

PRODUCCIÓN DE LAS PRINCIPALES CARNES EN MÉXICO, UNA CLASIFICACIÓN DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS UTILIZANDO TÉCNICAS DE ESTADÍSTICA MULTIVARIADA

Laura Elena del Moral Barrera

Annel Hurtado Jaramillo¹

RESUMEN

Uno de los productos pecuarios que forma parte importante de la alimentación del ser humano es la carne, en México la producción de este bien se concentra básicamente en tres ramas de la ganadería: bovina, porcina y avicultura. El presente trabajo tiene como objetivo agrupar las entidades federativas de México de acuerdo a la producción de carne bovina, porcina y aves, para el año 2012. Para el desarrollo del estudio se combinan dos técnicas de estadística multivariada, el método de Componentes Principales y el Análisis de Conglomerados (Cluster).

Palabras clave: producción de carnes, componentes principales, análisis de cluster.

1. INTRODUCCIÓN

La carne es un producto pecuario de gran valor ya que posee proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), la carne ha ido ganando importancia en la dieta de la mayor parte de los países impulsada por factores

¹ Doctora en Ciencias y Lic. en Actuaría Financiera respectivamente. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Economía. Tel. (01722) 2149411 correos electrónicos: lauraelena_toluca1@yahoo.com.mx y annel.hurtado@gmail.com respectivamente.

socioeconómicos, el aumento de los ingresos, la disponibilidad en el mercado, el crecimiento demográfico y los cambios en las preferencias alimentarias (FAO, 2013).

En consecuencia, el consumo y la producción de carne, no han dejado de aumentar en las últimas décadas, según las proyecciones, la producción mundial de carne se habrá duplicado para el año 2050 y se prevé que la mayor parte del crecimiento se concentrará en los países en desarrollo. (FAO, 2013).

En México, la evolución de la producción de carnes durante los últimos diez años, es el resultado de la interacción entre las diferentes ramas de la ganadería enfocada a la obtención de ganado para abasto, además, del crecimiento demográfico acelerado, la migración y concentración de la población en medianos y grandes centros urbanos. (SAGARPA, 2010).

Lo anterior ha tenido un fuerte impacto en la demanda y en los hábitos de consumo, requiriéndose sistemas de producción que puedan generar volúmenes suficientes de alimentos de origen animal para abastecer a las grandes ciudades, (SAGARPA, 2010). En el 2009 en México, el consumo aparente de carne de pollo, cerdo y res fue de 3.29, 1.66 y 1.88 millones de toneladas, de las cuales se importó 15% de carne de pollo, 31% de cerdo y 13.5% de carne de res (SAGARPA, 2010)

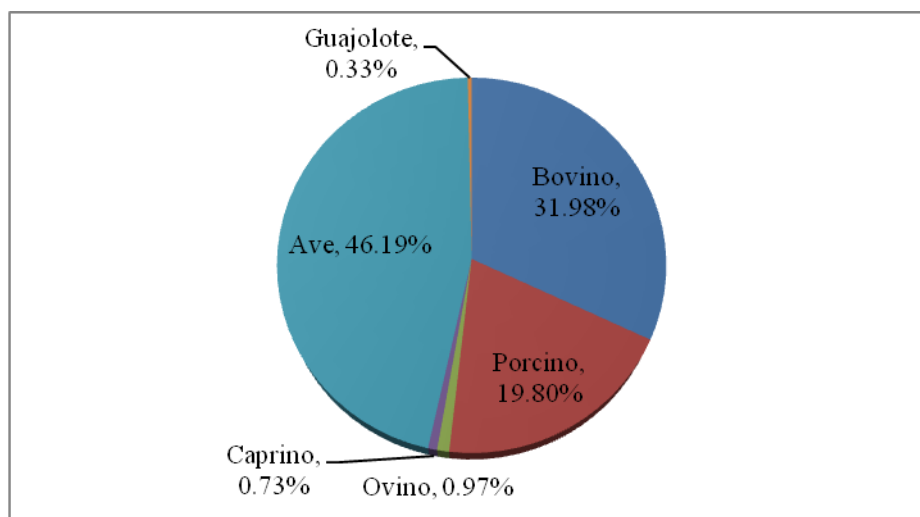
Aunque la producción de carnes se practica en todo el país, la actividad productiva se lleva de manera importante en pocas entidades federativas, ya sea por tradición productiva, por la disponibilidad de recursos e insumos o bien por condiciones climatológicas, cuestiones que determinan el predominio de otras actividades sobre la producción de diversos tipos de carne.

