

# El sistema alimentario global: II - Aproximación cuantitativa al espacio agroalimentario de la Europa mediterránea

EUSEBI JARAUTA-BRAGULAT (\*)

YVONNE COLOMER-XENA (\*\*)

RAMÓN CLOTET-BALLÚS (\*\*)

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El sistema alimentario ha sido y sigue siendo objeto de estudios desde diversos puntos de vista: agrario (producción, transformación, distribución), económico, legislativo, político, cultural, social y muchos otros. No obstante, son pocas las aproximaciones o estudios sobre el sistema alimentario realizados desde una perspectiva global y aún menos, los trabajos que presentan modelos cuantitativos que permitan la descripción y el análisis del sistema alimentario de un país o de un conjunto de países.

Un modelo conceptual, cualitativo y global del sistema alimentario fue planteado por Clotet (2010) y Clotet y otros (2010). El modelo se estructura en torno a cuatro ejes básicos: Disponibilidad, Economía, Políticas y Saber (conocimiento, comportamiento y cultura); el objetivo

---

(\*) Depto. de Ing. Civil y Ambiental (<http://deca.upc.edu>) - U. Politècnica de Catalunya ([www.upc.edu](http://www.upc.edu)), [eusebi.jarauta@upc.edu](mailto:eusebi.jarauta@upc.edu)

(\*\*) Fundació Triptolemos ([www.triptolemos.org](http://www.triptolemos.org)), [triptolemos@triptolemos.org](mailto:triptolemos@triptolemos.org)

---

- Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, n.º 249, 2018 (15-38).  
Recibido diciembre 2016. Revisión final aceptada marzo 2017.

esencial del modelo es trascender el concepto de cadena alimentaria hacia el de sistema alimentario, con una perspectiva más completa, compleja y con participación multidisciplinar. Posteriormente Clotet R. y otros (2013) desarrollan el modelo anterior y formulan un modelo cuantitativo basado en el análisis de datos composicionales (Aitchison, 1986) y en modelos diferenciales aplicados a las composiciones evolutivas (Egozcue y Jarauta-Bragulat, 2014). Ello permite detallar y caracterizar progresivamente la evolución en el tiempo de los factores específicos de cada uno de los ejes considerados en base a un diseño fractal. Además, se establece ya la primera corona de temas específicos en cada eje mediante tres subejos por cada uno de los cuatro ejes básicos dando lugar a un conjunto de doce elementos para cada uno de los cuales se propone una variable de caracterización o de medida, cuyo análisis se lleva a cabo mediante bases de datos públicos, fiables y referenciables.

En el presente trabajo se aplica y se amplía la metodología anterior para caracterizar de forma comparativa el sistema alimentario de un área geográfica coherente en muchos aspectos: la Europa mediterránea. En concreto se han adoptado como países de referencia: España, Francia, Grecia e Italia. La coherencia del estudio se pone de manifiesto por la coincidencia en diversos ámbitos: en las condiciones geográficas de producción agroalimentaria, en las costumbres alimentarias (resultado histórico de lo anterior), en los aspectos del mercado, economía, legislación general y específicamente en las normativas técnicas fruto todo ello de la pertenencia a la Unión Europea (UE). En conjunto, los cuatro países estudiados configuran un entorno sociopolítico y unos elementos comunes que facilitan una comparación interesante entre las variables estudiadas. En la Tabla 1, adaptación de la desarrollada en Clotet y otros (2013), se especifican los conceptos evaluados en cada subeje y la variable escogida en cada caso, que lo ha sido en función de los datos obtenibles mediante bases de datos fiables y que puedan representar un elemento interpretativo en la evolución del subeje correspondiente. A partir de los datos totales para cada variable y cada país, las variables se expresan en valores relativos por habitante (o per cápita) para poder establecer comparaciones entre países de tamaño muy diferente.

Tabla I

## CONCEPTOS EVALUADOS EN CADA SUBEJE Y VARIABLE DE MEDIDA ESCOGIDA EN CADA CASO

Eje	Subeje	Concepto	Variable propuesta o unidades de expresión
D	D1	Producción primaria	Kg/habitante año
	D2	Producción transformación y elaborados	Kg/habitante año
	D3	Nutrición (*)	Kg/habitante año
E	E1	Valor económico de producción primaria y de productos elaborados	€/habitante año
	E2	Producto Interior Bruto (PIB)	€/habitante año
	E3	Valor económico energía total consumida	€/habitante año
P	P1	Derechos humanos. Exclusión social	Personas en NO riesgo de exclusión social/ Habitantes año
	P2	Acciones públicas sobre el sistema agroalimentario	Presupuesto oficial estructura agroalimentaria en relación al presupuesto total €/habitante año
	P3	Acciones de ayuda a necesidades sociales de alimentos (sociedad civil)	Kg. Alimentos ayuda/habitante año
S	S1	Conocimiento general del mundo agroalimentario	Publicaciones generales sobre el mundo agroalimentario/habitante año
	S2	Comportamiento en la dieta	Consumo de carnes en kg/habitante año
	S3	Cultura con base agroalimentaria	Publicaciones sobre arte culinario/habitante año

(\*) Los datos en el nivel de consumo se expresa en las estadísticas de FAO en energía alimentaria global ingerida (Kcal/cápita) no procesando a este nivel la aportación a esta energía de los distintos componentes nutricionales. Esta imprecisión inicial nos permite plantear la energía del consumo como aportada por una dieta en la que intervienen los tres grupos fundamentales en una proporción conceptualmente correcta según FESNAD (2010):

Hidratos de carbono (4 Kcal/g)	60 g	-	240 Kcal
Grasas (9 Kcal/g)	30 g	-	270 Kcal
Proteínas (4 Kcal/gr)	10 g	-	40 Kcal
	100 g	equiv.	550 Kcal

Ello permite expresar los datos de las estadísticas oficiales de Kcal/cápita a Kg/cápita permitiendo una coherencia de unidades en todo el eje D (factor de conversión: 1 g/5,5 Kcal).

El eje D (Disponibilidad) incluye información sobre la disponibilidad alimentaria tanto en materias primas como en elaborados, la distribución y la disponibilidad en el individuo en el entorno estudiado. En el presente trabajo, el subeje D1 engloba los datos de la producción primaria fundamental, es decir, producción neta de transformación obtenida de la fotosíntesis (cereales, leguminosas, oleaginosas, frutas y verduras, pesca de

altura, ganadería de pastoreo, etc.) y se expresa en kilogramos/habitante.año. El subeje D2 incluye los datos de producción de elaborados alimenticios desde harinas, aceites, carnes (granjas y mataderos), acuicultura y productos elaborados (empresa alimentaria de primera y segunda transformación); se expresa en kilogramos/habitante.año. El subeje D3 indica el grado de consumo individual de alimentos (como medida de la disponibilidad fisiológica real). Habida cuenta de que las estadísticas oficiales expresan esta variable en Kcal/cápita, por coherencia de unidades en todo el eje D, se convierten las Kcal/cápita en Kg/habitante.año, según se especifica en la Tabla 1.

