

El análisis de varianza en el estudio de un grupo de empresas mexicanas

Fecha de recepción: 01-11-2014

Fecha de aceptación: 26-12-2014

Jorge Oscar Rouquette Alvarado¹

Amanda Suárez Burgos²

RESUMEN

En este trabajo se presenta la situación de tener que contrastar empresas que compiten por un mismo sector del mercado, nada menos que el comercio minorista dirigido a los consumidores de alimentos y bienes necesarios para vivir, con el objetivo de demostrar que hay diferencias entre las mismas. Para tal fin se seleccionan cuatro cadenas como Soriana, Comercial Mexicana, Oxxo y Chedraui, con la hipótesis de que dichas diferencias están en sus ventas, utilidades netas y personas empleadas, durante el período 2008-2013. Una herramienta elegante y potente es el análisis de varianza, eficaz para resolver la homogeneidad de las poblaciones contrastadas con la igualdad de sus medias en forma simultánea, facilitando estudios comparativos que en el campo de la administración adquiere su relevancia. De acuerdo al análisis, se visualizan diferencias en las ventas y en el personal empleado entre las cuatro cadenas, no así en las utilidades netas. Sin embargo, también se observa la conformación de dos subconjuntos caracterizados por su homogeneidad. La conclusión más relevante es que, a pesar de tener diferencias en promedios de ventas y empleados, los promedios en las utilidades netas tienen similitudes.

Palabras clave: diseño de experimentos, análisis de varianzas, organizaciones comerciales.

¹ Profesor-Investigador del Departamento de Política y Cultura de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Correo electrónico: joscar@correo.xoc.uam.mx

² Estudiante del Doctorado en Ciencias Sociales. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

ABSTRACT

The present work is aimed at comparing companies competing for the same sector in a market, namely retail trade, with the objective of showing that there are differences between such companies. To this end, four retail chains: Soriana, Comercial Mexicana, Oxxo and Chedraui were selected. Our hypothesis is that such differences lie on their sales, net profit y people employed, at least during the period 2008-2013. In order to test it an elegant a powerful tool, analysis of variance was used; this tool is efficient to simultaneously solve the homogeneity of contrasted populations with the similarity of their medians, facilitating comparative studies that possess great relevance in the field of administration. According to the analysis, differences are visualized in the figures for sales averages and people employed among the four retail chains, but not so in the averages for net returns. Furthermore, the conformation of two subsets of companies characterized by their homogeneity is observed.

Keywords: experimental design, analysis of variance, commercial organizations.

1. La experimentación estadística

Una práctica común en las organizaciones industriales es realizar experimentos con el objetivo de mejorar el proceso de producción, detectando, resolviendo o minimizando problemas de calidad. También, en las organizaciones comerciales se requiere la experimentación para, entre otros objetivos, analizar su competitividad en el mercado y establecer estrategias para atraer a los consumidores.

Una forma para optimizar el proceso de experimentación de manera sistemática y organizada es mediante el empleo de la estadística. Al respecto, “el diseño estadístico de experimentos es [...] la forma eficaz de hacer pruebas en los procesos, ya que proporciona la técnica y la estrategia necesarias para llevar de manera eficaz los procesos a mejores condiciones de operación” (Gutiérrez y de la Vara, 2004: 4).

El conocer el tipo de experimentos así como las principales técnicas estadísticas, combinadas con el conocimiento del proceso en cuestión, contribuyen a proporcionar información de suma relevancia en la toma de decisiones para resolver problemas de diversa índole.

Se requiere determinar que los métodos empleados sean confiables para medir precisión y exactitud con el objetivo de elegir qué diseño experimental es el más adecuado, según los factores que se designan y cuántas repeticiones del mismo se deben realizar, así como la forma en que el experimento se lleve a la práctica y genere los resultados del mismo.

Sin pensamiento estadístico, conceptos como la observación y la repetición pueden resultar contradictorios; lo que se observa varias veces no ocurre exactamente de la misma manera, entonces lo que se observa se aprecia con variabilidad. El punto de partida en el diseño es considerar que el experimento tenga aleatorización, repetición y bloqueo. Éste último se refiere a nulificar o tomar en cuenta en forma adecuada los factores que afecten la respuesta observada.

Siguiendo a Gutiérrez y de la Vara (2004) son cinco los principales aspectos a tomar en cuenta en la selección de un diseño experimental: 1) el objetivo del experimento, 2) el número de factores a considerar, 3) el número de niveles que se prueban en cada factor, 4) los efectos que se desea analizar, 5) el costo, tiempo y precisión.

Ronald A. Fisher (1890-1962) tuvo mucho impacto en los principios del diseño de experimentos a partir de desarrollar su distribución de probabilidad en la década de los años veinte. De sus investigaciones surge el análisis de varianza, técnica que se basa en obtener muestras representativas de diferentes poblaciones para medir su variabilidad y establecer similitudes o diferencias.