El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de la producción de los tres tipos de carne canal más consumidos en México, mediante el uso de métodos multivariados, específicamente a través del Análisis de Componentes Principales y luego mediante un Análisis de Cluster usando una clasificación jerárquica con el método de Ward. Para esto, se toman como variables la producción en volumen (toneladas) de los tipos de carne en canal: bovina, porcina y de ave.

2. PRODUCCIÓN DE CARNES EN MÉXICO

La producción de carnes en México se concentra en tres ramas de la ganadería: bovina porcina y avicultura, estas tres ramas en conjunto aportan el 98% de la producción doméstica de carnes (Ver gráfica 1).

Gráfica 1. Participación porcentual de la producción de carnes en México.

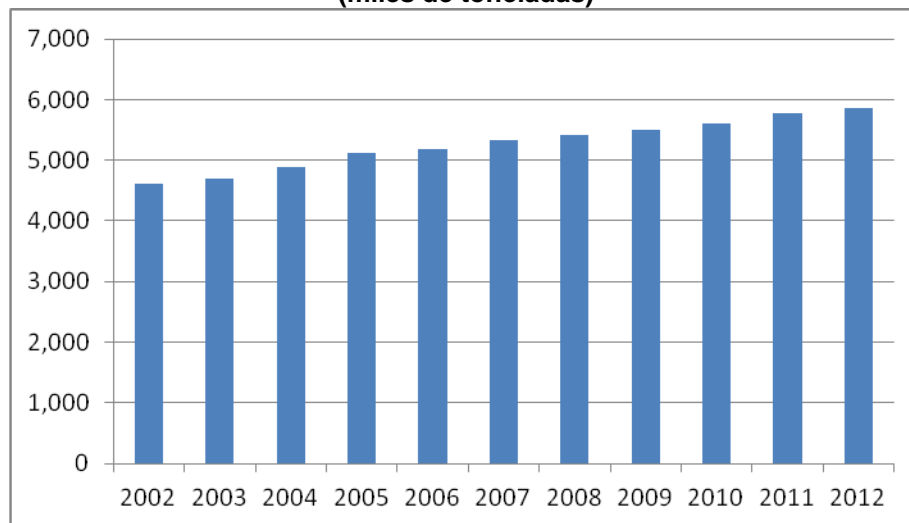


Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA

De 2002 a 2012, la producción total de carnes en canal para las ramas bovina, porcina y aves paso de 4,613,578 a 5,850,811 toneladas lo que implicó un crecimiento de 26.81% . En la gráfica 2, se observa que el ritmo de crecimiento en la producción de este tipo de carnes ha tenido una reducción a partir del año 2009, debido a diferentes factores, entre los que resaltan

un poder adquisitivo limitado en la población del país y una creciente presencia de productos importados.

Gráfica 2. Producción de carnes bovina, porcina y aves en México (miles de toneladas)

