

## Evaluación de la sustentabilidad del sistema de papel amate\*

### Sustainability assessment of bark paper system

María Janet Fuentes Castillo<sup>1</sup>, Mercedes Aurelia Jiménez Velázquez<sup>1§</sup>, José Luís García Cué<sup>1</sup> e Ignacio Caamal Cauich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México C. P. 56230, Tel: 5558045931. (jfuentes352@gmail.com; jlgcue@colpos.mx). <sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, México, C. P. 56230. Tel: 5959521674. (icaamal82@yahoo.com). <sup>§</sup>Autora para correspondencia: mjimenez@colpos.mx.

#### Resumen

La investigación tiene por objetivo analizar la producción artesanal de papel amate para identificar el estado de sustentabilidad en que se encuentra, determinando la situación actual de su materia prima y su importancia económica. El lugar que mantiene su producción es la comunidad otomí de San Pablito, Pahuatlán, Puebla: es la corteza del árbol de jonote (*Ficus pentiolaris*) principal materia prima para su producción. El incremento de su demanda, ocasiona el agotamiento del recurso forestal y contaminación del río San Marcos. Se aplicó un cuestionario a 76 familias artesanas y el marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (Masera *et al.*, 2000), se analizaron 12 indicadores de las dimensiones ambiental, económica y social. Resultando muestran que el sistema actual es menos sustentable en relación al pasado, consecuencia de la escasez de materia prima en la comunidad, uso de químicos que contaminan los recursos hídricos y poca organización de los artesanos.

**Palabras clave:** dimensión ambiental, desarrollo sustentable, MESMIS, pueblo otomí.

#### Abstract

The research aims to analyze the handmade production of bark paper to identify its sustainability status, determining the current status of their raw materials and their economic importance. The place that keeps its production is Otomi village of San Pablito, Pahuatlán, Puebla: it comes from the bark of jonote tree (*Ficus pentiolaris*) main raw material for production. The increase in its demand causes the depletion of forest resources and pollution of San Marcos River. A survey was applied to 76 artisan families and the framework for the evaluation of natural resources management systems incorporating sustainability indicators (Masera *et al.*, 2000), 12 indicators of environmental, economic and social dimensions were analyzed. Results show that the current system is less sustainable in relation to the past, due to the scarcity of raw materials in the community, use of chemicals that pollute water resources and poor organization of artisans.

**Keywords:** environmental dimension, MESMIS, Otomi people, sustainable development.

\* Recibido: julio de 2014  
Aceptado: diciembre de 2014

## Introducción

En antecedentes del proceso de elaboración de papel se encuentran referencias a través de la escritura pictográfica y características semánticas en los glifos, así como se infiere su importancia desde antes de la Conquista. En cuanto a la materia prima utilizada para su elaboración, existen discrepancias entre las investigaciones de cronistas evangelizadores: Bernal Díaz del Castillo escribió acerca del papel *amatl*, mientras tanto Francisco López de Gómara, Motolinía y Francisco Javier Clavijero hablan de un papel hecho de maguey (*Agave americana*).

Por tanto, el Papel Amate, se describe como una práctica que se remonta al México prehispánico, la sutil descripción Pedro Mártir de Anglería y Francisco Hernández en el siglo XVI son una prueba que la técnica de elaboración de este papel que sobrevive en la actualidad, procede del saber mesoamericano antiguo (Jiménez, 2010).

Ante la insuficiencia de recursos económicos provenientes de la actividad agrícola, los habitantes de San Pablito fueron privilegiando la elaboración de papel amate como medio de supervivencia, siendo el árbol de jonote (género ficus) su principal materia prima. Esta actividad pronto se convirtió en la más redituable para los otomíes de la Sierra Norte de Puebla. Su demanda, se incrementó de manera exponencial, pues no sólo debían abastecer a pintores del estado de Guerrero, también debían cubrir la demanda de hojas para su comercialización en el extranjero.

Al contar con materia prima suficiente parecía ser un medio de posible crecimiento económico para la comunidad, la demanda era tal que todos los artesanos del pueblo podían verse beneficiados porque habían sido instruidos en el antiguo arte del *amatl*. Sin embargo, al abandonar la actividad agrícola, aunado al uso intensivo y explotación de corteza que no fue acompañada con la reforestación de nuevos árboles, implicó el deterioro inevitable de la materia prima y su posible desaparición (Alonso, 2007). No obstante esa situación, hoy los artesanos de San Pablito continúan con la tradición de elaborar papel amate y sigue siendo el principal medio de supervivencia. Por otra parte, la lejanía del recurso maderable (árboles de jonote) de San Pablito originó cambios en la recolección de corteza, actualmente se ven en la necesidad de comprarla, lo que conlleva a alteraciones en la calidad del producto y aumento en sus costos de producción.

## Introduction

In history of papermaking process are referrals through pictographic writing and semantic features in glyphs, and their importance data from before the Conquest. As for the raw material used in its manufacture, there are discrepancies between researches from evangelizers chroniclers: Bernal Díaz del Castillo wrote about *amatl* paper, meanwhile Francisco López de Gómara, Motolinía and Francisco Javier Clavijero talk about paper made from maguey (*Agave americana*).

Therefore, Bark Paper is described as a practice that dates back to pre-Hispanic Mexico, the subtle description of Pedro Martir and Francisco Hernández in the sixteenth century are proof that the technique to manufacture this paper still survives until now, coming from ancient Mesoamerican knowledge (Jiménez, 2010).

Given the lack of financial resources from agriculture, the inhabitants of San Pablito were favoring the development of bark paper as a means of survival, being jonote tree (genus ficus) its main raw material. This activity soon became the most profitable for Otomi people from the Sierra Norte de Puebla. Its demand has increased exponentially, because not only had to supply painters from Guerrero, but also had to cover the demand of leaves for overseas marketing.

By having enough raw materials seem to be a possible mean of economic or the community, the demand was such, that all the artisans of the village could be benefited because they had been trained in the ancient art of *amatl*. However, abandoning agricultural activity, coupled with intensive use and exploitation of bark that was not accompanied by reforestation of new trees, implied the inevitable deterioration of raw material and possible disappearance (Alonso, 2007). In spite of this situation, today San Pablito artisans continue the tradition of making *bark* paper and still the primary means of survival. Moreover, the remoteness of timber resource (jonote tree) from San Pablito caused changes in the collection of bark, now they are in need to buy it, which leads to changes in product quality and increase in costs of production.

For these reasons, explaining the deterioration of jonote tree, the concept of sustainability is considered, based on growth of socio-ecological systems to achieve a relationship between the three central dimensions of sustainable development: economic, social and environmental, is

Por estas causas, al explicar el deterioro del árbol de jonote se toma el concepto de sustentabilidad, basado en el crecimiento de los sistemas socio-ecológicos para lograr una relación entre las tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable: económica, social y ambiental, se define como “proceso que permite satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de atender necesidades de las generaciones futuras”. A partir de esta idea, la percepción de sustentabilidad se ha transformado.

