

Validación de atributos verdes utilizados en la selección de proveedores verdes

José Roberto Mendoza Fong¹, Jorge Luis García Alcaraz¹, y Aidé Aracely Maldonado Macías¹,
Guillermo Cortes Robles²

¹Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

²Instituto Tecnológico de Orizaba

Email autor principal: al142507@alumnos.uacj.mx

Resumen

La selección de proveedores verdes es un tópico que ha tomado una gran trascendencia en los últimos años, debido a que las consideraciones ambientales dentro de la cadena de suministros cada vez son más necesarias, y a que pueden formar parte de las estrategias de negocio para generar productos con calidad y verdes. Por lo cual con esta investigación se busca facilitar a las organizaciones la toma de decisiones al momento de evaluar y seleccionar a un proveedor verdes, por lo cual se proponen 4 diferentes grupos de atributos verdes que pueden ser considerados al momento de llevar a cabo la evaluación y selección de un proveedor verdes. Estos grupos son validados con el Alfa de Cronbach para determinar su validez estadística y se ha encontrado que son válidos, dado que cada variable latente es superior a 0.7, mínimo valor aceptable.

Palabras clave: Selección de proveedores verdes Atributos verdes, Alfa de Cronbach y Cadena de suministros verdes.

Introducción

Hoy en día, las consideraciones ambientales son consideradas estratégicamente esenciales para las operaciones de negocio, esto con el objetivo de reducir costos y desarrollar productos de calidad (Mahdiloo, Saen, & Lee, 2015). Las consideraciones ambientales involucran el diseño ecológico, la producción limpia, el reciclaje y reutilización con un enfoque en la minimización de los gastos asociados a la fabricación, distribución, uso y eliminación de productos (Lai & Wong, 2012), por lo cual ha surgido el concepto de la administración de

cadena de suministro verde (GSCM) con la finalidad de ayudar a las organizaciones y sus proveedores a lograr los objetivos corporativos mediante la reducción de los riesgos y los impactos ambientales, pero simultáneamente mejorar la eficiencia ecológica (Azevedo, Carvalho, & Cruz Machado, 2011; de Figueiredo & Mayerle, 2008).

Una de las definiciones más citadas de GSCM fue la que hizo (Srivastava, 2007), el cual define a la GSCM como "la integración de pensamiento ambiental en la cadena de

suministros, incluyendo el diseño de productos, abastecimiento de materiales y la selección de proveedores, los procesos de fabricación, la entrega de la final producto de los consumidores, así como la gestión de la vida del producto después de su vida útil". Como se puede ver, según la definición anterior, existen muchas actividades y prácticas industriales en las que se puede incorporar iniciativas verdes en la cadena de suministros. Pero una de las más

significativas es la colaboración ambiental con los proveedores, las cuales incluyen actividades encaminadas a mejorar el desempeño ambiental y las capacidades de los mismos en la realización de proyectos conjuntos del desarrollo de productos verdes e innovaciones (Govindan, Khodaverdi, & Jafarian, 2013). En la Figura 1 se puede observar el flujo de una GSCM.



Figura1. Cadena de suministros verde

Proveedores verdes

En un entorno competitivo la selección de proveedores representa uno de los problemas más críticos que enfrentan las empresas manufactureras. Los costos de las materias primas en tales industrias comprende la mayor porción del costo final del producto, y con la selección adecuada de los proveedores se reducen significativamente los costos de compra (Demirtas & Üstün, 2008; Kannan, Khodaverdi, Olfat, Jafarian, & Diabat, 2013). Sumado a lo anterior, el proceso de selección de proveedores

se complica cada vez más debido, a la inclusión de cuestiones ambientales y sociales en los procesos de evaluación. Esto se debe a que la selección de los llamados proveedores verdes, obligada a considerar atributos ambiental y social, así como los atributos tradicionales como el costo, la calidad y el servicio (Shaik & Abdul-Kader, 2011).

