

Análisis de la ecoeficiencia en la producción de mezcal

Juan Regino Maldonado
Verónica Hernández Mendoza¹

Introducción

Las investigaciones recientes sobre ecoeficiencia han comprobado que es una alternativa objetiva para cubrir las necesidades económicas, sociales y ambientales presentes y futuras de los seres humanos, siendo cuantificada y estudiada en algunos sectores, industrias, y firmas altamente desarrolladas, más no así en sectores productivos en vías de desarrollo Hauschnik (2002), Wells y Galbraith (1999), y Velázquez y Hernández (1998). Por ello se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Es posible estimar la ecoeficiencia en empresas pequeñas de sectores en vías de desarrollo?, ¿Las prácticas de gestión ambiental en las empresas a través del control y seguimiento de indicadores ambientales y económicos conducen a la ecoeficiencia?, respuestas que se dan en los resultados de la investigación.

La estructura del documento es de cinco secciones. Después de la introducción, la segunda sección hace una breve revisión de la literatura sobre ecoeficiencia y se plantean las tres hipótesis centrales del estudio así como el modelo conceptual de investigación. La tercera sección expone la metodología utilizada. La cuarta sección presenta los resultados. Finalmente la quinta sección presenta las conclusiones del trabajo.

¹ Doctor y maestro en negocios y estudios económicos de la universidad de Guadalajara, licenciatura en economía, profesor-investigador del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, miembro del S.N.I nivel candidato. Calle Hornos No. 1003, Sta. Cruz Xoxocotlán, Oaxaca C. P. 71230 AP.674 y 608. Tel. Y Fax. (951) 51-706-10 y 51-711-99, ext. 82754.

E-mail: juanregino@hotmail.com.

Maestra en conservación y aprovechamiento de recursos naturales del Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, licenciatura en ciencias empresariales por la universidad tecnológica de la Mixteca, profesor-investigador del Instituto Politécnico Nacional CIIDIR-Oaxaca. Calle Hornos No. 1003, Sta. Cruz Xoxocotlán, Oaxaca C. P. 71230 AP.674 y 608. Tel. Y Fax. (951) 51-706-10 y 51-711-99, ext. 82754.

E-mail:hernandezvhm@yahoo.com.mx.

1 revisión de la literatura

1.1 economía ambiental

El enfoque sobre el cual gira el estudio, es el de la economía ambiental debido a que de acuerdo a la literatura (Figueroa,2005; Cherni, 2004; Martínez y Roca, 2003; Kolstad, 2001; Hanley, Shogren y White, 2001; Costanza, 1994), es una rama de la economía ortodoxa, que analiza el desarrollo sustentable a nivel micro y a través de sus tres dimensiones (económico, ambiental y social), con la idea de que el hombre primero buscara satisfacer sus necesidades económicas y sociales y después pugnara por el cuidado del medio ambiente, en donde los recursos naturales tienen un valor monetario de consumo, de tal forma que en el largo plazo se tiene un desarrollo económico, al mismo tiempo que se minimiza el impacto al medio ambiente por las actividades productivas del ciclo económico, ideas que son compatibles con los criterios utilizados para el estudio de ecoeficiencia así como con los objetivos que está pretende lograr en el sector empresarial. De ahí que lo siguiente sea ahondar en como el desarrollo sustentable, permite el análisis de ecoeficiencia.

1.2 desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable es un tema que a tomado relevancia a partir de la década de los ochenta y que se define por el informe Brutland (1987), como la caracterización del crecimiento económico basado en la justicia social y la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, donde su interacción debe darse por medio del balance entre ellos, al mismo tiempo que se preservan estas relaciones en el largo plazo para las futuras generaciones (Seiffert y Loch, 2005).

De acuerdo con Seiffert y Loch (2005), existen cinco dimensiones que se involucran para que se de el desarrollo sustentable, las cuales son: cultura, ecología, economía, sociedad y espacio, a su vez Korhonen (2004), menciona que es un sistema compuesto de tres dimensiones las cuales son: económica (costos y beneficios), social (equidad, responsabilidad, desarrollo de los derechos humanos) y ecológica (flujos de materia, energía y la biodiversidad ecológica).

Aun que no existe un acuerdo científico, sobre las dimensiones que conforman el desarrollo sustentable, dos de ellas (economía y ambiente) han servido como base para impulsar y

materializar lo que conocemos como gestión ambiental, que busca básicamente la incorporación y concientización del cuidado ambiental en la sociedad, pero fundamentalmente en el sector empresarial, por ello los gobiernos de Noruega, Canadá, Inglaterra, Alemania, Australia, entre otros se han dado a la tarea de comenzar a articular en sus sociedades estas dimensiones, para lograr tal fin han formulado un conjunto de iniciativas a través del programa de Naciones Unidas para el medio ambiente (UNEP, 2005; Shelton y Kiss, 2005).

Una de estas primeras iniciativas es el impuesto ambiental, a través del cual se exige a las empresas, que paguen una contribución a la sociedad, por daños al ambiente, lo que ha provocado que sea este sector quien busque de manera voluntaria o no, medir sus impactos ambientales por medio de la dimensión ambiental y económica, en una fase más avanzada incorporar ecoeficiencia en su empresa con la mira de obtener mayores utilidades (Rao, Castillo, y Sajid 2006; Burrittand y Saka, 2006; Hauschnik, 2002), siendo hasta este punto donde cobra una mayor relevancia el estudio de ecoeficiencia en las empresas.

