFAP, que impulsó, entre otras iniciativas, la participación de México en la primera evaluación de Indicadores a escala local, celebrada en Boise, Idaho en 1998 (Woodley, 2000). Actualmente corresponde a la SEMARNAT la responsabilidad de coordinar las diversas iniciativas sobre el tema. La SEMARNAT integra el reporte al nivel nacional y lo presentará al Grupo del Proceso de Montreal.

En ecosistemas forestales de zonas áridas y semiáridas, el uso de recursos forestales no maderables y el pastoreo son dos de las actividades productivas más practicadas; sin embargo, aun en la actualidad la atención que han recibido estos sistemas no ha sido suficiente para establecer criterios de manejo y uso que garanticen la preservación de los recursos. Las iniciativas para la generación de indicadores que monitoreen el desempeño de

la sustentabilidad en ecosistemas áridos y semiáridos apenas empieza a tomar importancia, existiendo pocas experiencias a nivel internacional, como el esfuerzo realizado por la ONU en 1995 para la generación de indicadores para la zona seca de África, o un conjunto de indicadores creados por la ONU para el Cercano Oriente en 1996, ambas iniciativas relacionadas principalmente por el mejor uso y manejo del agua, recurso vital y escaso en las zonas áridas y semiáridas del mundo.

ESCALAS DE MONITOREO DE LOS INDICADORES

Los conceptos de sustentabilidad son enmarcados en función de diferentes escalas de medición (global, nacional, regional, local); sin embargo, sea cual sea la escala, los marcos de Indicadores de Sustentabilidad deben ser flexibles y capaces de adaptarse a lo largo del tiempo (Bridge *et al.*, 2002) y preferentemente con compatibilidad espacial. A nivel local, las nociones de sustentabilidad dependerán de cada interesado y variarán en función de las condiciones forestales, la importancia de los recursos forestales en las tradiciones y economías de la zona, y la naturaleza y tipo del régimen de tenencia de la tierra. De tal manera que el conjunto de acciones individuales contribuirán a la sustentabilidad del sistema a una escala espacial superior.

Es importante anotar que aunque el precepto de sustentabilidad involucra la interrelación de diferentes sistemas (Ecológico, Económico, Social, Institucional, etc.), a menudo la escala espacial de cada sistema no puede empatarse con un límite geográfico definido. Al respecto, es importante considerar que la escala espacial de los indicadores económicos y sociales tiende a ser más grande que la escala de los indicadores del sistema ecológico, esto indudablemente es el resultado de las interrelaciones que en los procesos de producción realiza el hombre (movilidad de los seres humanos), lo cual afecta a los valores del sistema social y económico, y en consecuencia la disponibilidad de datos. Entonces, es a menudo preferible que los datos sociales y económicos sean tomados a escalas en las cuales la gente se organice por sí misma (ejemplo: Comunidades, Grupos de interés, Familias, u otra forma de organización), pero generalmente la información solo está disponible a nivel de estado o país u otro nivel de organización político (Estado o municipio).

La estimación de la sustentabilidad por medio de Indicadores de Sustentabilidad es esencial en todas escalas (local, nacional, global). La estimación a escala local es necesaria debido a que las decisiones de manejo hechas en las Unidades de Manejo Forestal son las que finalmente determinan la sustentabilidad del manejo forestal a nivel nacional; por lo que, la disponibilidad de información no debe ser una limitante, debiéndose implementar procesos que permitan establecer progresivamente métodos eficientes para la obtención de información a diferentes niveles, de manera que la estimación del desempeño de la sustentabilidad de las diferentes actividades productivas que involucran el uso, manejo y preservación de los recursos naturales sea cada vez mas precisa.

MONITOREO DE SUSTENTABILIDAD A ESCALA LOCAL

En un marco tan grande como es la sustentabilidad, la escala es un factor muy importante, así como numerosos factores incluyendo el grado de confianza entre la población, sus percepciones y convicciones, sus conflictos y sus respectivas agendas, y la manera en la cual los discursos y decisiones políticas son implementadas (Parto, 2004), de tal manera. La implementación de proyectos para evaluar el desempeño de la sustentabilidad e implementar estrategias de desarrollo, es fundamental considerar la escala de medición, la cual puede tender a un esquema Global, Regional ó local (Lorek y Spangerberg, 2001), aunque algunos autores como Martin y Lemon (2001) consideran que la importancia del conocimiento de lo “local” para procesos de desarrollo rural que envuelve regímenes de cambio de recursos. El argumento revela que los contextos culturales y económicos con los que se implementan nuevas políticas pueden llevar a un impacto impredecible que puede contradecir los objetivos de las iniciativas de protección ambiental.

La intervención de actores locales en los proyectos de sustentabilidad, lleva la intención de hacerlos más responsables; no obstante, tiene algunas limitaciones; una vieja idea de manejo comunitario y el riesgo de ser manipulados por líderes de la comunidad, genera conflictos de interés y de tiempo (Froger *et al.*, 2004). Es importante destacar que la organización entre gente que vive territorialmente cerca facilita el desarrollo sustentable del ambiente porque se da un manejo con factores locales, además las actividades humanas en el contexto de la globalización tienen, paradójicamente, un componente local, que ha afectado directamente el aspecto público (Mollard y Torre, 2004).

Varios sistemas de Indicadores de Sustentabilidad que reflejan la sustentabilidad a nivel local (Unidades de Manejo Forestal) han sido desarrollados por Organizaciones como el Centro Internacional para la Investigación Forestal (CIFOR), la Alianza de Bosques Tropicales, la Asociación de Suelos, la Organización Africana de la Madera, y la Propuesta de Tarapoto (Prabhu *et al.*, 1996). En México, la UNAM y otras instituciones públicas y privadas también han trabajado sobre el desarrollo y evaluación de Indicadores ambientales y socioeconómicos. Asimismo, Masera y colaboradores generaron un esquema de sustentabilidad denominado “Marco Metodológico para la Evaluación de Sistemas bajo Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad” que ha sido utilizado para la evaluación de la sustentabilidad a nivel local en diversos sistemas forestales y agropecuarios de México y América Latina (Masera *et al.*, 1999).

