

4

ESTADÍSTICA

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD: UN ANÁLISIS MULTIVARIANTE APLICANDO HJ- BILOT

Estelina Ortega-Gómez¹, Carmen C. Rodríguez¹ y Mitzi I. Cubilla¹

1. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología Departamento de Estadística,
[tel:\(507\)-6613-1658](tel:(507)-6613-1658), E-mail: estelinao@hotmail.com

Resumen

Los métodos Biplot permiten representar la información contenida en una matriz de datos en un espacio de menor dimensión con la menor pérdida de información, para obtener una máxima calidad de representación de ambos ejes de la matriz de datos se utiliza una extensión del Biplot clásico: HJ-Biplot. El Global Reporting Initiative (GRI) es una organización cuyo propósito es impulsar la elaboración de memorias de sostenibilidad por parte de todo tipo de organizaciones en sus ejercicios de actuación económica, social y ambiental como compromiso a la responsabilidad social de las empresas. Brasil registra un creciente número de empresas comprometidas en reportar sus avances en los informes del GRI. Las empresas grandes de este país se agrupan en tres clúster bien definido en base a su nivel de respuesta a estos indicadores. Este artículo pretende destacar la relación existente entre los indicadores de desempeño de sostenibilidad reportados por el GRI durante los años 2011 y 2012, y las posibles agrupaciones de las empresas según el tipo de indicador al que más se relacionan.

Abstract

Biplot methodology allows representing the information contained within a data matrix into a more reduced dimensional space with minimum information lost. To obtain a higher quality of representation of both axes of the data matrix, an extension of the Classical Biplot is used: HJ-Biplot. The Global Reporting Initiative (GRI) is an international organization whose purpose is to promote the development of sustainability reports by all kind of organizations for their economic, social and environmental performance as a commitment to their Corporate Social Responsibility. Brazil registers an increasing number of companies committed of publishing their progress in GRI's social responsibility reports. The largest companies of this country are grouped in three well-defined clusters based on their level of response to these three groups of indicators. This article aims to highlight the relationship between sustainability performance indicators reported to the GRI during 2011 and 2012, and the possible grouping of Brazilian companies based on the type of indicator where they are more related.

Keywords: HJ-Biplot, Global Reporting Initiative, Cluster, Indicators.

Citación: Ortega-Gómez, E.; C.C. Rodríguez y M. I. Cubilla. 2014. Indicadores de Sostenibilidad: Un Análisis Multivariante Aplicando HJ-Biplot. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios 1 (2): 30-42.

Recibido: 10 de noviembre de 2014 **Aceptado:** 19 de diciembre de 2014 **Publicado:** 31 de diciembre de 2014

Correspondencia al autor: estelinao@hotmail.com (Estelina Ortega -Gómez)

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Palabras clave:

HJ-Biplot,

Global Reporting Initiative,

Clúster,

Indicadores

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, las empresas del sector privado han evidenciado un creciente interés en reportar de forma voluntaria los resultados de sus actividades socioeconómicas y su nivel de compromiso con el medio ambiente. El Global Reporting Initiative (GRI) es una organización cuyo propósito es impulsar la elaboración de memorias de sostenibilidad por parte de todo tipo de organizaciones en sus ejercicios de actuación económica, social y ambiental (GRI, 2014)

Los reportes del GRI en sus tres ejes identifican una amplia serie de indicadores que permiten reflejar el nivel de desempeño de las empresas. Los resultados para los diferentes tipos de empresas y los diferentes países generan amplias bases de datos que requieren metodologías más robustas para caracterizar el desempeño de las empresas.

Una de las metodologías para análisis de grandes bases de datos que permite la reducción de las mismas en dimensiones para una mejor visualización e interpretación de la información es el método Biplot (Gabriel, 1971) el cual es una representación gráfica de datos multivariantes. La característica fundamental del método es la capacidad de representar conjuntamente filas y columnas de la matriz de datos, siendo tres o más

variables (Varela, 2002). Una extensión del Biplot es el HJ-Biplot (Galindo, 1986) el cual permite obtener una máxima calidad de representación de ambos ejes de la matriz de datos.