El eje E (Economía) abarca información sobre la economía del entorno estudiado en los aspectos globales del sector y los pertenecientes al ciudadano. En el subeje E1 se considera el valor económico de todo el sistema productivo agroalimentario (excepto servicios), es decir el valor económico generado por las variables incluidos en D1 y D2 (producción primaria, transformación y elaborados). Se expresa en euros/habitante.año. En el subeje E2 se considera el valor de desarrollo económico global del país, el Producto Interior Bruto (PIB) expresado en euros/habitante.año, como índice de la economía del ciudadano. Para el subeje E3, que representa la facilidad básica para todo desarrollo económico y social, se introduce el coste de la energía total consumida y se expresa asimismo en euros/habitante.año.

En el eje P (Políticas Agroalimentarias, tanto públicas como privadas en los sectores productivos y sociales), se considera como subeje P1 el nivel global de calidad de vida como indicador del buen funcionamiento de, al menos, el sistema alimentario. Las estadísticas dan el número de personas en riesgo de exclusión social. Es la variable escogida, pero se expresa en positivo en “personas que no están en riesgo de exclusión social/habitante.año a efectos de que la evolución de las variables sea coherente en que la evolución en positivo represente una mejora en el desarrollo del sistema. En el subeje P2 se valoran las acciones de las políticas de los gobiernos sobre el sistema; se toma como variable el presupuesto oficial del Ministerio de Agricultura (y Alimentación) de cada Administración. Estos presupuestos incluyen la partida de la parte correspondiente a los programas oficiales europeos de distribución de excedentes alimen-

tarios. Se expresa en euros/habitante.año. En el subeje P3 se cuantifican los esfuerzos de la sociedad civil de un país para contribuir, a través de sus organizaciones, a minimizar las situaciones de carencia alimentaria o malnutrición en su propio territorio. Los datos representativos se han tomado de información facilitada por una organización civil internacional (FEBA: Federación Europea de Bancos de Alimentos). Se expresa en kilogramos/habitante.año.

El eje S del Saber (conocimiento, comportamiento, cultura) abarca las variables que indican la implicación social global sobre el sistema, el comportamiento relacionado con elementos sociales, religiosos, ideológicos etc. y la cultura (sistemas culturales alimentarios, gastronomía, ...) en el entorno estudiado. En este caso, el eje se desglosa en: un primer subeje S1 (conocimiento) en el cual se valora cuantitativamente la inquietud de cada país por el conocimiento técnico global del sistema, tomando el número de publicaciones clasificadas en el apartado global Agricultura (que incluye ganadería, piscicultura, apicultura, ...) y en el de Nutrición, en la clasificación CDU (Clasificación Decimal Universal) que utilizan de forma homogénea las bibliotecas nacionales de cada país. Se expresa en publicaciones/habitante.año. El subeje S2 (comportamiento) mide la variación del comportamiento alimentario y, en este caso, se cuantifica con una variable representativa como es la evolución en el tiempo del consumo de carne de todo tipo (ternera, cerdo, aves, ovino y caprino) en la dieta. Se expresa en kilogramos/habitante.año. Por último, el subeje S3 (cultura) mide la expresión de la preocupación cultural por la alimentación y se toma como variable cuantitativa el número de publicaciones consignadas en el apartado “Arte culinario” de la clasificación CDU; esta variable se expresa en publicaciones/habitante.año. En los subejos en los que no se cita específicamente la fuente de los datos, estos han sido obtenidos de FAOSTAT o de EUROSTAT.

Para terminar este apartado, procede explicitar los objetivos del presente trabajo:

1. Ilustrar y desarrollar la aplicación del modelo cuantitativo de análisis comparativo formulado por Clotet y otros (2013) a cuatro países de la Europa Mediterránea (España, Francia, Grecia e Italia).

2. Definir un factor de posición del sistema alimentario de un país en relación con un determinado entorno de análisis (ratio de posición) e ilustrar su cálculo e interpretación.
3. Definir un índice de calidad global del sistema alimentario de un país en un determinado entorno (índice Triptolemos) e ilustrar su cálculo e interpretación.
4. Analizar y comentar los valores obtenidos en el análisis cuantitativo de los datos correspondientes a los cuatro países estudiados y formular conclusiones en base a este análisis.

## 2. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el estudio comparativo y caracterizar conjuntamente los sistemas alimentarios de los cuatro países citados de acuerdo con el modelo referido, se consideran las doce variables descritas en el apartado anterior (Tabla I), que corresponden a cada uno de los doce subejos considerados en el modelo. Cada una de estas variables se refiere a valores relativos (por habitante), ya que de otro modo no sería posible una comparación adecuada. A partir de las series temporales (anuales) correspondientes, se calculan las proporciones de cada uno de los países, dando lugar a un vector de suma constante. Por ello, la metodología seleccionada para el tratamiento adecuado de esta información se fundamenta en el Análisis de Datos Composicionales (Aitchison, 1986).

Se describe a continuación la metodología seguida para cada una de las variables que corresponden a los subejos definidos. Así mismo se concretan las propuestas de caracterización cuantitativa del sistema alimentario que se formulan en el marco del modelo propuesto. Para mejor comprensión e ilustración del método se acompaña con el detalle para la variable D1 (producción primaria):

1. Se disponen en una tabla los valores en masa o totales para la serie de años de la que se dispone de datos. En la Tabla II(a) se reflejan los valores en el caso de la variable D1.

Tabla II (a)

## VARIABLE D1 (PRODUCCIÓN PRIMARIA): DATOS DE LA PRODUCCIÓN ANUAL TOTAL (TONELADAS)

Año	España	Francia	Grecia	Italia
1986	60239817.4	114710735	19966684.8	78719832.5
1987	68547838.5	121121394	19344362.3	79114752.5
1988	67841898.3	124450398	20185012.0	73890696.5
1989	66065249.2	124073173	22694546.0	78551283
1990	67322263.6	126131594	19278342.6	70284567
1991	64047999.7	126659005	22303232.0	75867341
1992	62476867.0	133395350	21681108.0	80500479
1993	63492844.4	125528918	21108069.5	74466110.5
1994	59457086.3	119699501	21858882.1	75002077
1995	52788045.4	122691188	21395751.2	74276404.5
1996	70844119.9	133562316	21235653.6	76719436
1997	71710811.5	138333438	21306241.4	75544532
1998	72758073.3	139383783	20316005.8	76843162.5
1999	68691804.6	138988261	21530685	81320448
2000	76571422.5	136227173	22442549.7	78293636.1
2001	69760288.9	124775793	22214320.9	73624620.5
2002	74099481.8	141990055	21576664.2	74606356.8
2003	76672742.3	121112304	19651640.0	65489124.5
2004	77951837.8	141097357	20902363.2	78045789.5
2005	64056249.2	133197543	21299076.5	80495538.5
2006	70663475.5	127105766	19813958.6	68309442.5
2007	73551166.2	128059340	18230268.8	67307300.5
2008	72201069.9	135302394	18810531.5	67267331.5
2009	65821465.2	142304130	19047729.8	65380091.5
2010	67992463.4	136117096	16605343.5	64145570.9
2011	72802950.8	142087386	16701968.5	64269221.6

2. Se calculan los valores relativos por habitante mediante el cociente entre el correspondiente total y el número de habitantes de cada país. En la Tabla II(b) se reflejan los valores en el caso de la variable D1.