El concepto de proveedor verde surge debido a que conceptos como el de sustentabilidad se ha convertido en un factor clave en la cadena de suministro, y por ende, las empresas tratan de

incorporar estos elementos, sociales y ambientales en los procesos de evaluación selección de proveedores, además de elementos tradicional y económicos (Azadnia, Saman, & Wong, 2015). Por lo cual se dice que los proveedores que adoptan prácticas verdes pueden fomentar un mayor desempeño ambiental a través de toda la cadena de suministro (Genovese, Lenny Koh, Bruno, & Esposito, 2013). Además, en una empresa el nivel de rendimiento de la gestión ambiental está altamente relacionado con la adopción de prácticas ambientales en la selección de proveedores verdes (Jabbour & Jabbour, 2009; Kannan, Jabbour, & Jabbour, 2014).

Los proveedores verdes son importante en las organizaciones, debido a que partes interesadas como: el gobierno, los clientes, los empleados, los competidores cada vez se involucran más con cuestiones ambientales. Por lo cual el aumento de conciencia, ha hecho que los compradores adquieran bienes y servicios de proveedores que les pueden proporcionar bajo costo y de alta calidad, tiempos de entrega cortos y al mismo tiempo, con alta responsabilidad ambiental y social (Shaik & Abdul-Kader, 2011).

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión de literatura e identificar los principales atributos verdes que se deben tomar en cuenta al momento de realizar una evaluación de proveedores verdes, pero también, se busca validar esa lista de atributos al aplicar una encuesta a la región industrial de Ciudad Juárez con la finalidad de proporcionar a los responsables de compras y personal que tiene alguna relación con los proveedores, una lista específica de atributos.

1.2 Selección de proveedores verdes

Tradicionalmente, las empresas consideran criterios como precio, calidad y flexibilidad en la evaluación de desempeño de los proveedores. Pero actualmente el proceso de selección se ha vuelto más complicado como resultado del aumento de las presiones ambientales y como consecuencia, muchas empresas están considerando ahora las cuestiones ambientales y la medición del desempeño ambiental de sus proveedores (Humphreys, Wong, & Chan, 2003; Shen, Olfat, Govindan, Khodaverdi, & Diabat, 2013). Por lo cual la introducción de los atributos ambientales en las decisiones de selección de proveedores incorporan un nuevo conjunto de criterios, lo que complica el proceso de toma de decisiones debido a que es un reto determinar cómo medir criterios verdes en contra de los criterios tradicionales, así cómo identificar las compensaciones entre los dos o beneficios que ofrecen ambos (Dobos & Vörösmarty, 2014).

En la última década, un gran número de investigadores tiene identificados una gran variedad de atributos ambientales. Por ejemplo, (Lamming & Hampson, 1996) fueron los primeros en proponer una serie de atributos ambientales para la selección de proveedores (Govindan, Rajendran, Sarkis, & Murugesan, 2015). En su estudio, llegaron a la conclusión de que no hay forma estándar para los atributos verdes y así como también que no hay una respuesta coordinada para hacer frente a las cuestiones ambientales, y cada una de las empresas utiliza un enfoque diferente a su entendimiento personal (Shaik & Abdul-Kader, 2011).

Basado en lo anterior, se realizó una clasificación en 4 diferentes grupos de atributos verdes, la cual se puede observar en la Tabla 1, esta clasificación busca facilitar la toma de decisión en las organizaciones, al momento de llevar a cabo la selección y evaluación de

proveedores verdes, así como realizar una clasificación más específica y precisa de los tipos de atributos verdes más utilizados al momento de llevar a cabo la selección de un proveedor verde.