El objetivo de la investigación es analizar, utilizando la metodología del HJ-Biplot, la relación existente entre los indicadores de sostenibilidad reportados por el Global Reporting Initiative (GRI) empresas grandes de Brasil que publicaron durante los años 2011 y 2012 sus desempeños en materia económica, ambiental, y social, además de examinar las posibles agrupaciones de las empresas para ambos años según el tipo de indicador que más se relaciona.

MÉTODO BILOT Y HJ-BILOT

Los métodos Biplot tienen como objetivo representar la información contenida en una matriz de datos en un espacio de menor dimensión, generalmente un plano con la menor pérdida de información (Cárdenas, 2001).

Díaz–Faes *et al.* (2013) señalan que un Biplot para una matriz de datos $X_{n \times p}$ (arreglo rectangular con n filas y p columnas) es una representación gráfica mediante marcadores g_1, g_2, \dots, g_n para filas de la matriz de datos h_1, h_2, \dots, h_p para las columnas de X , de forma que el producto escalar $g_i \cdot h_j$ aproxime el número x_{ij} de la matriz de partida, también como sea posible (Gabriel 1971).

La estructura de una matriz puede visualizarse representando los marcadores en un espacio euclídeo de dos o tres dimensiones. La Figura 1 muestra la representación conceptual para una matriz X de orden (24x6):

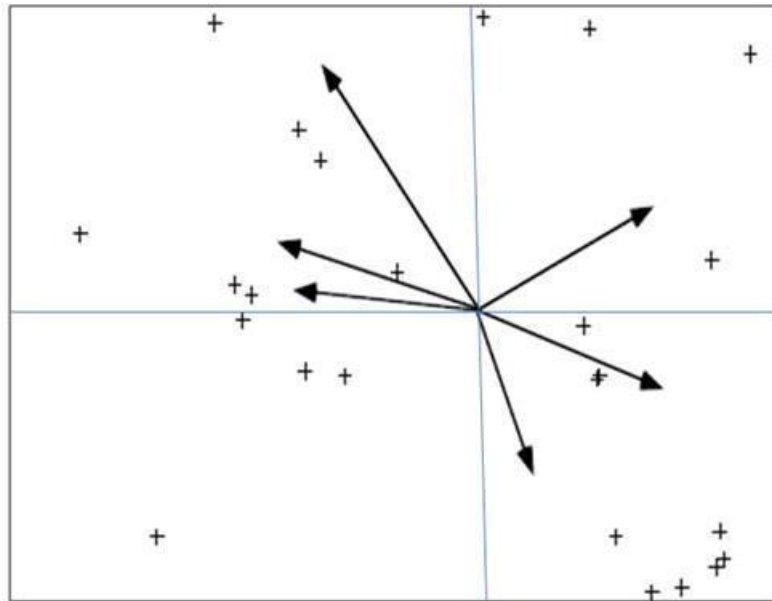


Figura 1: Representación Biplot de una matriz X de orden (24x6)

El Biplot propuesto por Gabriel (1971) está fundamentado en dos métodos: la obtención de la máxima calidad de representación de las filas que para las columnas donde las columnas representan las variables, mientras que las filas representan a los individuos, conocido como JK –Biplot; y la máxima calidad de representación de las columnas que para las filas, definido como GH–Biplot.

Galindo (1986) propone el HJ-Biplot que es una extensión de Biplot de Gabriel (1971) la que permitirá obtener la máxima calidad de representación tanto para filas como para columnas de la matriz de datos, de forma general el HJ-Biplot es una representación gráfica multivariante de las líneas de una matriz $X_{n \times p}$ mediante los marcadores j_v, \dots, j_n para sus filas y h_i, \dots, h_p para sus columnas, elegidos de forma que ambos marcadores puedan ser superpuestos de un mismo sistema de referencia con máxima calidad de representación (Galindo, 1986; Galindo y Cuadra, 1986).