Tabla II (b)

VARIABLE D1 (PRODUCCIÓN PRIMARIA): DATOS DE LA PRODUCCIÓN ANUAL POR HABITANTE  
EN VALORES RELATIVOS ANUALES (KG POR HABITANTE)

Año	España	Francia	Grecia	Italia
1986	1565.295	2070.171	2006.884	1390.863
1987	1776.468	2175.243	1937.279	1397.923
1988	1754.152	2223.673	2015.304	1305.273
1989	1704.617	2204.969	2256.345	1386.626
1990	1733.935	2229.379	1904.807	1239.710
1991	1647.555	2228.317	2188.112	1337.008
1992	1601.826	2335.740	2100.949	1417.938
1993	1622.531	2188.091	2025.715	1310.533
1994	1514.952	2079.380	2079.620	1319.474
1995	1341.736	2124.429	2019.406	1306.662
1996	1796.664	2305.344	1989.531	1349.644
1997	1814.295	2380.298	1982.963	1328.224
1998	1835.499	2390.845	1879.657	1350.391
1999	1725.802	2376.005	1982.312	1428.953
2000	1911.910	2314.498	2058.240	1375.418
2001	1723.467	2105.332	2032.193	1292.551
2002	1805.751	2378.955	1967.111	1309.027
2003	1833.055	2015.118	1785.478	1142.497
2004	1832.115	2331.979	1893.219	1348.215
2005	1479.484	2184.882	1921.822	1376.878
2006	1605.624	2070.135	1781.001	1162.680
2007	1642.329	2072.317	1631.820	1138.269
2008	1580.967	2177.560	1677.447	1128.281
2009	1423.497	2278.116	1691.567	1088.850
2010	1462.624	2168.670	1468.834	1063.063
2011	1560.046	2252.174	1501.518	1060.086

3. Se calculan las proporciones (habitualmente se expresan en tanto por uno, pero puede hacerse en tanto por cien) correspondientes mediante el cociente de cada dato y la suma de todos los del mismo año. En la Tabla II(c) se reflejan los valores en el caso de la variable D1.

Tabla II (c)

VARIABLE D1 (PRODUCCIÓN PRIMARIA): PROPORCIONES DE LOS DATOS ANUALES  
POR HABITANTE

Año	España	Francia	Grecia	Italia
1986	0.2226	0.2943	0.2853	0.1978
1987	0.2438	0.2985	0.2659	0.1918
1988	0.2403	0.3047	0.2761	0.1788
1989	0.2257	0.2919	0.2988	0.1836
1990	0.2439	0.3137	0.2680	0.1744
1991	0.2226	0.3011	0.2957	0.1807
1992	0.2148	0.3133	0.2818	0.1902
1993	0.2270	0.3062	0.2834	0.1834
1994	0.2166	0.2973	0.2974	0.1887
1995	0.1975	0.3128	0.2973	0.1924
1996	0.2414	0.3098	0.2674	0.1814
1997	0.2417	0.3171	0.2642	0.1770
1998	0.2462	0.3206	0.2521	0.1811
1999	0.2297	0.3162	0.2638	0.1902
2000	0.2496	0.3022	0.2687	0.1796
2001	0.2409	0.2943	0.2841	0.1807
2002	0.2420	0.3189	0.2637	0.1755
2003	0.2705	0.2974	0.2635	0.1686
2004	0.2474	0.3149	0.2556	0.1821
2005	0.2125	0.3138	0.2760	0.1977
2006	0.2426	0.3127	0.2691	0.1756
2007	0.2533	0.3196	0.2516	0.1755
2008	0.2408	0.3317	0.2555	0.1719
2009	0.2196	0.3515	0.2610	0.1680
2010	0.2373	0.3519	0.2383	0.1725
2011	0.2448	0.3533	0.2356	0.1663

4. Para cuantificar la posición relativa de cada país en relación al conjunto, representada por su media geométrica, se calcula el logaritmo neperiano del cociente entre la proporción de cada país y la media geométrica de las proporciones de la serie. En análisis de datos composicionales, este cálculo se conoce como transformación logcociente centrada, CLR (Aitchison, 1986) y puesto que la suma de las coordenadas CLR de un vector es nula, ello significa que los valores positivos están situados por encima del valor promedio (media geométrica) y

los valores negativos están situados por debajo. Este valor se denomina ratio de posición y se designa RP; en la notación se añade un elemento que especifica la variable a la que se refiere y se indica entre paréntesis el país al que corresponde. Así, por ejemplo, RP(D1;ES) es la ratio de posición de la variable o subje D1 correspondiente a España. En la Tabla II(d) se reflejan los valores en el caso de esta variable D1.

Tabla II (d)

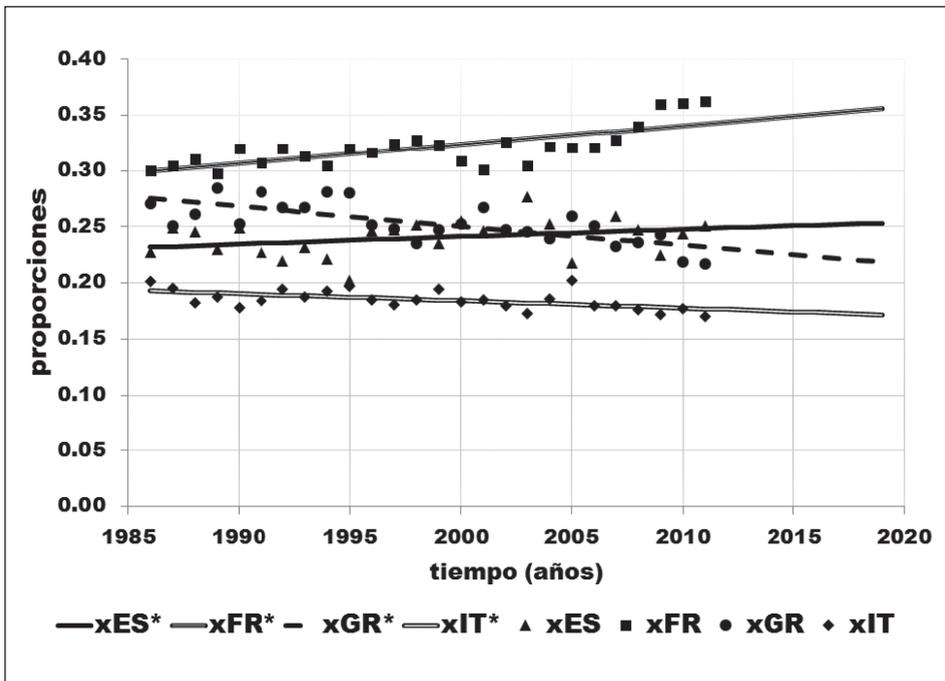
VARIABLE D1 (PRODUCCIÓN PRIMARIA): RATIO DE POSICIÓN (RP) PARA CADA PAÍS Y AÑO (LOGARITMO NEPERIANO DEL COCIENTE DE LAS PROPORCIONES Y LA MEDIA GEOMÉTRICA DE LAS PROPORCIONES, VALORES DE LA TABLA ANTERIOR)