Así, las nociones de sustentabilidad incluyen un conjunto de procesos socio-económicos, políticos, técnicos, productivos, institucionales y culturales que están relacionados con la satisfacción de necesidades humanas (CECADESU, 2007). Varios autores(as), interpretan su versión sobre desarrollo sustentable (Pierre, 2005, Guimarães y Barcena, 2002, Leff, 2007; Bifani, 2007) en todos ellos quedan plasmados tres objetivos fundamentales: el ambiental, económico y social, es decir producir garantizando el estado natural de los ecosistemas mediante la distribución equitativa entre distintos grupos sociales.

La mayoría de las investigaciones tratan sobre la historia del papel amate: el libro “el universo del papel amate” explica acerca de los motivos que tienen los indígenas para su elaboración y decoración (Stronberg, 1982); en torno al medio ambiente el artículo “Pahuatlán: armonía con la naturaleza en peligro”, describe la problemática ambiental del municipio, consideran a la producción de amate, relacionando la percepción de los habitantes sobre sus recursos naturales y el riesgo que implica la contaminación para su estilo de vida (De la Luz *et al.*, 2004).

Robles (2011) investigó el estado actual del conocimiento de la elaboración de papel amate integra, un listado botánico con base en el compendio de especies forestales reportadas en diversas investigaciones utilizadas en la fabricación del papel amate; difunde la importancia de la especie *Trema micrantha* (L.) Blume (jonote colorado), buscando proveer información para su conservación, protección, restauración, fomento y aprovechamiento sustentable. Concluye que el estudio de esta especie en México está en una situación de rezago, derivado de falta de conocimiento que permita su atracción a la industria de transformación forestal.

Otros estudios reportan: La resistencia de los mexicanos papel amate: explorando dimensiones adicionales al concepto de desarrollo sostenible (López, 2003); La producción de papel amate en San Pablito, semillas para una

defined as "process that meets the needs of the present population without compromising the ability to meet needs of future generations". From this idea, the perception of sustainability has changed.

The concepts of sustainability include a set of socio-economic, political, technical, productive, institutional and cultural processes that are related to the satisfaction of human needs (CECADESU, 2007). Several authors, interpret their version of sustainable development (Pierre, 2005; Guimaraes and Barcena, 2002; Leff, 2007; Bifani, 2007) in all of them are reflected three main objectives: environmental, economic and social, i.e. produce ensuring the natural state of ecosystems through equitable distribution among different social groups.

Most research focuses on history of bark paper: the book "the universe of bark paper" explains the motives that Indians have for their elaboration and decoration (Stronberg, 1982); around the article "Pahuatlán: harmony with nature at risk" describes the environmental problems in the municipality, considering the production of bark, related to the perception of the inhabitants over their natural resources and threat that pollution pose to their lifestyle (De la Luz *et al.*, 2004).

Robles (2011) investigated the current state of knowledge in the elaboration of bark paper, integrates a botanical list based on the compendium of forest species reported in various investigations used in the manufacture of bark paper; disseminates the importance of the species *Trema micrantha* (L.) Blume (colorado jonote), seeking to provide information for its conservation, protection, restoration, development and sustainable use. He concludes that the study of this species in Mexico is in a state of backwardness derived from the lack of knowledge that allows its attraction to the forest processing industry.

Other studies report: resistance of Mexicans to bark paper: exploring additional dimensions to the concept of sustainable development (López, 2003); Amate paper production in San Pablito, seeds for collective organization and the article inventiveness, creativity and survival; the case of bark paper, elaborated by Ñahñus from the Sierra Norte de Puebla (López, 2010).

Regarding MESMIS methodology, there are several researches among which stand out: evaluation of maize agroecosystem sustainability in the region of Huamantla, Tlaxcala (Sánchez, 2012); sustainability analysis in small irrigation farming systems in the municipality of Tepeaca,

organización colectiva, y el artículo Ingenio, creatividad y supervivencia. El caso del papel amate elaborado por los Nāhñus de la Sierra Norte de Puebla (López, 2010).

Con respecto a la metodología MESMIS, se encuentran diversas investigaciones entre las que destacan: evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala (Sánchez, 2012); análisis de la sustentabilidad en sistemas agrícolas con pequeña irrigación en el municipio de Tepeaca, Puebla (Neri, 2008); evaluación de la sustentabilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca mediante el uso de la metodología MESMIS (Neri, 2013), aplicación del MESMIS como herramienta metodológica para la evaluación de la sustentabilidad de agrosistemas con riego en pequeño. Un análisis agroecológico del Canal San Félix, Atlixco, Puebla (Ocampo, 2009).

En este contexto la investigación tiene el propósito de analizar la sustentabilidad del sistema de producción artesanal de papel amate en la comunidad de San Pablito, ya que del corredor de comunidades indígenas del municipio de Pahuatlán, Puebla, esta localidad aún conserva la tradición y producción de este tipo de papel; así como proponer alternativas para fortalecer la sustentabilidad del sistema.

## Materiales y métodos

La población de estudio son familias artesanas de San Pablito, Pahuatlán, Puebla con 2 851 habitantes (INEGI, 2005), distribuida en 815 familias (IMSS, 2013). La muestra son 76 familias artesanas, se obtiene de forma aleatoria y probabilística (García, 2006); se aplica el método cuantitativo: un cuestionario (73 preguntas) datos analizados con estadística descriptiva, utilizando las variables de investigación (Hernández *et al.*, 2006); y el cualitativo con la técnica de observación, observación participante y encuestas (Geilfus, 2002).

Una herramienta metodológica para medir la sustentabilidad de un sistema que utiliza recursos naturales es el marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS), según Masera *et al.* (1999), el método capta la complejidad del manejo de recursos naturales, permite derivar indicadores para conocer el comportamiento de los aspectos más importantes de un sistema de manejo y conocer sus tendencias. También, permite monitorear cambios en

Puebla (Neri, 2008); assessment of the sustainability of the aquifer Cuautitlán- Pachuca using MESMIS (Neri, 2013), application of MESMIS as a methodological tool to assess the sustainability of agricultural systems with irrigation in small scale. An agroecological analysis of Canal San Felix, Atlixco, Puebla (Ocampo, 2009).

In this context, the research aims to analyze the sustainability of the system of traditional bark paper production in the community of San Pablito, since this town still preserves the tradition and production of this type of paper; thus propose alternatives to strengthen the sustainability of the system.