En lo que respecta a esfuerzos del sector no gubernamental, la FSC (Consejo de Manejo Forestal) es un organismo internacional que acredita a organizaciones certificadoras que tienen como propósito la certificación del manejo sustentable de los bosques de un predio o ejido. Esta certificación conocida como “sello verde” es solicitada voluntariamente por los dueños y manejadores de los bosques, y su objetivo principal es competir internacionalmente en los mercados de la madera (Narváez *et al.*, 2003). En México, la certificación del manejo forestal, se ha implementado con gran prioridad en los bosques templados, y con menor impacto en los bosques tropicales. Por su parte en los ecosistemas forestales, a la fecha no se han propiciado iniciativas encaminadas a certificar los procesos de aprovechamiento de los recursos.

IMPORTANCIA Y UTILIDAD DEL USO DE INDICADORES.

Los Indicadores se pueden definir como variables con las cuales es posible medir y evaluar el avance hacia el manejo forestal sustentable, que garantice la estabilidad productiva de los ecosistemas y que propicie un incremento en la calidad de vida de los usuarios de los recursos.

De acuerdo con la utilidad práctica (Rodríguez, 1997) el establecimiento y uso de los criterios e indicadores son las siguientes:

- Orientar las políticas futuras para el manejo forestal,

- Identificar y priorizar las necesidades de información e investigación,
- Orientar las prácticas de manejo forestal,
- Concientizar a la sociedad en la utilización adecuada de los recursos forestales,
- Auxiliar en la formulación de legislaciones o normas, orientadas al manejo forestal sustentable,
- Proporcionar datos e información sobre la condición de los bosques,
- Proporcionar datos e información sobre los resultados de las prácticas de manejo forestal,
- Proveer de un marco de referencia para evaluar el estatus de una unidad de manejo forestal o un país hacia el manejo forestal sustentable, y
- Tener una base común para la colaboración internacional

Los Indicadores son también una herramienta valiosa cuando son utilizados en la planeación, evaluación, manejo, inventario, monitoreo y comunicación. Ellos proporcionan un formato que soporta científicamente el manejo forestal y ayudan a la formulación de políticas efectivas. Por otra parte, los Indicadores pueden ser de gran ayuda y utilidad para los organismos de certificación interesados en la evaluación del manejo forestal, los gobiernos y autoridades forestales para el diseño de las políticas de sustentabilidad de sus bosques y otros sectores relacionados, los prestadores de servicios técnicos y manejadores forestales que buscan la sustentabilidad de su unidad de manejo forestal, y los investigadores interesados en la relación causal entre los diferentes factores ecológicos, económicos y sociales de sustentabilidad (Boyle *et al.*, 2001).

SUSTENTABILIDAD EN ECOSISTEMAS FORESTALES DE ZONAS ÁRIDAS

La escasez de agua, el uso inapropiado de los recursos naturales ocasionado principalmente por el sobrepastoreo (Metzger *et al.*, 2005) y la escasa o nula valoración de los recursos forestales no maderables, hacen que los habitantes de los ecosistemas áridos y semiáridos presenten altos niveles de marginación. Esta problemática ha generado diversas iniciativas encaminadas al diseño de estrategias para propiciar el desarrollo sustentable en las regiones secas del mundo.

Durante la segunda mitad del siglo pasado, y específicamente en la década pasada la necesidad de regular y mantener el uso del agua ha sido un tema de interés internacional, y actualmente se agregan temas que hacen mas complejo el proceso hacia el desarrollo de las regiones secas, tales como el crecimiento poblacional, la contaminación transnacional, el uso irracional de los recursos, y la inequidad social (Gleick, 1998).

En el Medio Este y en el norte de África han existido serias tensiones por el uso del agua, la cual es vital para la sobrevivencia de toda la región, al respecto se han realizado múltiples esfuerzos por generar normas que propicien el manejo sustentable de la región tomando como punto central el aprovechamiento del agua (Charrier 1998). Como parte de las iniciativas de desarrollo para la región norafricana, en noviembre de 1995, la FAO y el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) realizaron una reunión que incluyó 27 países para desarrollar criterios e indicadores apropiados para la Zona Seca de África. Se identificaron 7 criterios de nivel nacional y 47 indicadores en dicha reunión, los cuales fueron discutidos en la décima Reunión de la Comisión Africana Forestal de Fauna en diciembre de 1995 y se aprobó su elaboración con más detalles a escala subregional y nacional” (Tecsult Internacional LTD, 2000).

Por su parte en la Patagonia, el gobierno de Argentina y el PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo) implementaron un proyecto para controlar la desertificación en la Patagonia extra-andina, a través de la implementación de prácticas para un manejo sustentable de las tierras (MST), buscando recuperar los ecosistemas en toda su integridad, estabilidad y funciones dentro del contexto de un desarrollo regional sustentable. Los objetivos de dicho proyecto son: Desarrollar e instalar un sistema de monitoreo ambiental, capacitar y comprometer a los productores, sus organizaciones, técnicos y comunidad regional, obtener información relevante para el manejo sustentable de los recursos naturales, desarrollar capacidades e instrumentos en el gobierno nacional y los gobiernos provinciales, generar ámbitos de participación y compromiso, y constituir un sistema de áreas de conservación (Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo y Gobierno de la República Argentina. 2005).

En las regiones áridas de Norteamérica se han generado estrategias de desarrollo, tales como el programa FRONTERA XXI cuyo objetivo es promover el desarrollo sustentable en la región fronteriza entre México y Estados Unidos a través e la búsqueda de

un balance de los factores económicos y sociales y la protección al ambiente en las comunidades de la frontera y las áreas naturales. Actualmente se han generado tres estrategias para alcanzar el objetivo global de FRONTERA XXI, participación pública, descentralización de gestión ambiental a través de fortalecimiento de capacidad institucional de los estados y municipios y mejoramiento de la comunicación y cooperación entre las agencias federales, estatales y locales (Programa Frontera XXI, 2000).

Existen algunas otras investigaciones sobre la conservación de los recursos naturales en ecosistemas áridos, los cuales coinciden en que es necesario generar conciencia de la sociedad en relación con el valor de los recursos, sobre todo de aquellos que no son bienes de consumo directo como el suelo y la biodiversidad, los cuales a su vez fungen como elementos principales en el proceso de cosecha de agua. Una de las alternativas de mayor aceptación es el pago por servicios ambientales (Barkin David and Pailles Carlos, 1998), como una medida que no solo genere recursos para la conservación, sino que cree conciencia entre los usuarios de los recursos.