Año	RP(D1;ES)	RP(D1;FR)	RP(D1;GR)	RP(D1;IT)
1986	-0.1025	0.1771	0.1460	-0.2206
1987	-0.0124	0.1901	0.0743	-0.2520
1988	-0.0201	0.2171	0.1187	-0.3157
1989	-0.0828	0.1745	0.1976	-0.2893
1990	-0.0025	0.2489	0.0915	-0.3380
1991	-0.0942	0.2077	0.1895	-0.3031
1992	-0.1316	0.2456	0.1396	-0.2536
1993	-0.0769	0.2222	0.1451	-0.2904
1994	-0.1238	0.1929	0.1930	-0.2620
1995	-0.2105	0.2491	0.1984	-0.2370
1996	-0.0163	0.2330	0.0857	-0.3024
1997	-0.0121	0.2594	0.0768	-0.3240
1998	0.0047	0.2690	0.0285	-0.3022
1999	-0.0674	0.2523	0.0712	-0.2561
2000	0.0161	0.2072	0.0899	-0.3132
2001	-0.0193	0.1808	0.1455	-0.3070
2002	-0.0099	0.2658	0.0757	-0.3316
2003	0.1011	0.1958	0.0748	-0.3717
2004	0.0082	0.2494	0.0410	-0.2985
2005	-0.1449	0.2450	0.1167	-0.2168
2006	-0.0087	0.2454	0.0949	-0.3315
2007	0.0351	0.2677	0.0287	-0.3315
2008	-0.0105	0.3097	0.0487	-0.3479
2009	-0.0937	0.3765	0.0788	-0.3617
2010	-0.0198	0.3741	-0.0155	-0.3388
2011	0.0144	0.3815	-0.0239	-0.3720

- Se aplica el modelo desarrollado por Egozcue y Jarauta-Bragulat (2014) para ajustar los datos (proporciones) mediante un modelo basado en ecuaciones diferenciales lineales composicionales. La estimación o prospectiva se realiza para un período adicional de 1/3 del período de la serie de datos acumulados en cada variable. Con los valores obtenidos se realizan los mismos cálculos que con los datos. En la Figura 1 se ilustran los datos y la interpolación en el caso de la variable D1.

Figura 1

VARIABLE D1: PROPORCIONES DE LOS DATOS (PUNTOS) E INTERPOLACIÓN DE LAS PROPORCIONES (LÍNEAS)



- Se elabora una tabla para cada variable en la que se reflejan los valores de la ratio de posición en los instantes de tiempo inicial (inicio de la serie de datos), actual (final de la serie de datos) y futuro (final de la serie estimada). En la Tabla III se muestra como ejemplo la correspondiente a la variable D1.

Tabla III

VARIABLE D1 (PRODUCCIÓN PRIMARIA): RATIO DE POSICIÓN (RP) EN LOS INSTANTES DE TIEMPO INICIAL (INICIO DE LA SERIE DE DATOS), ACTUAL (FINAL DE LA SERIE DE DATOS) Y FUTURO (FINAL DE LA SERIE ESTIMADA)

Año	RP(D1;ES)	RP(D1;FR)	RP(D1;GR)	RP(D1;IT)
Inicial	- 0.085	0.196	0.111	- 0.245
Actual	0.041	0.343	- 0.047	- 0.317
Futuro	0.048	0.390	- 0.098	- 0.340

7. Se aplica el mismo procedimiento descrito en los pasos 1 a 6 para cada una de las variables. El resultado se refleja a modo de resumen en la Tabla IV, en la que se han consignado las ratios de posición de cada uno de los países y para cada una de las variables. Asimismo, se han calculado las medias aritméticas por filas (variables) y las medias aritméticas por columnas (tiempos inicial, actual y final).

Tabla IV

VALORES DE LAS RATIOS DE POSICIÓN RP (INSTANTES INICIAL, ACTUAL Y FUTURO) PARA CADA UNO DE LOS PAÍSES Y CADA UNA DE LAS VARIABLES. SE INDICAN TAMBIÉN LOS VALORES MEDIOS (MEDIA ARITMÉTICA) POR VARIABLES (FILAS) Y POR TIEMPOS (COLUMNAS).

España	Inicial	Actual	Futuro	Media	Francia	Inicial	Actual	Futuro	Media
D1	-0.085	0.041	0.048	0.002	D1	0.196	0.343	0.390	0.309
D2	-0.122	-0.019	-0.022	-0.055	D2	0.277	0.441	0.407	0.375
D3	-0.086	-0.080	-0.075	-0.080	D3	0.039	0.006	-0.005	0.013
E1	-0.066	0.155	0.233	0.107	E1	0.141	0.070	-0.003	0.070
E2	-0.074	-0.054	-0.059	-0.062	E2	0.204	0.302	0.369	0.292
E3	0.054	0.155	0.263	0.157	E3	0.146	-0.111	-0.385	-0.117
P1	0.015	-0.007	-0.030	-0.008	P1	0.073	0.093	0.083	0.083
P2	0.005	-0.096	-0.182	-0.091	P2	-0.023	0.083	0.174	0.078
P3	-0.299	-0.208	-0.138	-0.215	P3	0.429	0.339	0.270	0.346
S1	0.315	0.258	0.206	0.260	S1	0.256	0.189	0.127	0.191
S2	0.481	0.550	0.591	0.541	S2	0.233	0.141	0.086	0.154
S3	0.296	0.217	0.160	0.225	S3	0.080	0.295	0.450	0.275
<b>Media</b>	0.036	0.076	0.083	<b>0.065</b>	<b>Media</b>	0.171	0.163	0.164	<b>0.172</b>

Tabla IV (continuación)

VALORES DE LAS RATIOS DE POSICIÓN RP (INSTANTES INICIAL, ACTUAL Y FUTURO) PARA CADA UNO DE LOS PAÍSES Y CADA UNA DE LAS VARIABLES. SE INDICAN TAMBIÉN LOS VALORES MEDIOS (MEDIA ARITMÉTICA) POR VARIABLES (FILAS) Y POR TIEMPOS (COLUMNAS)