1.3 ecoeficiencia

Con relación a ecoeficiencia se puede decir que es un término que aparece por primera vez en el libro *Cambiando el Rumbo*, editado en 1992 por Stephan Schmidheiny. Siendo retomada como una propuesta empresarial para el cuidado del medio ambiente, que busca maximizar la creación de valor, al mismo tiempo que se minimiza el uso de materia prima y se reducen las emisiones contaminantes que generan los procesos productivos, cuyo postulado teórico también tiene una vertiente cuantitativa, que ayuda a las empresas a contar con un registro de su crecimiento económico, así como de los impactos que le provocan al medio ambiente, a dichos registros se les ha denominado desempeño ambiental y desempeño económico (Côté, Booth y Louis, 2006).

Tomando como base esta vertiente, se han realizado estudios para medir ecoeficiencia, en donde encontramos el trabajo de Leal (2005), quien describe que existen diversas propuestas metodológicas de indicadores que buscan analizar ecoeficiencia, como es el caso de las metodologías empleadas en proyectos financiados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), El Banco Interamericano de Desarrollo

(BID), La Unión Europea (UE), El Banco Mundial (BM), El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD,2000) en los que también han participado asociaciones empresariales como el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (CEMDS), quienes a pesar de sus acciones no ha podido definir un conjunto de indicadores que pueden ser tomados como un modelo único para analizar ecoeficiencia en las empresas. Sin embargo es la metodología del WBCSD (2000), la cual consiste en buscar medir ecoeficiencia a partir de la formula matemática de dividir la dimensión desempeño económico entre desempeño ambiental, la que ha tomado mayor relevancia principalmente en grandes corporaciones transnacionales, que operan en países desarrollados.

Un ejemplo del uso de está se encuentra en el estudio realizado por Côté *et al.*, (2006), en las pequeñas y medianas empresas (PyMES) de Nueva Escocia Canadá, en el cual estimaron los niveles de ecoeficiencia que presentaban 25 pequeñas y medianas empresas de diversos sectores de la región.

Para lo cual emplearon los indicadores consumo de energía, consumo de materia prima, consumo de agua, así como la generación de basura. El estudio demostró que algunas PyMES tienen niveles significativos de ecoeficiencia, sin embargo la mayoría de ellas presentan niveles de ecoeficiencia bajos, por lo tanto, ellos recomiendan adoptar las herramientas adecuadas para llevar a cabo la gestión ambiental que ayude a mejorar los niveles de ecoeficiencia de las PyMES estudiadas y de otras partes del mundo Côté *et al.*, (2006).

A su vez Verfaillie y Bidwell (2002) retoman la metodología, y miden ecoeficiencia en 22 empresas pertenecientes a 10 sectores de la industria manufacturera. Para estimar la influencia ambiental retomaron los indicadores consumo de energía, consumo de materiales, consumo de agua, emisión de gases contaminantes y emisiones de sustancias que debilitan la capa de ozono; para medir el desempeño económico, de los bienes y servicios comercializados consideraron solamente las ventas netas de la empresa. A su vez proponen incluir de forma adicional los siguientes indicadores: indicadores financieros adicionales, emisiones ácidas al aire y total de basura generada por las empresas. Los resultados de esta investigación fueron la generación de un sistema común de definiciones, principios e

indicadores bastante flexibles para ser utilizados e interpretados extensamente por todas las empresas, a través de los cuales se exhorta a las mismas, a su implementación.

En el caso América Latina y México, se han realizado algunos estudios, los cuales han analizado ecoeficiencia en las PyMES, sin retomar a fondo la metodología del WBCSD (2000), ya que su finalidad es principalmente destacar la importancia de la gestión de ecoeficiencia en la empresa, en donde encontramos el trabajo de Hauschnik (2002), quien describe el proyecto llevado a cabo en una empresa de chocolates, la cual tenía serios problemas ambientales, ya que sus grasas estaban contaminando el agua de sus alrededores, razón por la cual las autoridades cerraron sus instalaciones de forma provisional, de ahí que la empresa para poder enfrentar su problema solicitó apoyo a la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), la cual dio cursos de capacitación y ayudó a poner en marcha un programa piloto llamado, protección ambiental y competitividad industrial, el cual redujo sus emisiones de grasas, así como hizo más eficiente el uso de sus insumos.

La aplicación del programa también trajo consigo un importante ahorro económico para la empresa, siendo esto un ejemplo claro de los beneficios que trae consigo la gestión de ecoeficiencia en la empresa (Hauschnik, 2002).

Por otro lado Wells y Galbraith (1999), describen que el proyecto Guadalajara impulsado por el gobierno de México y el Banco Mundial, llevó a cabo la implementación de la gestión ambiental con miras a ecoeficiencia en pequeñas y medianas empresas proveedoras de insumos de compañías multinacionales establecidas en la ciudad de Guadalajara, Jalisco (Aceitera La Junta, Casa Cuervo, Cydsa, Cementos Guadalajara, Compañía Siderúrgica de Guadalajara, Honda de México, Lucent Technologies Productos de Consumo de México, Quimikao, SCI Systems e IBM de México), tomando como base los lineamientos del sistema de gestión ambiental ISO-14001. Los resultados demostraron que la implementación de un sistema de gestión ambiental en la PyMES basado en la norma ISO-14001, proporciona grandes beneficios en materia ambiental y mejora la competitividad de las empresas; los autores de este trabajo sugieren que la implementación de la gestión ambiental en las PyMES de América Latina, además de traerles beneficios económicos también generan beneficios en toda la sociedad, ya que el cuidado del medio ambiente impacta de manera directa en la calidad de vida de la población.

Finalmente Velázquez y Hernández en 1998, realizan una investigación teórica de ecoeficiencia desde su perspectiva empresarial, la cual tubo como objetivo medir de manera cualitativa el nivel de mercadotecnia y el desempeño de las empresas dedicadas a la producción de mezcal, en el estado de Oaxaca, México, sustentándose en trabajos que caracterizaron y midieron la ecoeficiencia en la PyMES del norte y centro de México. Sus resultados indican que existe una relación positiva entre el desempeño ambiental y desempeño económico, que repercute en beneficios económicos y ambientales para las empresas de mezcal, por ello dentro de sus sugerencias exhortan a la implemetación de los mismos principalmente en este sector.

