

ALGUNAS TÉCNICAS MULTIVARIADOS USADAS EN LAS INVESTIGACIONES DE LAS CIENCIAS SOCIALES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN (REVIEW)

(SOME MULTIVARIATE TECHNIQUES USED IN SOCIAL SCIENCE AND EDUCATION SCIENCE INVESTIGATIONS (REVIEW))

Wilmer Salazar

Dr. Ciencia y Tecnología de los Alimentos (UCV). Dr. en Gerencia (UNY). MSc. Ing. Agroindustrial. Director del Centro de Creación Intelectual para la Seguridad Alimentaria (CCISA) UNELLEZ VIPI. Docente Asociado de la UNELLEZ-Tinaquillo, Cojedes. wilmerjohansalazar@gmail.com
swilmer_johan@hotmail.com

P-Isabel Ruiz

Doctorando en Ciencias de la Educación (UNELLEZ). MSc. En Educación (ULAC). Docente Agregado de la UNELLEZ-Tinaquillo, Cojedes, Venezuela. s_isabel01@otmail.com

Blanca Barrios

Dra. Ciencias de la Educación (ULAC). MSc. Administración Mención Gerencia General (UNELLEZ). Docente Agregado UNEFANB, Núcleo Cojedes. Tinaquillo, Estado Cojedes, Venezuela. bmbarrios@gmail.com

Autor de correspondencia: Wilmer Salazar. E-mail: wilmerjohansalazar@gmail.com

Recibido: 30/04/2020 **Admitido:** 20/06/2020

RESUMEN

Las técnicas multivariadas han sido ampliamente usadas en diferentes campos de las ciencias. El presente review tiene como objetivo el estudio de algunas técnicas multivariadas (Análisis en componente principal y análisis factorial) y la revisión de su aplicación en las investigaciones. El estudio de realidades sociales, implica la comprensión de un conjunto de elementos que deben ser considerados e integrados para lograr descubrir o aproximarnos lo más cercano a la realidad que se busca comprender. Por tal motivo es que estas técnicas proporcionan un robusto método que permite abordar un gran número de variables para ser integrados a la realidad que se busca develar.

Palabras Clave: Análisis en componente principal, Análisis factorial, Ciencias Sociales, Ciencias Educación.

ABSTRACT

Multivariate techniques have been widely used in different fields of science. The objective of this review is to study some multivariate techniques (Principal Component Analysis and Factor Analysis) and to review their application in research. The study of social realities implies the understanding of a set of elements that must be considered and integrated in order to discover or approximate the closest thing to the reality that we seek to understand. For this reason, these techniques provide a robust method that allows a large number of variables to be integrated into the reality that is sought to be revealed.

Key Words: Principal component analysis, Factorial analysis, Social Sciences, Education Sciences.

INTRODUCCIÓN

La utilización de técnicas multivariadas en las investigaciones científicas es cada vez más frecuente, desde las ciencias naturales, hasta las sociales, educativas, económicas, agronómicas, salud, entre otras, están haciendo uso de estas técnicas para el descubrimiento de las realidades en sus investigaciones. Las mismas, se remontan a más de 100 años de su existencia, sin embargo, motivado al complejo procedimiento matemático que estas técnicas requieren, es hasta el avance de la computación, con la aparición de los primeros procesadores y el avance de los mismos, que permiten el surgimiento de software estadísticos y facilitan el uso de estas técnicas multivariadas en la investigación.

El presente artículo, busca presentar una introducción a algunas técnicas multivariadas usadas en las investigaciones, específicamente los análisis en componente principal (ACP) y los análisis factorial (AF), técnicas importantes, que muestran tendencias específicas a ser consideradas por los investigadores para su aplicación cuando se busca tener un mejor control de los innumerables aspectos o factores que influyen en la realidades estudiadas.

TÉCNICAS MULTIVARIADAS (ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y ANÁLISIS FACTORIAL)

La utilización de técnicas multivariadas en el campo de las investigaciones de las ciencias

sociales y ciencias de la educación, viene teniendo un importante papel motivado a la robusta información que se puede manejar y lograr obtener resultados interesantes para el campo de la ciencia (Salazar, 2013). Dentro de estas técnicas se pueden mencionar los Análisis en componentes Principales (ACP) y Análisis Factorial (AF) (Richaud, 2003).