El trabajo que se presenta propone la aplicación de una de las variantes del modelo de Fisher. El objetivo es analizar el comportamiento de ciertas variables estra-

tégicas en varias empresas mexicanas cuando da comienzo una crisis económica en USA³, que afecta posteriormente a México en los siguientes años a partir del 2008⁴.

Las empresas mexicanas tuvieron que desarrollar cambios en sus estrategias para mantenerse en el mercado sin mayores contratiempos. Es así, que establecen ajustes de personal y de inversiones, del cual no fue ajeno el sector del comercio minorista.

Para el análisis de los cambios en el periodo comprendido entre los años 2008 y 2013, se plantea un experimento comparativo con determinadas variables en un grupo de empresas nacionales que enfocan su actividad hacia el mercado minorista de autoservicio, y demostrar que existieron o existen diferencias en el tratamiento de dichas variables y por ende, en sus estrategias.

2. El grupo de empresas nacionales

Las cuatro empresas mexicanas seleccionadas para un análisis comparativo son Chedraui, Comercial Mexicana, Soriana y Oxxo⁵. Comparten características en relación a que se dedican al comercio minorista de autoservicio y tienen una presencia importante en México.

La empresa Chedraui tiene por nombre oficial "Grupo Comercial Chedraui S.A.B de C.V."; de acuerdo con la información proporcionada en su página virtual surge en 1920, que a la fecha tienen alrededor de 212 tiendas alrededor del territorio mexicano (también tiene presencia en Estados Unidos que llevan por nombre "El Super"). Dentro de los principales cambios que Grupo Chedraui ha experimentado en los últimos años es que en el año 2004 adquirió la cadena de autoservicio Carrefour, lo que sirvió para tener presencia en algunas zonas donde no tenía.⁶

³ Para el verano de 2007, el alza en las tasas de interés y, como consecuencia, el incumplimiento de pago por parte de las familias generó un efecto dominó en la economía estadounidense, es decir, la burbuja financiera creada a raíz del otorgamiento de créditos explotó, y con ello, la quiebra de entidades financieras importantes y la caída del sector financiero. En el cuarto trimestre de 2008, la crisis financiera trajo consigo una disminución del PIB estadounidense, es decir una contracción del 6.2% respecto al trimestre anterior; una reducción en la industria de 1.8%; la tasa de desempleo llegó a 8.5% y el número de desempleados fue de 5.3 millones (Zurita, 2009).

La caída del sector financiero de Estados Unidos provocó una disminución en el precio del petróleo y con ello el precio de commodities, gran volatilidad en los mercados de valores, y tipos de cambio, así como fuertes presiones inflacionarias.

⁴ El comercio exterior es la vía de contagio que más impactó a la economía mexicana en la recesión; según INEGI, las exportaciones en el primer cuatrimestre de 2009 presentó un decremento del 30.5%, el valor de las exportaciones decreció en 58.5%, las exportaciones no petroleras disminuyeron en un 24.2%. Las importaciones presentaron una caída del 30.7%, las remesas bajaron en 5% (cerca de 300 millones de pesos); el tipo de cambio se depreció, y la tasa de desocupación fue de 5.25% (Zurita, Rodríguez, 2009).

⁵ Walt Mart no se eligió para efectos de este trabajo debido a que es una empresa extranjera y posee características monopólicas.

⁶ Información consultada el 25 de septiembre de 2014 en: <http://chedraui4.random-interactive.com/index.php?r=site/rendercontent&content=pages/grupo>

Cuadro 1
Cifras de Grupo Comercial Chedraui S.A.B de C.V

CONCEPTO	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Ventas (mdp)	66,364	63,944	57,487	52,794	47,901	40,658
Utilidad neta (mdp)	1,708	1,557	1,515	1,449	1,394	914
Utilidad de operación (mdp)	3,106	2,959	2,715	2,580	2,424	2,580
Activo (mdp)	45,567	43,390	37,122	33,995	26,495	25,526
Activo circulante (mdp)	9,797	10,399	10,391	11,556	6,752	6,631
Pasivo (mdp)	23,917	22,922	19,893	17,977	15,686	16,234
Pasivo circulante (mdp)	14,411	14,061	15,259	12,320	10,226	10,631
Patrimonio (mdp)	21,650	20,468	17,229	16,018	10,809	9,292
Empleados	41,081	38,780	36,052	33,018	30,437	28,659

63

Fuente: Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México 2014⁷.
<http://www.cnnexpansion.com/rankings>

La Comercial Mexicana, con razón social "Controladora Comercial Mexicana, S.A.B. de C.V." tiene una cobertura nacional. Según su página oficial es una empresa nacional que tiene sus orígenes en el año 1930. En los años 80 adquirió la cadena "Sumesa" y la cadena de restaurantes "California". Dentro de diferentes variantes se encuentran "Comercial Mexicana", "Bodega Comercial Mexicana", "Mega Comercial Mexicana", "City Market" y "Fresko".⁸