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD DEL GLOBAL REPORTING INITIATIVE:

El Global Reporting Initiative (GRI) es una organización creada en 1997 por la convocatoria de la Coalición de Economías Responsables del Medio Ambiente (CERES) y el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUMA) cuya misión es mejorar la calidad, rigor y utilidad de los reportes de sustentabilidad para alcanzar un nivel equivalente a los reportes financieros. El GRI se lleva a cabo mediante el desarrollo, construcción y mejora continua del marco para la elaboración de memorias de sustentabilidad de GRI, donde utiliza un enfoque global participativo de búsqueda de consenso entre todos los grupos de interés (Gutiérrez, 2010)

Los contenidos básicos que han de incluirse en las memorias de sustentabilidad, incluyen tres aspectos; el perfil del contexto general de la empresa, el enfoque de la dirección y los indicadores de desempeño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los Indicadores de Sostenibilidad del Global Reporting Initiative

El Global Reporting Initiative dentro de sus memorias reporta dos tipos, los indicadores principales los cuales son los indicadores de mayor interés para las empresas y los indicadores adicionales, son los indicadores complementarios o de poco interés.

El Global Reporting Initiative (2014) registra para Brasil en los resultados de los años 2011 y 2012 un total de 228 empresas grandes las cuales, en su mayoría, muestran alto interés en reportar sus desempeños en los 55 indicadores CORE (indicadores principales).

Los indicadores principales (CORE) dentro de cada grupo se detallan en el cuadro 1:

Cuadro 1. Indicadores de desempeño de la sostenibilidad en cada una de las categorías	
Indicadores de desempeño	Subgrupos
Económico	EC1, EC2, EC3, EC4, EC6, EC7, EC8
Ambiental	EN1, EN2, EN3, EN4, EN8, EN11, EN12, EN16, E17, EN19, EN20, EN21, EN22, EN23, EN26, EN27, EN28
Práctica Laboral	LA1, LA2, LA4, LA5, LA7, LA8, LA10, LA13, LA14, LA15
Derechos Humanos	HR1, HR2, HR4, HR5, HR6, HR7, HR10, HR11
Sociedad	SO1, SO2, SO3, SO4, SO5, SO8, SO9, SO10
Responsabilidad del Producto	PR1, PR3, PR6, PR9

Global Reporting Initiative: grandes empresas de Brasil

Brasil es la principal potencia económica de América Latina y forma parte del grupo de países llamados BRIC (Brasil, Rusia, India y China). Se consolida como una economía de cambio y crecimiento, mostrando un liderazgo en desarrollo social y consciencia ambiental.

Para esta investigación se examina la base de datos publicados en GRI (Base de datos del GRI disponible en www.databaseglobalreporting.org, considerando únicamente los indicadores principales que a su vez se agruparon en porcentaje de presencia en cada sector de desempeño. Para el estudio se omitieron aquellas empresas grandes de Brasil que no han publicado hasta la fecha en el GRI o en sus sitios web. Se analiza cada año de forma independiente 2011 y 2012 para evaluar su comportamiento.

RESULTADOS

Utilizando el programa MultiBiplot desarrollado por Vicente – Villardón (2010), programa orientado a matrices MATLAB, se aplicará un HJ-Biplot propuesto por Galindo (1986) con

una transformación de doble centrado, además se utilizó el método de descomposición en valores singulares a la matriz de datos para obtener la representación conjunta de las empresas y los indicadores para el año 2011 y 2012.

Para el año 2011 se trabajó con una matriz de datos $X_{116 \times 6}$ (116 empresas grandes y 6 indicadores) y para el 2012 con una matriz $X_{112 \times 6}$ (112 empresas y 6 indicadores). Se observa que para el año 2011 se retiene 3 ejes los que explican el 77.8% de la variabilidad de la información, donde el primer eje aporta 39.4, el segundo 20,8 y el tercero 17.5 de igual forma se presenta en el año 2012 reteniendo 3 ejes los cuales explican el 82.37% de la variabilidad de la información donde el primer eje aporta 52.60, el segundo 17.54 y el tercero 12.23. Para los dos años se logró obtener una buena inercia acumulada permitiendo caracterizar las empresas grandes de Brasil en relación al tipo de indicador de acuerdo al sector de desempeño (Ver cuadro 2).