El ACP es una herramienta estadística importante de síntesis de la información o reducción del número de variables. Ante una base de datos con muchas variables, el objetivo es reducirlas a una menor cantidad de información posible sin perder datos que pueden ser útiles (Padilla, Concepción y Ceja, 2012). Para Ruiz, Arévalo, Morillo, Acosta-Humánez y Belén (2018), el ACP es una técnica estadística del análisis multivariado que nos permite explicar la mayor variabilidad de los datos con un menor número de variables. Palm (1998), expresó que el análisis de componentes principales (ACP) es una técnica descriptiva que permite estudiar las relaciones que existen entre las variables cuantitativas, sin considerar a priori, ninguna estructura, ni de variables, ni de individuos.

Así mismo, Pla (1986) comentó que el ACP representa una técnica matemática que no requiere un modelo estadístico para aplicar la estructura probabilística de los errores. Este análisis, deberá ser aplicado cuando se desea conocer la relación entre elementos de una población y se sospeche que en dicha relación

influye de manera desconocida un conjunto de variables o propiedades de los elementos. Para Zambrano, Demey y González (1995), el ACP es una técnica multivariada que puede ser aplicada a un variado número de problemas en las ciencias, siendo de gran utilidad a tareas de diagnóstico o predicción.

Ruiz, *et. al* (ob. cit.), resumió los pasos que se muestran a continuación para la realización del análisis de componentes principales ACP: 1) Análisis de la matriz de correlación 2) Determinación de la varianza total explicada 3) Extracción de factores 4) Determinación del número de factores 5) Rotación de factores 6) Gráfico de sedimentación 7) Interpretación de factores 8) Cálculo de puntuaciones o selección de las factoriales variables representativas

En el análisis factorial (AF) según Morales (2011), se analiza la varianza común a todas las variables. Se parte de una matriz de correlaciones; se trata precisamente de simplificar la información que nos da una matriz de correlaciones Fundamentalmente lo que se pretende con el análisis factorial es simplificar la información que nos da una matriz de correlaciones para hacerla más fácilmente interpretable.

Ferrando y Anguiano-Carrasco (2010), expresa que el AF es un modelo estadístico que representa las relaciones entre un conjunto de variables. Plantea que estas relaciones pueden explicarse a partir de una serie de variables no observables (latentes) denominadas factores,

siendo el número de factores substancialmente menor que el de variables. El modelo se obtiene directamente como extensión de algunas de las ideas básicas de los modelos de regresión lineal y de correlación parcial. Del primer modelo se derivan las ecuaciones fundamentales del AF. Del segundo se derivan las ideas clave para evaluar el ajuste del modelo a los datos. Resumiendo las etapas de un análisis factorial Análisis se deben realizar una adecuación de los datos, estimación del modelo, evaluación del ajuste y obtención de la solución transformada (rotación).

FINALIDAD DEL ANÁLISIS FACTORIAL Y EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

El Análisis Factorial y el Análisis de Componentes Principales (ACP) están muy relacionados y son una técnica de análisis multivariado de reducción de datos. Algunos autores consideran el segundo como una etapa del primero y otros los consideran como técnicas diferentes. El método de componentes principales tiene como objetivo transformar un conjunto de variables originales, en un nuevo conjunto de variables (sin perder información), combinación lineal de las originales, denominadas componentes principales (factores). El ACP trata de hallar estos componentes o factores, los cuales se caracterizan por estar incorrelacionadas entre sí, que sucesivamente expliquen la mayor parte de

la varianza total (Benavente, Leal y Martínez, 2019).

En el Análisis de Componentes Principales, el primer factor o componente sería aquel que explica una mayor parte de la varianza total, el segundo factor sería aquel que explica la mayor parte de la varianza restante, es decir, de la que no explicaba el primero y así sucesivamente. De este modo sería posible obtener tantos componentes como variables originales aunque esto en la práctica no tiene sentido (Benavente, Leal y Martínez, ob. cit.).