Clasificación de los Atributos Verdes	
Tipo de atributos	Autores
Pre-Producción	
Diseño Verde	(Humphreys et al., 2003; Noci, 1997)
Competencias Verdes	(Lee, Kang, Hsu, & Hung, 2009; Noci, 1997)
Administración de Procesos Verdes	(Lee et al., 2009; Tseng, 2011)
Compradores Verdes	(Lee et al., 2009; Noci, 1997)
Procesos Verdes	
Consumo de Energía Durante la Manufactura de un Producto	(Humphreys et al., 2003; Zhu, Sarkis, & Lai, 2007)
Costos Ambientales	(Chiou, Hsu, & Hwang, 2008; Zhu et al., 2007)
Manufactura de Productos Verdes	(Lee et al., 2009; Tseng, 2011)
Colaboraciones Ambientales con los Clientes	(Lee et al., 2009; R. Villanueva-Ponce et al., 2015)
Producción Limpia	(Handfield, Walton, Sroufe, & Melnyk, 2002; Noci, 1997)
Uso de Tecnología Amigable con el Medio Ambiente	(Sarkis, 1998; Tseng, 2011)
Post-Producción	
Sistema de Reciclado	(Chiou et al., 2008; Yeh & Chuang, 2011)
Manejo de Desperdicios de Producción	(Chiou et al., 2008; Lee et al., 2009)
Imagen Verde	(Humphreys et al., 2003; Sarkis, 1998)
Políticas Verdes	
Control de Emisiones al Medio Ambiente	(Lee et al., 2009; Yeh & Chuang, 2011)
Responsabilidad Social	(Büyükoçkan & Çifçi, 2012; Kuo, Wang, & Tien, 2010)
Certificación Ambiental	(Tseng, 2011; Zhu et al., 2007)

Tabla 1. Clasificación de Atributos Verdes.

Descripción del Método

Esta sección se ha dividido en diferentes pasos, que se llevaron a cabo para la validación de los atributos verdes utilizado en la selección de proveedores verdes, tales como el diseño y elaboración del cuestionario, el medio por el cual se recabó la información, el análisis de los datos obtenidos y su respectiva validación.

Paso 1: Elaboración y Validación de la Encuesta

En esta etapa se realiza la construcción de una encuesta, la cuales es, un instrumento para recabar información, y está diseñada para poder cuantificar y universalizar la información de una manera rápida y certera (Martínez, 2002). La encuesta utilizada en este análisis está compuesta por tres secciones, en la primera sección se incluye una pequeña presentación donde se incluyeron los objetivos e instrucciones, así como también las preguntas demográficas. La segunda sección consta de una tabla con 39 atributos que fueron definidos en base a una revisión de literatura relacionadas con la selección de un proveedor, de los cuales 16 son identificados como atributos verdes. La manera para llevar a cabo la valoración de cada atributo fue en base a una escala de Likert con valores entre 1-5, donde el uno indicaba que el atributo no es importante y el 5 que indica que el atributo es totalmente importante. La tercera sección consta de una tabla con 12 beneficios que se obtienen al momento de llevar a cabo la correcta selección de un proveedor. La manera para llevar a cabo la valoración de los beneficios fue en base a una escala descrita anteriormente. Para la realización de estas encuestas se toma como base los resultados reportados por (R. Villanueva-Ponce, García-Alcaraz, J. L., 2012).

2.2 Paso 2. Aplicación da la Encuesta

La encuesta es aplicada en la industria maquiladora de Ciudad Juárez, Chihuahua, y dirigida a personas laborando en aquellos departamentos involucrados con los proveedores, ya sea en su selección, evaluación, o que tiene una relación muy estrecha con los mismos, tales como: ingeniería, compras, almacén, calidad de recibos, gerencia, calidad, finanzas, entre otros. La aplicación de la encuesta fue llevada a cabo por diferentes medios, algunos de los cuales fueron entrevistas personal, electrónicos y por medio de una página web especializada en la aplicación de encuestas.

2.3 Paso 3. Captura de la Información

La captura de información se lleva a cabo en el software estadístico SPSS 20 ®, un programa estadístico informático muy usado en análisis de información y bases de datos de tamaño de muestras grandes. Además, es uno de los programas estadísticos más conocidos teniendo en cuenta su capacidad para trabajar con grandes bases de datos y cuanta con una interface sencilla y amigable para la mayoría de los análisis. En la base de datos construida, los renglones representaban los casos o encuestas aplicadas y las columnas representaban las variables o atributos analizados.