Côté, *et al.*, (2006); Verfaillie y Bidwell (2002) y WBCSD (2000), coinciden en retomar y medir ecoeficiencia a través de las dimensiones desempeño ambiental y desempeño económico, concluyen que un cambio en el desempeño ambiental impacta en el desempeño económico y en el nivel de ecoeficiencia en las empresas, teniendo con ello beneficios ambientales a la sociedad y económicos para la organización.

Dicha conclusión es comprobada en su última parte por Hauschnik (2002), Wells y Galbraith (1999), y Velázquez y Hernández (1998), los cuales acentúan que la implementación de las dimensiones ambiental y económica, permiten ecoeficiencia, gestión ambiental y el desarrollo sustentable. Por lo que conociendo esto, lo siguiente es saber a través de que indicadores es factible medir las dos dimensiones de ecoeficiencia.

1.4 desempeño ambiental y desempeño económico

Para ello se han realizado investigaciones dentro de las cuales tenemos la de Michelsen, Magerholm, y Dahlsrud (2006), que tuvo como objetivo entender y analizar ecoeficiencia en la cadena de producción de una fábrica de muebles en Noruega; para lo cual emplearon la dimensión desempeño ambiental en sus 7 indicadores (consumo de energía, consumo de materia prima, consumo de agua, generación de gases contaminantes, sustancias que debilitan la capa de ozono, emisiones ácidas al aire y total de basura generada) y 2 indicadores ambientales más propuestos por los ellos mismos que son las emisiones de metales pesados al aire y emisiones de sustancia oxidantes y fotoquímicas. Sus resultados demostraron que un cambio pequeño en el proceso productivo repercute en el nivel de ecoeficiencia de cada uno de los seis modelos de sillas que elabora la fábrica.

A su vez Jollands, Lermitt y Patterson (2004), realizaron un estudio para la medición de índices de ecoeficiencia, en Nueva Zelanda, por medio de una matriz de 6 indicadores, los cuales fueron aplicados en empresas de manufactura, educación y gobierno. El trabajo utilizó la técnica de análisis de componentes principales. Los resultados del estudio revelaron que la ecoeficiencia total de los sectores, mejorará en 3 (consumo de energía, consumo de agua y emisiones contaminantes al aire) de los 6 indicadores analizados (intensidad de contaminación del agua, consumo de energía, emisiones contaminantes al aire, consumo de materia prima, intensidad de uso de la tierra y consumo de agua) en el período 1994/1995-1997/1998.

Por a parte Viebahn (2002), en su estudio llevado a cabo para generar un modelo de gestión ambiental para las universidades, propone los siguientes indicadores: energía, agua, agua sucia, materiales y basura, los cuales desde la óptica del autor pueden ser empleados en las pequeñas y medianas empresas para medir su desempeño ambiental.

Consecutivamente WBCSD (2000), menciona que son 7 los indicadores para medir el desempeño ambiental de los negocios: reducción en el uso de materiales, energía, en la generación de sustancias tóxicas, maximización de las energías renovables, implementación del reciclaje, extensión de la durabilidad del producto, y el incremento en la intensidad del servicio. Posteriormente Verfaillie y Bidwell (2002), se refiere que los principales indicadores para llevar a cabo la medición científica de los impactos que provocan las empresas al medio ambiente son consumo de energía, consumo de materiales, y consumo de agua, los cuales no cambian de manera significativa de una unidad de estudio a otra.

Con relación a los indicadores para medir la dimensión del desempeño económico, tenemos los propuestos por Hornaday y Wheatley (1986) y retomados por WBCSD (2000), que son ingresos totales, costos de producción directos, costos de producción indirectos y pago de impuestos.

Resumiendo lo expuesto en párrafos anteriores este estudio considerará el análisis de la ecoeficiencia a través de sus dos dimensiones: desempeño ambiental y desempeño económico, estudiadas estas a su vez por medio de los indicadores consumo de energía, consumo de agua, consumo de materia prima, generación de residuos líquidos y generación de residuos sólidos, así como por los ingresos totales, costos de producción directos, costos

de producción indirectos y pago de impuestos, bajo el supuesto que cualquier cambio en ellos hará que el nivel de ecoeficiencia disminuya, aumente o permanezca estable en el proceso de producción de la destilería los Danzantes, lo que repercutirá en beneficios económicos para la empresa y ambientales para la sociedad.

De ahí que esta investigación genere las siguientes hipótesis:

H1: Las medias de ecoeficiencia de destilería los Danzantes durante el año 2006 con respecto al 2005 tenderán a ser iguales, debido a la inexistencia de controles en los indicadores de la dimensión de desempeño ambiental, que hacen que no existe influencia en el desempeño económico.

H2: Las medias de ecoeficiencia de destilería los Danzantes tenderán a ser relativamente diferentes durante el período 2007 al 2006, debido a que para el año 2006 la empresa inicio con prácticas de control y seguimiento de los indicadores que integran la dimensión del desempeño ambiental que influyen en el desempeño económico.

H3: La ecoeficiencia en el proceso de producción tenderá a ser mayor en el año 2007 respecto al 2005. Por lo tanto, la media de ecoeficiencia del año 2007 será mayor a la obtenida por la empresa en el año 2005, debido a que es hasta el 2007 que se logran detectar con claridad los resultados del seguimiento y control en los indicadores de la dimensión del desempeño ambiental y como esta influye en el desempeño económico.

1.5 Modelo de investigación

Tomando como base los trabajos de investigación descritos en la revisión de la literatura, el estudio plantea el siguiente modelo de investigación (véase figura 1).