De acuerdo a los resultados obtenidos en base a las contribuciones del factor al elemento para las columnas (ver cuadro 3) para el año 2011 y considerando las contribuciones mayores de 300 se encontró que el indicador sobre Responsabilidad del Producto (PR) se asocia al eje 1, mientras que el eje 2 está determinado por los indicadores económico (EC) y Sociedad (SO) ya que poseen mayor contribución relativa del factor al elemento, el indicador ambiental (EN) está asociado al eje 3, también se observó que los indicadores sobre Práctica Laboral (LA) y Derechos Humanos (HR) son los que presentan las contribuciones menos importantes.

De esta forma para el año 2011 los tres ejes quedan bien representados por cuatro de los seis indicadores de desempeño.

El análisis de las empresas sobre los ejes permite observar que las empresas Grupo Carmargo Correa, Instituto Aço Brasil, Itaipu Binacional, AES Electro Paulo, Suzano Papel e Celulose, Sociedad Beneficentes Israelita Albert Einstein, Unimed de Cascavel, Unimed Rios, CCR, V&M do Brasil y Samarco Mineracao son las que ocupan las posiciones más extremas del eje 1. Las posiciones más extremas del eje 2 las ocupan las empresas Abengoa

Bionergia, CHESF, Caixa Economical Federal y Fibria, con respecto al eje 3 encontramos que las empresas Industrias y Eternit son las que ocupan las posiciones más extremas.

Cuadro 2. Valores propios y varianza explicada. Años 2011 – 2012

Inercia - 2011				Inercia - 2012			
Eje	Valor propio	Variabilidad Explicada	Acumulada	Eje	Valor propio	Variabilidad Explicada	Acumulada
Eje 1	68428.2	39.41	39.41	Eje 1	143809.7	52.60	52.60
Eje 2	36197.5	20.85	60.22	Eje 2	47968.3	17.54	70.14
Eje 3	30403.6	17.51	77.76	Eje 3	33444.9	12.23	82.37
Eje 4	25617.8	14.75	92.52	Eje 4	25685.5	9.39	91.77
Eje 5	12993.2	7.48	100	Eje 5	22507.1	8.23	100

Cuadro 3. Calidad de Representación para las columnas. Años 2011 – 2012

2011				2012			
Indicador	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Indicador	Eje 1	Eje 2	Eje 3
EC	6	617	103	EC	43	180	18
EN	81	4	831	EN	95	80	772
LA	183	168	5	LA	2	40	292
HR	301	220	276	HR	358	179	82
SO	97	517	0	SO	975	14	0
PR	968	17	0	PR	376	622	0

Para el año 2011 el plano 1-2 se observó que posee una inercia acumulada de 60.22%. En la figura 3, los indicadores de desempeños están representados por los vectores y las empresas por las cruces. Los vectores pobremente representados presentaron el color más claro Indicadores de desempeño ambiental (EN), Práctica Laboral (LA) y Derechos

con el 27% seguido por el sector Agua y Energía con el 22% el cual está asociado al indicador de Responsabilidad del Producto (PR), el clúster 2 posee 11 empresas siendo el sector Industria el más representativo con el 36% siendo este grupo de empresas asociado al indicador económico (EC), mientras que el clúster 3 formado por 50 empresas encontramos muy parecido al comportamiento del clúster 1 donde el sector más representativo es el sector Servicio con el 32% de las empresas, el 28% por el sector Industria y el 24% por el sector Agua y Energía además se observó una marcada relación con el indicador Sociedad (SO) (Ver cuadro 5). La calidad de representación en el plano 1-2 es bastante buena (Ver cuadro 4).