2.4 Paso 4. Depuración de la Base de Datos

La depuración de la base de datos se tiene que llevar a cabo con dos fines, el de encontrar datos faltantes y la identificación de valores atípicos. Los datos faltantes se pueden presentar por diferentes razones, por omisión de la respuesta o falta de conocimiento del encuestado, un descuido al momento de llevar a cabo la captura

de la información, o porque simplemente el encuestado no respondió a la pregunta. El rango para los datos faltantes puede ser flexible, pero en general, si falta más del 10% de las respuestas en una variable en particular, esos valores puede ser problemático (Joseph F. Hair Jr, 2013). Hay varias maneras de tratar con las variables problemáticas y una puede ser no utilizar esa variable, pero si tiene algún sentido, se pueden imputar los valores perdidos (Lynch, 2003). Ya una vez identificados los valores faltantes éstos serán remplazados por la mediana de la variable en cuestión, esto debido a que se usa una escala de Likert, evitando así problemas de sesgo (Lynch, 2003).

Los valores atípicos pueden influir en los resultados, ya que se presentan muy alejados de la mediana, y para detectarlos, simplemente se puede visualizar utilizando un diagrama de caja y bigotes para cada variable. Los valores atípicos aparecerán en los extremos, y estarán etiquetados, indicando el número de caso al que se refieren.

Se realiza además una estimación de la desviación estándar en cada uno de los casos analizados, donde valores cercanos a cero indican que el encuestado simplemente asigna el mismo valor a cada una de las preguntas realizadas. Desviaciones estándar alrededor de 0.500, en una escala de 5 puntos, muestra este tipo de problemas y el caso puede ser eliminado (Leys, Ley, Klein, Bernard, & Licata, 2013).

2.5 Paso 5: Análisis Descriptivo

Este tipo de análisis permitirá controlar la presencia de posibles errores en la fase de introducción de los datos, es decir, se detectan los valores fuera de rango. Este análisis inicial

también proporciona una idea de la forma que tienen los datos, su posible distribución de probabilidad con un parámetro de centralización, así como sus parámetros de dispersión con el uso del rango intercuartílico (RI).

Con la mediana se puede identificar el valor que se encuentra en el centro de los datos, es decir, permite conocer el valor que se encuentra exactamente en la mitad del conjunto de datos. Esta medida indica que mitad de los datos se encuentran por debajo de este valor y la otra mitad por encima del mismo. La cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Mediana} = \frac{n + 1}{2} \quad (1)$$

Por otra parte, el rango intercuartílico puede proporcionar la verdadera dispersión de los datos. Este índice tienen como ventaja que no se ven afectados por la existencia de valores atípicos en la variable, pues no se obtienen a partir de los dos valores más extremos de la variable sino a partir de dos valores más centrados como son el tercer cuartil (Q3) y el primer cuartil (Q1) (D'Amelio, 2010). El rango intercuartílico se obtiene como diferencia entre los cuartiles 3° y 1°:

$$RI = Q3 - Q1 \quad (2)$$

2.6 Paso 6: Análisis de Fiabilidad

La validez de un instrumento se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir y la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el alfa de

Cronbach (Cronbach, 1951; Ledesma, Molina, & Valero, 2002), donde se asume que los ítems (medidos en escala tipo Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados (Welch, 1988). El alfa de Cronbach no deja de ser una media ponderada de las correlaciones entre las variables (o ítems) que forman parte de la escala o dimensión. Puede calcularse de dos formas: a partir de las varianzas y que se ilustra en la Ecuación 3 o de las correlaciones de los ítems, el cual frecuentemente es conocido como alfa de Cronbach estandarizado, tal como se ilustra en la Ecuación 4.

A partir de las varianzas, el alfa de Cronbach se calcula así:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right],$$

(3)

Donde:

S_i^2 es la varianza del ítem i ,

S_t^2 es la varianza de los valores totales observados y

k es el número de preguntas o ítems.

A partir de las correlaciones entre los ítems, el alfa de Cronbach estandarizado se calcula así:

(4)

Donde:

k es el número de ítems.

p es el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems (se tendrán $[k(k-1)]/2$ pares de correlaciones).