Grecia	Inicial	Actual	Futuro	Media	Italia	Inicial	Actual	Futuro	Media
D1	0.111	-0.047	-0.098	-0.012	D1	-0.245	-0.317	-0.340	-0.301
D2	0.050	-0.098	-0.077	-0.042	D2	-0.205	-0.324	-0.308	-0.279
D3	0.000	0.042	0.042	0.028	D3	0.046	0.032	0.038	0.039
E1	0.083	-0.033	-0.046	0.001	E1	-0.158	-0.194	-0.184	-0.178
E2	-0.242	-0.364	-0.426	-0.344	E2	0.111	0.117	0.115	0.114
E3	-1.036	-0.464	0.144	-0.452	E3	0.503	0.448	-0.022	0.310
P1	-0.076	-0.063	-0.034	-0.057	P1	-0.012	-0.023	-0.018	-0.018
P2	0.018	-0.062	-0.130	-0.058	P2	0.001	0.075	0.139	0.072
P3	-0.289	-0.213	-0.153	0.218	P3	0.159	0.081	0.021	0.087
S1	0.000	0.013	0.025	0.013	S1	-0.572	-0.461	-0.358	-0.463
S2	-0.567	-0.577	-0.583	-0.576	S2	-0.147	-0.115	-0.095	-0.119
S3	-0.630	-0.587	-0.556	-0.591	S3	0.253	0.075	-0.054	0.091
<b>Media</b>	-0.215	-0.204	-0.158	<b>-0.192</b>	<b>Media</b>	-0.022	-0.050	-0.089	<b>-0.054</b>

### 3. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para ilustrar la posición relativa del sistema alimentario de un país y su evolución en el tiempo, se puede elaborar un gráfico en el que se representen mediante una línea poligonal los valores de la ratio de posición para cada una de las 12 variables y para cada uno de los tres estados: inicial, actual y futuro que se hallan en la Tabla IV. Las figuras que resultan se han agrupado en la Figura 2(a) España, la Figura 2(b) Francia, la Figura 2(c) Grecia y la Figura 2(d) Italia. Nótese la distinta escala vertical en algunas de estas figuras.

Figura 2(a)

ILUSTRACIÓN DE LOS VALORES DE LA RATIO DE POSICIÓN RP PARA CADA VARIABLE Y EN CADA INSTANTE DE TIEMPO ESTADO (INICIAL, ACTUAL, FUTURO) PARA EL CASO DE ESPAÑA. NÓTESE LA DIFERENTE ESCALA VERTICAL EN LAS FIGURAS 2(A), (B), (C) Y (D)

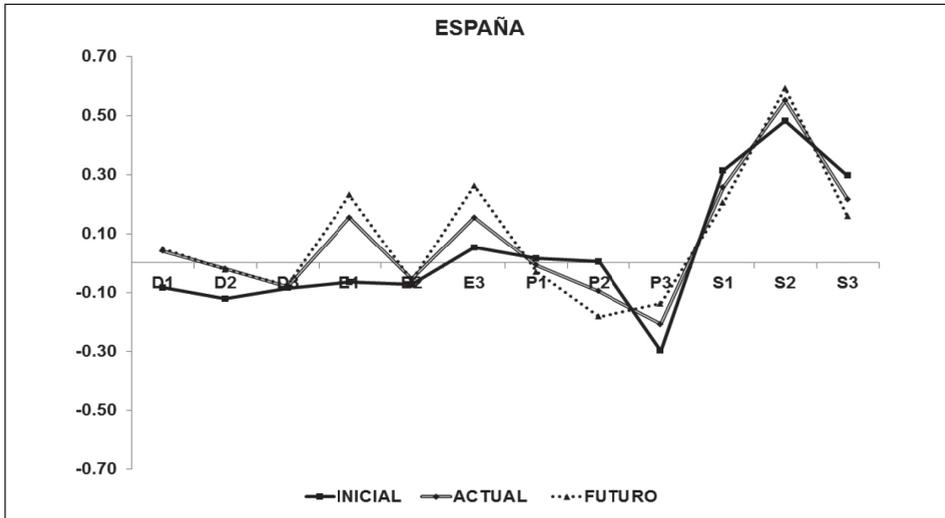


Figura 2(b)

ILUSTRACIÓN DE LOS VALORES DE LA RATIO DE POSICIÓN RP PARA CADA VARIABLE Y EN CADA INSTANTE DE TIEMPO ESTADO (INICIAL, ACTUAL, FUTURO) PARA EL CASO DE FRANCIA. NÓTESE LA DIFERENTE ESCALA VERTICAL EN LAS FIGURAS 2(A), (B), (C) Y (D)

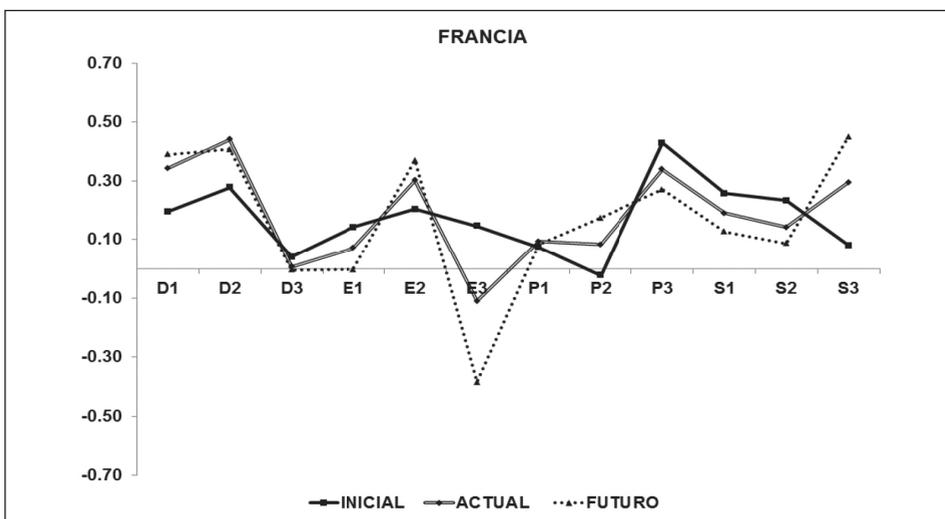


Figura 2 (c)

ILUSTRACIÓN DE LOS VALORES DE LA RATIO DE POSICIÓN RP PARA CADA VARIABLE Y EN CADA INSTANTE DE TIEMPO ESTADO (INICIAL, ACTUAL, FUTURO) PARA EL CASO DE GRECIA. NÓTESE LA DIFERENTE ESCALA VERTICAL EN LAS FIGURAS 2(A), (B), (C) Y (D)

