

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i5.3323](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3323)

## Evaluación de proveedores alternativos

**Brenda Torres Dávila**

[M20261167@matamoros.tecnm.mx](mailto:M20261167@matamoros.tecnm.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-7900-0171>

Egresada de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Matamoros  
Maestría en Administración Industrial en el Instituto Tecnológico de Matamoros  
H. Matamoros - México

### RESUMEN

Esta investigación abordó el tema de la evaluación de proveedores alternativos en una empresa dedicada a la fabricación de Capacitores de Tantalio, debido a que era importante tener un respaldo de materia prima para que en caso de desabasto del proveedor principal se pudiera cumplir con las entregas del producto al cliente final sin afectar los plazos de entrega acordados con el mismo. El objetivo principal de la investigación fue que dicha evaluación se llevara a cabo sin producir afectaciones en el producto final, lo cual significó que el producto tuviera el mismo comportamiento tanto físico como o eléctrico en comparación con el proveedor actual y con esto el cliente final no pudiera distinguir entre proveedores obteniendo el mismo producto a igual o menor costo. La metodología utilizada fue el diseño de experimentos en las pruebas iniciales que se realizaron a la materia prima. De acuerdo con el análisis se concluye que el cambio de materia prima no causó diferencias en el comportamiento final del producto, así como se produjo un ahorro en el producto final debido a la materia prima proporcionada por el nuevo proveedor.

**Palabras clave:** *Proveedores alternativos; capacitores; materia prima; evaluación; Tantalio*

Correspondencia: [M20261167@matamoros.tecnm.mx](mailto:M20261167@matamoros.tecnm.mx)

Artículo recibido: 10 agosto 2022. Aceptado para publicación: 10 septiembre 2022.

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Como citar: Torres Dávila, B. (2022). Evaluación de proveedores alternativos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 3361-3372. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i5.3323](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3323)

## Alternative Suppliers Evaluation

### ABSTRACT

Present research was focused on evaluation of alternative suppliers in a Tantalum capacitors manufacturer, the main purpose of the Project had a backup for raw material to avoid shortage issues which could cause a delay on delivery to final customer without affecting delivery times stipulated on contract. The Main objective of the research was evaluating the product without causing issues in final product, which mean that Tantalum capacitors should had same electrical and physical performance in comparison with current supplier, and client would not be able to distinguish between suppliers, the clients received same product at same price or even improved. The methodology used for the project was Design of Experiments applied to initial tests for raw material. According to the analysis it is concluded that the change on raw material did not caused difference in final product performance and the change provided cost savings using raw material from new supplier.

**Key words:** *Alternative suppliers; capacitors; raw material; evaluation; Tantalum.*

## INTRODUCCIÓN

El capacitor es un dispositivo eléctrico que permite almacenar energía en forma de campo eléctrico (positivo y negativo). Es decir, es un dispositivo que almacena cargas en reposo o estáticas. A diferencia de una batería común, el capacitor solo almacena la energía y puede actuar de filtro en un circuito electrónico, en cambio, la batería no solo almacena la energía, sino que también la genera (Gustavo, 2019).

Los capacitores se utilizan principalmente como filtros de corriente continua, ya que evitan cambios bruscos y ruidos en las señales debido a su funcionamiento. (Mecafenix, 2019)

Aplicaciones comunes:

- En dispositivos que requieren almacenar una carga, la cual debe ser liberada rápidamente; por ejemplo, el flash de la cámara fotográfica.
- Los capacitores pueden eliminar ondas o rizados en la frecuencia de la corriente eléctrica. Si en un circuito con corriente de voltaje continuo hay rizados u ondas, un capacitor grande puede absorber los picos para nivelar el voltaje
- Los capacitores tienen la propiedad de generar demoras o retrasos de señales en los circuitos eléctricos.

En electrónica, muchas veces es necesario realizar tareas que ocurren con frecuencias determinadas en períodos constantes o entre determinados intervalos de tiempo; esta es una función de los capacitores, porque estos aplican también para demorar el flujo de la corriente eléctrica.