Por su parte el Análisis Factorial busca factores que expliquen la mayor parte de la varianza común. En el Análisis Factorial se distingue entre varianza común y varianza única. La varianza común es la parte de la variación de la variable que está compartida con las otras variables y se puede cuantificar con la denominada comunalidad. La varianza única es la parte de la variación de la variable que es propia de esa variable. El Análisis de Componentes Principales no hace esa distinción entre los dos tipos de varianza, se centra en la varianza total (Benavente, Leal y Martínez, ob. cit.).

Mientras que el Análisis de Componentes Principales busca hallar combinaciones lineales de las variables originales que expliquen la mayor parte de la variación total, el Análisis Factorial pretende hallar un nuevo conjunto de variables, menor en número que las variables originales, que exprese lo que es común a esas

variables. El hecho que el ACP se utilice como uno de los métodos de extracción de factores en el Análisis Factorial, puede hacer pensar erróneamente que son métodos equivalentes (Benavente, Leal y Martínez, ob. cit.).

ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO vs. ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO

El análisis factorial confirmatorio (CFA) está guiado por teorías previas mientras que el análisis factorial exploratorio (EFA) es una técnica para el descubrimiento de la probable estructura subyacente a una muestra de datos (Bollen, 1989; Joreskog y Sorbom, 1989; Pedhazur y Schmelkin, 1991). Es decir que el EFA se aplica cuando deseamos explorar los datos para ver qué características, rasgos y relaciones existen (Richaud, 2003)

En este caso generalmente no tenemos ningún modelo hipotético sobre los datos y todas las variables pesan en todos los factores. El EFA es muy útil en las primeras etapas en la construcción de instrumentos de medición cuando estamos generando un modelo teórico o hipótesis que luego se pondrán a prueba empíricamente (Gorsuch, 1983).

El CFA comienza, en cambio, con un modelo teóricamente plausible construido con base en información a priori acerca de la naturaleza de la estructura de los datos o en teorías importantes del campo de estudio. Las variables están limitadas a pesar sólo en un factor o en pocos de ellos. El propósito de utilizar CFA es poner a prueba la hipótesis de

que el modelo teórico propuesto se ajusta a los datos empíricos. Aunque el EFA puede ser muy útil en la generación de hipótesis, es necesario poner a prueba dichas hipótesis a través del CFA (Richaud, ob. cit.)

Finalmente, el EFA se diferencia del CFA en términos del efecto de las fluctuaciones de muestreo en los resultados. El EFA tiende a recibir la influencia de la idiosincrasia de cada muestra particular. A menos que se lleven a cabo procedimientos de validación cruzada o de replicación, la estructura derivada del EFA debe ser analizada con cuidado, ya que los errores de muestreo y las características propias de la muestra tienen mucha influencia en este enfoque. En un grado considerable el CFA evita este problema ajustando un modelo teórico previamente especificado a una muestra de datos. Dado que es una técnica que implica una teoría, la construcción del modelo no se ve afectada por una muestra particular de datos y la probabilidad de ser influida por fluctuaciones de muestreo e idiosincrasias de la muestra están muy reducidas (Richaud, ob. cit.).

Por ello, el CFA es considerado generalmente como más ventajoso que el exploratorio en la construcción y puesta a prueba de teoría. El CFA es especialmente apropiado para estudiar la validez constructiva de un instrumento de evaluación de la personalidad de dos maneras diferentes: a) estudiando si los ítems particulares se ajustan a determinadas subescalas o dimensiones, y b)

estudiando si las subescalas dentro o entre instrumentos de medición realmente evalúan los constructos latentes supuestos (Richaud, ob. cit.).

Por ejemplo, en un estudio supuesto se desea poner a prueba la validez constructiva de un test que operacionalice un modelo de personalidad con cuatro factores (F1, F2, F3, F4) que covarían entre sí y cada uno con dos facetas (X1, X2, X3, X4, Y1, Y2, Y3, Y4). En un primer momento se pueden construir los ítems siguiendo el modelo teórico propuesto y luego realizar un análisis factorial exploratorio para observar cómo se pesan los ítems en los factores de primer orden (facetas) propuestas (Richaud, ob. cit.).

Luego, se podrá hacer un análisis factorial exploratorio de segundo orden una vez más para estudiar cómo se distribuyen las facetas en los cinco factores hipotetizados. Una vez obtenido este modelo empíricamente, para estudiar la validez constructiva del mismo, la técnica más apropiada sería el CFA, donde se analizaría si efectivamente determinadas facetas se correlacionan con determinados factores y si determinados ítems se correlacionan con facetas predeterminadas, si existe o no ortogonalidad entre las facetas y entre los factores (Richaud, ob. cit.).