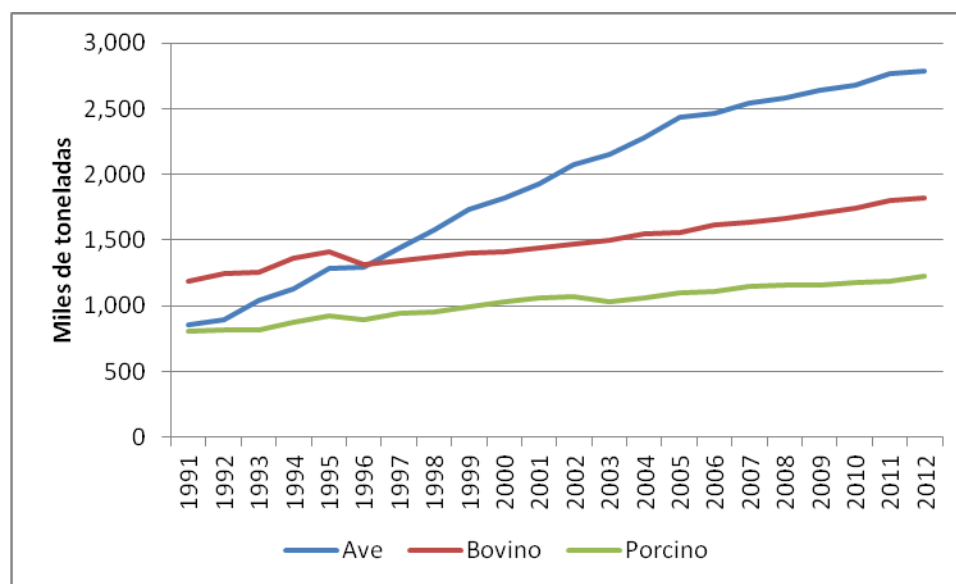


Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA

Con respecto al análisis por rama pecuaria se observa lo siguiente: la avicultura se ha consolidado como la rama de la producción con mayor aporte a la oferta interna de carnes, con un volumen en 2012 de 2,788,392 toneladas (SIAP-SAGARPA, 2013), con lo cual mantiene el primer lugar dentro de la producción de carnes en el ámbito nacional, mismo que ocupa desde 1997, año en que rebasó a la carne de bovino con un 7.6% más en niveles de producción (ver gráfica 3).

Según la Unión Nacional de Avicultores (UNA), la dinámica de esta actividad ganadera se ha visto influenciada, por una demanda creciente de carne con bajo contenido graso, por su bajo precio en comparación con el resto de las carnes, la versatilidad en su uso, así como por la creciente incorporación en alimentos de comida rápida.

Gráfica 3. Producción de las carnes en canal, bovina, porcina y de ave en México.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA

La ganadería bovina ha mantenido su segundo lugar en importancia dentro de la oferta de carnes, aportando, para el 2012, el 31.98% del total de la producción que en volumen representa 1,830 miles de toneladas (ver gráfica 3).

Uno de los factores que influyó en este comportamiento fue el mayor proceso de engorda de becerros nacionales, cuya aportación se vio afectada por la baja en los precios, a consecuencia de la Ley de Etiquetado de Origen.

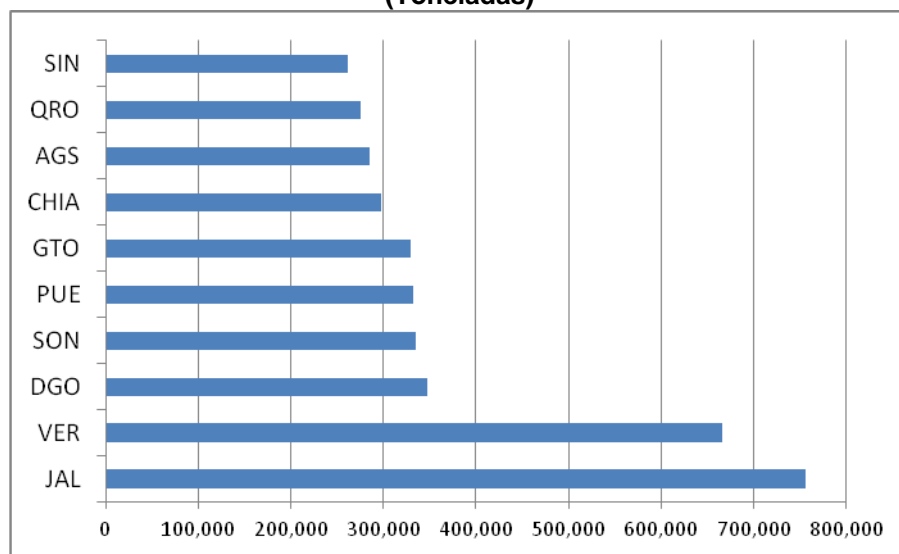
Con respecto a la producción de la carne de porcino, en el periodo 2002-2012, está presentó una TMCA de 14.63%, alcanzado una oferta de 1,226,854 toneladas para 2012 (ver gráfica 3). La disminución en su ritmo de expansión se debe a la fuerte competencia con producto de importación así como al encarecimiento de los insumos alimenticios (SAGARPA, 2013).

3. CLASIFICACIÓN DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS SEGÚN SU PRODUCCIÓN DE CARNE: BOVINA, PORCINA O DE AVE.

La producción de carnes es una actividad extendida por todo el territorio nacional, adaptándose las diferentes ramas de la ganadería a las condiciones climatológicas y a la disponibilidad de insumos alimenticios.

En 2012, en 10 entidades del país se obtuvo el 66.5% de la oferta de carne en canal, ubicándose dentro de éstas a Jalisco, Veracruz, Durango, Sonora, Puebla, Guanajuato, Chiapas, Aguascalientes, Querétaro y Sinaloa. Estados que registraron niveles de producción superiores a las 250 mil toneladas anuales, ver gráfica 4. Logrando con esto que México ocupe una posición importante entre los países productores de carne de pollo y de bovino y ocasionando un aumento en las exportaciones de las de porcino (SAGARPA, 2012)

Gráfica 4. 10 entidades con mayor producción de carne en canal, 2012 (Toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA

El cuadro 1, por su parte, muestra la producción para los tres tipos de carne analizados en el estudio en cada una de las entidades federativas.