LA VEGETACION DE ZONAS ARIDAS EN ZACATECAS

Las comunidades vegetales de los sistemas de zonas áridas han logrado a través del tiempo adaptarse a las condiciones adversas que generan el estrés hídrico y las temperaturas extremas que imperan en dichas regiones. Una de las características peculiares de las poblaciones vegetales del desierto, es la elevada concentración de metabolitos secundarios que hacen a las especies tolerantes a la sequía a través de diferentes mecanismos fisiológicos de adaptación; otra característica de algunas especies es lo caprichoso de su morfología y anatomía que conducen a la evasión del déficit de humedad, algunas otras escapan a la hostilidad del clima aprovechando el escaso tiempo de humedad para completar su ciclo reproductivo. El hombre a través del tiempo ha logrado dar valor comercial a varias de las diferentes características de las especies de zonas áridas, tal es el caso de los aceites, taninos, fibras, ceras, ornamentales y energéticos. Entre las especies más usadas en estos ecosistemas están los Magueyes (*Agave* spp), el orégano (*Lippia berlandieri* Sch.), la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), la jojoba (*Simonsia chinensis*) y algunas cactáceas como *Opuntia* spp, etc.; sin embargo, en la actualidad, las poblaciones de las especies con valor económico de zonas áridas están siendo aprovechadas a

intensidades que están provocando una gradual desaparición de dichos recursos afectando así el potencial productivo de las diferentes comunidades, generando además alteraciones en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

En el sureste del estado de Zacatecas, Méx., los ecosistemas forestales semiáridos con vegetación micrófila, espinosa y rosetófila forman un complejo mosaico de comunidades vegetales, donde el *Maguey* (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) es una especie con gran potencial para la elaboración de bebidas fermentadas y destiladas. De la misma manera en la región se aprovechan otras especies del ecosistema forestal como *Acacia* spp, *Opuntia* spp., *Prosopis* spp. y algunas gramíneas para alimentar al ganado que se encuentra en sistemas extensivos de pastoreo.

Durante la década de los 90 en el siglo XX el auge en la comercialización del tequila generó una fuerte demanda de materia prima, por lo que el *maguey verde* (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) representó una alternativa complementaria para cubrir una parte de la demanda de azúcares complementarios para la elaboración de este producto; no obstante, las condiciones de mercado y el desconocimiento de los valores económico y ecológico de los recursos, han propiciado un decremento en el capital natural, bajo impacto económico, y por ende no se ha propiciado un desarrollo en la calidad de vida de los habitantes de la región.

Situaciones similares han sido identificadas en diversos sectores productivos de distintas regiones del mundo. Al respecto se han realizado iniciativas que buscan integrar índices que diagnostiquen el comportamiento de sistemas, subsistemas y factores relacionados con la calidad de vida y la estabilidad de los recursos naturales. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) cuyo valor óptimo hace referencia a que los seres humanos deben disfrutar de una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos y tener acceso a los recursos necesarios para lograr un nivel de vida digno, el Índice de Marginación (IM) que involucra indicadores de grado educativo, acceso a servicios y el nivel de ingreso de la sociedad, y más recientemente, el Índice de Sustentabilidad Ambiental (ISA) que evalúa la calidad del aire en las ciudades, la calidad de los recursos hídricos, los niveles de consumo de energía, la degradación de suelos, la situación de la flora y la fauna, son ejemplos de procesos que evalúan de forma integral la influencia de distintas variables, indicadores e

índices en el proceso dinámico de desarrollo económico, estabilidad social y preservación de los recursos naturales.

Bajo la premisa de que las actividades productivas y su relación con el uso, manejo y preservación de los recursos naturales forman un sistema complejo y dinámico, cuya estructura y función varía de acuerdo con la dirección e intensidad de los factores de sus componentes, la presente investigación representa un esfuerzo por realizar una evaluación del desempeño de la sustentabilidad a nivel municipal en el sureste de Zacatecas, Méx. incorporando un grupo de indicadores propios del sistema forestal de zonas áridas donde el *Agave salmiana* ssp. *crassispina* es la especie principal bajo aprovechamiento.

METODOLOGIA

La presente investigación aborda el uso de Indicadores en un proceso de evaluación del desempeño de la sustentabilidad forestal a nivel municipal en la región de distribución de la especie *Agave salmiana* ssp. *crassispina* (Figura 1). El clima que caracteriza la región es BS1 kw (w) que corresponde al menos seco de los secos esteparios, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C y con una precipitación media anual de 450 mm (UNAM,1970; García,1981). Con base en la clasificación de suelos realizada por la FAO-UNESCO y modificada por CETENAL (1972) para el caso específico de México, en la región de estudio predominan los tipos de suelo Litosol eútrico y Xerosol háplico. El tipo de vegetación característico de la región es el Matorral xerófito en el que conviven especies de la familia *Cactaceae* como las *Opuntias* (nopales), especies micrófilas como *Larrea divaricata* y *Jatropha dioica*, y matorrales espinosos (Rzedowski, 1978).

El estudio aborda la teoría de sustentabilidad en función de los tres sistemas clásicos de la misma (Económico, Ecológico y Social) e incorpora ocho indicadores relacionados con el uso y manejo del Agave como principal especie comercial del ecosistema forestal.

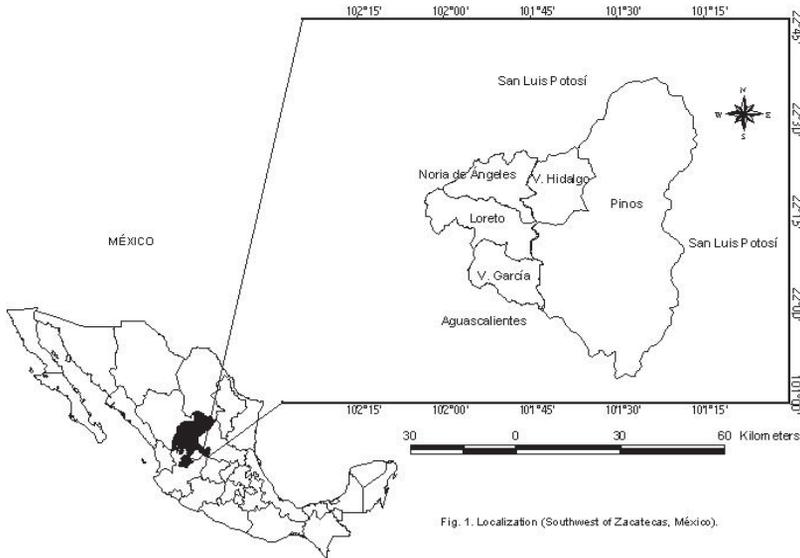


Fig. 1. Localization (Southwest of Zacatecas, México).