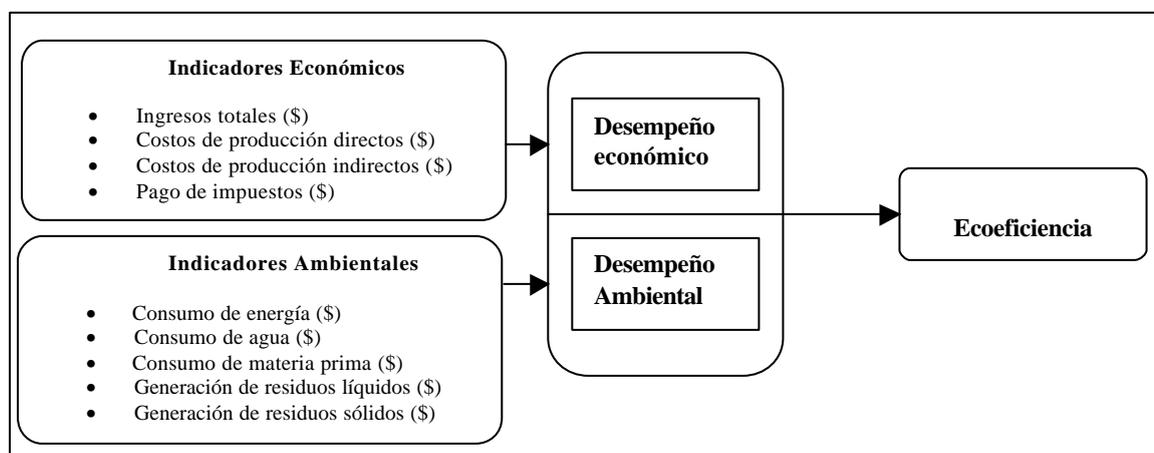


Figura 1. Ecoeficiencia en la producción de mezcal.

2. Metodología

La metodología de esta investigación se llevó a cabo bajo los criterios de un estudio longitudinal (Babbie, 2004), siguiendo la metodología de caso de Yin (2004), con la finalidad de analizar como un cambio en la dimensión del desempeño ambiental, repercute en la dimensión del desempeño económico y en el nivel de ecoeficiencia del proceso de producción de la empresa destiladora los Danzantes, durante el período de 2005-2007.

Para ello se elaboró un cuestionario, a través del cual se midieron los indicadores, que integran las dimensiones de ecoeficiencia, en el caso del desempeño ambiental se estimaron 5 indicadores ambientales (consumo de energía, consumo de agua, consumo de materia prima, generación de residuos líquidos y generación de residuos sólidos), los cuales fueron homogeneizados a una escala de pesos de manera unitaria y global, para 17 lotes de producción de mezcal blanco, con relación a los indicadores económicos, se estimaron 4 indicadores (ingresos totales, costos de producción directos, costos de producción indirectos y pago de impuestos), dados en pesos y homogeneizados de forma igual, a lo realizado en la dimensión de desempeño ambiental, una vez obtenido lo anterior, se procedió a calcular el nivel de ecoeficiencia por cada uno de los 17 lotes de producción, utilizando la fórmula matemática siguiente (WBCSD, 2000):

$$EEF = \frac{DEco}{DAmb} \qquad DEco = Utlt = (It - (Cpd + Cpi + Pimp))$$

$$DAmb = \frac{Ce + Cmp + Ca + Gds + Gdl}{n^1}$$

Donde: *EEF* = ecoeficiencia; *DEco* = desempeño económico; *DAmb* = desempeño ambiental; *It* = ingresos totales; *Cpd* = costos de producción directos; *Cpi* = costos de producción indirectos; *Pimp* = pago de impuestos; *Utlt* = utilidad total; *Ce* = consumo de energía; *Cmp* = consumo de materia prima; *Ca* = consumo de agua; *Gds* = generación de desechos sólidos; *Gdl* = generación de desechos líquidos; n^1 = número total de indicadores ambientales.

Sucesivamente se procedió a observar los niveles de ecoeficiencia, de cada uno de los lotes, durante el período 2005 al 2007, a través de los resultados de la fórmula matemática,

detectando una tendencia ascendente de dicho nivel hasta el 2007 y finalmente se aplicó un análisis de medias relacionadas, donde para probar las hipótesis se homogeneizaron el número de lotes a 18, dicho procedimiento se explica más adelante.

3. Resultados

Del análisis realizado se encontraron los siguientes puntos, los cuales se estructuran exponiendo las características del estudio de caso, seguido del análisis de la fórmula matemática y el análisis de medias relacionadas.

3.1. Estudio de caso: destiladora los danzantes

La fábrica artesanal de mezcal destilería los Danzantes fue fundada en 1997 en un antiguo palenque ubicado en la población de Santiago Matatlán Oaxaca, México, la cual es reconocida por ser la capital mundial del mezcal. Esta empresa elabora, envasa y comercializa cuatro presentaciones de mezcal (blanco, reposado, añejo, y tobalá), además de que envasa y comercializa otras tres presentaciones de mezcal artesanal (alipús San Juan del Río, alipús Santiago Mazatlán, alipús Santa Ana del Río) el cual adquiere con otros productores de la región, siendo su producto estrella el mezcal blanco, por ello que se eligió detectar y medir las dimensiones de ecoeficiencia en la producción este tipo de mezcal.