Cuadro 1. Producción en volumen de las principales carnes en canal para las entidades federativas en México 2012. (Toneladas)

Estado	Bovino	Porcino	Ave
AGS	22,149	12,505	250,301
BC	85,173	903	1,090
BCS	6,649	1,003	597
CAM	17,845	5,175	19,278
COAH	59,436	8,215	87,829
COL	9,605	6,059	10,822
CHIA	114,690	24,632	154,840
CHIHU	96,036	4,761	2,910
DF	600	1,346	50
DGO	56,836	4,056	285,542
GTO	43,792	107,818	173,326
GRO	41,403	21,251	11,598
HGO	33,793	13,287	57,295
JAL	199,620	236,433	313,743
MEX	43,930	20,499	102,576
MICH	77,258	40,771	51,322
MOR	5,764	4,078	50,597
NAY	21,282	3,174	38,268
NL	42,514	21,619	98,516
OAX	51,173	28,832	12,006
PUE	40,742	122,194	156,925
QRO	29,093	20,861	223,752
QROO	4,910	3,889	4,973
SLP	65,341	8,142	77,245
SIN	103,442	21,600	132,253
SON	75,627	229,120	29,301
TAB	70,382	12,737	22,746
TAM	54,301	16,225	486
TLAX	12,459	11,817	732
VER	258,565	105,996	294,323
YUC	30,246	99,240	119,542
ZAC	45,172	8,614	3,569

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis estadístico multivariado se tomaron en cuenta los datos reportados en el cuadro1, tomando como variables de interés la producción de carne en canal para las ramas: bovina, porcina y aves.

Como primera parte, se hace un análisis exploratorio de los datos mediante las estadísticas descriptivas de la producción de carne en los estados de la República Mexicana (ver cuadro 2) y la matriz de correlaciones entre las variables de estudio (ver cuadro 3).

El cuadro 2 muestra que, para el año 2012 la carne de ave tiene el promedio de producción más alto, 82,607 toneladas, seguida por la carne de bovino con una producción de 57,196 toneladas y en tercer lugar se encuentra la carne de porcino con 35,422 toneladas.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de la producción de las principales carnes en canal de los estados de México, 2012.

	Bovino	Porcino	Ave
Min	600	903	50
Mediana	44,551	13,012	44,433
Media	57,196	35,422	82,607
Max	258,565	236,433	313,743
Desviación estándar	54517.57	59128.51	97207.27

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA

En el cuadro 3, por su parte, se muestran las correlaciones entre las variables originales, se observa que los tres tipos de carne en canal muestran correlaciones positivas. La correlación más alta se muestra entre la carne de bovino y de ave, lo cual quiere decir que los estados que producen carne de bovino también producen carne de pollo. La correlación más baja se da entre la carne de ave y la de porcino, esto podría significar que no existe un relación “muy fuerte” entre aquellos estados que producen carne de pollo y los que producen carne de cerdo.

Cuadro 3. Matriz de correlaciones

	Bovino	Porcino	Ave
Bovino	1.00	0.51	0.54
Porcino	0.51	1.00	0.44
Ave	0.54	0.44	1.00

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP/SAGARPA

4.1 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El Análisis de Componentes Principales es una técnica descriptiva multivariada que permite estudiar las relaciones que existen entre las variables cuantitativas, sin considerar *a priori*, ninguna estructura, ni de variables, ni de individuos.

El ACP parte de una matriz Y , de dimensiones $n \times p$, donde p corresponde al número de variables observadas (en este caso las ramas del sector pecuario) en n individuos (las entidades federativas del país). Y una matriz X que es el resultado de la siguiente transformación

$$x_{ij} = \frac{y_{ij} - \bar{y}_j}{s_j \sqrt{n}}$$

donde \bar{y}_j y s_j son el promedio y la desviación estándar para cada una de las variables. Con el ACP se obtienen combinaciones lineales de todas las variables originales que son ortogonales entre sí. De esta forma, se obtiene un subconjunto de nuevas variables que son independientes entre sí, pero que están altamente correlacionadas con las variables originales, a las cuales se les denomina componentes principales, éstas se ordenan en forma decreciente, según su varianza, y permiten explicar el porcentaje de variabilidad de los datos, por cada componente. Los valores y vectores propios se obtienen diagonalizando la matriz de varianza y co-varianza o alternativamente la matriz de correlaciones.