El alfa de Cronbach no es un estadístico al uso, por lo que no viene acompañado de ningún p -valor que permita rechazar la hipótesis de fiabilidad en la escala. No obstante, cuanto más se aproxime a su valor máximo, 1, mayor es la fiabilidad de la escala (George, 2003).

Resultados

Con la metodología antes descrita se logró obtener los resultados que a continuación se detallan, esto en base a la validación de los atributos evaluados a proveedores.

3.1 Análisis

$$\alpha_{est} = \frac{kp}{1 + p(k-1)},$$

is Descriptivo de la Muestra

Con un tiempo de aplicación de la encuesta de 3 meses, se lograron obtener un total de 270 encuestas, de las cuales solo 253 encuestas fueron válidas para el análisis. En el Tabla 1 se puede observar que la encuesta fue respondida

por más hombres que mujeres, con un total de participación de 182 hombres, los cuales representan el 71.93% de la muestra y por solo 71 mujeres que representa el 28.07% del total de la muestra.

En el Tabla 2 se muestra que el 70.35% de las personas encuestadas cuentan con una

experiencia de al menos 2 años laborando en sus puesto de trabajo, siendo el tiempo de 2 – 5 años de experiencia el porcentaje más alto con un 40.31%, por lo cual se puede decir que la muestra es confiable debido a que existe un buen grado de experiencia.

Años de Experiencia	Total
2 - 5 años	102
Menos de 1 año	75
6-10 años	45
10 - 20 años	21
20-30 años	8
Más de 30 años	2
Total	253

Tabla 2. Años de experiencia

3.2 Análisis de la información

Tal como se describió en la sección de la metodología, el método utilizado para validar la muestra fue con la estimación del alfa de Cronbach y para llevar a cabo este análisis, los atributos verdes fueron divididos en 4 grupos, los cuales se pueden apreciar en el Tabla 3.

Para el análisis de la Tabla 3, se inicia con la mediana, la cual se puede observar en la primera columna, donde se aprecian 2 ítems resaltados en color amarillo, esto porque tiene una mediana mayor a 4, lo cual significa que a la precepción de los encuestados, son los atributos

verdes más considerados al momento de llevar acabo la selección de un proveedor verde. En la cuarta columna se puede ver el rango intercuartílico, el cual es una medida de dispersión muy utilizada para analizar la distribución de los datos, el cual se calcula con la diferencia entre el primer y el tercer cuartil. Los valores altos resaltados en color azul indican poco consenso entre los encuestados al considerar dichos ítems al momento de seleccionar a un proveedor verde. En la quinta columna de la Tabla 3 se puede observar la estimación del índice del alfa de Cronbach, para cada uno de los 4 grupos definidos. Se tiene que

el valor más pequeño es el de Atributos Verdes de Post-Producción = 0.744 y el valor más alto es el de Atributos Verdes de Pre-Producción = .870. Se puede observar que todos los valores

son mayores de 0.7, por lo cual se puede decir que todos los grupos son válidos y pueden ser utilizados para análisis futuros.

Grupo de Atributos Verdes	Mediana	Percentiles		RI	Alfa de Cronbach
		25	75		
Pre-Producción					
Diseño Verde	3.473	2.521	4.391	1.870	0.870
Compradores Verdes	3.449	2.544	4.343	1.799	
Competencias Verdes	3.375	2.496	4.245	1.749	
Administración de Procesos Verdes	3.613	2.603	4.553	1.950	
Procesos Verdes					
Consumo de Energía Durante la Manufactura de un Producto	3.827	2.872	4.6571	1.785	0.864
Producción Limpia	3.987	3.155	4.7367	1.582	
Colaboraciones Ambientales con los Clientes	3.593	2.728	4.4481	1.720	
Uso de Tecnología Amigable con el Medio Ambiente	3.579	2.624	4.5000	1.876	
Costos Ambientales	3.796	2.900	4.6349	1.735	
Manufactura de Productos Verdes	3.525	2.601	4.3872	1.786	
Post-Producción					
Imagen Verde	3.561	2.650	4.453	1.803	0.744
Manejo de Desperdicios de Producción	4.083	3.231	4.782	1.551	
Sistema de Reciclado	3.803	2.825	4.655	1.830	
Políticas Verdes					
Responsabilidad Social	3.910	3.099	4.682	1.582	0.783
Certificación Ambiental	4.119	3.135	4.833	1.698	
Control de Emisiones al Medio Ambiente	3.786	2.871	4.637	1.766	

Tabla 3. Análisis descriptivo de los datos.