Identificando que su elaboración cuenta con cinco fases (cocción, molienda, fermentación, destilación y embazado), donde se observó en primer lugar por cada lote de producción los indicadores que integran la dimensión ambiental, detectando que los residuos sólidos y líquidos generados son el bagazo cocido, plásticos, cartón y papel, botellas de vidrio rotas, agua perturbada, alcoholes tóxicos, los cuales son tratados de forma tradicional. En el caso del bagazo cocido es puesto a secar para posteriormente ser empleado como aislante del agave verde y las piedras en el horno de tierra durante la fase de cocción, la cantidad restante de bagazo es depositado en un río seco el cual se encuentra a un costado de la fábrica o en algunas ocasiones se reincorpora a los terrenos de cultivo de agave que están cerca. En lo que respecta al plástico solamente se separan las botellas de Polietileno Tereftalato (PET), las cuales son entregadas a Bioax-Recicla², el cual se encarga de su gestión, los demás tipos de plásticos, así como el cartón y papel son entregados al servicio

² Bioax-Recicla es una organización civil la cual realiza el reciclaje de botellas de PET.

de limpia de Santiago Matatlán, el cual no cuenta con un programa de gestión de los desechos sólidos. Las botellas de vidrio rotas que se generan durante la fase de envasado se concentran en la bodega, cuando se tiene una cantidad considerable de éstas la empresa las lleva a la población de Etlá, donde existe un artesano quien las funde para elaborar piezas de vidrio soplado.

Desafortunadamente, la empresa se genera aguas residuales en la fase de destilación, estas sustancias se depositan en el río de la población, ya que no existe red de drenaje municipal.

Con relación a los indicadores que integran la dimensión de desempeño económico, se observo que la empresa contaba con ellos, en sus estados financieros, obteniendo de ahí la información.

Una vez conocido esto, se procedió con el calculo del valor de los indicadores ambientales y económicos (véase tabla 1 y 2).

Tabla 1. Desempeño ambiental de destilería los Danzantes en pesos

Lote y año de Producción	n° 1 (2005)	n° 2 (2005)	n° 3 (2005)	n° 4 (2005)	n° 5 (2005)	n° 6 (2006)	n° 7 (2006)	n° 8 (2006)	n° 9 (2006)
Consumo de energía	3,778.00	3,992.00	6,123.00	4,794.00	4,857.00	5,073.00	5,485.00	5,150.00	4,932.00
Consumo de materia prima	23,214.00	24,633.00	46,389.00	35,592.00	31,311.00	36,936.00	42,209.00	37,677.00	33,839.00
Consumo de agua	195.00	211.00	404.00	286.00	249.00	296.00	374.00	316.00	271.00
Generación de desechos sólidos	34.00	39.00	75.00	50.00	53.00	54.00	62.00	55.00	48.00
Generación de desechos líquidos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desempeño ambiental	6,805.00	7,219.00	13,248.00	10,181.00	9,117.00	10,590.00	12,032.00	10,800.00	9,772.00

Fuente: Elaboración propia en base al monitoreo de la producción e información proporcionada por el gerente de la empresa.

Tabla 1. Desempeño ambiental de Destilería los Danzantes en pesos (continuación)

Lote y años de Producción	n° 10 (2006)	n° 11 (2006)	n° 12 (2006)	n° 13 (2006)	n° 14 (2006)	n° 15 (2007)	n° 16 (2007)	n° 17 (2007)
Consumo de energía	5,111.00	5,777.00	5,281.00	4,971.00	5,513.00	4,798.00	4,965.00	4,834.00
Consumo de Materia Prima	32,103.00	38,071.00	37,219.00	39,618.00	43,332.00	36,838.00	39,859.00	45,389.00
Consumo de Agua	260.00	331.00	302.00	352.00	364.00	295.00	306.00	300.00
Generación de Desechos Sólidos	54.00	62.00	57.00	51.00	67.00	53.00	61.00	65.00

Generación de Desechos Líquidos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desempeño Ambiental	9,382	11,060.00	10,715.00	11,248.00	12,319.00	10,496.00	11,298.00	12,647.00

Fuente: Elaboración propia en base al monitoreo de la producción e información proporcionada por el gerente de la empresa.

Tabla 2. Desempeño económico de destilería los Danzantes en pesos

Lote y año de Producción	n° 1 (2005)	n° 2 (2005)	n° 3 (2005)	n° 4 (2005)	n° 5 (2005)	n° 6 (2006)	n° 7 (2006)	n° 8 (2006)	n° 9 (2006)
Ingresos totales	217,000.00	233,000.00	456,000.00	354,750.00	305,000.00	366,500.00	426,000.00	374,750.00	331,500.00
Costos de producción directos	45,258.00	47,700.00	72,504.00	65,529.00	62,037.00	66,850.00	74,056.00	67,755.00	60,930.00
Costos de producción Indirectos	18,957.00	19,684.00	26,722.00	25,060.00	23,607.00	25,611.00	27,008.00	26,293.00	24,054.00
Pago de impuestos	98,891.00	106,183.00	207,808.00	161,667.00	138,995.00	167,021.00	194,137.00	170,781.00	151,071.00
Desempeño Económico	53,894.00	59,434.00	148,966.00	102,494.00	80,361.00	107,018.00	130,799.00	109,922.00	95,445.00

Tabla 2. Desempeño económico de destilería los Danzantes en pesos (continuación)

Lote y año de Producción	n° 10 (2006)	n° 11 (2006)	n° 12 (2006)	n° 13 (2006)	n° 14 (2006)	n° 15 (2007)	n° 16 (2007)	n° 17 (2007)
Ingresos totales	311,500.00	379,000.00	369,500.00	397,000.00	482,350.00	401,775.00	439,175.00	508,200.00
Costos de producción directos	57,989.00	67,462.00	67,471.00	68,681.00	75,071.00	64,920.00	67,415.00	66,739.00
Costos de producción Indirectos	22,864.00	26,348.00	26,382.00	27,075.00	25,889.00	23,785.00	23,885.00	23,815.00
Pago de impuestos	141,957.00	172,718.00	168,389.00	180,921.00	219,811.00	183,093.00	200,136.00	231,591.00
Desempeño Económico	88,690.00	112,472.00	107,258.00	120,323.00	161,578.00	129,978.00	147,739.00	186,055.00

Fuente: Elaboración propia en base al monitoreo de la producción e información proporcionada por el gerente de la empresa.