4.1.1 Elección óptima del número de componentes principales

Para la elección del número óptimo de componentes se analizan los valores propios de la matriz de correlación, los cuales se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Valores propios para la producción de carne en canal de los estados de México.

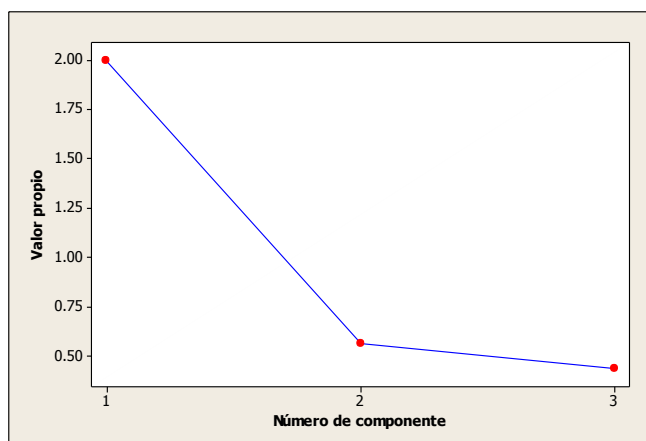
Número de CP	Valores propios	%	% Acumulado
1	1.997	0.66	0.66
2	0.565	0.19	0.85
3	0.438	0.15	1

Fuente: Elaboración propia, con datos del cuadro1.

Se han propuesto varias reglas que usan los datos proporcionados en el cuadro 4 para elegir el número de componentes a retener en el análisis, los criterios que más se utilizan son²:

- 1) *La gráfica de sedimentación*: consiste en representar el valor propio contra el número de componente y se elige el número de componentes donde se da el quiebre (ver gráfica 5).
- 2) *Promedio de los valores propios*: se calcula el promedio de todos los valores propios y se eliminan aquellos autovalores que están por debajo de este promedio. Si se trabaja con la matriz de correlaciones este promedio es uno.
- 3) *Porcentaje de varianza explicada*: en este criterio se recomienda retener aquellos componentes que expliquen entre el 70 y 90% de la variabilidad total.

Gráfica 5. Gráfica de sedimentación.



Aplicado estos criterios al estudio se puede concluir lo siguiente, la gráfica de sedimentación (gráfica 5), deja ver que el punto de inflexión se da cuando el número de componentes es igual a 2. Si se usa el promedio de los valores propios, se seleccionaría el primer componente cuyos

² Para mayor detalle ver Rencher (2002)

valor propio es mayor a la unidad (ver cuadro 4), ya que en el estudio se trabajo con la matriz de correlaciones. Tomando en cuenta el tercer criterio se observa que los 2 primeros componentes explican el 85% de la variabilidad total (ver cuadro 4). Por lo tanto, basándose en la gráfica de sedimentación y en la proporción que explican los componentes, se elegirán los dos primeros para el estudio.

4.1.2 Interpretación del ACP

Para la interpretación de los dos componentes principales seleccionados es necesario obtener los vectores propios de la matriz de correlaciones, éstos se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Vectores propios para los 2CP elegidos

	CAR1	CAR2
Bovino	0.600	-0.107
Porcino	0.559	0.765
Ave	0.572	-0.635

Fuente: Elaboración propia, con datos del cuadro 1.

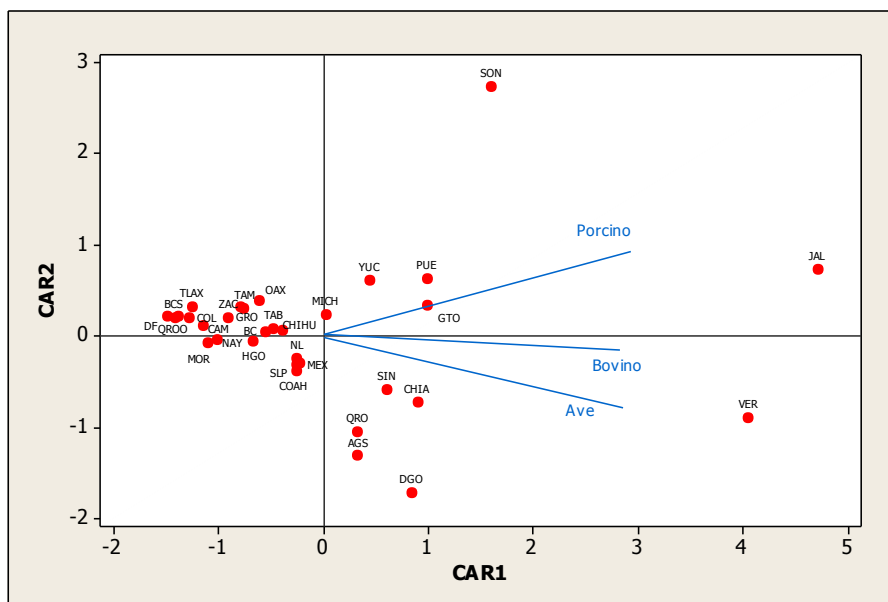
El primer componente o factor (CAR1), explica el 66% (ver cuadro 4) de la varianza total y se encuentra representado por las variables bovino y ave (valores más grandes de la columna 2, cuadro 5).

