



SUMINISTRO DE ALIMENTOS, FACTORES AGRONÓMICOS E INDICADORES AMBIENTALES EN EL MAGREB CENTRAL

José Soler¹ y Juan Manuel Arroyo²

Escuela de Ingeniería Agrícola, UPM

Resumen:

El suministro de alimentos básicos en Argelia, Marruecos y Túnez se basa en una gran proporción en las importaciones desde el exterior, que presentan una balanza comercial agrícola negativa y un flujo de biomasa, energía, proteína y agua virtual hacia el interior del metabolismo de su economía. Aparece también una dualidad entre los sistemas cerealísticos extensivos para consumo interno y los hortofrutícolas intensivos para la exportación. El rendimiento es el factor agronómico que explica la producción de los cereales, aunque la superficie dedicada a su cultivo puede ser también limitante. El uso de insumos y maquinaria es bajo en el Magreb Central, propio de agriculturas con un bajo índice de tecnificación que limitaría el rendimiento, aunque esto se compensa en parte con una elevada productividad de la mano de obra agrícola.

Palabras clave: Suministro de alimentos, rendimientos, insumos y maquinaria, agricultura dual.

Title in English: “Food Supply, Agronomic Factors and Environmental Indicators in Central Maghreb countries”

Abstract:

Food supply in Algeria, Morocco and Tunisia depends on food imports, and they show a negative balance in trade. These three countries are net importers of biomass, energy, protein and virtual water. We can note a dual agricultural structure: high yield export-oriented vegetable and fruit farming systems and low yield inner-consumption-oriented cereal farming systems. Yield is the main agronomic factor that explains cereal production, although cultivated area should be also a limiting factor. Input use is low in Central Maghreb countries and this low technological level limits yields, although it may be partially compensated by the high productivity of human labor.

Keywords: Food Supply, Yields, Inputs, Technology, Dual Agriculture.

Copyright © UNISCI, 2013.

Las opiniones expresadas en estos artículos son propias de sus autores, y no reflejan necesariamente la opinión de UNISCI. *The views expressed in these articles are those of the authors, and do not necessarily reflect the views of UNISCI.*

¹ José Soler es profesor titular del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia de la Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad Politécnica de Madrid y miembro del Foro Hispano-Argelino.

Dirección: Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola UPM, Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid, España

E-mail: jose.soler@upm.es.

² Juan Manuel Arroyo es profesor titular del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia de la Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad Politécnica de Madrid y miembro del Foro Hispano-Argelino.

Dirección: Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola UPM, Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid, España

E-mail: juanmanuel.arroyo@upm.es.



1. Introducción

Las condiciones agroecológicas del Magreb Central, con unas características climáticas y edáficas uniformes definen el desempeño de sus sistemas agrícolas. Las propiedades del sistema agroalimentario vienen también condicionadas por aspectos políticos, socioeconómicos y técnicos. Así, la zona cuenta con climas áridos y semiáridos, con bajas precipitaciones a lo largo del año, que se concentran en la parte norte y cercana a la costa y en la vertiente norte de las cadenas montañosas, zonas donde se encuentran también los suelos más fértiles para el cultivo. Estos factores son los que actúan como limitantes, tanto de la extensión como de la productividad de la agricultura. Las condiciones económicas son más dispares y, así, la economía argelina se basa en las rentas de la explotación de los hidrocarburos, mientras que Marruecos y Túnez presentan economías más diversificadas, que incluyen el turismo, la industria o la agricultura de exportación³. De este modo aparece una agricultura moderna y una tradicional en secano y orientada a la producción de cereales. Las condiciones comerciales y de tenencia de la tierra no favorecen la inversión para el aumento de la productividad de la agricultura de secano, por lo que no llega a cubrir las necesidades de alimentación de una población en crecimiento⁴. Este déficit se cubre mediante importaciones, que en el caso de Argelia se hace en base a las divisas generadas con la exportación de hidrocarburos. Por otro lado, en algunos de estos países existe una agricultura de exportación, sobre todo de productos hortofrutícolas, intensiva en el uso recursos e insumos, cuyo mercado natural es Europa⁵.