Cuadro 2
Cifras de Controladora Comercial Mexicana

CONCEPTO	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Ventas (mdp)	47,060	45,667	43,784	55,717	54,893	53,298
Utilidad neta (mdp)	3,711	6,657	883	1,044	362	-8,573
Utilidad de operación (mdp)	2,901	2,638	2,525	3,042	2,802	3,042
Activo (mdp)	42,264	41,710	44,072	45,824	50,338	50,603
Activo circulante (mdp)	10,386	9,686	11,065	13,617	17,030	16,284
Pasivo (mdp)	13,048	15,801	28,019	30,635	36,182	36,805
Pasivo circulante (mdp)	9,641	9,275	10,107	10,577	36,006	36,142
Patrimonio (mdp)	29,216	25,909	16,053	15,189	14,155	13,798
Empleados	29,129	29,658	40,565	38,930	39,190	40,172

Fuente: Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México 2014.
<http://www.cnnexpansion.com/rankings>

⁷ Información consultada el 19 de septiembre de 2014 en: <http://www.cnnexpansion.com/rankings/interactivo-las-500/2014>

⁸ Información consultada el 26 de setiembre de 2014 en: <http://www.comercialmexicana.com.mx/>

“Organización Soriana S.A.B. de C.V.” es una empresa mexicana que nace en 1968, y actualmente tienen alrededor de 664 tiendas en activo en sus diferentes variantes como son “Soriana Hiper”, “Soriana Súper”, “Mercado Soriana”, “Soriana Express” y “City Club”.⁹

Cuadro 3
Cifras de Organización Soriana S.A.B. de C.V.

CONCEPTO	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Ventas (mdp)	105,028	104,611	98,263	93,700	88,637	95,619
Utilidad neta (mdp)	3,117	3,557	3,060	3,278	2,868	1,724
Utilidad de operación (mdp)	5,558	5,410	4,949	5,104	4,584	5,104
Activo (mdp)	78,952	74,377	74,084	69,217	65,725	66,388
Activo circulante (mdp)	23,709	20,806	22,211	18,769	16,698	16,508
Pasivo (mdp)	35,553	34,106	36,162	34,355	33,795	37,257
Pasivo circulante (mdp)	23,564	23,310	26,394	19,852	19,462	21,094
Patrimonio (mdp)	43,400	40,271	37,922	34,862	31,931	29,131
Empleados	80,907	85,733	84,911	83,800	76,800	93,700

Fuente: Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México 2014. <http://www.cnnexpansion.com/rankings>

Cadena Comercial Oxxo S.A de C.V surge en 1978 en Monterrey, Nuevo León. Es propiedad de FEMSA, actualmente opera en México y Colombia con alrededor de 12,204 tiendas de conveniencia. A diferencia de las otras tres empresas, las tiendas OXXO tienen como características distintivas que son de espacios más reducidos y la mayoría abre las 24 horas del día.¹⁰ Su inclusión se debe a que ha venido adquiriendo gran relevancia en el mercado, por la cercanía de sus tiendas y por las características ya señaladas, que la hacen competitiva para las empresas dedicadas al comercio minoritario.

⁹ Información consultada el 26 de septiembre de 2014 en: <http://www1.soriana.com/site/default.aspx?p=12118&temprefer=28141620>

¹⁰ Información consultada el 26 de septiembre de 2014 en: <http://www.oxxo.com/>

Cuadro 4
Cifras de Cadena Comercial Oxxo S.A de C.V

CONCEPTO	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Ventas (mdp)	97,572	86,433	74,112	62,259	53,549	47,146
Utilidad neta (mdp)	2,562	5,417	4,415	3,809	2,986	1,593
Utilidad de operación (mdp)	7,906	6,594	6,276	5,200	4,457	5,200
Activo (mdp)	39,617	31,092	26,998	23,677	19,693	17,185
Activo circulante (mdp)	N/D	N/D	10,405	9,022	7,315	6,297
Pasivo (mdp)	37,858	21,356	N/D	N/D	N/D	N/D
Pasivo circulante (mdp)	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Patrimonio (mdp)	1,759	6,696	N/D	N/D	N/D	N/D
Empleados	102,989	91,943	83,820	73,101	60,902	21,261

Fuente: Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México 2014.
<http://www.cnnexpansion.com/rankings>

65

El comportamiento histórico de las cuatro empresas en el periodo indica diferencias significativas en las cifras correspondiente a cada variable, se aprecia que la crisis del 2008 afecta a las empresas, sin embargo la tendencia que toman las variables es diferenciada.

Al considerar 2008 como año base, las ventas y el número de empleados son mayores en Organización Soriana respecto a las otras tres empresas. En cuanto a utilidades netas, Comercial Mexicana sufre un descalabro con una pérdida de 8,573 mdp, mientras las demás empresas mantienen utilidades diferenciadas entre ellas. Cada empresa establece una estrategia para mejorar o mantener las cifras de sus variables, en particular las utilidades netas.