El segundo componente (CAR2), explica el 19% (ver cuadro 4) del total de la varianza y se encuentra representado por la variable porcino (valores superiores a 0.5 de la columna 3, cuadro 5).

La gráfica 6 muestra los 2 componentes elegidos, lo que permite observar que el ACP dividió la producción de carne en canal para los estados de México en función del porcentaje de participación de cada variable en la producción total, el primer componente contiene las ramas de la ganadería que tienen una mayor aportación en el total de la producción de carnes en canal (bovino y ave). Mientras que el segundo componente se encuentra formado por la carne

en canal que ocupa el tercer lugar en producción a nivel nacional. En esta gráfica, también se muestran, aunque a mayor escala³, la proyección de las variables sobre los componentes principales.

Gráfica 6. Primer y segunda componentes. CAR1 vs CAR2



En la gráfica 6 se observa una clara separación entre los estados Veracruz, Jalisco y Sonora del resto. Veracruz, por ejemplo, se encuentra en dirección a la variable ave, lo que significa que es un estado que se especializa en la producción de este bien, aunque también cuenta con una amplia producción de ganado bovino. Para el caso de Jalisco el análisis se puede hacer de la siguiente forma, al ser el estado más cercano al eje del componente 1, se puede decir que es una entidad que contribuye con gran producción de ganado bovino y de ave y que al encontrarse en dirección a la proyección de la carne de porcino también cuenta con una clara representación de este bien. Los estados Distrito Federal, Baja California Sur y Quintana Roo son los que menos aportan a la producción bovina, porcina y de aves.

³ Se dice que la proyección de las variables se presenta a mayor escala porque esta proyección está situada en una superficie circular de radio 1.

Por otro lado, Sonora se encuentra más cercano al componente 2, por lo cual destaca más por su producción de carne porcina que por la de los otros tipos de carne.

Los estados con baja participación en la producción porcina son Durango, Aguascalientes y Querétaro.

Las entidades que comparten características en cuanto a la producción de los tres tipos de carne son México y Nuevo León, así como San Luis Potosí y Coahuila.

Guanajuato y Puebla, por su parte, comparten características similares en cuanto a la producción de carne de ave y porcina.

4.2 Análisis de Conglomerados (AC)

El análisis de conglomerados (clúster) es un conjunto de métodos o técnicas estadísticas que permiten clasificar o dividir un conjunto de individuos, definidos por diferentes variables, en grupos más o menos homogéneos (Everitt, 2011). En el presente estudio se tiene como objetivo usar el AC para tratar de agrupar los estados que comparten ciertas características en función del tipo de producción pecuaria que ofrecen.

Como primer paso dentro del AC se tiene, la elección de la medida de similitud entre objetos. En este estudio se ha optado por la distancia euclidiana, dado que el conjunto de variables es métrico. El análisis se llevo a cabo con datos estandarizados.

Sean Y_1, Y_2, \dots, Y_p variables cuantitativas observadas en n objetos o individuos. Sea x_{ij} la realización de la variable X_j en el i -ésimo objeto $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, p$.

La distancia euclidiana se define como

$$d_{rk} = \left[\sum_{j=1}^p (y_{rj} - y_{kj})^2 \right]^{1/2}$$

donde y_{rj} y y_{kj} son, respectivamente, el j -ésimo valor de las p variables para los individuos de los grupos r y k .