ALGUNAS INVESTIGACIONES QUE USARON MÉTODOS MULTIVARIADOS

Palma (2019), en su trabajo de grado titulado “Modelo teórico para la gestión del

conocimiento en la seguridad integral de las universidades experimentales venezolanas. Caso: UNELLEZ-VIPI”, usando métodos estadísticos multivariados reporto que en la organización se promueve el dialogo, están comprometidos con el aprendizaje, trabajan en equipo y existe una interpretación compartida de la información, pero existe deficiencia en la divulgación y mecanismos para almacenar la información. Del conjunto de diecisiete (17) indicadores estudiados, se logró reducir a cinco factores que explican el 74,33 % de la varianza, logrando fundamental el modelo en: 1. Construcción, manejo e interpretación del conocimiento emergido de los actores sociales de la seguridad integral.; 2. Informar y Auditar la seguridad.; 3. Empoderamiento del Conocimiento.; 4. Dialogo Participativo y 5. Socialización de Conocimiento.

Así mismo, Lievano (2019), en su trabajo de grado titulado “Modelo teórico de la gestión del registro mercantil primero del estado Aragua en la protocolización de empresas”, reportó que los encuestados manifiestan que aunque el personal cuenta con un grado de instrucción adecuado, los procesos de simplificación aún no se aprecian, los diferentes actores de la organización manifiestan que existen un liderazgo, aunque existe una carencia en la planificación y en la atención en línea. La autora logró reducir sus veintiuno (21) indicadores estudiados a cinco (5) factores que explican el 71 por ciento de la varianza,

logrando fundamental el modelo en los pilares: 1. Relación analistas-usuario afable.; 2. Dirección eficaz y eficiente.; 3. Gerencia participativa.; 4. Motivación y 5. Trabajo en equipos.

Duarte (2018) en su tesis Doctoral, para optar al título de doctor en Ciencias de la Cultura Física, titulada “Estilos interpersonales del profesor y la motivación, diversión y aburrimiento del estudiante en la educación física”, utilizó una muestra de 500 estudiantes de las escuelas primarias del municipio de Benito Juárez, en el estado de Sonora, México. Para analizar las propiedades psicométricas del cuestionario aplicado, realizó Análisis Factorial Exploratorio (AFE), Análisis Factorial Confirmatorio (AFC), así mismo el análisis de consistencia interna, y de ecuaciones estructurales. Entre los resultados, pudo confirmar la relación positiva y predictiva entre el apoyo a la autonomía y la motivación autónoma y ésta a su vez con la satisfacción/diversión como variable resultante del estudio. Sin embargo, la relación negativa esperada entre apoyo a la autonomía con la motivación controlada, no se presentó. Se confirmó el resultado esperado, de relación positiva entre el estilo controlador y la no motivación, y esta con el aburrimiento.

Corniel (2017), en su trabajo de grado titulado “Modelo teórico gerencial de la participación de los consejos comunales en el desarrollo habitacional de municipio Camaguan

del estado Guárico”, reporto que las iniciativas gerenciales no son tomadas por los voceros del consejo comunal, no existe una planificación estratégica de las actividades que se realizan en el consejo comunal, no se han cumplido eficientemente con la asignación de casas ni se han entregado todas las casas asignadas, ni se realizan frecuentemente proyectos de políticas habitacionales y aunque las casas son de una calidad aceptables, en los lugares donde se construyen carecen de áreas de recreación y educativas.

Usando métodos estadísticos multivariados,

la participación de los consejos comunales en el desarrollo habitacional de municipio Camaguan del estado Guárico, se fundamenta en la gerencia comunal, satisfacción comunal, participación, formación y formulación de proyecto.