El grupo Chedraui (cuadro 1), en forma paulatina aumenta sus ventas, utilidades netas y el número de empleados durante el periodo, su accionar puede caracterizarse como conservador.

La Comercial Mexicana (cuadro 2), tiene un comportamiento de desconcierto por la gran variación en sus utilidades netas; termina el 2008 con una pérdida de 8,573 mdp, se recupera y llega al 2012 con una utilidad de 6,657 mdp para bajar a 3,711 mdp en 2013. Sus ventas y empleados van disminuyendo gradualmente.

Soriana (cuadro 3) es la más fuerte en ventas, sin embargo es afectada en 2009 con una baja y comienza a aumentar a partir del año 2011. En el periodo, sus utilidades van aumentando gradualmente pero así también disminuye el número de empleados.

Oxxo (cuadro 4) presenta aumentos considerables tanto en ventas como en empleados, sus utilidades no tienen el mismo comportamiento ya que su gradual aumento disminuye a la mitad en el año 2013.

Las variables que se mencionan tienen diferencias significativas entre las empresas, las razones pueden ser por distintos motivos inherentes a sus estructuras

organizacionales como al entorno económico. Resulta de interés analizar estas diferencias a partir de métodos estadísticos, razones que dan origen a este trabajo.

3. El modelo de análisis de varianza de un factor

El método de análisis de varianza (ANOVA por sus siglas en inglés) es desarrollado para analizar datos experimentales que corresponden a varias muestras, aunque también son útiles en determinadas situaciones no experimentales. Permite contrastar simultáneamente la igualdad de varias medias poblacionales, esto supone una ventaja al reducir operaciones y posibles errores que se cometen realizando pruebas para todas las parejas de medias utilizando el modelo de la t de Student¹¹.

Se conocen varios modelos del análisis de la varianza. "Cuando los factores externos están controlados por el uso y diseño aleatorizado por grupo, el análisis subsecuente de datos se denomina ANOVA de un factor o ANOVA unidireccional" (Kolher, 1996:486). Este es el modelo que se adapta en este experimento comparativo, con la suposición de que la varianza es común aunque sea desconocida, la homogeneidad de las poblaciones se contrasta con la igualdad de sus medias, es decir se plantea la hipótesis nula: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \dots$

Esta hipótesis se opone a la de investigación $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \dots$ (al menos una de las medias poblacionales es diferente de las otras).

En el análisis de varianza, "la variable experimental, que en general es cualitativa, se llama factor. La variable de respuesta, que es cuantitativa, se llama variable dependiente, o simplemente respuesta" (Hildebrand y Lyman Ott, 1997:500).

"Factor" es cada una de las causas que influyen en la heterogeneidad de las poblaciones, mientras que "niveles del factor"¹² son cada uno de los valores posibles del factor. En este estudio el factor es estrategia de la empresa y los niveles del factor cada uno de los valores que toman las variables de interés (dependientes) consideradas para la comparación de las cuatro empresas.

La comparación de homogeneidad entre las variables de las distintas empresas, se realiza tomando como base la descomposición de la variabilidad total de las observaciones de un experimento en términos independientes, de tal manera que cada uno mida la heterogeneidad de esas observaciones, debida a causas distintas como el factor empresa y la aleatoriedad muestral.

La técnica inicia con la descomposición de la varianza total de las observaciones x_i como una medida de la heterogeneidad total, suponiendo que si las empresas seleccionadas fueran homogéneas en el nivel del factor, entonces las x_i también serían homogéneas y en consecuencia su varianza sería cero. En caso de que la

¹¹ Seudónimo del estadístico William S. Gosset.

¹² De acuerdo a la terminología del ANOVA, se denominan "tratamientos" por el origen de la técnica en el campo de las Ciencias Biológicas y de la Salud.

varianza de los datos x_i no fuera cero, es porque estos no son homogéneos, lo que significa que hay una posible heterogeneidad de las poblaciones (empresas) de las que proceden; o porque la causa sea la muestra aleatoria (Lévy y Varela, 2005:148).

Por tal razón, la varianza total (expresada como suma de cuadrados total) se descompone en dos variaciones: la variación explicada por el factor (suma de cuadrados dentro) que mide la heterogeneidad debida a los niveles, y la variación no explicada por el factor (suma de cuadrados entre) que mide la heterogeneidad debida al error muestral.

Desde el inicio del experimento se tienen en cuenta tres supuestos en la aplicación del modelo: las poblaciones están distribuidas normalmente, las varianzas poblacionales han de ser homogéneas, existe independencia de las observaciones muestrales. Para contrastar la normalidad de las poblaciones se utiliza el test W de Shapiro y Wilk, una prueba Chi-cuadrada o el test de Kolmogorov-Smirnov. Para contrastar la independencia de las observaciones se usa el coeficiente de correlación serial o el test de rachas (Valderrey, 2010:284). La homogeneidad de varianzas se contrasta con test de igualdad de varianzas como los de Bartlett, Cochran, Hartley o Levene (Lévy y Varela, 2005:150).