El siguiente paso, consiste en la elección del método de aglomeración. Para este trabajo se eligió el método de agrupamiento jerárquico, además, el método de encadenamiento escogido fue el método de Ward, el cual se basa en la suma de cuadrados del error (SCE) buscando con esto minimizar la varianza dentro de los grupos.

$$SCE = \sum_{m=1}^{n_r} \sum_{j=1}^p (x_{rjm} - \bar{x}_{rj})^2$$

donde x_{rjm} denota el valor de la variable X_j en el m -ésimo elemento del grupo r y

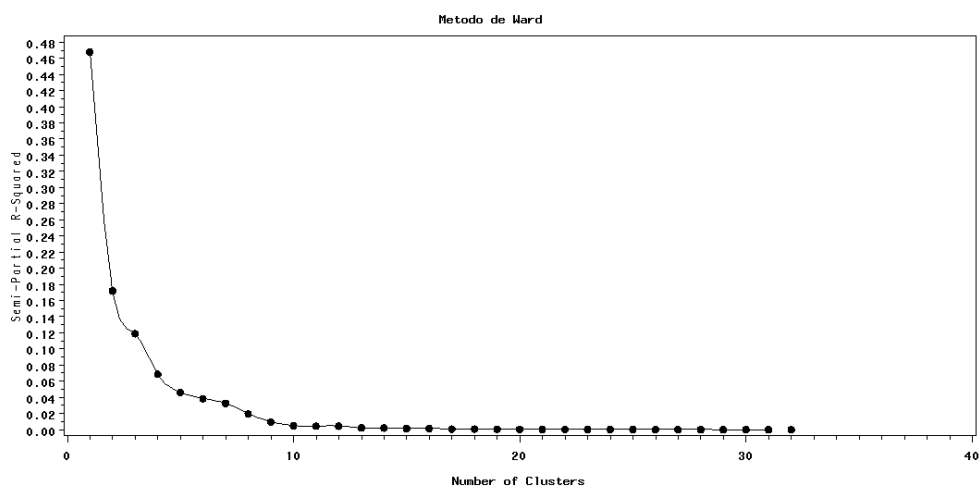
$$\bar{x}_{rj} = \frac{1}{n_r} \sum_{m=1}^{n_r} x_{rjm}$$

La idea básica del estudio es ir agrupando las entidades federativas de México de forma jerárquica minimizando la varianza entre los grupos formados.

4.2.1 Obtención de conglomerados

Para seleccionar el número de conglomerados en el análisis se usó de la gráfica de distancias de aglomeración (ver gráfica 7), en esta gráfica se elige la distancia para la cual el número de conglomerados es el más adecuado, y esto se determina con el cambio brusco de pendiente.

Gráfica 7. Distancias de aglomeración. Método de Ward.



En este caso el número de conglomerados a analizar es 3 ya que es aquí donde se presenta el cambio en la pendiente de la gráfica 7.

4.2.2 Interpretación de los conglomerados

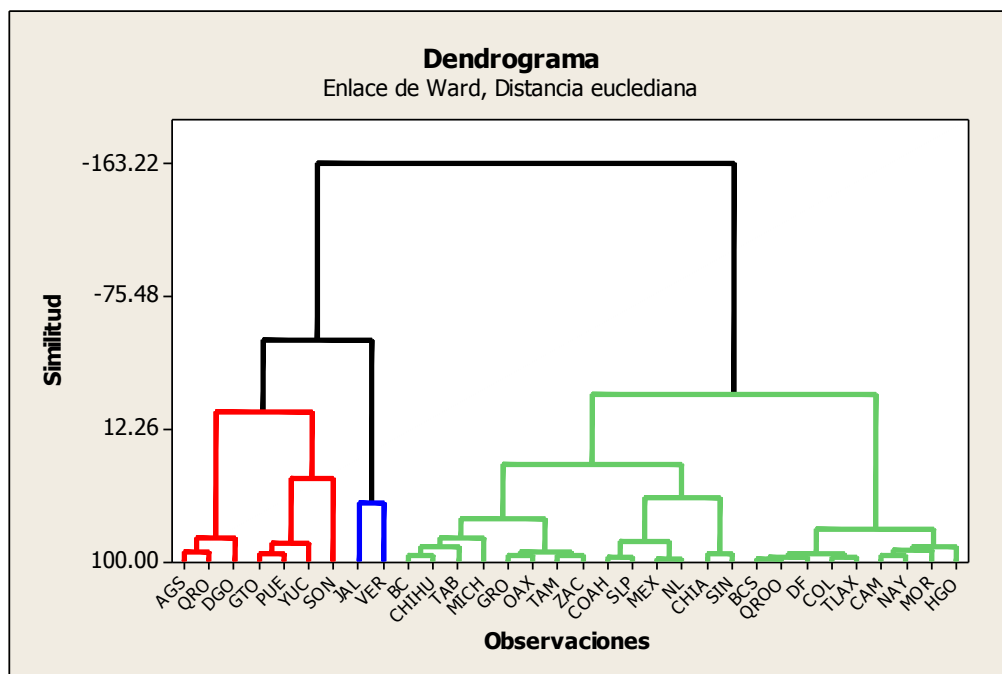
La gráfica 8 muestra los 3 conglomerados que se eligieron para el estudio. El conglomerado número 1 está formado por las entidades federativas que en el ACP se encontraron más cerca al eje de la componente 2, es decir son aquellos estados que tienen baja producción media de carne de bovino, porcino y ave en comparación, por ejemplo, con los estados de Veracruz y Jalisco (ver cuadro 6).