3.2. Análisis formula matemática

Consecutivamente, se aplicó la fórmula matemática propuesta por el WBCSD (2000) y determinó el nivel de ecoeficiencia por cada lote de producción (véase tabla 3), en donde se observa que hay una tendencia ascendente de este nivel que va del período 2005 que es de 7.92 y llega a 14.71 en el 2007.

Tabla 3. Ecoeficiencia de destilería los Danzantes

Lote y año de Producción	n°1 (2005)	n°2 (2005)	n°3 (2005)	n°4 (2005)	n°5 (2005)	n°6 (2006)	n°7 (2006)	n°8 (2006)	n°9 (2006)
Desempeño económico en pesos	53,894.00	59,434.00	148,966.00	102,494.00	80,361.00	107,018.00	130,799.00	109,922.00	95,446.00
Desempeño ambiental en pesos	6,805.00	7,219.00	13,248.00	10,181.00	9,117.00	10,590.00	12,032.00	10,800.00	9,772.00
Nivel de Ecoeficiencia	7.92	8.23	11.25	10.07	8.81	10.11	10.87	10.18	9.77

Tabla 3. Ecoeficiencia de destilería los Danzantes (continuación)

Lote y año de Producción	n°10 (2006)	n°11 (2006)	n°12 (2006)	n°13 (2006)	n°14 (2006)	n°15 (2007)	n°16 (2007)	n°17 (2007)
Desempeño económico en pesos	88,690.00	112,472.00	107,259.00	120,323.00	161,579.00	129,978.00	147,739.00	186,055.00
Desempeño ambiental en pesos	9,382.00	11,060.00	10,715.00	11,248.00	12,319.00	10,496.00	11,298.00	12,647.00
Nivel de Ecoeficiencia	9.45	10.17	10.01	10.70	13.12	12.38	13.08	14.71

Fuente: Elaboración propia en base al monitoreo de la producción e información proporcionada por el gerente de la empresa

3.3. Análisis de medias relacionadas

Una vez observada esta tendencia y para probar las hipótesis se aplicó un análisis estadístico de medias relacionadas por años.

Para ello se ajustaron los datos con el mismo número de lotes de tal forma que para el año 2005 se tomaron los 5 lotes originales y se agregó 1, el cual de obtuvo de los valores promedio de éstos; para el caso de 2006 solamente se tomaron los primero 6 lotes producidos este año y finalmente para el año 2007 se tomaron los 3 lotes producidos ese

año y se agregaron otros 3 los cuales corresponden a los 3 últimos lotes del año 2006, (véase tabla 4).

Tabla 4. Análisis de medias de destilería los Danzantes

No. de lote y año	Desempeño Económico (\$)	Desempeño Ambiental (\$)	Nivel de Ecoeficiencia (índice numérico)
1 (2005)	53,894.00	6,805.00	7.92
2 (2005)	59,434.00	7,219.00	8.23
3 (2005)	148,966.00	13,248.00	11.25
4 (2005)	102,494.00	10,181.00	10.07
5 (2005)	80,361.00	9,117.00	8.81
6 (2005) a	89,030.00	9,314.00	9.26
7 (2006)	107,018.00	10,590.00	10.11
8 (2006)	130,799.00	12,032.00	10.87
9 (2006)	109,922.00	10,800.00	10.18
10 (2006)	95,446.00	9,773.00	9.77
11 (2006)	88,690.00	9,382.00	9.45
12 (2006)	112,472.00	11,060.00	10.17
13 (2007)	107,259.00	10,715.00	10.01
14 (2007)	120,323.00	11,248.00	10.70
15 (2007)	161,579.00	12,319.00	13.12
16 (2007) b	129,978.00	10,496.00	12.38
17 (2007) b	147,739.00	11,298.00	13.08
18 (2007) b	186,055.00	12,647.00	14.71
a Valor promedio de los 17 lotes de producción.			
b Valor de los tres últimos lotes del año 2006.			

Los estadísticos del procedimiento de prueba t para muestras relacionadas (véase tabla 5) indicaron que las medias de ecoeficiencia del año 2006 con respecto al 2005 son relativamente similares, ya que la primera es de 10.09 mientras que la segunda es de 9.31, lo que da indicios de poder afirmar que las medias en resumen serán iguales. Para el caso del año 2007 con respecto al 2006 las medias de ecoeficiencia son diferentes ya que para 2007 es de 12.33 y para 2006 es de 10.09, acentuándose más esta diferencia de medias en el nivel de ecoeficiencia del año 2007 con respecto al año 2005, ya que para 2007 es de 12.33 y para 2005 es de 9.31, concluyendo con esto que existen incrementos en el nivel de ecoeficiencia en todo el período de estudio y que el más alto se registra en 2007.