Figura 1. Área de estudio

El proceso metodológico estuvo integrado por tres etapas distintas: La primera fue la selección de los Indicadores de sustentabilidad, la segunda la recopilación de información para integrar una matriz de valores de los indicadores, y la tercera el análisis de la información.

SELECCIÓN DE LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Se partió del grupo de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad para la toma de Decisiones en Latinoamérica y el Caribe (Winograd, 1995), los cuales fueron generados usando el modelo Presión - Estado - Respuesta (OCDE, 1993). Posteriormente se realizó una selección de indicadores con la finalidad de contar con una lista de aquellos que puedan ser monitoreados a escala local. Las condicionantes para decidir la pertinencia de un indicador fueron las siguientes:

Que el indicador sea posible de monitorear a escala local, que se pueda medir periódicamente, que revele la dirección del cambio, que exista disponibilidad de datos de calidad, y que sea simple y de fácil comprensión.

Una vez realizada la selección se integro una matriz con 30 indicadores preliminares, a los cuales se anexaron ocho indicadores para verificar la influencia del aprovechamiento del agave en el desempeño sustentable de la región. Los ocho indicadores

están relacionados con la estructura y dinámica poblacional de la especie. Estos indicadores son: 1. Volumen aprovechado de agave, 2. Precio del agave, 3. Numero de especies forestales de interés comercial, 4. Superficie de maguey aprovechada, 5. Cobertura de los recursos forestales, 6. Condición de erosión de suelos, 7. Condición del manto freático y 8. Densidad de Agaves.

Una vez integrada la matriz de indicadores preliminares e incluidos los indicadores del sistema forestal relacionados con la especie de interés, se diseñaron los indicadores definitivos los cuales están integraos por uno o más indicadores preliminares (Ej. Densidad de población = Habitantes / superficie; grado de analfabetismo = Población menor a 15 años que no sabe leer / Población menor a 15 años que sabe leer).

Para la integración de los indicadores se consideraron las siguientes premisas:

1. Que la información que integra cada indicador, provenga de fuentes confiables, o provengan de la aplicación de una metodología confiable y sencilla.
2. Que los indicadores sociales posean relación con los conceptos de “Desarrollo Humano y Marginación”, los indicadores económicos con “Ingreso, Bienestar económico”, y los ecológicos con el concepto de “Sustentabilidad ambiental” referido al uso, manejo y preservación de los recursos forestales.
3. Cada indicador proporciona información referida a la escala estudiada (Local, tomando como límite subjetivo la información a nivel municipal).
4. Que sea posible determinar si lo deseable será un valor bajo o un valor alto del indicador.
5. Que no sea redundante con otro indicador.
6. Preferentemente que corresponda a un indicador relativo, de manera que exista la posibilidad de comparación entre las diferentes entidades evaluadas.

Finalmente se integró La lista final está integrada por 22 indicadores definitivos, que abordan aspectos del los tres sistemas que integran la teoría general de sustentabilidad (Económico, Ecológico y Social).

MONITOREO DE LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

La información que verifica las variables socioeconómicas, se obtuvo de diversas fuentes federales y estatales, tales como el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Consejo Nacional de Población (CONAPO), Presidencias Municipales, Gobierno del estado de Zacatecas, Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional del Agua (CNA). Las variables ecológicas se obtuvieron de fuentes de información encargadas del monitoreo de indicadores ambientales como SEMARNAT, CONAFOR, SAGARPA, INE, CONAGUA, INEGI.

Por otra parte, para detectar cambios en el uso del suelo y grado de cobertura vegetal, se realizó el análisis especial de información digital de vegetación, suelos, relieve, características del manto freático y condición de erosión de suelos, correspondiente a los años 1990, 1996 y 2000, mediante el uso de coberturas digitales proporcionadas por el Instituto Nacional de Ecología, las cuales fueron elaboradas a partir del uso de Imágenes de satélite LAND SAT TM7, y refieren la información digital a una escala 1:250 000. Para estimar indicadores como el grado de aprovechamiento del maguey, su distribución y abundancia, y la riqueza específica en las comunidades forestales, se usó la información que se obtuvo al realizar la caracterización ecológica del ecosistema a través de un muestreo forestal.

CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD

El IS se integra por tres componentes básicos:

Para la construcción de los índices de sustentabilidad sintéticos se aplicó el siguiente procedimiento con base en las ecuaciones a partir de las cuales se ha estimado el Índice de Desarrollo Humano.

Sea i un indicador del IS para un año en particular, en las entidades X_1, X_2, \dots, X_5 , donde X_i corresponde a cada municipio estudiado. Se establece como Indicador Relativo para la construcción del Índice de Sustentabilidad, al valor resultado de la aplicación de las ecuaciones 1 y 2, según se desee. Si un Indicador se aproxima a la sustentabilidad en valores altos, entonces se aplica la siguiente ecuación.

$$I.R. = (Xi - X \text{ min}) / (X \text{ max} - X \text{ min})$$

Donde: X_i es el valor registrado para el indicador i del municipio X , mientras que X_{max} y X_{min} son los valores máximo y mínimo observados para el indicador i en el conjunto de municipios, para el mismo año.

Si un Indicador se aproxima a la sustentabilidad en valores bajos, entonces se aplica la siguiente ecuación.

$$I.R. = (X \text{ max} - Xi) / (X \text{ max} - X \text{ min})$$

Donde: X_i es el valor registrado para el indicador i del municipio X , mientras que X_{max} y X_{min} son los valores máximo y mínimo observados para el indicador i en el conjunto de municipios, para el mismo año.