## Materials and methods

The study population consisted of artisan families from San Pablito, Pahuatlán, Puebla with 2851 inhabitants (INEGI, 2005), distributed in 815 families (IMSS 2013). The sample are 76 artisan families, obtained randomly and probabilistic (García, 2006); quantitative method is applied: a survey (73 questions) data analyzed with descriptive statistics, using research variables (Hernández *et al.*, 2006.) and qualitative with the technique of observation, participant observation and surveys (Geilfus, 2002).

A methodological tool to measure sustainability of a system that uses natural resources is the framework for the evaluation of natural resource management systems incorporating natural sustainability indicators (MESMIS), according to Masera *et al.* (1999), the method captures the complexity of natural resource management, allowing to derive indicators to know the behavior of the most important aspects of a management system and their trends. It also allows monitoring changes in the quality of resources and efficient use of inputs. Based on the evaluation, it proposes modifications to enhance their sustainability status in each component or key factor, enabling a comprehensive and systematic assessment (Masera *et al.*, 1999; 2000). Therefore, the research in San Pablito, Pahuatlán chooses this methodology to assess the sustainability of resource management for the production of bark paper.

General attributes, critical points and sustainability indicators related to the three areas of evaluation were defined: environmental (A), social (S) and economic (E). Finally, obtained information, is integrated using multi-criteria analysis techniques, in order to emit a judgment of value on management systems and give suggestions to improve their social- environmental dynamics.

la calidad de recursos y eficiencia en el uso de insumos. Con base en la evaluación, propone modificaciones para favorecer su estado de sustentabilidad en cada componente o factor clave, permite hacer una evaluación en forma integral y sistémica (Maserá *et al.*, 1999; 2000). Por ello, la investigación en San Pablito, Pahuatlán, opta por esta metodología para evaluar la sustentabilidad en el manejo de recursos para la producción de papel amate.

Se definieron atributos generales, puntos críticos e indicadores de sustentabilidad, relacionados con las tres áreas de evaluación: ambiental (A), social (S) y económica (E). Finalmente la información obtenida, se integra utilizando técnicas de análisis multicriterio, con el propósito de emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo y dar sugerencias para mejorar su dinámica socioambiental.

Objeto de la evaluación: sistema de producción de papel mate. Es la práctica de su producción en San Pablito, Pahuatlán, Puebla, considerada unidad básica de análisis, el taller de las familias artesanas (normalmente es el patio de su vivienda). Al abordar el objeto, se analiza el mismo sistema en una escala longitudinal temporal: «antes y después» o «pasado y presente» o retrospectiva. Se compara el estado actual de recursos y procesos de producción (2013), con los sucesos en otros momentos anteriores del sistema (1970).

Al comparar el mismo sistema en el tiempo, se define como sistema de referencia el proceso productivo de 1970 porque en esos años, aún se obtenía la materia prima de árboles ubicados en la comunidad, el proceso para ablandecer las fibras solo se realizaba con cenizas o agua con cal que se utilizaba para hervir el maíz para hacer tortillas, no se presentaba contaminación en el río San Marcos. El sistema alternativo (2013), requiere comprar materia prima, proveniente de diferentes lugares alrededor de la comunidad (Puebla, Hidalgo y Veracruz), incremento del uso de sosa caustica y cloro para el proceso de ablandecimiento y decoloración de fibras, insumos que generan una seria contaminación del río San Marcos porque los desechos de estos químicos, directamente se depositan en su afluente.

Identificación de los puntos críticos del sistema. Limitan o fortalecen la producción de papel amate se eligieron a partir de datos obtenidos con la aplicación del cuestionario, organizados por atributos (Cuadro 1).

Purpose of the evaluation: production system of bark paper. It is the practice of its production in San Pablito, Pahuatlán, Puebla, considered basic unit of analysis, the workshop of artisan families (usually the courtyard of their house). By addressing the subject, the same system is analyzed on a longitudinal time-scale "before and after" or "past and present" or retrospective. The current state of resources and production processes (2013) are compared, with the events in previous moments of the system (1970).

When comparing the same system over time, is defined as a reference system the production process of 1970 because in those years, because they still obtained raw material of trees located in the community, the process to soften fibers was performed with ash or lime water that was used to boil the corn to make tortillas and showed no contamination in the San Marcos river. The alternative system (2013), requires purchasing raw materials from different places around the community (Puebla, Hidalgo and Veracruz), increased use of caustic soda and chlorine for the softening process and bleaching of fibers, inputs that generate a serious contamination to San Marcos river, because this wastes are deposited directly on its tributary.

Identifying critical points in the system. Limit or enhance the production of bark paper; were chosen from data obtained with the application of the survey, organized by attributes (Table 1).

**Cuadro 1. Puntos críticos del sistema de producción de papel amate.**

**Table 1. Critical points of the production system of bark paper.**

| Atributos                               | Puntos críticos                                                               |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Productividad                           | Aumento de los costos de producción                                           |
| Estabilidad, resiliencia, Confiabilidad | Recursos naturales degradados<br>Creciente interés de las nuevas generaciones |
| Adaptabilidad                           | Disponibilidad de recursos<br>Resistencia a la adopción de nuevas tecnologías |
| Equidad                                 | Alta dependencia económica<br>Acaparamiento por intermediarios                |
| Autogestión                             | Baja dependencia de insumos externos<br>Poca organización comunitaria         |

Fuente: trabajo de campo, 2013.



### Selección de criterios de diagnóstico e indicadores estratégicos para la evaluación

Estos criterios, describen los atributos generales de la sustentabilidad, constituyen su vínculo entre puntos críticos e indicadores, deben ser de las dimensiones: ambiental, económica y social. En el Cuadro 2 se muestran cinco atributos con sus respectivos criterios de diagnóstico e indicadores para contar con elementos cualitativos y cuantitativos para conocer el estado de la sustentabilidad del sistema; al mismo tiempo se plantean formas de medición de indicadores y dimensión en que se ubican (Cuadro 2).

### Selection criteria of diagnostic and strategic indicators for evaluation

These criteria describe general attributes of sustainability, constitute the link between critical points and indicators, and must be from environmental, economic and social dimensions. Table 2 shows five attributes with their respective diagnostic criteria and indicators to count with qualitative and quantitative elements, to know the state of sustainability of the system; at the same time are proposed ways to measure indicators and dimension in which they are located (Table 2).