Expuesta una síntesis del modelo, corresponde presentar la estructura del estudio.

Se seleccionan las variables dependientes cuantitativas “ventas”, “utilidades netas” y “número de empleados”, determinadas por el factor “empresa” como variable independiente cualitativa, correspondiente a la estrategia que se supone utiliza cada una de las cuatro empresas que se mencionan en el apartado 2, con el fin de hacer frente a la crisis del 2008 y sus consecuencias. Se cuestiona que dicha estrategia afecta los valores de la variable dependiente durante el periodo de seis años (2008-2013), de tal forma que los promedios poblacionales correspondientes a cada variable se comparen a través de la hipótesis de homogeneidad de las cuatro empresas.

Además de comprobar si existen diferencias entre las medias poblacionales de cada variable, se plantea la posibilidad de determinar qué medias difieren entre parejas de niveles del factor (la empresa). Es decir, conocer si los distintos niveles del factor son significativamente distintos entre sí en su efecto sobre la variable dependiente. Existen diferentes pruebas que efectúan comparaciones múltiples entre las medias, como la prueba de la diferencia honestamente significativa HDS de Tukey, la prueba de Scheffé, la de Bonferroni, de Gabriel, de Hochberg, entre otras.

Para este trabajo, en la comprobación de los supuestos del modelo se aplican la prueba de Kolmogorov-Smirnov (supuesto de normalidad), la prueba H de Kruskal-Wallis y prueba de Rachas (supuesto de independencia entre muestras), y la prueba de Levene (supuesto de homogeneidad de varianzas). En las comparaciones múltiples se aplica la prueba HDS de Tukey.

4. El procedimiento sobre las variables dependientes

Los estadísticos descriptivos de ventas, utilidades netas y empleados en el periodo 2008-2013 para las cuatro empresas se presentan en el cuadro 5. Se visualizan los promedios de ventas y utilidades en millones de pesos (mdp), así como el promedio de empleados y la variación respecto a estos promedios, medida con la desviación estándar.

Cuadro 5
Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Ventas del periodo 2008-2013	24	68187.33	21848.140	40658	105028
Utilidades netas del periodo 2008-2013	24	2382.00	2731.367	-8573	6657
Número de empleados del periodo 2008-2013	24	56897.42	26432.573	21261	102989

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

Los valores indican alta variabilidad en las utilidades netas respecto a su promedio, debido a que el valor de la desviación estándar se acerca a la media. Al aceptar la regla práctica de que el valor de la desviación debe ser menor a la mitad de la media, entonces se tiene una variabilidad aceptable en las variables restantes (número de empleados y ventas).

Se especifican los valores mínimo y máximo de cada variable para el periodo.

4.1 Comprobación de los supuestos

El procedimiento de Kolmogorov-Smirnov para una muestra compara la función de distribución acumulada de la variable con una distribución normal.

Cuadro 6
Pruebas de normalidad
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Ventas del periodo 2008-2013	Utilidades netas del periodo 2008-2013	Número de empleados del periodo 2008-2013	
N		24	24	24	
Parámetros normales ^{a,b}	Media	68187.33	2382.00	56897.42	
	Desviación estándar	21848.140	2731.367	26432.573	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.188	.214	.267	
	Positivo	.188	.176	.267	
	Negativo	-.132	-.214	-.151	
Estadístico de prueba		.188	.214	.267	
Sig. asintótica (bilateral)		.028 ^c	.006 ^c	.000 ^c	
Sig. Monte Carlo (bilateral)	Sig.	.208 ^d	.125 ^d	.042 ^d	
	Intervalo de confianza a 95%	Límite inferior	.046	0.000	0.000
		Límite superior	.371	.257	.122

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Se basa en 24 tablas de muestras con una semilla de inicio 2000000.

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

El estadístico de prueba (Z de K-S) se calcula a partir de la diferencia mayor entre las funciones acumuladas teórica y observada. El valor p^{13} (fila Sig. Asintótica) es mayor al nivel de significación $\alpha = 0.01^{14}$ en la variable ventas, por lo tanto se acepta la hipótesis de normalidad. Para variable utilidades, el valor p de 0.006 redondeado es igual al valor α de 0.01, el criterio es aceptar la normalidad; y para variable empleados el valor p es menor, luego, no hay normalidad al 99%.

La falta de normalidad de las observaciones no tiene consecuencias graves en la prueba con el modelo ANOVA si el tamaño de las muestras es grande (Lévy y Varela, 2005:150).

¹³ Técnica de comprobación de hipótesis que utiliza el programa SPSS.

¹⁴ Valor establecido por el programa SPSS para las pruebas paramétricas de los supuestos.

Cuadro 7
Pruebas para muestras independientes
Estadísticos de prueba^{a,b}

			Ventas del periodo 2008-2013	Utilidades netas del periodo 2008-2013	Número de empleados del periodo 2008-2013
Chi-cuadrado			14.687	3.793	12.773
Gl			3	3	3
Sig. Asintótica			.002	.285	.005
Sig. Monte Carlo	Sig.		.000 ^c	.292 ^c	.000 ^c
	Intervalo de confianza a 95%	Límite inferior	0.000	.110	0.000
		Límite superior	.117	.474	.117

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: EMPRESA

c. Se basa en 24 tablas de muestras con una semilla de inicio 1314643744.