A la sumatoria de la totalidad de indicadores relativos, se ha denominado Índice de Sustentabilidad, y fue construido con base en la siguiente ecuación.

$$ISM = \sum_{i=1}^n RI_S \times 9/27 + \sum_{i=1}^n RI_E \times 7/27 + \sum_{i=1}^n RI_F \times 11/27$$

$$ISM = (IR_{s1} + IR_{s2} + \dots + IR_{s9}) * 9/27 + (IR_{E1} + IR_{E2} + \dots + IR_{E7}) * 7/27 + (IR_{F1} + IR_{F2} + \dots + IR_{F11}) * 11/27$$

Donde IR_{si} son los índices relativos de los indicadores sociales, IR_{Ei} son los índices relativos de los indicadores económicos y IR_{Fi} son los índices relativos de los indicadores ecológicos.

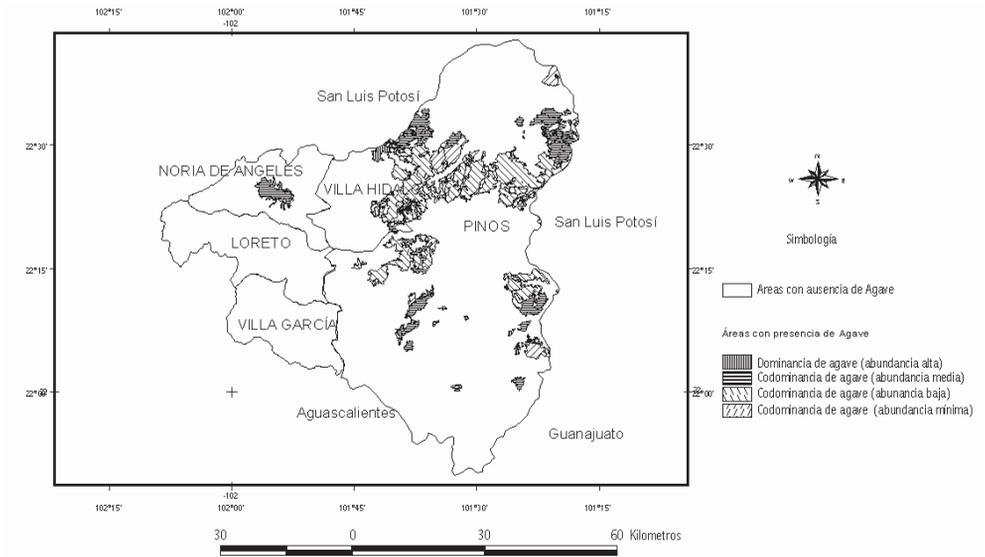
Los 10 indicadores contemplados en el sistema ecológico, han sido utilizados para la construcción del Índice de Sustentabilidad Forestal, dado por la ecuación.

$$ISF = \sum_{i=1}^n RI_F / 11$$

RESULTADOS

Agave salmiana ssp *crassispina* es una especie que se encuentra distribuida en la región centro-norte del municipio de Pinos, en la parte oeste del municipio de Villa Hidalgo, y una población que se encuentra en la parte central del municipio de Noria de Ángeles en el sureste de Zacatecas (Figura 2). Estos tres municipios conforman el área de estudio, y en ellos se realizó el muestreo de campo para identificar los valores de los indicadores ecológicos y forestales relacionados con la estructura y densidad del agave, así como algunos atributos de las comunidades vegetales de la región.

Se ha estimado que el agave ocupa una superficie de 59,394 ha, de las cuales 1,142 ha se encuentra con densidades altas en el número de agaves por hectárea, y en 58,253 hectáreas se encuentra con diferentes densidades formando parte de diferentes comunidades vegetales como nopaleras, matorral inerme, matorral subinerme y con un grado menor de abundancia.



Mapa 2. Área de distribución del Agave.

El Mapa 2 fue elaborado mediante el uso de cartografía de uso del suelo (CETENAL, 1979) y actualizado con el apoyo de un análisis fotogramétrico y verificación de sitios de muestreo en campo. A continuación se describen los resultados encontrados al

construir el índice de sustentabilidad para la región de estudio, a partir de una serie histórica de los valores de indicadores de sustentabilidad previamente seleccionados.

Cada indicador ejerció la misma importancia y peso sobre la construcción del índice; sin embargo, se ha considerado un mayor número de indicadores del sistema ecológico, al que se han sumado indicadores llamados “Forestales”, los cuales tienen relación con la estructura y dinámica de las poblaciones de *Agave* en la región sureste del estado de Zacatecas.

Se ha propuesto como Modelo el estudio del desempeño de la sustentabilidad en la región donde se distribuyen la especie *Agave salmiana* ssp *crassispina*, como una alternativa para describir los efectos del incremento en las tasas de aprovechamiento de agave en los últimos años; sin embargo, el método para estimar la sustentabilidad y el modelo seguido en la presente investigación, puede acoplarse para evaluar el desempeño de la sustentabilidad en diferentes ecosistemas donde se tengan especies comerciales bajo manejo.

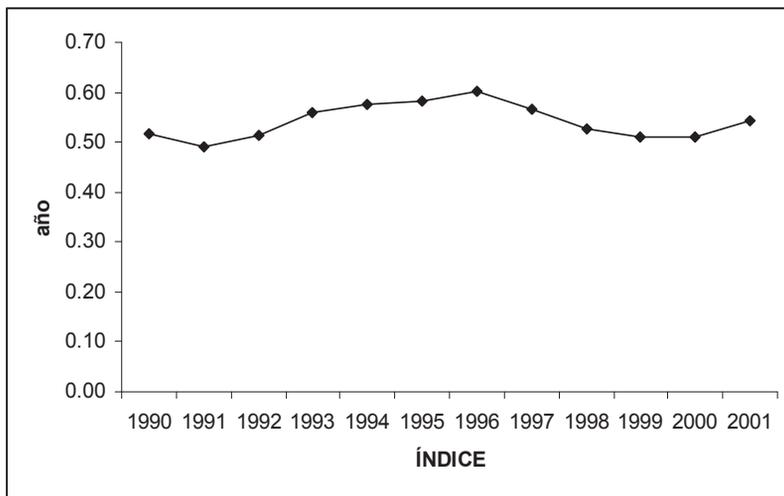
La aplicación de las ecuaciones a partir del uso de los indicadores de sustentabilidad, han dado como resultado la obtención del índice de sustentabilidad, el cual obtiene valores continuos dentro de un intervalo comprendido entre 0 y 1 (cero y uno). Los valores del índice han sido clasificados jerárquicamente de la siguiente manera: 0-0.5 bajo, 0.51 – 0.7 medio bajo, 0.71 – 0.8 medio alto, 0.81 – 1.0 alto.