La empresa en la cual se llevó a cabo el proyecto, fabrica capacitores de diferentes tipos, en relación con su aplicación y el material utilizado. En referencia al material, los capacitores pueden hacerse con Cerámica, Aluminio, Polímero, de Película, Super Capacitores o doble capa eléctrica, o con Tantalio, este último material es en el cual se enfocó el proyecto debido a que, el área en la cual se desarrolló está dedicada única y exclusivamente al manejo de este tipo de material.

A su vez, los capacitores son requeridos para el diseño de circuitos electrónicos en equipos de telecomunicaciones como celulares, equipos de cómputo, en la industria médica, aeroespacial, automotriz y electrónica. El tamaño y capacidad de los capacitores varía dependiendo de la aplicación del circuito electrónico. En la Figura 1. Tamaño de

Capacitores en mm se observan diferentes tamaños y capacidades de capacitores. Por ejemplo, el capacitor E tiene medidas de 7.3 por 6.0 mm

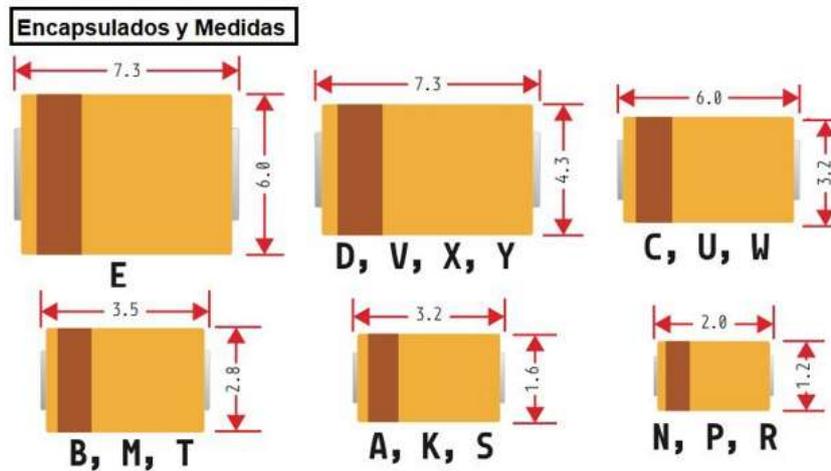


Figura 1. Tamaño de Capacitores en mm

Los capacitores tienen 2 terminales, las cuales sirven para crear su campo magnético, ánodo y cátodo. Para mayor comprensión, en la Figura 2. Vista de Capacitor mediante rayos X se puede observar la estructura del capacitor. Se puede notar que la cubierta se encuentra revestida de Epoxi amarillo; que ahí se han impreso los valores de la capacitancia, el voltaje de diseño y tamaño.

También, en la Figura 2. Vista de Capacitor mediante rayos X, se aprecia que el capacitor consta de varias capas:

- Dieléctrico pentóxido de tantalio
- Dióxido de magnesio
- Plata
- Electrodo de grafito
- Como núcleo, se tiene un ánodo de tantalio. Esta es la terminal positiva del capacitor