**Cuadro 2. Criterios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidad.**

**Table 2. Diagnostic criteria and indicators of sustainability.**

| Atributos                                   | Criterios de diagnóstico          | Indicadores                                         | Formas de medición                                                 | Dimensión o ámbito |
|---------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Productividad                               | Eficiencia                        | Volumen de producción                               | Cantidad de papel producido por familia                            | E                  |
|                                             |                                   | Relación beneficio/costo                            | Beneficio/costo                                                    | E                  |
| Estabilidad<br>Resiliencia<br>Confiabilidad | Degradación de recursos naturales | Consumo de agua                                     | Litros de agua utilizada por día                                   | A                  |
|                                             |                                   | Prácticas de conservación de los recursos naturales | Opinión sobre cuidado del medio ambiente                           | A                  |
|                                             |                                   | Ética en el manejo de los recursos naturales        | Opinión sobre el daño ambiental                                    | A                  |
|                                             |                                   | Uso y transmisión de prácticas tradicionales        | Trasmisión del conocimiento local a nuevas generaciones            | S                  |
| Adaptabilidad                               | Disponibilidad de recursos        | Disponibilidad de recursos naturales y humanos      | Opinión sobre disponibilidad de los recursos para producción       | E                  |
|                                             | Capacidad de cambio e innovación  | Disposición al cambio                               | Opinión sobre adopción de tecnología                               | S                  |
| Equidad                                     | Vulnerabilidad socio-económica    | Principal actividad generadora de ingreso           | (%) de ingreso que aporta la venta de papel amate                  | E                  |
|                                             |                                   | Intermediarios                                      | Opinión sobre existencia de intermediarios                         | S                  |
| Autogestión                                 | Organización                      | Dependencia de insumos externos                     | Dependencia de productos químicos e insumos y dinero externo       | A                  |
|                                             |                                   | Organización comunitaria                            | Opinión sobre la organización para la producción y venta del papel | S                  |

Fuente: trabajo de campo 2013, con base en Masera *et al.* (2000).

## Resultados y discusión

Con la información obtenida de las encuesta a familias artesanas se procedió a medir cada uno de los indicadores propuestos para hacer la evaluación. A continuación se detalla cada indicador agrupados por atributo.

## Results and discussion

With the information obtained from the survey of artisan families, proceeded to measure each of the proposed indicators to do the evaluation. Below each indicator is detailed grouped by attribute.

## I. Productividad

En la evaluación, se seleccionaron indicadores estratégicos de acuerdo al criterio de diagnóstico de eficiencia, considerando áreas de evaluación económicas y ambientales. Para ello, se seleccionaron tres indicadores estratégicos: volumen de producción, relación beneficio/costo y consumo de agua, se explican más adelante.

I-1). Volumen de producción: se consideró la producción realizada por semana de cada familia artesana medida en metros cuadrados, los resultados consideran la media del indicador que reporta  $67.86 \text{ m}^2/\text{semana}$ , genera un volumen de producción mínimo ( $18 \text{ m}^2/\text{semana}$ ) y máximo ( $180 \text{ m}^2/\text{semana}$ ) respectivamente.

I-2). Relación beneficio/costo: valor de la producción y costos se analizaron para conocer la rentabilidad de la producción de papel amate. Para esto, se considera el costo, utilizando 100 kg de corteza con ella obtienen 150 hojas, aproximadamente su tamaño es de  $40 \times 60$  (cantidad de materia prima utilizada por semana) y el ingreso por venta de artesanía. En la elaboración de esta cantidad de fibra, se necesitan diversos insumos con las cantidades siguientes: 2 kg de cal, 7 kg sosa caustica, 2 cargas de leña, 20 litros de cloro; utilizan otros enseres: una tabla para el secado del papel, una piedra volcánica para aplanar y pintura artificial (anilina). La información obtenida a través de entrevistas y encuesta aplicadas a los artesanos(as).

El costo que genera mayor pago es la mano de obra (a pesar de ser una producción familiar la cual no es remunerada monetariamente; en el análisis es necesario incluir este costo); seguido del gasto para comprar materia prima y la adquisición de insumos (varía dependiendo lo que se necesite), reporta un costo total de \$2 680.00. El beneficio por venta de papel es de \$1 500.00, por ello la relación beneficio/costo es de 0.56; es decir, por cada peso invertido el artesano solo recupera 56 centavos.

I-3). Consumo de agua: es el recurso natural más importante en la producción de papel, después de la materia prima. Por ello, se considera como indicador de sustentabilidad, contabilizada por la cantidad de agua utilizada por semana para la producción del papel, principalmente para ablandar fibras. Un consumo mínimo de 240 L y máximo de 4 500 L. Si tienen una venta sobre pedido, el uso de agua se incrementa porque requiere procesar más fibras. Para obtener el porcentaje de agua utilizada se considera la media

## I. Productivity

In the evaluation, strategic indicators were selected according to diagnostic criteria of efficiency, considering areas of economic and environmental assessment. To do this, three strategic indicators were selected: production volume, cost / benefit ratio and water consumption are explained below.

I-1). Production volume: it was considered as the production per week of each artisan family measured in square feet, the results considered an average indicator of  $67.86 \text{ m}^2/\text{week}$ , generates a minimum volume of production ( $18 \text{ m}^2/\text{week}$ ) and a maximum ( $180 \text{ m}^2/\text{week}$ ) respectively.

I-2). Cost/benefit ratio: value of production and costs were analyzed to determine the profitability of bark paper. For this, consider the cost, using 100 kg of bark, obtains 150 sheets, having a size of approximately  $40 \times 60$  (amount of raw material used per week) and income from the sale of handicrafts. In preparing this amount of fiber, various inputs with the following quantities are required : 2 kg of lime, 7 kg of caustic soda, 2 loads of wood, 20 liters of chlorine; use of other items: a table for drying paper, a volcanic stone to flatten and artificial paint (aniline). Information obtained through interviews and survey applied to artisans.

The cost that generates higher pay is labor (despite being a family production which is unpaid monetarily, in the analysis it is necessary to include this cost); followed by cost for purchase of raw materials and acquisition of inputs (varies, depending on what is needed), having a total cost of \$2 680.00 The profit from the sale of paper is \$1 500.00, so the cost / benefit ratio is 0.56; that is, for each peso invested the artisan recovers 56 cents.

I-3). Water consumption: is the most important natural resource in the production of paper, after raw material. Therefore, it is considered as indicator of sustainability, recorded as the amount of water used per week for the production of paper, primarily to soften fibers. A minimum consumption of 240 L and maximum of 4 500 L. If they have a sale on request, water usage increases because requires to process more fibers. To obtain the percentage of water used, an average of 1 191.4 L per week is considered. Comparing this data with the value of water per capita consumption of 240 L per day (CNA, 2012), the average is 71% of water used.

1191.4 L por semana. Comparando este dato con el valor de consumo per cápita de agua 240 L diarios (CONAGUA, 2012), la media representa 71% de agua utilizada.

## II. Estabilidad, resiliencia y adaptabilidad

Cuando se producen cambios ambientales, la redundancia construida por varias especies, permiten al ecosistema continuar funcionando y proporcionando los servicios ecosistémicos. Así, la biodiversidad proporciona un “seguro” o sirve como un “amortiguador” frente a fluctuaciones ambientales, debido a la diversidad de cultivos, árboles y animales responden de manera diferente a las fluctuaciones, alcanzando una comunidad más predecible o fomentando las propiedades del ecosistema. Porque estos sistemas, son el producto de un proceso co-evolutivo entre grupos étnicos interactuando con la naturaleza, por ello hay una clara relación entre ellos, ya que la comunidad depende directamente de recursos ambientales para su sobrevivencia (Altieri, 2013).