La grafica 1 muestra el desempeño del índice de sustentabilidad en el periodo (1990-2001). Se observa un incremento en el índice de sustentabilidad en los primeros cinco años del periodo. Al comparar el índice con los indicadores de sustentabilidad, se observan tasas de crecimiento poblacional menores en los años 1990 – 1995, por otra parte, la presión sobre los recursos naturales (cobertura vegetal, No e plantas, % de cambio en el uso del suelo) fue menor en ese periodo; sin embargo, el índice en este periodo no presenta cambios fuertes, de tal manera que permanece en la misma categoría Medio Bajo, inicia en 1990 con un valor de 0.52 y alcanza su máximo en 1996 con 0.60 como se muestra en la Tabla 1.

En el periodo de 1997 – 2000 se observa un decremento en el índice. Se atribuye este decremento al aprovechamiento mayor que se tuvo sobre el agave en específico en este periodo, ya que a partir de 1997 de una superficie aprovechada de 705 ha se pasa a

superficies de 8 000 ha y más, disminuyendo a 5 888 en el año 2001 (cifras reportadas a la SEMARNAT y las otorgadas por la Organización de Magueyeros Zacatecanos). Este incremento en la superficie y volumen aprovechado, tiene una clara influencia en el comportamiento de otros indicadores como la Densidad de Agaves, la Tasa de reclutamiento, El cambio en el uso del suelo, y el No de plantas por ha, lo cual genera que el índice de sustentabilidad disminuya, gradualmente.

Pese al decremento del índice de sustentabilidad, este se mantiene en el mismo nivel jerárquico (Medio Bajo), lo cual hace suponer que el sistema en conjunto ha soportado la presión sobre los recursos; sin embargo, alerta a que se deben iniciar prácticas de manejo que incrementen los valores de los diferentes indicadores, poniendo especial atención en una valoración real del Agave y del ecosistema, pues la influencia de los indicadores económicos ha sido débil en el desempeño del índice.



Grafica 1. Índice de sustentabilidad para el área de distribución del Agave.

La gráfica 1 muestra una representación gráfica del desempeño de la sustentabilidad, se observa que a pesar de los leves incrementos y decrementos del índice, este se mantiene en el mismo intervalo jerárquico de sustentabilidad (0.5 – 0.7 MEDIO BAJO).

Tabla 1. Desempeño del índice de sustentabilidad en el área de distribución del Agave

AÑO	Índice de sustentabilidad
1990	0.52
1991	0.49
1992	0.51
1993	0.56
1994	0.58
1995	0.58
1996	0.60
1997	0.57
1998	0.53
1999	0.51
2000	0.51
2001	0.54

La Tabla 1 muestra los valores que adquirió el índice de sustentabilidad a partir de 1990 hasta el año 2001, se observa un incremento en el periodo 1990-1996 y un decremento en el periodo 1996-2000, volviendo a incrementar en el año 2001. Al contrastar el comportamiento del índice con los indicadores de sustentabilidad a partir de los cuales fue construido, se asume que los indicadores de presión del sistema ecológico forestal, y los indicadores de crecimiento poblacional, densidad de población y número de habitantes por vivienda, son los que ejercen tienen mayor influencia en el incremento o decremento del índice de sustentabilidad.

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICO FORESTAL Y SU RELACIÓN CON LOS ÍNDICES SOCIAL Y ECONÓMICO.

Con la finalidad de evaluar el desempeño de índices para cada sistema que integra la teoría de sustentabilidad, se evaluaron de manera independiente los índices de los sistemas social, económico y ecológico forestal, comparando además el comportamiento de los índices entre los municipios estudiados.

El índice de sustentabilidad social muestra tendencias de crecimiento positivas para los tres municipios, y se observa un crecimiento continuo durante todo el periodo; sin

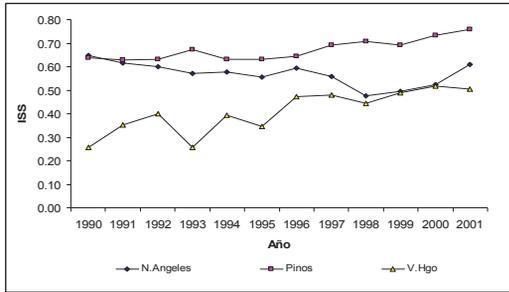
embargo, al realizar comparaciones entre municipios existen diferencias marcadas, de tal manera que el municipio de Pinos presentó los índices mas altos, con un incremento de 0.64 a 0.76 en el periodo 1990 – 2000; sin embargo, fue a partir del año 1998 que el índice arrojó valores clasificados en el intervalo de sustentabilidad medio alto, lo cual muestra el reflejo de una mejora en el acceso a servicios y decrementos en la tasa de crecimiento poblacional para este municipio. Por su parte para el municipio de Villa Hidalgo, se han estimado los índices sociales más bajos, en este caso la tasa de crecimiento poblacional ha tenido gran influencia, ya que para 1990 – 1995 se reportan valores superiores al 3.5 %, casi cuatro veces mayor a las tasas de crecimiento reportadas en los municipios de Pinos y Noria de Ángeles. Estos incrementos generaron aumentos en los valores la densidad de habitantes, y refleja menores proporciones en el acceso a servicios, por tanto los indicadores muestran valores más bajos que en los otros dos municipios estudiados, y finalmente se refleja en valores bajos al construir los índices de sustentabilidad.

Para el municipio de Noria de Ángeles, se observa un decremento continuo y estable en el índice de sustentabilidad social pasando de 0.65 en 1990 a 0.48 en 1998, y posteriormente nuevamente incrementa hasta 0.61 en el año 2001. El índice no mostró variaciones grandes en el periodo estudiado manteniéndose en el nivel Medio Bajo con excepción de los años 1996 y 1997 en los que bajó de 0.5 a el nivel Bajo.