La paulatina introducción y manejo de la tecnología agraria hace que aumente esa productividad y la eficiencia, existiendo un gran margen de mejora en la productividad de los factores, por lo que el rendimiento de la mayoría de los cultivos clave en la alimentación de la población está lejos de los máximos potenciales que podrían alcanzar con un manejo óptimo de la tecnología existente. Esta mejora en la eficiencia en el uso de los factores debe ir acompañada de una mejora en el uso de los recursos y reducción de los impactos ambientales, con una mayor eco-eficiencia. La utilización de recursos de agua dulce en el riego de los cultivos es una necesidad, pero debe ir acompañada de la adecuada evaluación económica, ambiental y social de los planes y proyectos llevados a cabo para disponer de esos recursos, que a menudo son megaproyectos financiados por los estados o diversos organismos internacionales, que compiten por recursos económicos con otros sectores básicos como la salud o la educación, y que implican elevados costes económicos y ambientales.

El objetivo de este trabajo es el de analizar la producción de alimentos en el Magreb Central y la introducción y uso de tecnología, así como los indicadores ambientales asociados. El análisis del suministro de alimentos se lleva a cabo en el primer apartado de este trabajo. Los factores agronómicos que explican y limitan la producción de alimentos en esta zona del Magreb se analizan en el segundo apartado. En el siguiente se estudia el uso de insumos en la agricultura magrebí y la mano de obra agraria, así como su influencia en los rendimientos obtenidos. Por último, se analizan los indicadores ambientales asociados a la producción y suministro de alimentos en los países que conforman el Magreb Central.

³ Escribano, Gonzalo, y Lorca, Alejandro: "Reforma económica en el Magreb: de la estabilización a la modernización", Real Instituto Elcano, *Documento de Trabajo*, nº 3 (Enero 2007).

⁴ Lorca, Alejandro, Escribano, Gonzalo; de Arce, Rafael y Mahía, Ramón: "Hacia un pacto agrícola Euromediterráneo", en (2006): *La agricultura y la asociación Euromediterránea*, Institut Europeu de la Mediterrània (IEMed).

⁵ *Ibid.*



2. Suministro de alimentos en el Magreb Central

El suministro interno de alimentos en un país u oferta es el resultado de sumar las importaciones a la producción interna y restar las exportaciones, ajustando la variación de stocks almacenados de año a año. Para estimar este suministro en Argelia, Marruecos y Túnez, se han empleado los datos de las *Food Balance Sheets* de la FAO⁶, tomando los datos medios del periodo 2003-2007. Para los cálculos per cápita se han utilizado los datos de población de la FAO⁷. Los datos de cantidad y valor de las exportaciones e importaciones son de la base de datos FAOSTAT de la FAO⁸.

En la figura 1 se muestra la producción per cápita de los principales grupos de alimentos en los tres países del Magreb Central. En ella se observa que Marruecos y Túnez tienen mayores producciones por habitante, sobre todo este último país. También contrastan, y por eso hemos utilizado la misma escala en ambas figuras, los menores valores de producción con los de suministro de la figura 2. Así, en el caso de los cereales y la leche, las cantidades se duplican, debido a las importaciones que se realizan, tal como se comentará más adelante. Argelia es el país con menor suministro de alimentos por habitante, excepto en tubérculos y leche. Por el contrario, Túnez presenta, en general, el mayor suministro para la alimentación de su población.