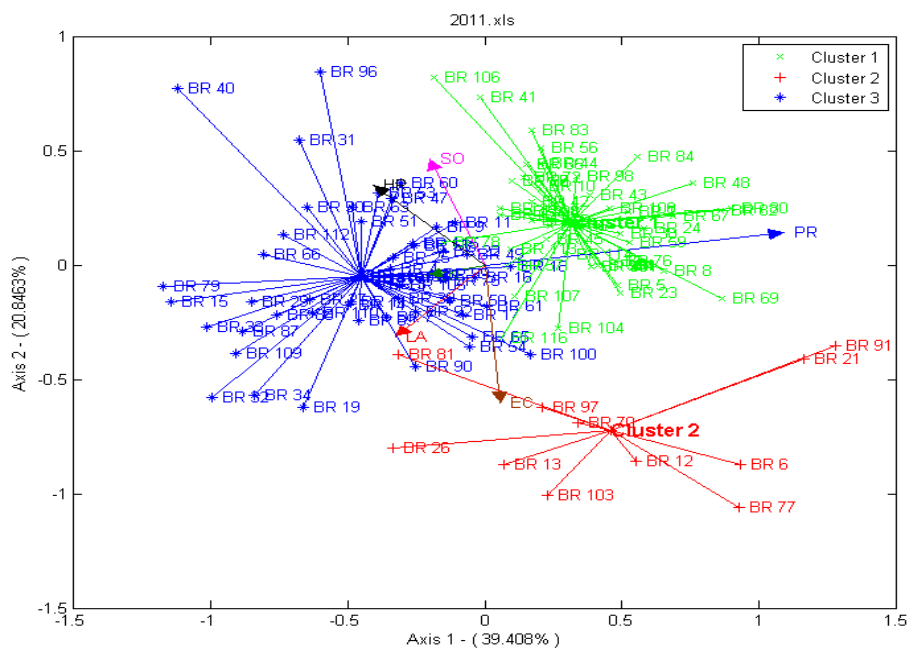


Figura 3. Representación factorial del HJ-Biplot por Clústers. Plano 1-2. Año 2011

Cuadro 4. Calidad de Representación de los Clúster. Año 2011					
	n	QLR - 1	QLR - 2	QLRA - 1	QLRA - 2
Clúster 1	55	72.29	25.85	72.29	98.15
Clúster 2	11	24.73	60.92	24.73	85.65
Clúster 3	50	93.27	1.15	93.27	94.42

Cuadro 5. Número de empresas por sector según grupo. Año 2011

Sector de actividad	Clúster 1		Clúster 2		Clúster 3	
	No. De Empresas	%	No. De Empresas	%	No. De Empresas	%
Total	55	100.00	11	100.00	50	100.00
Primario	6	10.91	0	0.00	1	2.00
Industria	15	27.27	4	36.36	14	28.00
Agua y Energía	12	21.82	2	18.18	12	24.00
Construcción	0	0.00	2	18.18	5	10.00
Servicio	20	36.36	2	18.18	16	32.00
Educación	1	1.82	0	0.00	1	2.00
Otros	1	1.82	1	9.09	1	2.00

Realizando el análisis para el año 2012 se encontró que las contribuciones del factor al elemento para las columnas en el año 2012 y considerando las contribuciones mayores de 300 se observó que el indicador de Sociedad (SO) y Derechos Humanos (HR) se asocia al eje 1, mientras que el eje 2 está determinado por los indicador sobre Responsabilidad del Producto (PR) y en el eje 3 están asociados el indicador Económico (EC) ya que posee mayor contribución relativa del factor al elemento, también se observó que los indicadores económicos (EC) y Sobre Practica Laboral (LA) son las que presentan las contribuciones menos importantes.

De esta forma para el año 2012 los tres ejes quedan bien representados con 4 de los 6 indicadores de desempeño.