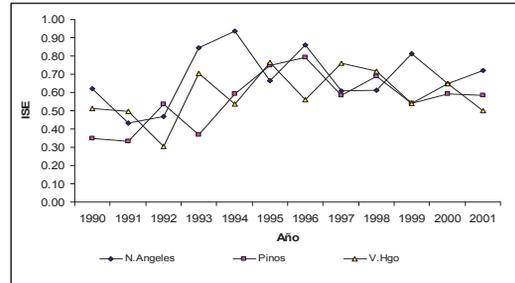
Al graficar los índices del sistema económico (Grafica 2) para los tres municipios en los que se realizó el estudio, se observa un incremento en el periodo 1990 – 1994, y posteriormente un comportamiento más estable a partir de 1995.

A diferencia del índice social, el índice económico presentó valores más altos en los municipios de Noria de Ángeles y Villa Hidalgo, y los valores más bajos en el municipio de Pinos. En el municipio de Villa Hidalgo se presentó el mas bajo índice social; sin embargo, el índice económico presenta en general valores superiores a 0.5, lo que indica que valores altos en los indicadores económicos no necesariamente implican la existencia valores altos en los indicadores sociales, y viceversa, pues en el municipio de Pinos el índice de sustentabilidad social fue superior a 0.6 mientras que en el índice de sustentabilidad económico presenta valores menores a 0.5 en el periodo 1990-1993 y valores en promedio de 0.59 el resto del periodo. Por su parte el municipio de Noria de Ángeles presenta los

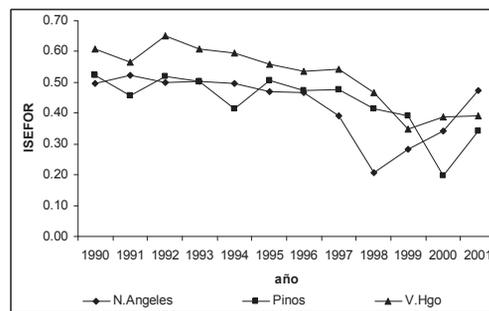
índices económicos más altos con valores e sustentabilidad calificados como medios altos (mayores a 0.7).



Sustentabilidad social.



Sustentabilidad económica



Sustentabilidad Forestal

Grafica 2. Desempeño de los índices de sustentabilidad Ecológico Forestal, Económico, y Social para cada municipio del área de distribución el agave.

En relación con el índice de sustentabilidad ecológico forestal, el desempeño en el periodo 1990 – 2000 mostró un decremento generalizado, con un decremento más acelerado a partir de 1997. El municipio que presenta los más altos índices en el periodo 1990 – 1997 es Villa Hidalgo, en este municipio, las poblaciones de Agave presentan más alta densidad y las tasas de reclutamiento por tanto son mayores; sin embargo, el incremento en las tasas de aprovechamiento a partir de 1997, hace que el índice de sustentabilidad disminuya más rápidamente. Una situación similar pasa con los municipios de Noria de Ángeles y Pinos.

Es notable que mientras los índices social y económico crecen y en algunos periodos permanecen constantes en el tiempo, el índice de sustentabilidad forestal decrece gradualmente. Estas graficas muestran que si ha existido deterioro en el ecosistema ecológico forestal, el cual se encuentra en niveles de sustentabilidad considerados como BAJOS, y que el deterioro esta causado por un aprovechamiento de recursos carente de manejo, ya que las tasas de reforestación no son semejantes a las de aprovechamiento, el

cambio en el uso del suelo también incrementa negativamente, incrementa la condición de erosión del suelo y la cobertura vegetal disminuye, lo cual indica una falta de planeación en el manejo de los recursos. Por otra parte se muestra también que el aprovechamiento de los recursos forestales, no muestra un impacto directo en el nivel de vida de la sociedad, al menos en el sector primario.

CONCLUSIONES.

El modelo usado para medir la sustentabilidad representa una alternativa sencilla para evaluar el desempeño de cualesquier actividad productiva que realice la sociedad en la que involucre el aprovechamiento de una especie; sin embargo para no cometer errores de interpretación se deberá tener especial atención en:

- a) Contar con series históricas de información para cada entidad estudiada
- b) Contar con información confiable y clara.
- c) Poner especial atención al sentido de los indicadores, Ej. una cobertura vegetal menor afectará negativamente a la sustentabilidad; sin embargo, a mayores tasas de reforestación, el efecto sobre el índice de sustentabilidad será mayor, por tanto cada indicador se evaluará de manera independiente con las ecuaciones propuestas.

En materia forestal, al igual que algunos indicadores sociales y económicos, los indicadores densidad de agaves, tasa de reclutamiento, cobertura vegetal, número de plantas por ha, no son medidos periódicamente, por lo que se requieren de arduo trabajo de campo para obtenerlos.

Las instituciones gubernamentales del sector, deberán hacer un gran esfuerzo por monitorear periódicamente indicadores que revelen la dirección del cambio en los tres sistemas que integran la teoría de sustentabilidad, de tal manera que en el mediano plazo sea posible contar con información confiable y series que permitan implementar no solo procesos de evaluación, sino proceso de simulación que puedan ser incorporados a los esquemas de manejo de los recursos.

La conservación y el manejo de los ecosistemas forestales es de vital importancia ya que de ello dependen recursos que se han convertido en temas de seguridad nacional como el agua, el suelo y la biodiversidad.

En el caso especial del agave, se ha identificado que el crecimiento poblacional tiene un efecto negativo sobre la sustentabilidad, y afecta considerablemente al ecosistema ecológico forestal; sin embargo, el aprovechamiento de los recursos, no refleja un incremento significativo en el nivel de vida de la sociedad, ni refleja un crecimiento en los indicadores económicos del sector primario.

La estructura y dinámica de las poblaciones del Agave, al igual que algunos atributos del ecosistema como cobertura vegetal, cambio en el uso del suelo, condición de erosión del suelo y condición del manto freático, están altamente influenciadas por las tasas de aprovechamiento de la especie. Lo cual se reflejó en disminución del índice de sustentabilidad forestal a partir de 1997, año en el que se incrementó considerablemente la superficie aprovechada de agave.

El índice de sustentabilidad fue menor a 0.60 para todo el periodo estudiado, este valor lo ubica en un grado de sustentabilidad MEDIO BAJO, lo cual indica que se requieren grandes esfuerzos por mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región, elevar los niveles de desarrollo económico, así como la promoción de un mejor control sobre el aprovechamiento de los recursos.