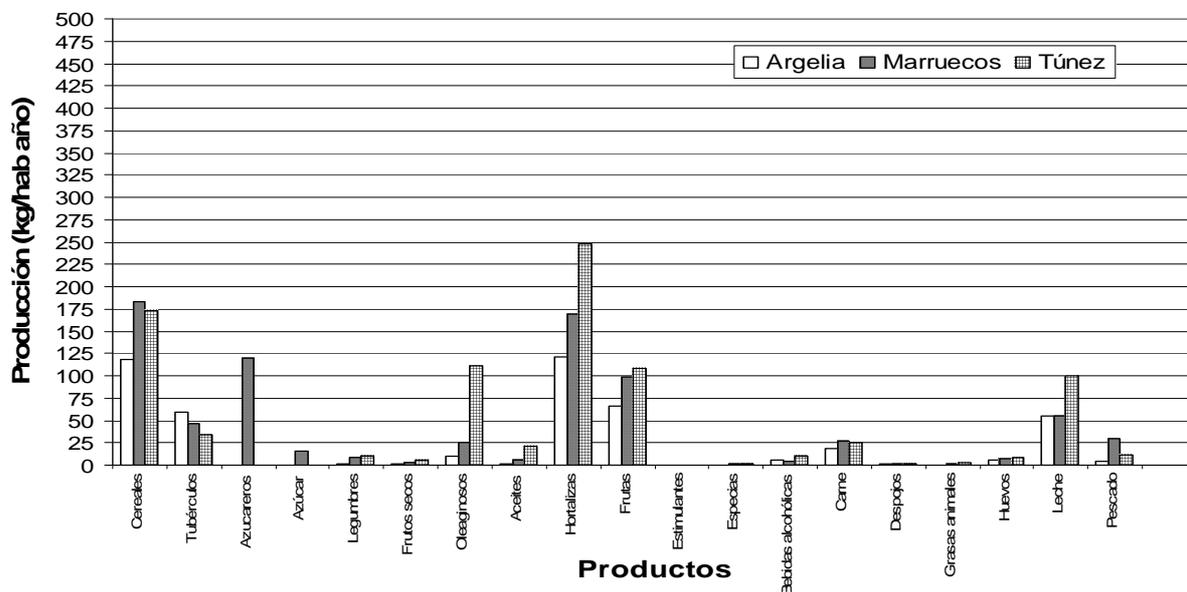
El suministro de algunos grupos de productos se apoya fuertemente en las importaciones (figura 3). En productos que no se consumen tan masivamente como azúcar, aceites comestibles y bebidas estimulantes (café, té, etc.), las importaciones suponen el 100% del suministro, siendo también relevantes las de grasas animales y especias. Con menor peso relativo en el suministro, pero sí elevadas en términos absolutos, aparecen las importaciones de cereales y leche, dada la brecha existente entre producción y suministro. Hay que destacar que Túnez es el país que presenta mayores valores en la figura 3, ya que aunque alcanza producciones relativamente altas, el mayor suministro interno per cápita que hemos citado frente a Argelia y Marruecos se consigue importando del exterior, aunque estos dos últimos le superan en algunos grupos de cultivos, ya que, como veremos a continuación, el modelo importador está consolidado en los tres países estudiados.

⁶ FAO (2012): FAOSTAT, en <http://faostat.fao.org/default.aspx?lang=es>.

⁷ *Íbid.*

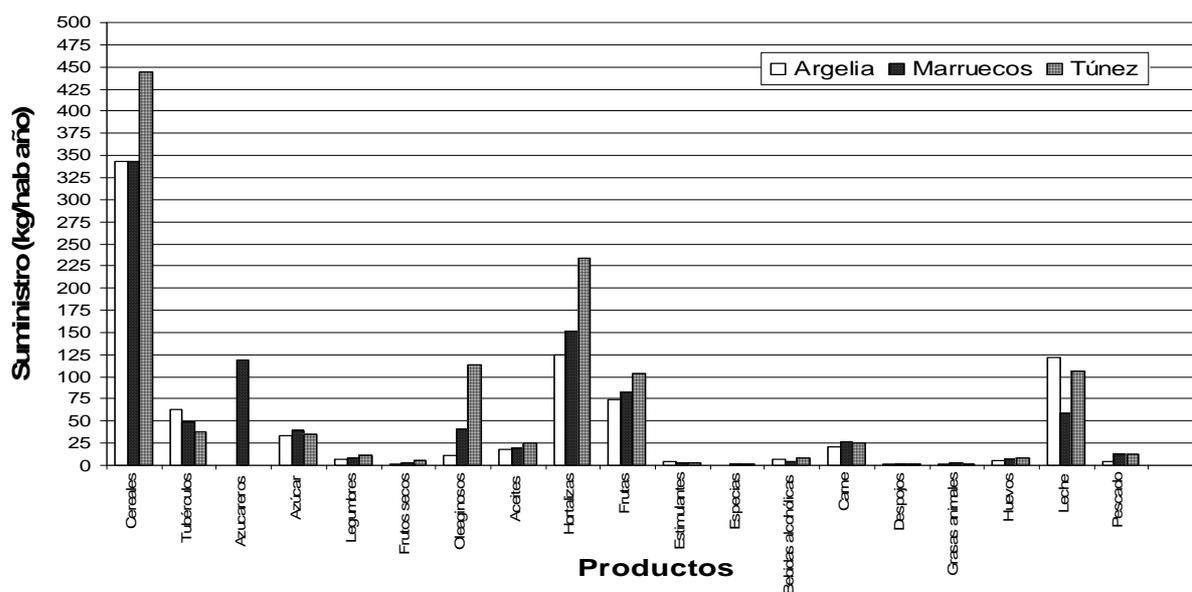
⁸ *Íbid.*

Figura 1. Producción de alimentos per cápita en Argelia, Marruecos y Túnez (media periodo 2003-2007)