Al analizar las empresas sobre los ejes se observó que las empresas Duratex, Baumgarten, Constructora Gutierrez, Baesa, Copel, Banco do Nordeste do Brasil, JBC, S.A, Sociedad Beneficientes Iraelista, Unimed Limeira, Tim Participacoes. Sanasa, Energetica Barra Grande, Endesa Brasil, Bicbanco son las empresas que ocupan las posiciones más extremas del eje 1. Las posiciones más extremas del eje 2 la ocupan las empresas Wall-Mart Brasil,

Arhabhuera Educacional, Claro, Metro, Unimed Vales do Taquari e Rio, con respecto al eje 3 encontramos que las empresas Centrais Electricas de Santa Catria y Lupo S.A.

Evaluando los indicadores en el Plano 1-2 se observó una inercia acumulada de 70.14%. Los indicadores sobre Sociedad (SO) es el indicador que discrimina mejor con respecto al eje 1 y el indicador sobre Responsabilidad del Producto (PR) es el de mayor variabilidad con respecto al eje 2. Los indicadores ambientales (EN), económico (EC), Practica Laboral (LA) y Derechos Humanos (HR) son los que no quedaron bien representados (Ver figura 4). Por otro lado existe una correlación negativa entre los indicadores Responsabilidad del Producto (PR) y Sociedad (SO) ya que forman un ángulo obtuso.

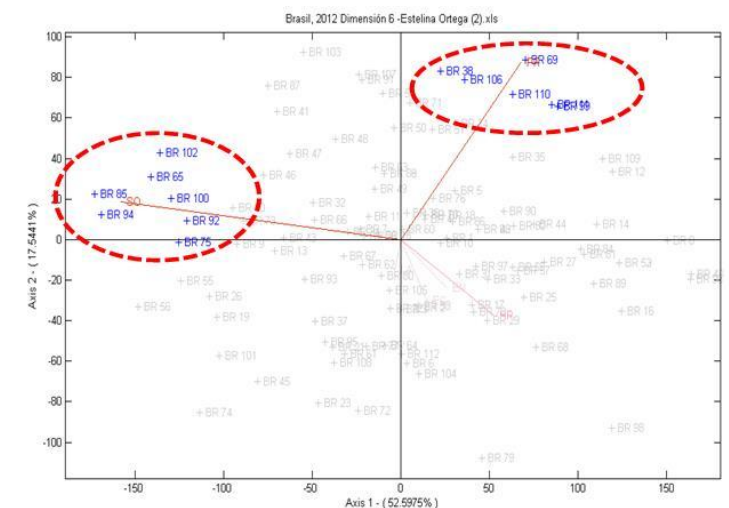


Figura 4. Representación factorial obtenida del HJ-Biplot. Plano 1-2. Año 2012

Analizando los grupos que se pudieron formar se observó que para el año 2012 se obtienen tres clúster con calidades de representación bastante aceptable, observamos el clúster 1 agrupando 18 empresas se asocia con el indicador Sociedad (SO), el clúster 2 posee 56 siendo este grupo de empresas asociado al indicador de Responsabilidad del Producto (PR), mientras que el clúster 3 formado por 38 empresas se encontró relación con el indicador Ambiental (EN) y un grupo de empresas también se asocian al indicador de Responsabilidad del Producto (PR). La calidad de representación en el plano 1-2 es bastante buena para los tres clúster. (Ver cuadro 6)