Los índices de sustentabilidad referidos al sistema social y económico, no mejoran en el tiempo al hacer uso de los recursos naturales, lo cual indica que la riqueza generada por el aprovechamiento de los recursos, no esta siendo retribuida al sistema primario, por lo que sería recomendable realizar una valoración económica del recurso, a fin de incrementar el valor de la materia prima que representan los agaves en la región.

Es posible aplicar la metodología para evaluar el desempeño de la sustentabilidad en ecosistemas forestales referidos a cualesquier ambiente (árido, templado ó tropical), y puede ser aplicada tanto a nivel municipal como a nivel de unidades de producción o predios bajo manejo como es el caso de las autorizaciones y ejecuciones de Programas de Manejo Forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables, y Estudios Técnicos Justificativos para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables, los cuales son autorizados y verificados por la SEMARNAT para el manejo de los recursos.

BIBLIOGRAFÍA

Barkin David and Pailles Carlos. 1998. *Water as an instrument for sustainable regional development*. Arid Lands News Letter. Vol. 44. 10 p.

Bridge, S., P. Wright y R. Ríos. 2002. *Criterios e indicadores del manejo sustentable de los bosques: relaciones entre las iniciativas de escalas múltiples*. Documento distribuido en la XXI Sesión de la Comisión Forestal de América del Norte del 22 al 25 de octubre de 2002. Hawaii.

CCFM. 2000. *Criteria and indicators of sustainable forest Management in Canada: National Status 2000*. Canadian Council of Forest Ministres. Natural Resources Canada. Ottawa. 122 p.

Charrier, Bertrand. 1998. *Involvement of civil society in international rivers management*. Internet: <http://www4.gve.ch/gci/DigitalForum/digiforum/speeches/BCWaterParis.html>

Floyd, D. W., S. L. Vonhof, H. E. Seyfang, J. Heissenbuttel, R. Cantrell, L. Stocker, B. Wilkinson, and K. Connaughton. 2001. "Forest sustainability: A discussion guide for professional resource managers", *Journal of Forestry* 99 (2): 8 – 31.

Froger, G. P. Meral and V. Herimandimby. 2004. *The expansion of participatory governance in the environmental polices of developing countries: the example of Madagascar*. *International Journal of Sustainable Development*. 7 (2): 164-184.

García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. (Para adaptarlo a las condiciones de la republica mexicana). 3ra. Edición, México, D.F.

Gleick, Peter. 1998. *Conflict and cooperation over fresh water*. *Global Green Newsletter* 4(2): <http://www.globalgreen.org/conflict.html>

INE. 2000. *Cartografía Espacial del Inventario Nacional Forestal. Información digital*. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT, Méx. D. F.

- Lorek, S. Y J. H. Spangenberg. 2001. *Indicators for environmentally sustainable household consumption*. International Journal of Sustainable Development. 4(1):101-120.
- Martin, A. Y M. Lemon. 2001. *Gender y forestry: integrating local knowledge into environmental planning y management*. International Journal of Sustainable Development. 4(3):265 - 281.
- Masera, O., M. Astier, y S. López-Ridaura. 1999. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales, el marco de evaluación MESMIS*. MUNDI-PRENSA. GIRA e Instituto de Ecología UNAM. México D.F.109.
- Metzger K.L., Coughenour M.B., Reich R.M. and R.B. Boone. *Effects of seasonal grazing on plant species diversity and vegetation structure in a semi-arid ecosystem*. Journal of arid environments. 61(1):147-160.
- Mollard, A. y A. Torre. 2004. *Proximity, territory y sustainable management at the local level: an introduction*. International Journal of Sustainable Development. 7(3):221 - 236.
- Narváez, F. R., P. Wright, M. Martínez S., S. Alvidrez V., L. Iglesias G., L. A. Domínguez P., S. V. Gómez H., S. G. Rodríguez G., G. Montes O., J. A. Molina S., C. I. Martínez B., y A. Bojórquez Ch. 2003. *Criterios e Indicadores: Una Herramienta Para Evaluar la Sustentabilidad del Manejo Forestal en Bosques Templados y Tropicales*. Tema didáctico Núm. 2. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Madera, 53p. Chihuahua, México.
- Parto, S. 2004. *Sustainability y the local scale: squaring the peg?*. International Journal of Sustainable Development. 7(1):76 - 97.
- Prabhu, R., C.J.P. Colfer, P. Venkaterswarlu, L.C. Tan, R Soekmadi, E. Wollenberg. 1996. *Testing criteria and indicators for sustainable management of the forest: Phase I Final Report*. Jakarta, Indonesia: Center of international Forestry Research.

Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo y Gobierno de la República Argentina. 2005. *Manejo Sustentable de Ecosistemas Áridos y Semiáridos para el Control de la Desertificación en la Patagonia*. Documento proyecto PNUD – Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Buenos Aires, Argentina. 56 p.

Programa Frontera XXI. 2000. *Promoción del desarrollo sustentable a lo largo de la frontera: desafíos y LOGROS. Programa Frontera XXI México*. Estados Unidos. Reporte de avance 1996 – 2000. México. 16 p.

Rodríguez, F. C. 1997. *Criterios e indicadores de la actividad forestal sustentable*. Memoria del Seminario sobre Sistemas de Manejo Sustentable de los Recursos Forestales. AMPF. SEMARNAP. INIFAP. CNIM. 15-25p. México.

Rzedowski, R. J. 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA. México D.F. 432 p.

Tecsult Internacional LTD. 2000. *Criterios e Indicadores de Manejo Forestal Sustentable*. Tecsalt Internacional LTD. 69 p.

UNAM. 1970. *Carta de Climas “San Luis Potosí 14 Q-I” escala 1:500,000*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Secretaría de la Presidencia. Gobierno de la República.

Winograd, M. 1995. *Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe*. Documento para discusión Taller regional sobre uso y desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad. PNUMA-CIAT. México. 14-16 de Febrero 1996.

Woodley, S. J., Alward, G., Gutierrez, L. I., Hoekstra, T. W., Holt, B., Livingston, L., Loo, J., Skibicki, A., Williams, C. y Wright, P. 2000. *North American test of criteria and*

indicators of sustainable forestry, USDA-Forest Service. Inventory and Monitoring Institute, Report No. 3. Fort Collins, CO.