Tabla 5. Estadísticos de las muestras relacionadas

		Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Par 1	DEco_200 6	107391.0 9	6	14647.246	5979.713
	DEco_200 5	89029.92	6	34523.158	14094.020
Par 2	DAmb_200 6	10606.00	6	945.720	386.089
	DAmb_200 5	9314.02	6	2321.531	947.761
Par 3	EEF_2006	10.09	6	.476	.194
	EEF_2005	9.31	6	1.242	.507
Par 4	DEco_200 7	142155.2 1	6	28907.923	11801.610
	DEco_200 6	107391.0 9	6	14647.246	5979.713
Par 5	DAmb_200 7	11453.62	6	860.525	351.308
	DAmb_200 6	10606.00	6	945.720	386.089
Par 6	EEF_2007	12.33	6	1.726	.705
	EEF_2006	10.09	6	.476	.194
Par 7	DEco_200 7	142155.2 1	6	28907.923	11801.610
	Deco_200 5	89029.92	6	34523.158	14094.020
Par 8	Damb_200 7	11453.62	6	860.525	351.308
	Damb_200 5	9314.02	6	2321.531	947.761
Par 9	EEF_2007	12.33	6	1.726	.705
	EEF_2005	9.31	6	1.242	.507

Para terminar este análisis se probaron las hipótesis tomando como base los resultados estadísticos generados en la tabla 6 (véase tabla 6). Para la hipótesis H1 que menciona que las medias de ecoeficiencia de destilería los Danzantes durante el año 2006 con respecto al 2005 tenderán a ser iguales, debido a la inexistencia de controles en los indicadores de la dimensión de desempeño ambiental, que hacen que no existe influencia en el desempeño económico. La media de ecoeficiencia es de 0.78 y su nivel de significancia es de 0.23, tomando como referencia que si el nivel de significancia de la media de este período es mayor a .05 podemos aceptar que las medias son iguales y por lo tanto no son diferentes, esta hipótesis se acepta, ya que efectivamente es en este período donde no se mide ni controla indicadores ambientales y económicos.

En referencia a la hipótesis H2 la cual menciona que las medias de ecoeficiencia de destilería los Danzantes tenderán a ser relativamente diferentes durante el período 2007 al 2006, debido a que para el año 2006 la empresa inicio con prácticas de control y seguimiento de los indicadores que integran la dimensión del desempeño ambiental que influyen en el desempeño económico.

La media de la ecoeficiencia es de 2.24 y su nivel de significancia es de 0.04, analizando que dicho nivel de significancia es menor a .05 y que por lo tanto se puede rechazar la hipótesis de que las medias son iguales y por lo tanto son diferentes. Esta hipótesis de estudio se acepta, ya que para este período se inicio con prácticas de control y seguimiento de indicadores ambientales, así mismo se realizaron algunos cambios graduales a la tubería hidráulica que abastece, el área de producción, a las instalaciones eléctricas, al material de las autoclaves para evitar fugas de líquidos y se mejoraron las instalaciones físicas del área de producción todo esto repercutiendo en la disminución de costos de producción directos, costos de producción indirectos y pago de impuestos, así como en mayores utilidades por lote de producción.

Tabla 6. Prueba t para muestras relacionadas

	D I F E R E N C I A D E P A R E S							
				INTERVALO DE CONFIANZA DE 95%				
PARES (1)	MEDIA (2)	DESVIACIÓN ESTANDAR (3)	ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA (4)	BAJO (5)	ALTO (6)	VALOR DE T (7)	GRADOS DE LIBERTAD* (8)	SIGNIFICANCIA** (9)
PAR 1 Deco2006 - DEco2005	18361	40213	16416.89	-23839.80	60562.12	1.12	5	0.31
PAR 2 DAmb2006 - DAmb2005	1292	2711.24	1106.86	-1553.29	4137.25	1.17	5	0.30
PAR 3 EEF2006 - EEF2005	0.78	1.42	0.58	-0.70	2.27	1.36	5	0.23
PAR 4 DEco2007 - Deco2006	34764	33527.90	13687.72	-421.28	69949.53	2.54	5	0.05
PAR 5 DAmb2007 - Damb2006	847.60	1033.40	421.88	-236.86	1932.11	2.01	5	0.10
PAR 6 EEF2007 - EEF2006	2.24	1.96	0.80	0.19	4.29	2.81	5	0.04
PAR 7 Deco2007 - Deco2005	53125	29964.70	12233.04	21679.25	84571.32	4.34	5	0.01
PAR 8 DAmb2007 - Damb2005	2140	2043.09	834.09	-4.48	4283.69	2.57	5	0.05
PAR 9 EEF2007 - EEF2005	3.03	1.35	0.55	1.61	4.44	5.50	5	0.00
*n- 1 ** Cuando el valor de significancia es menor a .05 se rechaza la hipótesis de que las medias son iguales por lo tanto son diferentes. Cuando el valor de significancia es mayor a .05 se acepta la hipótesis de que las medias son iguales por lo tanto no son diferentes.								

Finalmente para probar la hipótesis H3: La ecoeficiencia en el proceso de producción tenderá a ser mayor en el año 2007 respecto al 2005. Por lo tanto, la media de ecoeficiencia del año 2007 será mayor a la obtenida por la empresa en el año 2005, debido a que es hasta el 2007 que se logran detectar con claridad los resultados del seguimiento y control en los indicadores de la dimensión del desempeño ambiental y como esta influye en el desempeño económico. La media de ecoeficiencia es de 3.03 y su nivel de significancia es de 0.00,

considerando que dicho nivel de significancia es menor a .05 se rechaza la hipótesis de que las medias son iguales por lo tanto las medias son diferentes. Ante tal evidencia se acepta la hipótesis de estudio y se verifica con ello que si existe un cambio en los indicadores que integran la dimensión del desempeño ambiental, esto influirá en el desempeño económico, y por lo tanto incrementara el nivel de ecoeficiencia.

4. Conclusiones

Con base a los resultados reportados, se puede concluir que tanto el desempeño ambiental como el desempeño económico registran su mayor variación en el período 2007-2005, esto se debe a que en el año 2005 no existía una política empresarial en destilería los Danzantes que midiera y controlara los indicadores de tales dimensiones, es en el año 2006 cuando la empresa comienza a llevar a cabo acciones que buscan mejorar sus desempeño ambiental y económico, los cuales se logran materializar en el año 2007; es de esta manera como se observa que el nivel de ecoeficiencia refleja un incremento significativo en el año 2007 con respecto al 2005.