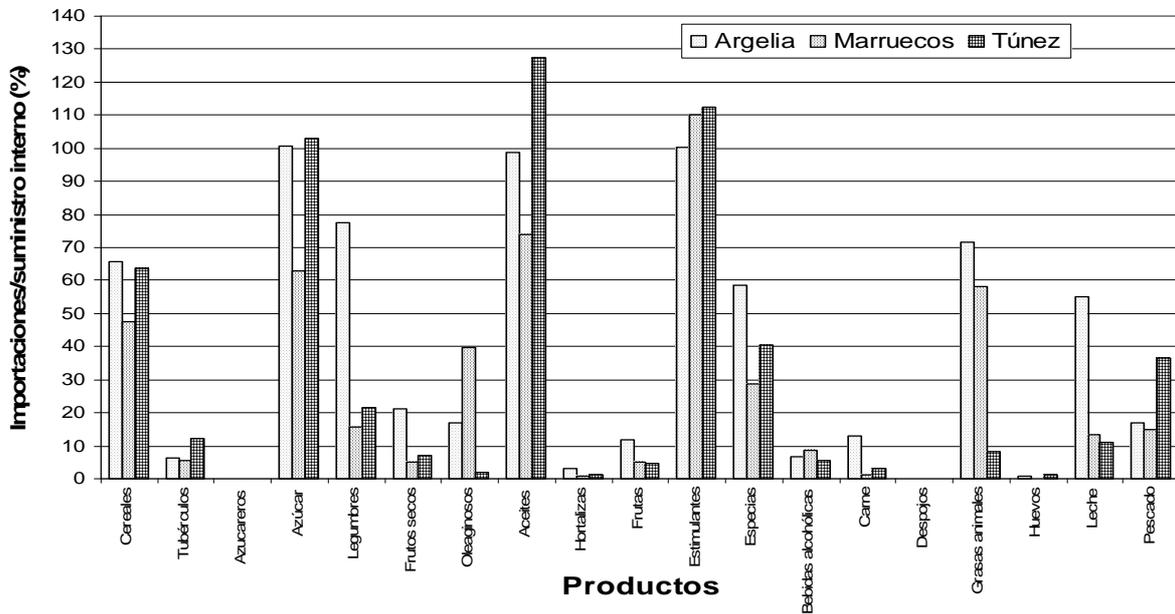
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

Figura 2. Suministro interno de alimentos per cápita en Argelia, Marruecos y Túnez (media periodo 2003-2007)



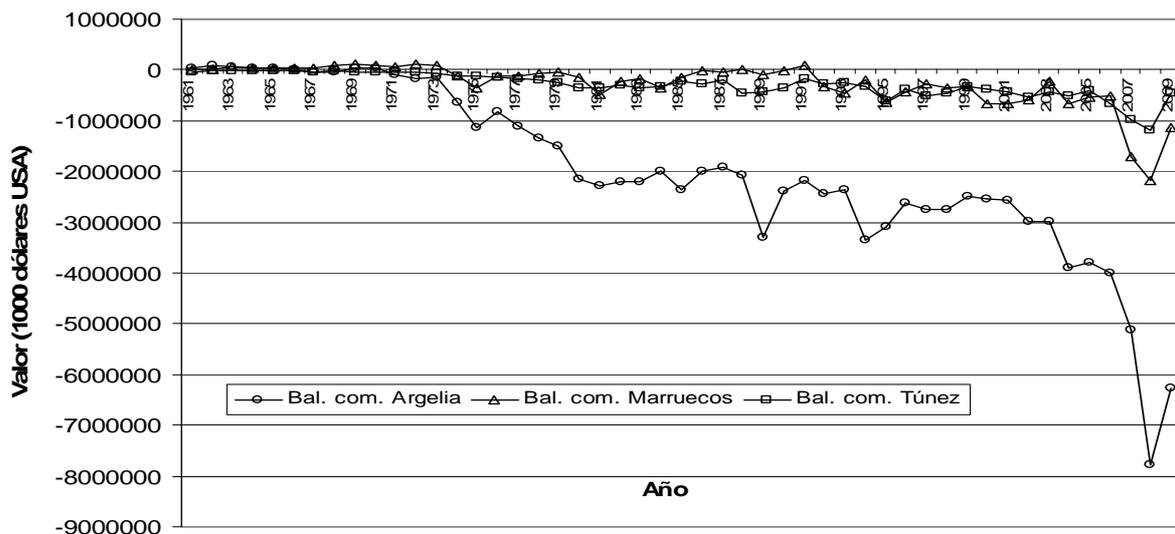
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