Conclusiones y Recomendaciones

El objetivo de este artículo fue presentar la validación de los diferentes grupos de atributos verdes que pudieran ser considerados al momento de llevar a cabo la evaluación y selección de un proveedor verde. Estos grupos fueron definidos con el fin de facilitar a las organizaciones la toma de decisiones al momento de evaluar que atributos verdes utilizar, conforme a sus necesidades y consideraciones ambientales. La validación de los 4 grupos de atributos arriba descritos se llevó a cabo por medio de estadístico llamado alfa de Cronbach. Basado a los resultados obtenidos se concluye que la información obtenida es fehaciente y válida, además que podrá ser utilizada en futuros análisis.

Basados en los resultados encontrados en el análisis descriptivo, se puede concluir lo siguiente:

Durante la etapa de preproducción, los atributos más importantes que el fabricante debe

considerar al evaluar un proveedor verde es que éste cuente con un diseño verde, pero además, que sus propios proveedores sean verdes, lo cual garantiza la fluidez de la cadena de suministro amigable con el medio ambiente.

En relación al proceso de producción, los atributos más importantes son la cantidad de energía que el proveedor requiere para entregar un producto terminado, ya que entre más energía requiera, se supone que contamina más. Usando menos energía para un producto, es sinónimo de producción limpia.

Sin embargo, una vez que ha sido fabricado un producto por parte del proveedor, se debe analizar el manejo de desperdicios y los programas que tiene de logística inversa para reprocesar el producto al final de su vida útil.

Finalmente, se debe observar también como uno de los atributos más importantes la certificación ambiental que tenga el proveedor.

Referencias

Azadnia, A. H., Saman, M. Z. M., & Wong, K. Y. (2015). Sustainable supplier selection and order lot-sizing: an integrated multi-objective decision-making process. *International Journal of Production Research*, 53(2), 383-408. doi:10.1080/00207543.2014.935827

Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Cruz Machado, V. (2011). The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 850-871. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.017>

Büyükoçkan, G., & Çifçi, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000-3011. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.08.162>

Chiou, C. Y., Hsu, C. W., & Hwang, W. Y. (2008, 8-11 Dec. 2008). *Comparative investigation on green supplier selection of the American, Japanese and Taiwanese Electronics Industry in China*. Paper presented at the Industrial Engineering and Engineering

Management, 2008. IEEM 2008. IEEE International Conference on.

Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. doi:10.1007/BF02310555

D'Amelio, L. M. y. A. (2010). Medidas de Tendencia Central y de Variabilidad.

de Figueiredo, J. N., & Mayerle, S. F. (2008). Designing minimum-cost recycling collection networks with required throughput. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(5), 731-752. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2007.04.002>

Demirtas, E. A., & Üstün, Ö. (2008). An integrated multiobjective decision making process for supplier selection and order allocation. *Omega*, 36(1), 76-90. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2005.11.003>

Dobos, I., & Vörösmarty, G. (2014). Green supplier selection and evaluation using DEA-type composite indicators. *International Journal of Production Economics*, 157(0), 273-278. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.026>

Genovese, A., Lenny Koh, S. C., Bruno, G., & Esposito, E. (2013). Greener supplier selection: state of the art and some empirical evidence. *International Journal of Production Research*, 51(10), 2868-2886. doi:10.1080/00207543.2012.748224

George, D., & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update.