A su vez el trabajo comprobó que el análisis de ecoeficiencia, con la metodología empleada, puede ser estimada en empresas PYMES en vías de desarrollo del sur de México, siempre y cuando se conozcan sus procesos así como se cuente con la información suficiente para estimar los indicadores ambientales y económicos.

Los resultados arrojados por el estudio, corroboran los obtenidos en otros trabajos de investigación, por lo cual se confirma que cuando existen una mejora en el desempeño ambiental y económico de las empresa, mejora su nivel de ecoeficiencia, favorecido el aumento del nivel de gestion ambiental, desarrollo sustentable y de las utilidades, destacando con ello la importancia de hacer que los sectores productivos midan e implementen las dimensiones de ecoeficiencia en sus empresas Côté, *et al.*, (2006); Michelsen, *et al.*, (2006); Jollands, Lermitt y Patterson (2004); Verfaillie y Bidwell (2002); Hauschnik (2002); Viebahn (2002); WBCSD (2000); Wells y Galbraith (1999); Velázquez y Hernández (1998) y Hornaday y Wheatley (1986). Con relación a las recomendaciones que se emiten para mejorar de manera continua el nivel de ecoeficiencia de la producción de mezcal, estas se centran principalmente en llevar a cabo el control de los indicadores del desempeño ambiental y económico, en paralelo con cambios en los procesos de producción

que incorporen tecnología apropiada que elimine los desperdicios de energía, materia prima, desechos sólidos y líquidos.

Bibliografía

- Burrittand, Roger y Chika Saka (2006), "Environmental management accounting applications and eco-efficiency: case studies from Japan", *Journal of Cleaner Production*, vol. 14 núm.14, pp. 1262-1275.
- Cherni, Judith (2004), "La Relación entre capital y capital natural: ganadores y perdedores", *New centres and new peripheries in the world economy of the 21st century*, Seminario Internacional de Red de Estudios de la Economía Mundial (REDEM), Barcelona.
- Costanza, Robert (1994), *Ecological Economics: The science and management of sustainability*, New York: Columbia University Press.
- Colin, Philippe (2007), "Manejo de vinazas: metanización y compostaje, aplicaciones industriales", en *tecnicaña*, México: BIOTEC.
><http://www.bio-tec.net> [24 de junio de 2008.]
- Côté, Raymon, Aaron Booth, y Bertha Louis (2006), "Eco-efficiency and SMEs in Nova Scotia, Canada". *Journal of Cleaner Production*, vol.14, núm. 6-7, pp. 542-550.
- Hanley, Nick, Jason Shogren, y Ben White, (2001), *Introduction to Environmental Economy*, UK: Oxofof University Press.
- Hauschnik, Peter (2002), *Introducción de la ecoeficiencia a una empresa mediana en México, un caso a manera de ejemplo*, México: CANACITRA-GTZ
- Jollands, Nigel, Jonathan Lermitt, y Patterson, Murray (2004), "Aggregate eco-efficiency indices for New Zeland a principal components analysis", *Journal of Environmental Management*, vol. 73, núm. 4, pp. 293-305.
- Kolstad, Charles (2001), *Economía Ambiental*, México: Oxford.
- Korhonen, Jouni (2004), "Industrial ecology in the strategic sustainable development model: strategic applications of industrial ecology", *Journal of Cleaner Production*, vol. 12, pp. 809-823.
- Leal, José (2005), *Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias*, Santiago de Chile: CEPAL. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, serie medio ambiente y desarrollo, núm. 105.
- Martínez, Alier, Joan y Jusment Jordi Roca (2003), *Economía Ecológica y Política Ambiental*, México: Fondo de Cultura Económica.

- Michelsen, Ottar, Annik Fet Magerholm, y Alexander Dahlsrud (2006), "Eco-efficiency in extended supply chains: A case study of furniture production", *Journal of Environmental Management*, vol. 79, núm. 3, pp. 290-297.
- Rao, Purba, Olivia Castillo la O', Ponciano Intral, y Ather Sajid (2006), "Environmental indicators for small and medium enterprises in the Philippines: An empirical research", *Journal of Cleaner Production*, vol.14, núm 5, pp.505-515.
- Seiffert, María, Elizabete y Carlos Loch Seiffertand (2005), "Systemic thinking in environmental management: support for sustainable development", *Journal of Cleaner Production*, vol. 13, núm 12, pp. 1197-1202.
- Shelton, Dinah y Alexandre Kiss (2005), "Judicial handbook on Environmental Law", en UNEP'S, United Kingdom.
><http://www.earthprint.com> [24 de agosto de 2007.]
- Taylor, Peter y Raúl García Barrios (1999), *The dynamics of socio-environmental change and the limits of Neo-Malthusian environmentalism*, Global Environmental Economics: Equity and the Limits to Markets, Blackwell: Oxford.
- Velázquez, Rosa María y José de la Paz Hernández Girón (1998), *Ecoeficiencia, La perspectiva empresarial del desarrollo sostenible*. (N/D).
- Verfaille, Verfaillie y Robin Bidwell (2000), *Measuring Eco-efficiency a guide to reporting company performance* World Business Council for Sustainable Development.
- Viebahn, Peter (2002), "An environmental management model for universities: from environmental guidelines to staff involvement", *Journal of Cleaner Production*, vol. 10 núm 1, pp.3-12.
- WBCSD. (2000), *Eco-efficiency creating more value whit less impact*. World Business Council for Sustainable Development.
- Wells, Richard y David Galbraith (1999). *Proyecto Guadalajara, Promoting Sustainable Development through the Adoption of ISO 14001 by Small and Medium-Sized Enterprises*, Greenleaf Publishing.