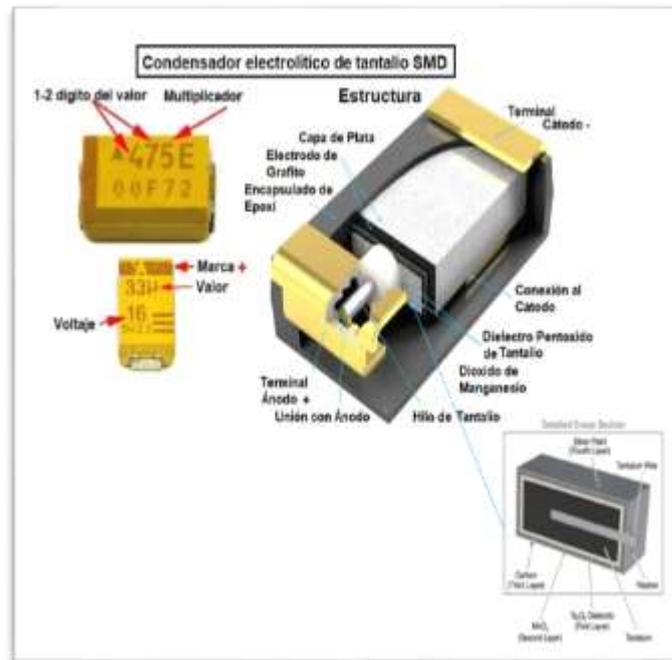


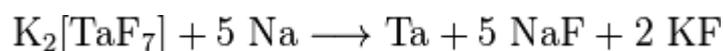
Figura 2. Vista de Capacitor mediante rayos X

La pureza del tantalio facilita la conductividad, durabilidad, y la nula corrosión del capacitor. Debido a ello, los capacitores de tantalio se usan en aplicaciones comerciales, automotrices, aeroespaciales y militares. En menor grado el tantalio también se llega a utilizar en instrumentos médicos, en la industria química con aleaciones de tungsteno, equipos de laboratorio, y en la construcción de turbinas y motores de aviones. Sin embargo, el tantalio no es un metal común. El mayor productor de tantalio se encuentra en República Democrática del Congo. Dado que el tantalio y el niobio siempre están presentes juntos en los minerales extraídos de las minas, estos deben separarse para recuperar su pureza.

El proceso de separación utiliza las propiedades de solubilidad de sales complejas de flúor en agua y determinados disolventes orgánicos. La mezcla de minerales se disuelve primero en ácido fluorhídrico concentrado o mezclas de ácido fluorhídrico y sulfúrico. Los fluoruros complejos  $[\text{NbOF}_5]^{2-}$  y  $[\text{TaF}_7]^{2-}$ . Después de la filtración de los componentes insolubles, la separación puede realizarse mediante extracción líquido-líquido con ayuda de metil isobutil cetona.

Si se añade metil isobutil cetona a la solución, los complejos de niobio y tantalio pasan a la fase orgánica, mientras que otros elementos, como el hierro o el manganeso, permanecen en la fase acuosa. Cuando se agrega agua a la fase orgánica separada, solo el complejo de niobio se disuelve en ella, el tantalio permanece en la metil isobutil cetona.

Con la ayuda de fluoruro de potasio, el tantalio se puede convertir en un K poco soluble  $2[\text{K TaF}_7]$  ser derivado. La reducción a tantalio elemental generalmente se realiza con sodio. (AG)



A causa de su difícil extracción, existen pocos productores de polvo de Tantalio. La planta de H. Matamoros, para la producción de sus ánodos, tiene 3 proveedores de polvo de tantalio distintos. Esto, en base a la demanda del producto con relación al precio-calidad. Actualmente, 1 de los 3 proveedores de polvo tantalio es interno. Este utiliza heptafluorotantalato de potasio de su propia marca, para la elaboración de polvo de tantalio.

Por otro lado, uno de los proveedores externos, denominado Proveedor B, ofreció disminuir los costos de sus polvos si también se le compraba heptafluorotantalato de potasio. Este sería utilizado en la elaboración de los polvos de tantalio del Proveedor interno. Como resultado de la propuesta, el proveedor interno accedió a evaluar el producto.

Por consiguiente, se pretende evaluar la calidad del heptafluorotantalato de potasio del Proveedor B, es decir, que no afecte los parámetros eléctricos del producto final. Si el producto ofrecido por el Proveedor B es aceptado, esto significaría un ahorro de costos en el heptafluorotantalato de potasio.

La siguiente investigación generará un impacto favorable para la empresa, ya que se reducirán los costos de materia prima, lo cual ayudará a que la empresa se mantenga competitiva y vigente en el mercado de capacitores de tantalio.