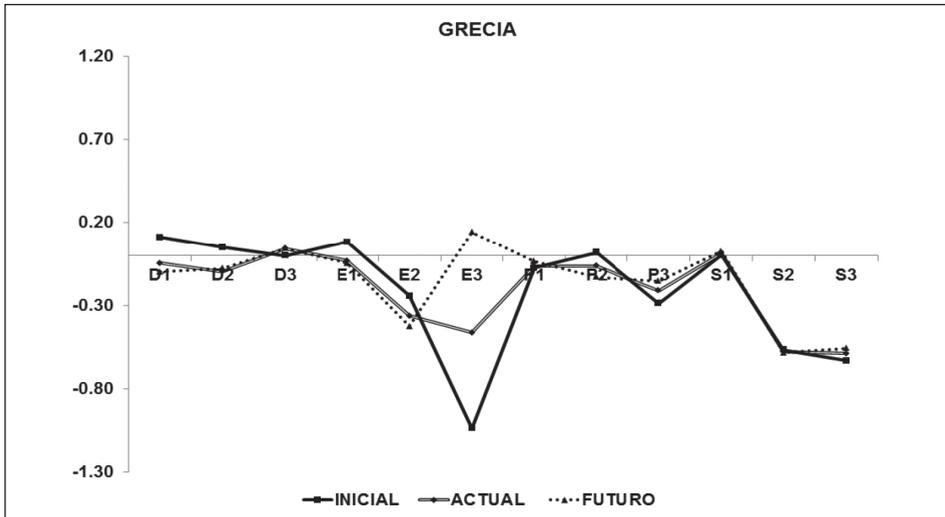
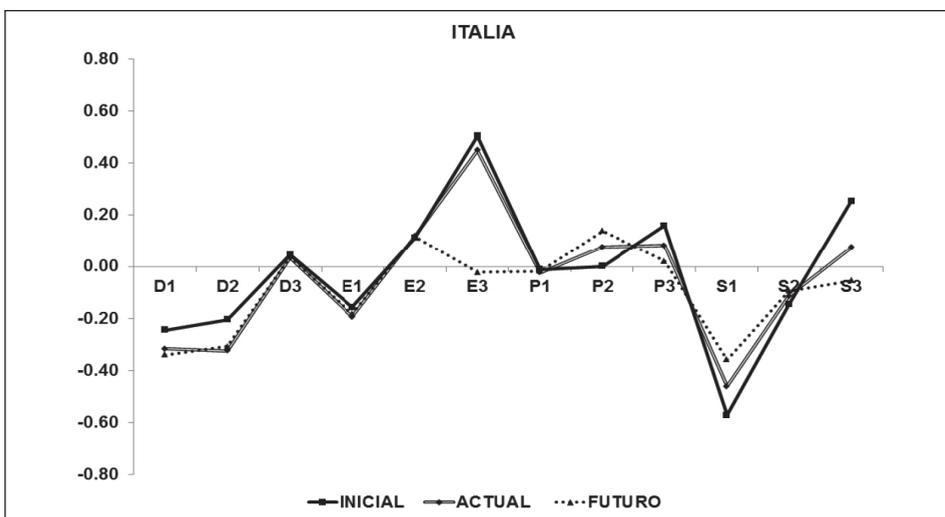


Figura 2(d)

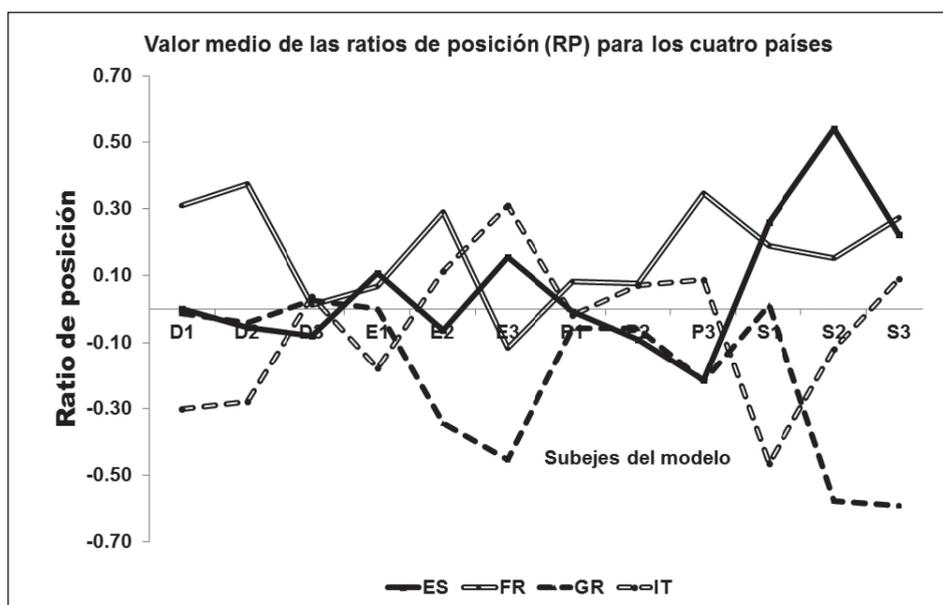
ILUSTRACIÓN DE LOS VALORES DE LA RATIO DE POSICIÓN RP PARA CADA VARIABLE Y EN CADA INSTANTE DE TIEMPO ESTADO (INICIAL, ACTUAL, FUTURO) PARA EL CASO DE ITALIA. NÓTESE LA DIFERENTE ESCALA VERTICAL EN LAS FIGURAS 2(A), (B), (C) Y (D)



Si se representan los valores medios por filas de las ratios de posición de la Tabla IV, pueden resumirse en una única figura que ilustra la evolución de los valores medios de las 12 variables para cada uno de los países, dando lugar a una figura que clarifica la posición de cada país en el conjunto estudiado (Figura 3).

Figura 3

ILUSTRACIÓN DE LOS VALORES MEDIOS DE LA RATIO DE POSICIÓN RP DE LOS TRES ESTADOS TEMPORALES (INICIAL, ACTUAL, FUTURO) PARA LOS CUATRO PAÍSES



Cada subeje significa una contribución parcial al modelo; no obstante, para tener una visión global, su ratio de posición RP debe integrarse al conjunto. Es evidente que tiene valor por sí mismo y en comparación y/o agrupación con otros para objetivos concretos. No obstante, la utilidad del modelo como instrumento de trabajo se significa por la adición conceptual (en forma de media aritmética) de todos los valores de las ratios de posición obtenidas en un índice de calidad global del sistema. Este índice se denomina Índice TRIPTOLEMOS (sub n), designado  $ITRI_n$ , y pone de manifiesto la valoración de cada país en un entorno definido to-

mando en consideración las variables escogidas y que han sido consideradas en este trabajo como elementos indicativos del concepto de sistema alimentario global ya explicitado. El Índice Triptolemos indica el nivel de coherencia entre los parámetros y de ello el equilibrio (económico, político, social) del sistema. El subíndice numérico indica el número de variables utilizadas para el cálculo específico de este índice (a mayor número de variables, mayor precisión en el análisis).

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología expuesta muestran una amplitud de información y una gran posibilidad de correlaciones y comparaciones. A los habituales datos tipo parámetro global y menos habituales de “per cápita”, se unen los de la ratio de posición RP en las variables del sistema alimentario. Con la interpretación de los valores de esta ratio se abre una perspectiva de análisis de la información sobre el sistema alimentario, no realizada hasta el momento.

Un primer análisis interpretativo consiste en valorar el significado de valores negativos de las ratios de posición en las predicciones futuras. El signo final depende de la significación positiva o negativa de la evolución de la variable con respecto a la armónica articulación del sistema. Es un criterio variable con las circunstancias globales y la evolución de los conocimientos y ello debe ser tenido en cuenta y explicitado. Así, las últimas tendencias nutricionales y medioambientales, tienden a modificar la interpretación histórica y dietética actual del consumo de carne (Rousseau, 2016), teniendo en cuenta que ninguno de los países está por debajo de los valores nutricionales críticos (Mariné y Vidal, 2004).