Jalisco y Veracruz forman el conglomerado 2, estas entidades poseen el lugar 1 y 2, respectivamente, en cuanto a la producción total de carnes en canal para el año 2012. Tienen la mayor producción de las carnes que más se producen en México, carne de aves y de bovinos. Desde el ACP se observó la clara separación de estos estados del resto de las entidades.

Para el caso de conglomerado 3, éste se encuentra conformado por los estados que tienen una menor producción de los tres tipos de carne en comparación con los del conglomerado 1, aquí

se encuentran entidades como el Distrito Federal, Quintana Roo y Baja California Sur, estados con muy poca participación a nivel nacional en la producción de cárnicos.

Gráfica 8. Dendrograma para los datos de producción pecuaria



Cuadro 6. Resumen de los conglomerados.

Conglomerado	Entidad federativa	Características
1	AGS, QRO, DGO, GTO, PUE YUC, SON.	Producción promedio de los tres tipos de carne analizados.
2	JAL y VER	Estados con mayor producción en los tres tipos de carne
3	BC, CHIHU, TAB, MICH, GRO, OAX, TAM, ZAC, COAH, SLP, MEX, NL, CHIA, SIN, BCS, QROO, DF, COL, TLAX, CAM, NAY, MOR, HGO	Estados con menor producción en los tres tipos de carne.

Fuente: Elaboración propia con datos de la gráfica 8.

Como se observó desde el ACP los estados de Veracruz y Jalisco se encuentran ubicados en un conglomerado que representa la mayor parte de la producción de carnes en canal, son los estados que le dieron forma al componente 1, donde destaca la producción de carne de res y de pollo.

5. CONCLUSIONES

El ACP redujo la dimensión del estudio, de la producción de carnes en canal en México, pasando de 3 variables iniciales (los diferentes tipos de carne analizados) a dos componentes principales, que se clasificaron en CAR1, componente que contiene aquellos tipos de carne que ocupan los lugares 1 y 2 a nivel nacional (aves y bovino) y CAR2, componente que incluye la producción de carne de cerdo.

Con ayuda del ACP se observó que los estados con mayor producción de carne bovina y aves, son Jalisco y Veracruz, ocupando con esto los lugares 1 y 2 de la producción total de carnes en México para el año 2012. En cuanto a la producción porcina el estado que destacan es Sonora. Este análisis, también permitió observar que el Distrito Federal, es la entidad que tiene menor producción en este tipo de carnes, a nivel nacional ocupa el último lugar en la producción total.

Por su parte, el Análisis de Conglomerados, permitió clasificar a los estados del país en 3 grupos, dividiéndolos en función de la cantidad y el tipo de carne producida. Uno de los grupos que más destacan en el AC es el formado por los estados de Veracruz y Jalisco, estados que destacan por su nivel de producción entre las tres carnes más consumidas en el país, esta misma separación se obtuvo con el ACP

BIBLIOGRAFÍA

Everitt, B.S., S. Landau, M. Leese y D. Stahl. Cluster Analysis. Wiley. UK.

FAO (2013). "Carne y productos cárnicos". Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013.<
<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>> (20 de junio de 2013)

Rencher, A.C. (2002). Methods of Multivariate Analysis. Wiley-Interscience, Canadá.

SAGARPA (2010). "La producción de carnes en México 2010". *Claridades Agropecuarias*. Coordinación General de Ganadería SAGARPA. Noviembre, No. 207.

SIAP-SAGARPA (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México.

UNA (2013). UNA (2013). Unión Nacional de Avicultores. <http://www.una.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=189&Itemid=147> (22 de marzo de 2013)