Salazar (2013), en su tesis doctoral titulada “Modelo teórico gerencial bajo la multiexpresión de la gestión del conocimiento en las Universidades Experimentales”, logró encuestar a ciento diecisiete (117) participantes y de veinticinco (25) indicadores, realizando una reducción a cuatro (4) factores,



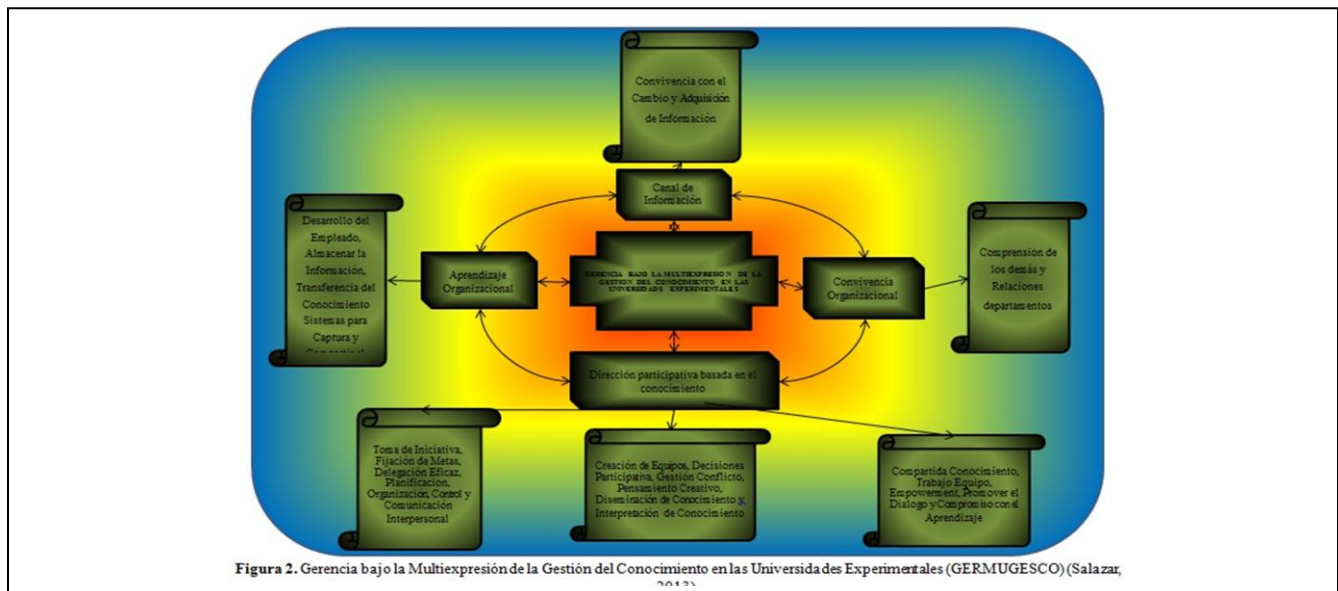
Figura 1. Modelo teórico gerencial de la participación de los consejos comunales en el desarrollo habitacional de municipio Camaguan del estado Guárico. (Corniel, 2017)

propuso el modelo planteado en la figura 1, el cual construyo reduciendo veinte (20) indicadores estudiados a cinco (5) factores, planteando que el Modelo teórico gerencial de

lo que explican el 76,80% de la varianza, lo que permitió construir el modelo presentado en la figura 2, denominado GERMUGESCO.

También se puede citar a León (2012) en su tesis Doctoral, para optar al título de doctor en Ciencias de la Educación y del Deporte, titulada “Factores que condicionan la elección de una carrera universitaria por parte de los alumnos de último año de secundaria en Chile”. Para el

en estos últimos años. El estudio de realidades sociales, implica la comprensión de un conjunto de elementos que deben ser considerados e integrados para lograr descubrir o aproximarnos lo más cercano a la realidad que se busca comprender. Los análisis en componente



logro de los objetivos de su investigación se construyó un instrumento de medición (el cuestionario) el cual fue aplicado a una muestra aleatoria de 1.401 estudiantes, agrupados en tres estratos. Utilizando análisis factorial confirmatorio y después de realizar el análisis de datos y varias rotaciones al modelo se identificaron 4 variables latentes (constructos) con un alto grado de significancia, estas fueron: prestigio, calidad, ambiente y conveniencia.