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

La prueba H de Kruskal-Wallis determina si varias muestras independientes proceden de la misma población; compara dos o más muestras respecto a una variable (factor) contrastando su homogeneidad.

Se rechaza la homogeneidad de muestras al 99% (valor p menor que 0.01) en el caso de variables ventas; se acepta la hipótesis nula para las variables utilidades (valor p mayor a 0.01) y empleados (valor p de 0.005 redondeado a 0.01).

Cuadro 8
Pruebas para muestras independientes
Prueba de rachas

	Ventas del periodo 2008-2013	Utilidades netas del periodo 2008-2013	Número de empleados del periodo 2008-2013
Valor de prueba ^a	59873	2914	40823
Casos < Valor de prueba	12	12	12
Casos > = Valor de prueba	12	12	12
Casos totales	24	24	24
Número de rachas	12	8	12
Z	-.209	-1.878	-.209
Sig. asintótica (bilateral)	.835	.060	.835

71

a. Mediana

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

La prueba de rachas se utiliza para determinar si la muestra fue seleccionada de manera aleatoria. En las tres variables, el valor p es mayor al valor $\alpha = 0.01$, se acepta la hipótesis indicando la aleatoriedad de las mismas.

Cuadro 9
Pruebas de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
Ventas del periodo 2008-2013	5.776	3	20	.005
Utilidades netas del periodo 2008-2013	2.681	3	20	.074
Número de empleados del periodo 2008-2013	4.931	3	20	.010

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

En la prueba de homogeneidad de Levene para cada variable dependiente respecto a los niveles del factor, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas en las muestras determinadas por ventas y empleados (valor p menor o igual a 0.01), mientras se acepta para utilidades (valor p mayor a 0.01).

Con este supuesto ocurre lo mismo que en el caso de normalidad, si no se cumple no hay afectaciones de importancia en la prueba ANOVA, misma que es robusta respecto a la heterogeneidad. Según Daniel Peña Sánchez de Rivera (Lévy y Varela, 2005:151): si las muestras tienen el mismo número de observaciones, la prueba de ANOVA es igualmente exacta, ya que el efecto de varianzas diferentes en las muestras depende de la heterogeneidad entre el número de observaciones de cada muestra. Por tal razón es recomendable que las muestras tengan un tamaño similar.

72

4.2 Procedimiento con ANOVA

El cuadro 10 presenta la tabla ANOVA que es un resumen de las variaciones que se encuentran entre las empresas (variación explicada¹⁵) y dentro (variación no explicada¹⁶). De la relación entre las varianzas (columna de media cuadrática) se determina el estadístico de prueba ANOVA, la F de Fisher-Snedecor. El valor p (columna Sig.) indica que se rechaza o acepta la hipótesis nula de igualdad de medias poblacionales¹⁷, por lo tanto se pueden tener diferencias o similitudes entre los promedios de ventas de las cuatro empresas. La prueba se procesa al nivel de significación $\alpha = 0.05$.

Cuadro 10
Tabla ANOVA de las variables dependientes

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ventas del periodo 2008-2013	Entre grupos	8265095861	3	2755031954	20.304	.000
	Dentro de grupos	2713752596	20	135687630		
	Total	10978848457	23			
Utilidades netas del periodo 2008-2013	Entre grupos	26242924.000	3	8747641	1.204	.334
	Dentro de grupos	145345488.000	20	7267274		
	Total	171588412.000	23			
Número de empleados del periodo 2008-2013	Entre grupos	11454293094	3	3818097698	16.545	.000
	Dentro de grupos	4615368554	20	230768428		
	Total	16069661648	23			

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

¹⁵ Se conoce como variación explicada o variación de los tratamientos, porque no es atribuible al azar sino a diferencias inherentes entre las medias poblacionales de la variable dependiente.

¹⁶ Variación no explicada o también se conoce como error experimental o muestral, es atribuible al azar.

¹⁷ Cuando el valor p es menor al valor del nivel de significancia α , entonces se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias poblacionales.

A la variable Ventas con valor F de 20.304, en la prueba le corresponde un valor p menor al de $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, lo cual indica diferencias en el comportamiento de las ventas en las empresas o al menos una de ellas difiere significativamente de las demás.

En la variable Utilidades, la prueba ANOVA establece un valor p mayor que 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias. Significa que las cuatro empresas lograron un promedio de utilidades que están cercanos.

En la variable Empleados, en donde el valor p es menor que 0.05, se establece que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. De esta manera, existen diferencias entre las empresas en cuanto al promedio de empleados.