II-1). Prácticas de conservación de los recursos naturales: la deforestación en la comunidad y contaminación del río San Marcos son dos de los principales problemas que tiene este sistema de producción. El primero, en gran parte es causado por la extracción de fibra de los árboles de jonote, casi en su totalidad ha desaparecido de la comunidad; el segundo, el uso de sosa caustica una vez utilizada se depositada en el afluente de este río. Por ello, se considera como indicador la opinión de los encuestados sobre las prácticas para la conservación de sus recursos naturales. La mayoría de los entrevistados (82.8%) no realiza ninguna practica para la conservación de los recursos, las cuales serían de gran importancia para evitar problemas de deforestación y contaminación, bajarían costos de producción porque tendrían en su comunidad acceso a su principal materia prima. Por otra parte, al remplazar la sosa caustica por la ceniza y utilizar otros productos como la pulpa de café o cascara de piña, gastarían menos en esos insumos.

II-2). Ética en el manejo de los recursos naturales: la ética de la sustentabilidad debe llevar a revertir el pensamiento único globalizador y a cuestionar sus preceptos (Leff, 2007). El sistema de producción de papel amate involucra diferentes recursos naturales, principalmente el maderable e hídrico; por ello, se pregunto a los artesanos sobre el daño ambiental que provoca el uso o extracción de recursos que utilizan para elaborar su artesanía. A continuación se observa la media de cada aspecto evaluado (Cuadro 3).

## II. Stability, resilience and adaptability

When environmental changes occur, the redundancy built by various species, allow the ecosystem to continue functioning and providing ecosystem services. Thus, biodiversity provides a "safe" or serves as a "buffer" against environmental fluctuations, due to the diversity of crops, trees and animals, responding differently to fluctuations, reaching a more predictable community or promoting ecosystem properties. Because these systems are the product of a co-evolutionary process between ethnic groups interacting with nature, so there is a clear relationship between them, as the community is directly dependent on environmental resources for their survival (Altieri, 2013).

II-1). Natural resources conservation practice: deforestation in the community and pollution in San Marcos River are two of the main problems that this production system has. The first is largely caused by the extraction of fiber from jonote trees, almost extinct from the community; the second, once caustic soda is used, is deposited in the tributary of this river. Therefore, it is considered as an indicator the opinion of respondents on practices for the conservation of its natural resources. Most respondents (82.8%) does any conservation practice of resources, which would be of great importance to avoid problems of deforestation and pollution, would lower production costs because they would have access to its main raw material in their community. Moreover, by replacing caustic soda for ash and use other products such as coffee pulp or pineapple rind would spend less on these inputs.

II-2). Ethics in management of natural resources: the ethics of sustainability must lead to change the globalizing single thought and question its precepts (Leff, 2007). The production system of bark paper involves different natural resources, mainly timber and water; therefore, artisans were asked on the environmental damage caused by the use or removal of resources used to develop their craft. Then the average of each aspect evaluated (Table 3) is observed.

The questions are evaluated according to the following classification: from 0 - 0.99 nothing; 1 - 1.99 very little; 2 - 2.99 little; 3 - 3.99 a lot; 4 - 4.99 too much.

The mean average was obtained, and then expressed as a percentage to have the value of:



**Cuadro 3. Estadísticos descriptivos de la sensibilidad ecológica.****Table 3. Descriptive statistics of ecological sensitivity.**

| Ítems                    | Mínimo | Máximo | Media | Desv. Típ. | Evaluación |
|--------------------------|--------|--------|-------|------------|------------|
| Extracción de corteza    | 1      | 5      | 3.49  | 0.847      | Mucho      |
| Sosa caustica            | 1      | 5      | 3.95  | 0.951      | Mucho      |
| Cloro                    | 2      | 5      | 3.67  | 0.831      | Mucho      |
| Cenizas                  | 1      | 4      | 1.9   | 1.111      | Muy poco   |
| Otro disolventes         | 1      | 4      | 1.66  | 0.887      | Muy poco   |
| Otros productos químicos | 1      | 4      | 1.89  | 0.92       | Muy poco   |

Las preguntas se evalúan de acuerdo a la siguiente clasificación: 0 - 0.99 nada; 1 - 1.99 muy poco; 2 - 2.99 poco; 3 - 3.99 mucho; 4 - 4.99 demasiado.

Se obtuvo la media del promedio, después se expresó en porcentaje para tener el valor de:

Sensibilidad ecológica =  $3.49 + 3.95 + 3.67 + 1.9 + 1.66 + 1.89 = 16.56$

$$\frac{16.56}{6} = 2.76$$

$$\text{Sensibilidad ecológica en \%} = \left( \frac{2.76 * 100}{5} \right) = 55.2\%$$

El porcentaje de sensibilidad ecológica obtenido es de 55.2, se puede afirmar que existe preocupación de los artesanos por los daños causados al medio ambiente (constante uso de químicos), en campo se observa que la mayoría no está realizando actividades para reducir los problemas de contaminación ni del daño ambiental. Con esta situación, se percibe que no hay congruencia entre lo que opinan y lo que realmente se está haciendo por conservar y proteger el medio ambiente.

II-3). Uso y transmisión de prácticas tradicionales: se evalúa, considerando la enseñanza a las nuevas generaciones respecto a la elaboración de papel amate. Para generalizar, se dividió en herencia o enseñanza a familiares (hijos, nietos, sobrinos) y otros (amigos y empleados), para utilizar como indicador que heredan ese conocimiento técnico tradicional a familiares directos (86.13%).

### III. Adaptabilidad

III-1). Disponibilidad de recursos naturales y humanos: la falta de recursos naturales y humanos es una de las variables que afectan al proceso productivo del papel

Ecological sensitivity =  $3.49 + 3.95 + 3.67 + 1.9 + 1.66 + 1.89 = 16.56$

$$\frac{16.56}{6} = 2.76$$

$$\text{Ecological sensitivity (\%)} = \left( \frac{2.76 * 100}{5} \right) = 55.2\%$$

The percentage of ecological sensitivity is 55.2%, it can be said that there are concerns of artisans for the damage caused to the environment (constant use of chemicals) on field can be seen that that most are not making efforts to reduce pollution problems nor environmental damage. With this situation, it is perceived that there is no congruence between what they are saying and what is actually being done to preserve and protect the environment.

II-3). Use and diffusion of traditional practices: is evaluated, teaching new generations on the development of bark paper. To generalize, it was split in inheritance or teachings to relatives (children, grandchildren, nieces) and others (friends and employees), to use them as indicator of relatives inheriting traditional knowledge (86.13%).