Govindan, K., Khodaverdi, R., & Jafarian, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for

measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production*, 47, 345-354. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.014>

Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J., & Murugesan, P. (2015). Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 98, 66-83. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.046>

Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., & Melnyk, S. A. (2002). Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 141(1), 70-87. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00261-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00261-2)

Humphreys, P. K., Wong, Y. K., & Chan, F. T. S. (2003). Integrating environmental criteria into the supplier selection process. *Journal of Materials Processing Technology*, 138(1-3), 349-356. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0924-0136\(03\)00097-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-0136(03)00097-9)

Jabbour, A. B. L. S., & Jabbour, C. J. C. (2009). Are supplier selection criteria going green? Case studies of companies in Brazil. *Industrial Management & Data Systems*, 109(4), 477-495. doi:10.1108/02635570910948623

Joseph F. Hair Jr, W. C. B., Barry J. Babin & Rolph E. Anderson. (2013). *Multivariate Data Analysis* (7th edition) Pretince Hall.

Kannan, D., Jabbour, A. B. L. d. S., & Jabbour, C. J. C. (2014). Selecting green suppliers based

on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. *European Journal of Operational Research*, 233(2), 432-447. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2013.07.023>

Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., & Diabat, A. (2013). Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 47(0), 355-367.

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.010>

Kuo, R. J., Wang, Y. C., & Tien, F. C. (2010). Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 18(12), 1161-1170.

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.03.020>

Lai, K.-h., & Wong, C. W. Y. (2012). Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. *Omega*, 40(3), 267-282. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2011.07.002>

Lamming, R., & Hampson, J. (1996). The Environment as a Supply Chain Management Issue. *British Journal of Management*, 7, S45-S62. doi:10.1111/j.1467-8551.1996.tb00147.x

Ledesma, R., Molina, G., & Valero, P. (2002). Análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach: un programa basado en gráficos dinámicos. *Psico-USF*, 7(2), 143-152.

Lee, A. H. I., Kang, H.-Y., Hsu, C.-F., & Hung, H.-C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7917-7927. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.052>

Leys, C., Ley, C., Klein, O., Bernard, P., & Licata, L. (2013). Detecting outliers: Do not use standard deviation around the mean, use absolute deviation around the median. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(4), 764-766.

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jesp.2013.03.013>

Lynch, S. M. (2003). Missing data. Retrieved from <http://www.princeton.edu/~slynch/>

Mahdiloo, M., Saen, R. F., & Lee, K.-H. (2015). Technical, environmental and eco-efficiency measurement for supplier selection: An extension and application of data envelopment analysis. *International Journal of Production Economics*, 168, 279-289. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.07.010>

Martínez, F. (2002). El cuestionario. Un instrumento para la investigación en las ciencias sociales. *Barcelona: Laertes Psicopedagogía*.

Noci, G. (1997). Designing 'green' vendor rating systems for the assessment of a supplier's environmental performance. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3(2), 103-114. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0969-7012\(96\)00021-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0969-7012(96)00021-4)

Sarkis, J. (1998). Evaluating environmentally conscious business practices. *European Journal of Operational Research*, 107(1), 159-174. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00160-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00160-4)

Shaik, M., & Abdul-Kader, W. (2011). Green supplier selection generic framework: a multi-attribute utility theory approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 4(1), 37-56. doi:10.1080/19397038.2010.542836

Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R., & Diabat, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preferences. *Resources, Conservation and Recycling*, 74(0), 170-179. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.09.006>

Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80. doi:10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x

Tseng, M.-L. (2011). Green supply chain management with linguistic preferences and incomplete information. *Applied Soft Computing*, 11(8), 4894-4903. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2011.06.010>

Villanueva-Ponce, R., Garcia-Alcaraz, J., Cortes-Robles, G., Romero-Gonzalez, J., Jiménez-Macías, E., & Blanco-Fernández, J. (2015). Impact of suppliers' green attributes in corporate image and financial profit: case maquiladora industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 80(5-8), 1277-1296. doi:10.1007/s00170-015-7082-6

Villanueva-Ponce, R., García-Alcaraz, J. L. (2012). La selección de proveedores: Un enfoque verde?: revisión de literatura. *academiajournals*, 4-3, 3298-3303.

Welch, S. J. C. (1988). *Quantitative Methods for Public Administration: Second Edition*, Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company.

Yeh, W.-C., & Chuang, M.-C. (2011). Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 4244-4253.

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.09.091>

Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K.-h. (2007). Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 15(11-12), 1041-1052.

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.05.021>