Este proyecto tiene un impacto social, ya que, con la reducción de costos se generarán más empleos en la ciudad de H. Matamoros, Tamaulipas, lo cual tendrá un beneficio de suma importancia en la población debido a los estragos ocasionados por la pandemia SARS Cov2.

En base a la problemática anterior se propone lo siguiente: ¿Cuál es el impacto de determinar si la calidad de evaluar el heptafluorotantalato de potasio es mejor que el proveedor interno?

El objetivo principal del proyecto de investigación es Evaluar un proveedor alternativo de heptafluorotantalato de potasio usado en la producción de capacitores con polvo de tantalio.

Como objetivos secundarios se tienen, calificar proveedor alternativo, diseñar el plan de calificación mediante el uso de diseño de experimentos, implementación del cambio y resultados de la implementación

La hipótesis de la investigación es que con la evaluación del heptafluorotantalato de potasio del proveedor B el costo de materia prima se reducirá, y así mismo no presentará fallas con el cambio de proveedor.

### **METODOLOGÍA**

El enfoque utilizado para el proyecto de investigación fue cuantitativo debido al tipo de datos recolectados durante el proceso de la investigación, los cuales fueron obtenidos a través de diversos tipos de pruebas tanto físicas como eléctricas, por lo tanto, los tipos de investigación utilizados fueron Descriptivo y Explicativo.

#### **Descriptivo**

Es el tipo de estudio que describe detalladamente la población a investigar o estudiar. De acuerdo con Mario Tamayo (1994) se puede definir como “registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos.” Se centra en las conclusiones importantes o sobre cómo un individuo, grupo u objeto de estudio se comporta como lo afirma (Martínez, 2018). Carlos Sabino se refiere a ella como la investigación que describe lo más importante de un conjunto de objetos de estudio en su obra “El proceso de investigación” (1992), todo esto mediante principios estructurados, teniendo información ordenada y que pueda ser comparada con diversas fuentes. (Martínez, 2018).

#### **Explicativo**

Este estudio está enfocado a responder/explicar las causas de los fenómenos a investigar, su principal objetivo es explicar el porqué de un suceso y cómo este se puede relacionar con algunas variables. Estas investigaciones son estructuradas y comparten los propósitos de las investigaciones de exploración, descripción y correlación, al ser explicativas proporcionan un mejor entendimiento de las mismas. (Hernández Sampieri, 2014)

Se utilizó el diseño de experimentos (DOE) como técnica principal para la realización del proyecto, ya que con este tipo de método se pudo conocer de mejor manera el comportamiento del polvo, pues se utilizaron diferentes tipos de combinaciones de temperaturas, voltajes y densidades, obteniendo como resultado un amplio conocimiento de las condiciones ideales en las que podía correr el material antes de iniciar las evaluaciones de la fase uno del proyecto.

El tipo de datos obtenidos mediante los experimentos se pudieron representar de mejor forma mediante el uso de Minitab, el cual es un software estadístico utilizado para realizar diversos tipos de análisis como lo son Six Sigma, Time Series Plot, Scatterplot, Box Plot, gráficos de control entre muchos otros tipos de gráficos, el uso de esta herramienta facilita la interpretación de los datos recolectados ya que es muy útil al momento de identificar patrones así como su comportamiento para las diferentes condiciones probadas.

La gráfica de control es un diagrama que muestra los valores de un proceso resultante de la medición de una característica de calidad, mismos que debe ir ordenados de forma cronológica para su correcta interpretación. En este gráfico establecemos una línea central o valor nominal, conocido como objetivo del proceso o el promedio histórico del mismo, junto a uno o más límites de control, tanto superior como inferior, utilizados para determinar si el proceso se encuentra en control o si se requiere hacer algún ajuste para que éste pueda regresar a los límites de especificación del cliente. (Diego, 2016)

Existen 2 tipos de gráficos de control por Variables y por Atributos

Los gráficos de control por variables continuas pueden medir peso, pulgadas, temperatura, etc y el tipo de gráficas utilizadas para este tipo de datos son las siguientes:

- Gráfica  $\bar{x}$  – R: Promedios y rangos
- Gráfica  $\bar{x}$  – s: Promedios y Desviación Estándar
- Gráfica  $\bar{x}$  – R: Medianas y Rangos
- Gráfica  $\bar{x}$  – R: Lecturas Individuales y Rangos

Se basa una característica de calidad basada en atributos como el cumplimiento con respecto a una especificación. Este tipo de gráfico utiliza variables discretas. Los gráficos para representar este tipo de datos son los siguientes:

- Gráfica p: Porcentaje de unidades o procesos defectuosos
- Gráfica np: Número de unidades o procesos defectuosos
- Gráfica c: Número de defectos por área de oportunidad
- Gráfica u: Porcentaje de defectos por área de oportunidad (consulting)

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La muestra utilizada para el proyecto se basó en la demanda de capacitores definida por el cliente. Los tipos de parte con mayor demanda son los que estuvieron dentro del plan

de calificación del nuevo proveedor de heptafluorotantalato debido a que se necesitaba tener tanta historia como fuera posible para poder hacer una correcta comparación.

Para poder determinar la muestra de evaluación fue necesario hacer un análisis de la demanda solicitada por el cliente para la carga del tipo de polvo que se requería evaluar, la demanda fue proporcionada por el equipo de control de producción, la cual contenía la cantidad de libras solicitadas en total para dicha carga de polvo.

Los tipos de parte resultantes del análisis fueron D337@6V, V477@2R5V y V686@16V, (las cantidades en libras no se pueden mostrar ya que son datos confidenciales de la empresa), se evaluaron 10 lotes con piezas equivalentes al material de producción para cada uno de los tipos de parte (porcentaje representativo para la cantidad de libras solicitadas por el cliente).

Los lotes de evaluación requirieron llevar el mismo protocolo de prueba que el material de producción para de esta manera se pudiera determinar si el nuevo proveedor es comparable con el proveedor actual.

#### *Sumario de resultados*

Componente	V686@16	V477@2R5	D337@006
<b>Anodos</b>			
<b>Temperatura</b>	Similar	Similar	Incremento 10°C
<b>Actual Cv</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Carga</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Pull</b>	Similar	Similar	Similar
<b>RBI</b>			
<b>Media de Capacitancia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Pérdidas de Capacitancia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Media de Factor de Disipación</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Pérdidas de Factor de Disipación</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Media de Resistencia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Pérdidas de Resistencia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Media de Fuga en Caliente</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Pérdidas de Fuga en Caliente</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Media de Fuga en Ambiente</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Pérdidas de Fuga en Ambiente</b>	Similar	Similar	Similar

#### *Sumario de resultados (continuación)*

Componente	V686@16	V477@2R5	D337@006
<b>SMT</b>			
<b>Media de Capacitancia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Rechazos de Capacitancia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Media de Factor de Disipación</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Rechazos de Factor de Disipación</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Media de Resistencia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Rechazos de Resistencia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Media de Fuga en Caliente</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Rechazos de Fuga en Caliente</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Rechazos de Cortos</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Rendimiento Total (%)</b>			
<b>Rendimiento</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Físicos</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Eléctrico</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Fuga en Caliente</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Fuga en Ambiente</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Capacitancia</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Factor de Disipación</b>	Similar	Similar	Similar
<b>Resistencia</b>	Similar	Similar	Similar

## CONCLUSIONES

Se concluyó que con la evaluación del proveedor alternativo de heptafluorotantalato de potasio no se presentaron cambios en el comportamiento eléctrico de los tipos de parte seleccionados para la evaluación, los diferentes tipos de pruebas realizadas a los capacitores arrojaron resultados similares en comparación con el proveedor actual, los parámetros utilizados para las pruebas fueron los mismos que se utilizaron para el material de producción, lo cual significó una comprobación de la hipótesis inicial, del mismo modo también representó un ahorro de costos en el producto final.