### III. Adaptability

III-1). Availability of natural and human resources: the lack of natural and human resources is one of the variables that affect the productive process of bark paper, because it increases production costs. To measure it, the opinion of artisans on the availability of some resources in the community, essential for the production of bark paper (Table 5) is considered.

The questions will be assessed according to the following: 1 - 1.99 nothing; 2 - 2.99 very little; 3 - 3.99 little; 4 - 4.99 a lot; 5 - 5.99 too much.

amate, porque incrementa los costos de producción. Para su medición, se toma la opinión de los artesanos sobre la disponibilidad de algunos recursos en la comunidad, fundamentales para la producción de papel amate (Cuadro 4).

Data was analyzed with the mean average and expressed as a percentage to graph.

$$\text{Resource availability} = 2.07 + 4.23 + 3.25 + 3.86 + 1.69 + 1.7 + 1.6 = 18.4$$

#### Cuadro 4. Disponibilidad de recursos para la producción de papel amate y evaluación.

Table 4. Availability of resources for the production of bark paper and evaluation.

| Recursos              | Mínimo      | Máximo      | Media       |              | Desv. Típ.  | Evaluación |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|------------|
|                       | Estadístico | Estadístico | Estadístico | Error típico | Estadístico |            |
| Jonote                | 1           | 4           | 2.07        | 0.091        | 0.846       | Muy poco   |
| Agua                  | 2           | 5           | 4.23        | 0.069        | 0.642       | Mucho      |
| Leña                  | 2           | 4           | 3.25        | 0.077        | 0.719       | Poco       |
| Mano de obra familiar | 1           | 5           | 3.86        | 0.072        | 0.668       | Poco       |
| Mano de obra externa  | 1           | 4           | 1.69        | 0.094        | 0.88        | Nada       |
| Pigmentos de plantas  | 1           | 3           | 1.7         | 0.087        | 0.809       | Nada       |
| Pigmentos de flores   | 1           | 3           | 1.6         | 0.089        | 0.828       | Nada       |

Fuente: elaboración propia.

Las preguntas se evaluarán de acuerdo a lo siguiente: 1 - 1.99 nada; 2 - 2.99 muy poco; 3 - 3.99 poco; 4 - 4.99 mucho; 5 - 5.99 demasiado.

Se analizaron los datos con la media del promedio y se expresó en porcentaje para graficarlo.

$$\text{Disponibilidad de recursos} = 2.07 + 4.23 + 3.25 + 3.86 + 1.69 + 1.7 + 1.6 = 18.4$$

$$\frac{18.4}{7} = 2.62$$

$$\text{Sensibilidad ecológica en \%} = \left( \frac{2.62 * 100}{5} \right) = 52.57\%$$

Al hacer seguimiento de los criterios de evaluación, 2.62 esta dentro del rango de muy poco, teniendo un porcentaje de 52.57% se puede afirmar que la disponibilidad de recursos humanos y naturales en la comunidad es bajo, lo que debilita al sistema frente a la sustentabilidad.

III-2). Disposición al cambio: otro indicador social de la adaptabilidad es la aptitud al cambio. Para esto se preguntó a los artesanos si adoptarían alguna innovación tecnológica para aumentar la producción de papel amate. Se observó, 66.7% de artesanos se resiste a tecnificar o cambiar la forma de producir el papel amate, una de sus razones es la defensa de la tradición que tienen al producirlo; además, la práctica común de transmitir este conocimiento como lo han venido haciendo desde años atrás. 33.3% respondió de

$$\frac{18.4}{7} = 2.62$$

$$\text{Ecological sensitivity in (\%)} = \left( \frac{2.62 * 100}{5} \right) = 52.57\%$$

By tracking the evaluation criteria, 2.62 is within the range of very little, having a percentage of 52.57%, it can be said that the availability of human and natural resources in the community is low, which weakens the system facing sustainability.

III-2). Readiness for change: other social indicator of adaptability is the ability to change. For this, the artisans were asked whether adopting some technological innovation to increase production of bark paper. It was noted, that 66.7% of artisans resists technifying or changing the way they develop bark paper, one of the reasons is the defense of the tradition that they have when producing it; also, it's a common practice to transmit their knowledge as they have been doing it for years. 33.3% responded affirmatively to technological change, as to use machinery to produce paper, because it would increase production and reduce working hours.

#### IV. Equity

IV-1). Income generating activity: is considered the main income-generating activity in domestic family unit; is the sale of bark paper (89%), that justifies the importance of

manera afirmativa al cambio tecnológico como el utilizar maquinaria para producir papel, sería porque incrementaría su producción y reduciría horas de trabajo.

#### IV. Equidad

IV-1). Actividad generadora de ingreso: se considera la principal actividad que produce ingresos en la unidad domestica familiar; es la venta de papel amate (89%), eso justifica la importancia de conservar y transmitir la tradición de producir este tipo de papel, otras actividades que generan recursos es la agricultura (8%) y remesas (3%), cabe aclarar que algunas familias reciben este último ingreso; sin embargo, no proporcionan la información.

IV-2). Intermediarios: se tomó la opinión de los artesanos sobre su existencia en la venta de papel amate, 66.7% de los artesanos afirma que en la venta de su artesanía hay intermediarios, situación que propicia un problema debido al bajo precio que ofrecen al artesano, solo cuenta con una producción familiar y no tiene los recursos necesarios para salir a los mercados a ofrecer su mercancía. Otra de las razones por las que acepta este bajo precio es por la necesidad de tener liquidez, a pesar de que este precio no cubra sus costos de producción.

#### V. Autogestión

V-1). Dependencia de insumos externos: su alto grado de dependencia es uno de los factores que más debilitan la sustentabilidad de un sistema de manejo de recursos naturales. Por ello, durante el trabajo de campo se considera importante observar el impacto que tienen los insumos externos para el sistema evaluado. Se preguntó sobre la dependencia que tienen en la elaboración de su producción respecto a: productos químicos, insumos y dinero (remesas), expresan su opinión en una de escala de nada, muy poco, poco, mucho y demasiado.

La media del promedio es de 3.16, de acuerdo con los criterios de evaluación (0 - 0.99 nada; 1 - 1.99 muy poco; 2 - 2.99 poco; 3 - 3.99 mucho; 4 - 4.99 demasiado), se tiene que existe mucha dependencia de insumos externos, lo que debilita al sistema que equivale a 63.2%.

E-2). Organización comunitaria: se considera la opinión si en la localidad los artesanos están organizados para la producción y venta del papel amate. Para obtener la información, en la encuesta se incluyeron dos preguntas:

preserving and transmitting the tradition of producing this type of paper, other activities that generate resources is agriculture (8%) and remittances (3%), it is important say that some families receive the latter; however, do not provide information.