4.3 Comparaciones múltiples

El procesamiento de las comparaciones múltiples con la prueba HDS de Tukey al nivel de significancia α de 0.05, contrastan la diferencia entre las medias de cada pareja de empresas dando lugar a una matriz, en donde se identifica cuales diferencias son o no significativas de empresa a empresa. En los siguientes cuadros, los valores marcados con asterisco indican diferencias de medias significativas.

Al realizar las comparaciones múltiples con esta prueba se tiene igualdad de medias entre todas las parejas posibles de empresas.

Cuadro 11
Comparaciones Múltiples para variable ventas

Variable dependiente: HSD Tukey	Ventas del periodo 2008-2013						
(I) EMPRESA	(J) EMPRESA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
						Límite inferior	Límite superior
SORIANA	FEMSA	27464.500*	6725.267	.003	8640.91	46288.09	
	CHEDRAUI	42785.000*	6725.267	.000	23961.41	61608.59	
	COMERCIAL MEXICANA	47573.167*	6725.267	.000	28749.57	66396.76	
FEMSA	SORIANA	-27464.500*	6725.267	.003	-46288.09	-8640.91	
	CHEDRAUI	15320.500	6725.267	.137	-3503.09	34144.09	
	COMERCIAL MEXICANA	20108.667*	6725.267	.034	1285.07	38932.26	
CHEDRAUI	SORIANA	-42785.000*	6725.267	.000	-61608.59	-23961.41	
	FEMSA	-15320.500	6725.267	.137	-34144.09	3503.09	
	COMERCIAL MEXICANA	4788.167	6725.267	.891	-14035.43	23611.76	
COMERCIAL MEXICANA	SORIANA	-47573.167*	6725.267	.000	-66396.76	-28749.57	
	FEMSA	-20108.667*	6725.267	.034	-38932.26	-1285.07	
	CHEDRAUI	-4788.167	6725.267	.891	-23611.76	14035.43	

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

De acuerdo a la prueba HDS de Tukey, los valores indicados con asterisco marcan una diferencia de medias significativa al nivel $\alpha = 0.05$, estableciendo que Soriana tiene diferencias con las demás empresas (valor p menor a 0.05).

En cambio, no tienen diferencias en los promedios de ventas Femsa con Chedraui y Comercial Mexicana con Chedraui (valores p mayores a 0.05).

Cuadro 12
Comparaciones Múltiples para variable utilidades netas

Variable dependiente: HSD Tukey		Utilidades netas del periodo 2008-2013				
(I) EMPRESA	(J) EMPRESA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
SORIANA	FEMSA	-529.667	1556.414	.986	-4885.97	3826.64
	CHEDRAUI	484.333	1556.414	.989	-3871.97	4840.64
	COMERCIAL MEXICANA	2253.333	1556.414	.486	-2102.97	6609.64
FEMSA	SORIANA	529.667	1556.414	.986	-3826.64	4885.97
	CHEDRAUI	1014.000	1556.414	.914	-3342.30	5370.30
	COMERCIAL MEXICANA	2783.000	1556.414	.308	-1573.30	7139.30
CHEDRAUI	SORIANA	-484.333	1556.414	.989	-4840.64	3871.97
	FEMSA	-1014.000	1556.414	.914	-5370.30	3342.30
	COMERCIAL MEXICANA	1769.000	1556.414	.672	-2587.30	6125.30
COMERCIAL MEXICANA	SORIANA	-2253.333	1556.414	.486	-6609.64	2102.97
	FEMSA	-2783.000	1556.414	.308	-7139.30	1573.30
	CHEDRAUI	-1769.000	1556.414	.672	-6125.30	2587.30

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

En cuanto a la prueba de igualdad de medias en la variable utilidades netas obtenidas en el periodo, los valores p son mayores al valor $\alpha = 0.05$. El tratamiento de las variaciones indica que se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias entre cada pareja de empresas, por ejemplo: Comercial Mexicana-Soriana, Chedraui-Femsa, Soriana-Chedraui, Femsa-Comercial Mexicana, entre otras. El resultado de la prueba HDS de Tukey corrobora la respectiva prueba ANOVA.

Cuadro 13
Comparaciones Múltiples de la variable empleados

Variable dependiente: HSD Tukey		Número de empleados del periodo 2008-2013				
(I) EMPRESA	(J) EMPRESA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
SORIANA	FEMSA	11972.500	8770.565	.534	-12575.75	36520.75
	CHEDRAUI	49637.333*	8770.565	.000	25089.08	74185.59
	COMERCIAL MEXICANA	48034.500*	8770.565	.000	23486.25	72582.75
FEMSA	SORIANA	-11972.500	8770.565	.534	-36520.75	12575.75
	CHEDRAUI	37664.833*	8770.565	.002	13116.58	62213.09
	COMERCIAL MEXICANA	36062.000*	8770.565	.003	11513.75	60610.25
CHEDRAUI	SORIANA	-49637.333*	8770.565	.000	-74185.59	-25089.08
	FEMSA	-37664.833*	8770.565	.002	-62213.09	-13116.58
	COMERCIAL MEXICANA	-1602.833	8770.565	.998	-26151.09	22945.42
COMERCIAL MEXICANA	SORIANA	-48034.500*	8770.565	.000	-72582.75	-23486.25
	FEMSA	-36062.000*	8770.565	.003	-60610.25	-11513.75
	CHEDRAUI	1602.833	8770.565	.998	-22945.42	26151.09

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

La prueba HSD de Tukey en la variable empleados, establece una igualdad de medias para Soriana-Femsa y para Comercial Mexicana-Chedraui. En ambos casos el valor p es mayor a 0.05 aceptando la hipótesis nula de igualdad de medias, con lo que se constituye una relación de homogeneidad entre las empresas mencionadas.