En la Tabla V se han representado para cada país los valores del Índice Triptolemos  $ITRI_{12}$  en los tiempos inicial, actual y futuro, calculados a partir de los valores correspondientes de las ratios de posición y la media aritmética de estos valores que es el  $ITRI_{12}$  global; se indica asimismo el porcentaje de valores negativos individuales correspondiente a los valores medios globales. Obsérvese que el índice  $ITRI_n$  global proporciona una visión general del análisis realizado, tiene en cuenta la influencia histórica, muy influyente en los temas alimentarios y se expresa en un solo valor cuantitativo y por ello comparable con el resto del entorno valorado. Como se ha indicado, la precisión de estos datos se incrementa al aumentar el número de variables

consideradas y, como en toda prospectiva, su valor permite señalar las áreas de corrección y en su caso de competitividad.

Teniendo en cuenta que la fiabilidad de la predicción aumenta con el número de variables consideradas en cada eje, considerando las doce que se han estudiado, puede afirmarse que Francia aparece como el país con más potencial y crecimiento equilibrado del sistema en el entorno geográfico estudiado.

Tabla V

VALORES DE LOS ÍNDICES TRIPTOLEMOS  $ITRI_{12}$  PARA LOS CUATRO PAÍSES ESTUDIADOS Y PORCENTAJES DE VALORES NEGATIVOS INDIVIDUALES DE LA RATIO DE POSICIÓN RP EN LOS VALORES MEDIOS POR VARIABLE

	$ITRI_{12}$ inicial	$ITRI_{12}$ actual	$ITRI_{12}$ futuro	$ITRI_{12}$ global	Porcentaje de valores negativos de las ratios de posición en el índice global
España	0.036	0.076	0.083	0.065	50.00 %
Francia	0.171	0.163	0.164	0.172	8.33 %
Grecia	-0.215	-0.204	-0.158	-0.192	66.67 %
Italia	-0.022	-0.050	-0.089	-0.054	50.00 %

En el caso de España se predicen aumentos (relativos al conjunto de los 4 países) en la producción primaria y disminución en la transformación y en la accesibilidad alimentaria de la población, coincidentes con la prospectiva de incremento de la población en riesgo de exclusión social. (D1, D2 E2, P1). Hay un conjunto de parámetros coherentes con un empobrecimiento social (D3, E2, P1, P2 y P3) en relación a nuestro entorno de países. Aunque la afición a los temas agroalimentarios y culinarios se mantiene S1, S2, S3), en la dieta seguirá el incremento significativo del consumo de carne (S2).

A nivel de la sociedad, el mercado, la salud, si no hay modificaciones, las previsiones apuntan que en España en los próximos 5 años la actividad económica en la producción primaria (agropesca y ganadería) se incrementará tanto en producción como en valor económico y también el interés cultural por la gastronomía que continuarán generando actividad empresarial superior al promedio de los países estudiados. Desgraciada-

mente la posición relativa será inferior a la media en la elaboración de transformados, coincidente con el mayor coste de la energía y la pérdida de competitividad en el entorno, en el PIB, en los fondos oficiales destinados a políticas agroalimentarias, y en la generosidad alimentaria de la sociedad civil, que en conjunto llevará una dieta (incremento consumo de carne) no acorde con las tendencias nutricionales vigentes. Como toda prospectiva una de sus funciones es detectar tendencias y propiciar la toma de decisiones y la formulación de propuestas que permitan actuar en consecuencia. Esta es la fotografía con el hacer de hoy proyectado al mañana, en relación a otros países de su entorno, cuya posición relativa depende asimismo de cada uno de ellos. El modelo desarrollado no es sólo económico, es asimismo político y cultural, y permite una valoración de cómo el sistema influye en la sociedad en el presente y en su futuro.

La ratio de posición presenta una prospectiva en cada uno de los parámetros evaluados, pero además el índice  $I TRI_n$  es un concepto nuevo que permite cuantificar y plasmar un valor del equilibrio entre los distintos parámetros evaluados en el conjunto del sistema alimentario global. Se constata en este aspecto que España queda ligeramente por encima de la media de su entorno.

Las perspectivas de Italia son especialmente negativas en relación al entorno de producción primaria y transformación, que se refleja asimismo en su valor económico (E1) y en el interés social sobre el mundo agroalimentario (S1). Resalta su tendencia a un mayor soporte público (P2).

En Grecia sólo se vislumbra un aspecto positivo en nutrición global y un bajo consumo de carne (D3, S2), así como un interés hacia el mundo alimentario (S1). En el aspecto económico se evoluciona a una menor producción (D1, D2), por tanto, a una menor actividad empresarial, disminución del PIB (E2) y poca demanda energética (E3).

#### 4. CONCLUSIONES

Se enuncian a continuación las conclusiones derivadas del análisis metodológico desarrollado y que pueden formularse de manera directa a partir del mismo. No se pretende, ni entra dentro de los objetivos de este trabajo,

formular recomendaciones en el diseño de políticas alimentarias para los países analizados, sino únicamente conclusiones de tipo comparativo.

1. El sistema alimentario global puede ser caracterizado y estudiado cuantitativamente de forma comparativa mediante el modelo conceptual expuesto (Clotet y otros, 2010) y su expresión cuantitativa matemática (Clotet y otros, 2013). La precisión de resultados y análisis depende del número de variables que se consideren.
2. El Análisis de datos composicionales permite establecer una metodología adecuada para estudiar y predecir valores de una serie de datos del sistema alimentario. En particular, las ecuaciones diferenciales lineales composicionales son una herramienta matemática adecuada y potente para obtener estimaciones de proporciones de las variables del modelo. Asimismo, la definición de la ratio de posición (RP) aparece como un indicador potente para la interpretación de los valores obtenidos en cada una de las variables del modelo.
3. En coherencia con los objetivos del modelo, se ha propuesto el denominado Índice TRIPTOLEMOS ( $ITRI_n$ ), en el cual  $n$  es el número de variables consideradas, como la media aritmética de los valores de los índices de posición. Este índice cuantifica la posición global del sistema alimentario de cada país según el modelo.
4. Los resultados obtenidos permiten generar distintas tablas y gráficos con el objetivo de ser la base para analizar los resultados por países, por variables, por tendencias, por parejas de países o con todos ellos en conjunto, de acuerdo con la característica o resultado que quiera ponerse de manifiesto.
5. Los estados de la matriz que caracteriza comparativamente el sistema alimentario de un país, permiten definir acciones para corregir las deficiencias o desequilibrios y mantener los elementos que funcionan de manera satisfactoria, mientras que los valores obtenidos del entorno geográfico permiten desarrollar acciones estratégicas coordinadas más globales de políticas agroalimentarias.
6. El modelo del sistema alimentario global, con un desarrollo fractal abierto, permite escoger variables reales adecuadas, con datos disponibles de fuente fiable para cualquier variable, tanto técnica como econó-

mica o social o cultural. No es un modelo de conceptos abstractos (Leontief, 1982) sino un modelo con datos que pueden considerarse como sistema caótico nivel 1, que permite acciones de corrección, y de aquí su valor. El presente trabajo describe como ejemplo y punto de partida el desarrollo de doce variables, que cubren el espacio de los cuatro ejes, en un entorno geográfico de cuatro países mediterráneos de la UE.

7. Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten disponer de un conjunto de datos históricos y prospectivos de los países estudiados. Observando el valor global, Francia (0.172) se presenta con un valor del  $ITRI_{12}$  netamente superior a la media (0.000) con once ratios de posición con media positiva y una sola con media negativa. La posición de España (0.065) es con media globalmente positiva y con equilibrio entre valores positivos y negativos de la ratio de posición. Italia presenta una media negativa (-0.054) y un equilibrio análogo al de España entre valores positivos y negativos de la ratio de posición. Finalmente, Grecia aparece con valor medio negativo (-0.192) y con un porcentaje mayor de valores negativos de la ratio de posición.

## AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes Mireia Freixas del Horno y Ricard Giralt por su contribución a la organización de las bases de datos relacionadas con las variables del modelo.

Esta investigación ha contado con el apoyo de: (1) El Ministerio de Economía y Competitividad, en el marco del Proyecto «CODA-RETOS / TRANSCODA» (Ref. MTM2015-65016-C2-1-R y MTM2015-65016-C2-2-R) y (2) la "Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris de Recerca (AGAUR)" de la Generalitat de Catalunya (GENCAT) en el marco del proyecto "Análisis de datos espaciales y composicionales"(COSDA, Ref: 2014SGR551; 2014-2016).

## BIBLIOGRAFÍA

- AITCHISON, J. (1986). The statistical analysis of compositional data. Monographs on statistics and applied probability. Chapman & Hall Ltd., London, p 416 (Reprinted in 2003 with additional material by The Blackburn Press).

- CLOTET, R. (2010). Sociedad y Sistema Alimentario: Un reto de futuro. En Anales de la Real Academia Nacional de Medicina. III sesión científica. II sesión conmemorativa 275 aniversario. Tomo CXXVII, cuaderno primero. Madrid (2 febrero 2010).
- CLOTET, R.; COLOMER, Y. y MAYOR, F. (2010). Human development and food: a global vision. En *Global Food Security: Ethical and legal changes* (ed. By C.M. Romeo-L. Escajedo and A. Emaldi). Wageningen Academic Publishers. The Netherlands.
- CLOTET, R. ; COLOMER, Y.; JARAUTA-BRAGULAT, E. y MAYOR, F. (2013). El sistema alimentario global: I - Definición de un espacio. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, nº235, 2013 (13-32).
- EGOZCUE, J.J. y PAWLOWSKY-GLAHN, V. (2011). Basic concepts and procedures. In: Pawlowsky-Glahn V., Buccianti A. (eds). *Compositional data analysis: theory and applications*. Wiley, Chichester.
- EGOZCUE, J.J. y JARAUTA-BRAGULAT, E. (2014) *Differential Models for Evolutionary Compositions*. *Mathematical Geosciences* 46(4):381-410.
- FESNAD (2010) (Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética). *Ingestas dietéticas de referencia (IDR) para la población española*. Cap. I: Fundamentos de Nutrición-Ed.: EUNSA-Barañain (Navarra).
- LEONTIEF, W. (1971) *Theoretical Assumptions and Non Observed Facts*. *American Economic Review*. Vol 61 nº1 : 1-7.
- MARINÉ, A. y VIDAL, M.C. (2004). Valor nutritivo e información nutricional. En "Alimentos: que hay detrás de la etiqueta" pag.129-174. Ed. Viena (Barcelona).
- PEARSON, K. (1897). *Mathematical contributions to the theory of evolution. On a form of spurious correlation which may arise when indices are used in the measurement of organs*. *Proceedings of the Royal Society of London LX*, 489-502.
- ROUSSEAU, O. (2016). *Cut meat to save environment, new study warns*. *Global Meat News.com* 20/april/2016.

## RESUMEN

### El Sistema Alimentario Global: II - Aproximación cuantitativa al espacio agroalimentario de la Europa mediterránea

El presente trabajo constituye la segunda parte de “El Sistema Alimentario Global: I - Definición de un espacio” (2014). Los objetivos de esta segunda parte son: (1) ilustrar y desarrollar la aplicación del modelo formulado en el trabajo anterior, (2) definir índices cuantitativos que permitan posicionar y caracterizar comparativamente el sistema alimentario desde una perspectiva global y (3) formular conclusiones en base al estudio cuantitativo realizado y los índices definidos. En esta segunda parte se aplica el modelo formulado en la parte I al estudio de un espacio agroalimentario, la Europa mediterránea, concretado en cuatro países: España, Francia, Grecia e Italia. El estudio se lleva a cabo con datos correspondientes a 12 variables agrupadas en los cuatro ejes conceptuales del modelo.

Para cuantificar la posición relativa para cada variable y cada país, se define la denominada “*ratio de posición (RP)*” basada en la transformación CLR (*centered log-ratio transformation*) del Análisis de Datos Composicionales. Esta RP permite caracterizar y comparar la evolución de los indicadores para cada país, permitiendo además extraer conclusiones individuales y de conjunto. Para sintetizar la información dada por las diversas RP de cada variable, se propone el denominado “*Índice TRIPTOLEMOS (ITRI<sub>n</sub>)*” en el cual el subíndice *n* se refiere al número de variables consideradas. Este índice cuantifica la posición global del sistema alimentario de cada país en el entorno estudiado y según el modelo. Para finalizar se formulan conclusiones basadas en el análisis cuantitativo realizado en aplicación del modelo.

**PALABRAS CLAVE:** sistema alimentario, disponibilidad, economía, política, cultura alimentaria, sociedad, datos composicionales, modelización matemática, prospectiva, índice global.

**CÓDIGOS JEL:** 3C(02-51), 9I(19-31), 12L(66), 15O(013).

## ABSTRACT

### The Global Food System: II - Quantitative Approach to the Food Space of Mediterranean Europe

The present paper is the second part of “The Global Food System: I - Definition of a space” (2014). The objectives of this second part are: (1) to illustrate and develop the application of the model formulated in the previous work, (2) to define quantitative indices that allow comparative positioning and characterization of the food system from a global perspective, and (3) to draw conclusions based on the quantitative study carried out and the defined indices. In this second part, the model formulated in part I, is applied to the study of an agri-food space, the Mediterranean Europe, made in four countries: Spain, France, Greece and Italy. The study is carried out with data corresponding to 12 variables grouped in the four conceptual axes of the model.

In order to quantify the relative position for each variable and each country, the so-called “position ratio (RP)” is defined, based on the CLR transformation (centered log-ratio transformation) of the Compositional Data Analysis. This RP makes it possible to characterize and compare the evolution of the indicators for each country, allowing also to draw individual and joint conclusions. In order to synthesize the information given by the various RPs of each variable, the so-called “TRIPTOLEMOS Index (ITRIn)” is proposed, in which the subscript  $n$  refers to the number of considered variables. This index quantifies the global position of the food system of each country in the studied environment and according to the model. Finally, conclusions are drawn, based on the quantitative analysis carried out in application of the model.

**KEY WORDS:** food system, availability, economy, politics, food culture, society, mathematical modelling, prospective, global index.

**JEL CODES:** 3C(02-51), 9I(19-31), 12L(66), 15O(013).