IV-2). Intermediaries: the opinion of artisans about their existence on the sale of bark paper was taken, 66.7% of the artisans state that in selling their crafts there are middlemen, situation encouraging a problem due to the low price they offer to the artisan, it only counts with family production and does not have the resources to go to markets and offer their goods. Another reason for accepting this low price is the need for liquidity, although this price does not cover their production costs.

#### V. Selfmanagement

V-1). Dependence on external inputs: a high degree of dependence is one of the factors that weaken sustainability of natural resource management system. Therefore, during field work is important to note the impact of external inputs on the system. It was asked about the dependence that they have in the development of their production over: chemicals, supplies and money (remittances), expressing their opinion on a scale of nothing, very little, little, a lot and too much.

The mean average is 3.16, according to the evaluation criteria (0 to 0.99 nothing, 1 - 1.99 very little, 2 - 2.99 little, 3 - 3.99 a lot, 4 - 4.99 too much), there is a lot of dependence on external inputs, weakening the system equivalent to 63.2%.

E-2). Community organization: it was considered the opinion, if artisans are organized for production and sale of bark paper in the community. To obtain this information, the survey included two questions: Does your community is organized for the production of bark paper? and Are you organized with other artisans to sell the paper? According to the results, the opinion of artisans reflects that there is very little community organization for the production and sale of bark paper (75.86%). This is one indicator that affects substantially the system. Note that in this case, the higher is the value of a negative answer is, it implies that it is less suitable, which is considered in an inverse manner when plotting.

¿Su comunidad está organizada para la producción de papel amate? y ¿Está organizado con otros artesanos para la venta del papel? De acuerdo con los resultados obtenidos, la opinión de artesanos refleja que es muy poca la organización comunitaria para la producción y venta de papel amate (75.86%). Este es uno de los indicadores que afectan sustancialmente al sistema. Cabe mencionar que en este caso, entre más alto es el valor de la respuesta negativa, implica que es menos adecuado, lo cual se considera de manera inversa al momento de graficar.

### Presentación e integración de los resultados

Una vez obtenido valores de 12 indicadores en áreas de evaluación económica, ambiental y social, se integran los resultados; así, poder emitir un juicio de valor sobre el sistema analizado respecto a su sustentabilidad. Para ello, se utilizó la técnica mixta (cualitativa y cuantitativa) que permite combinar una presentación gráfica con información numérica para aquellos indicadores que lo permitan (Mäsera *et al.*, 1999) (Cuadro 5).

#### Cuadro 5. Valores de los indicadores de sustentabilidad.

Table 5. Values of sustainability indicators.

| Atributos                               | Indicadores                                         | Sistema de producción de papel amate | Dimensión o ámbito |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Productividad                           | Volumen de producción                               | 68%                                  | E                  |
|                                         | Relación beneficio/costo                            | 56%                                  | E                  |
|                                         | Consumo de agua                                     | 71%                                  | A                  |
| Estabilidad, resiliencia, confiabilidad | Prácticas de conservación de los recursos naturales | 17.2%                                | A                  |
|                                         | Ética en el manejo de los recursos naturales        | 55.2%                                | A                  |
|                                         | Uso y transmisión de prácticas tradicionales        | 86.13%                               | S                  |
| Adaptabilidad                           | Disponibilidad de recursos naturales y humanos      | 52.57%                               | E                  |
|                                         | Disposición al cambio                               | 33.3%                                | S                  |
| Equidad                                 | Principal actividad generadora de ingresos          | 89%                                  | E                  |
|                                         | Intermediarios                                      | 66.7%                                | S                  |
| Autogestión                             | Dependencia de insumos externos                     | 63.2%                                | A                  |
|                                         | Organización comunitaria                            | 24.15%                               | S                  |

Fuente: trabajo de campo, 2013.

### Presentation and integration of results

Once obtained the values of 12 indicators in the areas of economic, environmental and social assessment, the results are integrated; so, to be able to emit a judgment of value about the sustainability of the system. To do this, a mixed technique (qualitative and quantitative) that allows combining graphical presentation with numerical information for those indicators that let it, was used (Mäsera *et al.*, 1999) (Table 5).

MESMIS recommends an AMOEBA diagram where each of the selected indicators represents an axis separately with their appropriate units. Alternatively it can be analyzed with respect to an optimal value, normalizing values. In the graph, the optimum is 100% referring to the maximum capacity of the system without altering its functioning, conserving natural resources, productivity and social relations (Ocampo, 2004). The analysis of the system is longitudinal, however, there was no access to information in order to obtain the optimum, therefore only 100% is shown in (Figure 1) and the percentages each indicator had.

El MESMIS recomienda un diagrama tipo AMIBA donde cada uno de los indicadores seleccionados representa un eje por separado con sus unidades apropiadas. Alternativamente se puede analizar con respecto a un valor óptimo, normalizando valores. En la gráfica, el óptimo representa 100%, se refiere a la capacidad máxima del sistema sin alterar su funcionamiento, conservando los recursos naturales, productividad y relaciones sociales (Ocampo, 2004). El análisis del sistema es longitudinal, sin embargo, no se tuvo acceso a la información para poder obtener el óptimo, por ello solo se representa 100% en la (Figura 1) y los porcentajes de cada indicador.

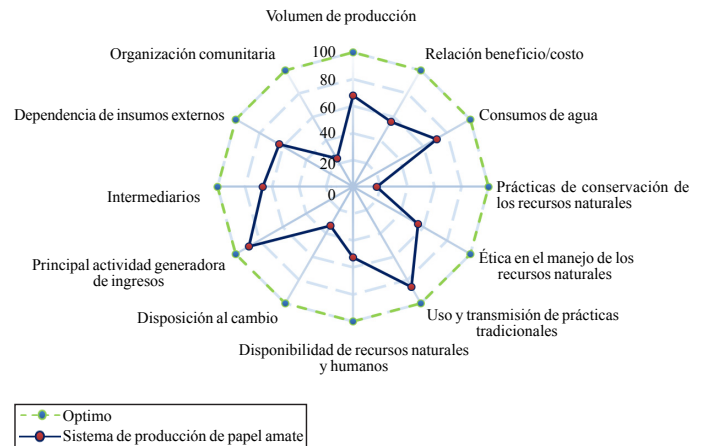
## Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos el sistema de papel amate mantiene cinco indicadores en un estado alto de sustentabilidad (volumen de producción, relación beneficio/costo, uso y transmisión de prácticas tradicionales, disposición al cambio, principal actividad generadora de ingresos) lo que le da fortaleza, siete se encuentran con nivel bajo (consumo de agua, prácticas de conservación de recursos naturales, ética en el manejo de recursos naturales, disponibilidad de recursos naturales y humanos, intermediarios, dependencia de insumos externos y organización comunitaria) lo que hace que el sistema sea poco sustentable. Es necesario fortalecer estos siete indicadores para elevar el estado de sustentabilidad del sistema.