CONCLUSIONES

Las técnicas multivariadas han sido utilizadas en las investigaciones desde hace más de cinco décadas, y a pesar de que sus orígenes se centran en las ciencias naturales, su escalamiento a otras ciencias ha sido importante

principal y los análisis factorial, no son los únicos métodos multivariados que se pueden usar en las investigaciones de las ciencias sociales y ciencias de la educación, sin embargo, son los que más han sido aplicados en investigaciones dentro de esos campos del conocimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavente, D., Leal, M. y Martínez, P. 2019. *Prácticas de Análisis Estadístico de Datos Geoquímicos con R*. Grupo de Petrología Aplicada. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente Universidad de Alicante
- Bollen, K.A. 1989. *Structural equations with latent variables*. Wiley: Nueva York.

- Corniel S. Luis A. 2017. *Modelo teórico gerencial de la participación de los consejos comunales en el desarrollo habitacional de municipio Camaguan del estado Guárico*. Trabajo de Grado para optar al título de MSc en Gerencia Pública. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Tinaquillo, Cojedes, Venezuela.
- Duarte Félix Héctor. 2018. *Estilos interpersonales del profesor y la motivación, diversión y aburrimiento del estudiante en la educación física*. Tesis Doctoral para optar al título de doctor en Ciencias de la Cultura Física. Universidad Autónoma de Nuevo León. México
- Ferrando, P. Anguiano-Carrasco, C. 2010. *El análisis factorial como técnica de investigación en psicología*. Papeles del Psicólogo, 31:18-33
- Gorsuch, R.L. 1983. *Factor analysis*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Joreskog, K.G. y Sorbom, D. 1989. *LISREL7: A guide to the program and application*. Chicago: SPSS.
- León, M. 2012. *Factores que condicionan la elección de una carrera universitaria por parte de los alumnos de último año de secundaria en Chile*. Tesis Doctoral para optar al título de Doctor en Ciencias de la Educación y del Deporte. Universitat Ramon Llull. Barcelona, España
- Lievano J. 2019. *Gestión del registro mercantil primero del estado aragua en la protocolización de empresas*. Trabajo de Grado para optar al título de MSc en Gerencia Pública. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Tinaquillo, Cojedes, Venezuela.
- Richaud, M. 2003. *Nuevos métodos estadísticos para la investigación en evaluación de la personalidad*. Revista de Psicología de la PUCP, 21: 291-310
- Morales, P. 2011. *El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios*. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Universidad Pontificia Comillas, Madrid
- Padilla, V., Concepción, A., y Ceja, J. 2012. *El análisis de componentes principales aplicado a la revisión de los estados financieros de las empresas del índice habita de la Bolsa Mexicana de Valores*. Observatorio de la Economía. [En línea] http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2012/bolsa_mexicana_valores.pdf [Consultado: 2020, Marzo 15]
- Palm, R. 1998. *L'analyse en composantes principales: principe et application*. Notes de statistique et d'informatique. Gembloux, Belgique. 39 p
- Palma C. Abel A. 2019. *Modelo teórico para la gestión del conocimiento en la seguridad integral de las universidades experimentales venezolanas. Caso: UNELLEZ-VIPI*. Trabajo de Grado para optar al título de MSc en Gerencia Pública. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Tinaquillo, Cojedes, Venezuela.
- Pedhazur, E.J. y Schmelkin, L.P. 1991. *Measurement, design, and analysis: An integrated approach*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Pla, L. 1986. *Análisis multivariado: método de componentes principales*. Departamento de asuntos científicos y tecnológicos. Organización de Estados Americanos. Washington, D.C. EE.UU. 97 p.
- Ruiz, R. Arévalo, J. Morillo, G. Acosta-Humánez, P. Belén, A. 2018. *Análisis de componentes principales aplicado a la prueba estatal Colombiana Saber 11*. Revista Espacios, 39 (10): 1-12
- Salazar, W. 2013. *Modelo teórico gerencial bajo la multiexpresión de la gestión del conocimiento en las universidades experimentales*. Tesis Doctoral para optar

al título de Doctor en Gerencia.
Universidad Yacambú. Lara. Venezuela

Zambrano, A., Demey, J., González, V. 1995.
Grupos homogéneos de crecimiento y manipulación in vitro de seis cultivares comerciales de caña de azúcar en Venezuela. Agronomía Trop. Venezuela. 45(1): 212-223