La implementación del proveedor se hizo de manera alternativa, lo que significa que, en caso de tener un desabasto del proveedor principal, la carga se podrá conectar a los tipos de parte alternativos con el nuevo proveedor sin que el cliente sufra un desabasto del producto final.

Las principales limitaciones con las que se encuentran los mercados en la actualidad es la de contar con proveedores que suplan el material en tiempo y forma, todo esto debido al desabasto ocasionado por los constantes cambios que trajo consigo la pandemia de Covid19, con esto, se consideró hacer una calificación igual para el resto de las cargas de los polvos de tantalio que maneja la empresa, ya que como se pudo observar con la primera fase de la evaluación se obtuvieron resultados positivos.

## LISTA DE REFERENCIAS

- AG, I. d. (s.f.). *Precios, ocurrencia, extracción y uso del tantalio*. <https://es.institut-seltene-erden.de/seltene-erden-und-metalle/strategische-metalle-2/tantal/>.
- Alexander, C. K. (2013). *Fundamentos de Circuitos Eléctricos*. CDMX: Mc Graw Hill.
- Artigos, C. d. (2013). *Minitab, usos y aplicaciones*. <http://200.16.4.26/wiki-calidad/minitab-usos-y-aplicaciones#sthash.YaETONEG.dpbs>.
- Baca U Gabriela, C. V. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Patria.
- Beaver, M. &. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística*. CDMX: CENAGE Learning.
- consulting, S. G. (s.f.). *Gráfica de Control*. <https://spcgroup.com.mx/grafica-de-control/>.
- Dario Bacchini Roberto, V. L. (2018). *Introducción a la probabilidad y estadística*. Buenos Aires: CMA.
- Del Cid Alma, M. R. (2011). *Investigación, Fundamentos y Metodología*. CDMX: Prentice Hall-Pearson.
- Diego, B. (2016). *Cómo hacer un gráfico de control: Ejemplo resuelto en calidad*. <https://www.ingenioempresa.com/grafico-de-control/>.
- Fácil Electro, E. y. (2019). *Condensadores-Capacitores Que son*. <https://www.facilelectro.es/condensadores-capacitores-que-son/>.
- FLOYD, T. L. (2007). *Principios de circuitos eléctricos*. PEARSON - PRENTICE HALL.
- Guevara Alban Gladys Patricia, V. A. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. Ecuador: Saberes del Conocimiento.
- Hernández Sampieri Roberto, F. C. (2010). *Metodología de la Investigación*. CDMX: Mc Graw Hill.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. CDMX: McGRAW-HILL.
- ILZARBE IZQUIERDO, L., TANCO, M., VILES, E., & ÁLVAREZ SÁNCHEZ ARJONA, M. J. (2007). *El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de proceso*. <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012011.pdf>.
- L., F. T. (2007). *Principios de circuitos eléctricos*. CDMX: Prentice Hall-Pearson.
- Minitab. (2022). *Minitab*. <https://www.addlink.es/productos/minitab-statistical-software>.
- Pablo, H. F. (s.f.). *SEIS SIGMA control estadístico de procesos*. Honduras: ACSIO Consultores.

Pérez Porto Julián & Gardey Ana. (2015). *Anodo*. <https://definicion.de/anodo/>.

Pérez Porto, J. &. (2017). *Definición de Capacitor*. <https://definicion.de/capacitor/>.

Ricardo, E. (2018). *Certificación Seis Sigma Nivel Green Belt*. Monterrey: Kaizen Sigma.

Robbins, Alan H. & Miller, Wilhelm C. (2007). *Análisis de Circuitos*. CDMX: Cenage Learning.

Salazar P Cecilia, D. C. (2018). *Fundamentos básicos de estadística*.

Para facilitar las Referencias de la American Psychological Association puede utilizar el gestor de Referencias de Word, u otro programa de su agrado como Zotero, Mendeley u otro.