La necesidad de comprar fibras de jonote, uso excesivo de sustancias como el cloro y la sosa caustica y poca organización comunitaria, en el proceso de producción de papel amate, son las principales causas de la debilidad del sistema con respecto a la sustentabilidad. Frente a estos problemas se apreció preocupación en los artesanos sin embargo no hay prácticas de conservación que reduzcan esta problemática, por lo que no hay congruencia entre lo que manifiestan y lo que realmente se hace en pro del medio ambiente.

La dimensión ambiental es la menos fortalecida del sistema, por el contrario la dimensión económica es la más fortalecida, con lo que se confirma la importancia de la actividad para el ingreso de las familias.

El sistema requiere proyectos que fomenten prácticas de conservación ambiental, fundamentalmente tener acceso a su materia prima en la comunidad, sustitos orgánicos para evitar el uso de sosa caustica y cloro. Canales organización



Fuente: trabajo de campo 2013.

**Figura 1. Comparación de los indicadores de sustentabilidad.**  
**Figure 1. Comparison of sustainability indicators.**

## Conclusions

According to the results obtained, bark paper system keeps five indicators in a high state of sustainability (production volume, cost / benefit ratio, use and transmission of traditional practices, readiness to change, main income generating activity) which gives strength, seven are with low level (water consumption, natural resource conservation practices, ethics in management of natural resources, availability of human and natural resources, intermediaries, dependence on external inputs and community organization) making the system a little sustainable. It is necessary to strengthen these seven indicators to elevate the status of sustainability in the system.

The need to buy jonote fibers, excessive use of chemicals like chlorine and caustic soda and little community organization in the production process of bark paper, are the main causes that weakens the system regarding to sustainability. Artisans showed concern for this problem; however there are no conservation practices that reduce this problem, so there is no congruence between what they manifest and what is actually done on behalf of the environment.

The environmental dimension is the least strengthened in the system; however economic dimension is the stronger, this confirms the importance of the activity for income of families.



y comercialización que beneficien de forma general a todos los artesanos. Así mismo, sería de gran valor promover el establecimiento de viveros para sembrar árboles de jonote y programas de manejo de residuos.

## Literatura citada

- Alonso, O. 2008. La fabricación del papel amate por los indígenas otomís. Un vínculo de contenido religioso y cultural. Tesis doctoral, Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Sevilla, España. 209 p.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *In: agroecología y cambio climático* (8). Lima, Perú. 7-20 pp.
- Bifani, P. 2007. El desarrollo sustentable. *In: medio ambiente y desarrollo*. México: Ed. Universitaria. 699 p.
- Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. (CECADESU). 2007. Prever el futuro: el desarrollo sustentable. *In: el desarrollo sustentable. Una alternativa de política institucional*. México: Cuadernos/SEMARNAP. <http://www.cecaedu.semarnat.gob.mx>.
- De la Luz, M.; Hernández, R.; Rebollar, M.; Maza, U.; Oliva, V. y Durán, R. 2004. Pahuatlán: armonía con la naturaleza en peligro. Instituto Politécnico Nacional. *Conversus* Núm. 35. México. 61-66 pp.
- Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica. <http://www.iica.int>.
- Guimarães, R. P. y Barcena, A. 2002. El Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe desde Río 1992 y los nuevos imperativos de institucionalidad. *In: Leff, E.; Ezcurra, E.; Pisanty, I. y Romero, P. (Eds.). La transición hacia el desarrollo sustentable, perspectivas de América Latina y el Caribe*. México: INE-SEMARNAT, UAM, PNUMA. 12-31 pp.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. 2006. Metodología de la investigación. Cuarta edición. México: McGraw-Hill Interamericana. 850 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censo de Población y Vivienda (INEGI). 2005. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/consultainteractiva/Default2.aspx?c=17352&cl=>.
- Jiménez, M. A. 2010. Alimentación y hongos silvestres en la Sierra Nevada de Texcoco. *In: Alberti, P.; Pérez, M. A. y Tello, E. 2010. Desarrollo rural en México. Gestión de los recursos naturales, integración comunitaria y género*. México: Editorial: Plaza y Valdés. 111-122 pp.
- Leff, E. 2007. Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. México: Siglo XXI Editores. 417 p.
- López, R. C. 2010. Ingenio, creatividad y supervivencia. El caso del papel amate elaborado por los Nāhñus de la Sierra Norte de Puebla. *In: Memorias del IV Coloquio Nacional de Arte Popular. El diseño artesanal: perspectivas y situación actual*. Consejo Veracruzano de Arte Popular COVAP. 119-128 pp.
- The system requires projects that promote environmental conservation practices, mainly to have access to raw material in the community, organic substitutes to prevent the use of caustic soda and chlorine. Organization and marketing channels that generally benefit all artisans. It would also be of great value to promote the establishment of nurseries to plant trees of jonote and waste management programs.

*End of the English version*



- López, R. C. 2003. The endurance of mexican amate paper. Exploring additional dimensions to the sustainable development concept. Tesis Doctoral, University of Twente. 344 p.
- Masera, O. y López, S. 2000. Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. México: Mundi Prensa-GIRA, UNAM. 346 p.
- Neri, R. 2008. Análisis de la sustentabilidad en sistemas agrícolas con pequeña irrigación en el municipio de Tepeaca, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Campus-Puebla. 151 p.
- Neri-Ramírez, E.; Rubiños-Panta, J. E.; Palacios-Velez, O. L.; Oropeza-Mota, J. L.; Flores-Magdaleno, H. y Ocampo-Fletes, I. 2013. Evaluación de la sustentabilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca mediante el uso de la metodología MESMIS. *Rev. Cienc. Fores. Amb.* 19(2):273-285.
- Ocampo, I. 2004. Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego. El caso del canal San Félix, Atlixco, México. Tesis de Doctorado, Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 327 p.
- Ocampo, I. y González de Molina, M. 2009. Aplicación del MESMIS como herramienta metodológica para la evaluación de la sustentabilidad de agrosistemas con riego en pequeño. Un análisis agroecológico del Canal San Félix, Atlixco, Puebla. *In: experiencias y aportaciones en la investigación científica y tecnológica para el desarrollo rural. Tomo II. Agroecología e innovaciones tecnológicas*. 28 p.
- Pierre, N. 2005. Historia del concepto de desarrollo sustentable. *In: Pierri, N. y Foladori, G. (Eds.). ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial*. México. 27-81 pp.
- Robles, B. 2011. Estado actual del conocimiento de la elaboración del papel amate. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 223 p.
- Sánchez, P. 2012. Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Puebla. 232 p.
- Stronberg, G. 1982. El universo del papel amate. México. Museo Nacional de Culturas Populares. 84 p.