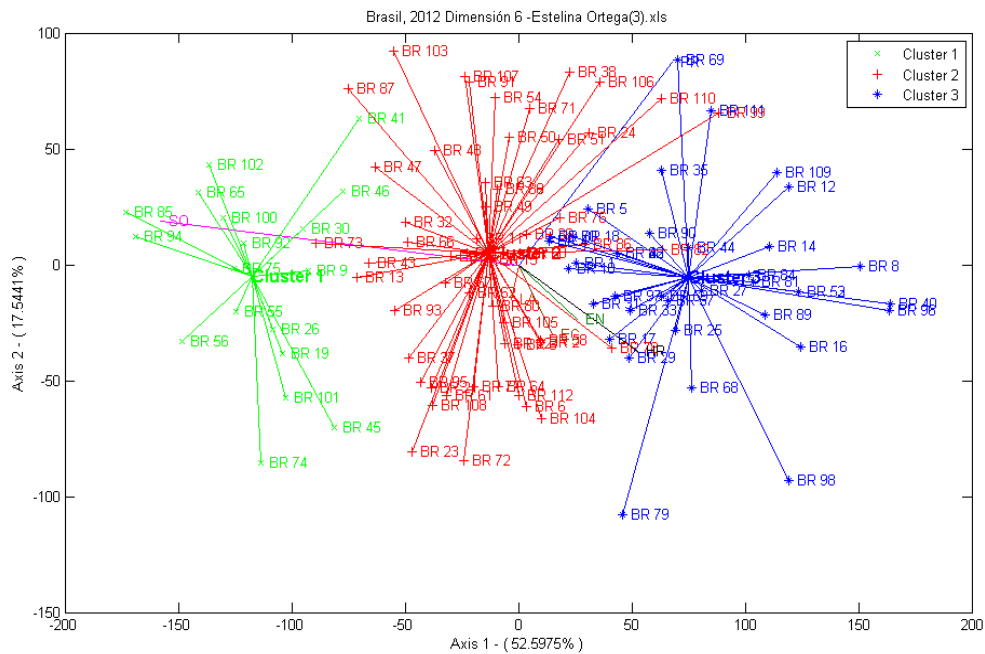


Figura 5. Representación factorial del HJ-Biplot por Clústers. Plano 1-2. Año 2012

Cuadro 6. Calidad de Representación de los Clúster. Año 2012

	n	QLR - 1	QLR - 2	QLRA - 1	QLRA - 2
Clúster 1	18	98.77	0.17	98.77	98.94
Clúster 2	56	53.83	8.36	53.83	62.19
Clúster 3	38	97.03	0.50	97.03	97.53

DISCUSIÓN

La aplicación del método HJ-Biplot permitió representar gráficamente la matriz de datos de forma simultánea garantizando obtener la máxima calidad de representación para las filas y columnas permitiendo identificar las empresas que más se relacionan con los indicadores de desempeño del GRI.

Los resultados identificaron claramente tres clúster de empresas para los años 2011 y 2012, destacando una correlación negativa entre los indicadores Ambiental (EN) y Sociedad (SO) con el indicador de Responsabilidad del Producto (PR).

Los indicadores Ambientales (EN), Sociedad (SO) y Responsabilidad del Producto (PR) reflejaron ser aquellos con un mayor porcentaje de publicación por parte de las empresas grandes de Brasil para los ambos períodos, aunque en el 2011 también fueron representativos los indicadores Económicos (EC) pese a que en el 2012 no lo fueron. Los indicadores con baja representatividad para ambos años fueron Práctica Laboral (LA) y Derechos Humanos (HR).

La revisión bibliográfica destacó que las empresas de Brasil no reportaban todos los indicadores de desempeño según la metodología del GRI. En el estudio de Calixto et al (2007) donde se examinó el nivel de diseminación voluntaria del desempeño de las empresas en materia de responsabilidad ambiental en este país, identificó la falta de compromiso corporativo en demostrar los progresos en estos temas, destacando un mayor énfasis por los resultados de carácter económico. Dicho estudio se fundamentó en 60 empresas brasileñas grandes con base a los indicadores del GRI (1997), EPA (2003) y KPMG (2002) corroborando resultados de estudios previos donde la limitada información de indicadores ambientales es una constante.

Este comportamiento obedece a un contexto histórico donde las exigencias corporativas estaban orientadas a la producción y generación de ganancias. De ahí, el mayor énfasis en resultados económico. A raíz de la adopción y entrada en vigor del Protocolo de Kyoto de la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático) en 2005, las empresas de Brasil han mejorado el nivel de reporte de sus desempeños ambientales.