5. Conclusiones

Se plantea un estudio comparativo en empresas mexicanas orientadas hacia el comercio minorista. La justificación?, analizar si las empresas realizan cambios en las estrategias para enfrentar una crisis económica como la del año 2008, a partir de seleccionar tres variables de acuerdo a su comportamiento histórico en el periodo 2008-2013.

El intento se apoya en el modelo de análisis de varianza, una herramienta elegante y a la vez potente en resolver los contrastes en la homogeneidad de las variables de distintas poblaciones, que se comparan con la igualdad de sus respectivas medias.

La sospecha que se expresa en el punto 2 sobre el grupo de empresas nacionales, de que las variables que se seleccionan tienen comportamientos diferenciados, da resultados disímiles.

La hipótesis de igualdad de medias para ventas y empleados se rechaza, es decir se acepta la diferenciación en ambas variables. Mientras, la hipótesis de igualdad de medias para utilidades netas se acepta, entonces hay similitud en las cuatro empresas respecto al promedio de utilidades.

Se deduce que cada empresa tuvo su estrategia para manejarse en un entorno económico de incertidumbre, dicha estrategia puede diferir en la política de ventas (errática, conservadora, agresiva) y en la contratación del personal (aumentar, disminuir). En la variable utilidades hay semejanzas por mantener y hacer crecer su monto monetario.

Entonces, ¿se logra demostrar que las estrategias de las empresas son diferentes?. Puede interpretarse como diferentes estrategias para la obtención de utilidades; Soriana y Femsá contratan más personal y tienen también mayores volúmenes de ventas, a diferencia de Chedraui y Comercial Mexicana.

Si bien algunos supuestos del modelo no se cumplen en forma estricta para cada variable, la aplicación del modelo como método exploratorio resulta positivo porque da orientación para investigar las razones y causas de las diferencias. Permite corroborar lo que se observa y revelar otros aspectos que esconden los datos.

Como complemento al análisis, en la prueba de comparaciones múltiples, hay semejanza en las medias de ventas entre Femsá-Chedraui y entre Comercial Mexicana-Chedraui; igualdad de medias en empleados entre Femsá-Soriana y entre Chedraui-Comercial Mexicana.

Normalmente aparece en los programas de estudio de las carreras de Ciencias Sociales el tema del análisis de varianza, sin embargo en la mayoría de las ocasiones poco se implementa esta técnica en estudios de la problemática de las empresas.

En la investigación empírica es muy frecuente que, repitiendo un experimento en condiciones no visibles para el investigador, los resultados presenten variabilidad. Suele ser pequeña en un laboratorio, pero en una planta industrial o en el caso que se expone enfocado al comercio minorista, las diferencias pueden llegar a ser mayores. De aquí el interés por realizar un estudio mediante el procedimiento ANOVA.

Bibliografía

Gutiérrez Pulido, Humberto, de la Vara Salazar, Román (2004), *Análisis y diseño de experimentos*, McGrawHill, D.F., México.

Hildebrand David K. y R. Lyman Ott (1997), *Estadística aplicada a la administración y a la economía*, Adisson-Wesley Iberoamericana, 3ra. Edición, USA.

Kohler, Heinz (1996), *Estadística para negocios y economía*. Cecs, tercera edición. México.

Lévy Mangin, Jean-Pierre, Varela Mallou, Jesús (2005), *Análisis Multivariable para las Ciencias Sociales*, Pearson, Prentice Hall, España.

Valderrey Sanz, Pablo (2010), *SPSS, Extracción del conocimiento a partir del análisis de datos*, Alfaomega, Ra-Ma, México.

Zurita González, Jesús, Martínez Pérez, Juan Froilán, Rodríguez Montoya, Francisco (2009), *La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México*, El Cotidiano, núm. 157, pp. 17-27, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México.

Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México, 2014.

Páginas de internet

<http://chedrauiv4.random->

<http://www.cnnexpansion.com/rankings>

<http://www.cnnexpansion.com/rankings/interactivo-las-500/2014>

<http://www.comercialmexicana.com.mx/>

interactive.com/index.php?r=site/rendercontent&content=pages/grupo

<http://www1.soriana.com/site/default.aspx?p=12118&temprefer=28141620>

<http://www.oxxo.com/>