Durante el desarrollo de nuestra investigación, uno de estos indicadores de alta representatividad fue el Ambiental (EN). Este resultado sugiere la creciente adopción de medidas de compromiso al reportar los desempeños corporativos en esta materia. Una

propuesta futura de investigación sería evidenciar la evolución de los reportes de tipo ambientales antes y después de la entrada en vigor del Convenio de Kyoto.

Esta tendencia es igualmente reiterada por CEPAL (2004, pp 30) donde se evaluó descriptivamente en nivel de Responsabilidad Social Corporativa (RSC) en América Latina sobre diferentes tipos de indicadores. Para el caso de Brasil, entre los años 2000 a 2002, los indicadores ambientales y sociales resultaron ser de carácter prioritarios como política corporativa de las empresas.

CONCLUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio mostraron una constante al este estudio de la CEPAL, ya que los indicadores Ambiental (EN), Sociedad (SO) y Responsabilidad del Producto (PR) son altamente representativos para ambos casos. La técnica HJ-Biplot ha facilitado establecer los niveles de relación entre los indicadores GRI y las empresas grandes de Brasil permitiendo caracterizar claramente los sectores de desempeño de mayor correlación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CALIXTO, L; R. RODRIGUEZ; y M. BARBOSA. 2007 Disseminação de informações ambientais voluntárias: relatórios contábeis versus internet. **Revista Contabilidade & Finanças**. Vol. 18 (Nº special): 84-95

CARDENAS, O. 2001. **Biplot con información externa en modelos lineales generalizados**. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. España.

CARDENAS, O.; P. GALINDO y J.L. VICENTE-VILLARDÓN. 2007. Los métodos Biplot: evolución y aplicación. **Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura**, Vol. 13 (1) 279-303.

CARVALHO, F. y J. SIQUEIRA. 2008. **Análise da Utilização dos Indicadores Essenciais da Global Reporting Initiative nos Relatórios Sociais e Empresas Latino-Americanas.** Pensar Contábil. Universidade Federale do Rio de Janeiro. Brasil.

CEPAL. 2004. **Responsabilidad social corporativa en América Latina: una visión empresarial.** Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 85. Chile.

D'ONOFRIO, P. 2010. **Análisis crítico de los indicadores del Global Reporting Initiative.** Documentos de Trabajo de Contabilidad Social. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

GALINDO, M.P. 1986. Una alternativa de representación simultánea: HJ-Biplot. **Questioó**, Vol. 10(1), 13-23

GALINDO, M.P. y C. CUADRAS. 1986. **Una extensión del método Biplot y su relación con otras técnicas.** Publicaciones de Bioestadística y Biomatemáticas, 17. Barcelona: Universidad de Barcelona.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE – GRI. 2014. **Acerca del Global Reporting Initiative.** <https://www.globalreporting.org/languages/spanish/Pages/default.aspx>

GUTIERREZ, E. 2010. Responsabilidad Social – Modelos de Aplicación: Parte 3 Memorias de Sostenibilidad – Global Reporting Initiative (GRI). **Revista Forum Calidad.** Año 2010 (22): 60-68.

OLIVEIRA SANTOS, A.; F. BENEDITO DA SILVA; DE SOUZA, S. y M. RODRIGUEZ. 2001. Contabilidade Ambiental: Um estudo sobre sua aplicabilidade em empresas brasileiras. **Revista Contabilidade & Finanças.** Vol 16 (27), p.89-99.

VARELA, M. 2002. **Los métodos Biplot como herramienta de análisis de interacción de orden superior en un modelo lineal/bilineal.** Departamento de Estadística, Universidad de Salamanca. España.



DIAZ-FAES, A.A.; B. GONZALEZ-ALBO; M.P. GALINDO y M. BORDONS. 2013. HJ-Biplot como herramienta de inspección de matrices de datos bibliométricos. **Revista Española de Documentación Científica** 36(1):e001. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2013.1.988>