Figura 3. Valor porcentual de las importaciones respecto al suministro interno de productos agrícolas en Argelia, Marruecos y Túnez (media periodo 2003-2007)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

Figura 4. Evolución temporal del valor monetario de la balanza comercial de productos agroalimentarios en Argelia, Marruecos y Túnez (serie histórica 1961-2009)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO



Si estudiamos la balanza comercial de productos agroalimentarios (figura 4) vemos que ésta es negativa, alcanzado las mayores cifras (en valor absoluto) en Argelia, donde dicha tendencia comienza a mediados de los 70, mientras que en Marruecos y Túnez comienza en los 90 y se acentúa en los últimos años. Esta diferencia con Argelia viene explicada porque las importaciones en estos dos países son en parte compensadas por las exportaciones de frutas y hortalizas (figura 5), aunque éstas no son suficientes para cubrir la compra exterior, resultando un saldo comercial negativo.

Por otro lado, se ve reflejada claramente una situación dual de la agricultura y sistema agroalimentario de Marruecos y Túnez, ya que, por un lado, son notables exportadores de ciertos productos, como son las frutas y hortalizas, los cuáles requieren un buen nivel tecnológico y un importante uso de insumos (agroquímicos, etc.) y, por otro, son grandes importadores de productos básicos para la alimentación humana (y también para la ganadería) como los cereales, cultivos más extensivos que requieren menos inputs.

Esta tendencia a cubrir la demanda interna con importaciones ha sido descrita por Yang et al.⁹ para los países del Magreb Central y otros del Sur y el Este del Mediterráneo. En el caso de Argelia la compra de productos de fuera es posible gracias a las divisas obtenidas por la exportación de hidrocarburos¹⁰, y es típica de los países ricos en estos recursos naturales¹¹, mientras que en Marruecos y Túnez estos pagos deben cubrirse con las exportaciones de frutas y hortalizas y divisas de otras actividades económicas¹².

En términos de cantidades importadas en masa (figura 6) los tres países se muestran como importadores netos. Esta tendencia comienza en Túnez a principios de los años 60, retrasándose en Argelia y Marruecos a finales de esa década. Durante los años 70 las importaciones netas en Argelia y Túnez presentan una elevada tasa de crecimiento, hasta mediados de los años 80, donde parece que se estabilizan las importaciones netas en torno a unos 300 kg/hab año en Argelia y algo menos, 250 kg/hab año, en Túnez. En el caso de Marruecos las cantidades importadas por habitante presentan un menor crecimiento, incluso decrecen en algún momento y se sitúan en torno a los 200 kg/ha año. Esta situación dura hasta mediados de los 90 donde comienzan a crecer nuevamente hasta estabilizarse a principios del siglo XXI en torno a los 300-350 kilogramos por habitante y año. Este comportamiento se viene dando en muchos países y es fruto de las tendencias liberalizadoras de los mercados mundiales de productos agroalimentarios, unidas a las particulares características productivas de estos países del Magreb Central, características que se estudiarán más adelante.

Desde la perspectiva del metabolismo de la economía de estos países, los flujos de materiales (en este caso biomasa para alimentos) se producen desde países extranjeros hacia el interior. Si se estudia la composición de esos flujos de biomasa, se constata que en términos de la energía contenida en la misma, las importaciones más importantes son cereales, aceites y azúcar. En términos de nitrógeno (constituyente de las proteínas para consumo humano y/o animal) los productos que más aportan son los cereales para consumo humano y animal, los piensos y forrajes y la harina de semillas oleaginosas para la producción de piensos. De este modo, alimentos y materias primas básicas que conforman el metabolismo energético y

⁹ Yang, Hong; Wang, Lei; Zehnder, Alexander J.B.: "Water scarcity and food trade in the Southern and Eastern Mediterranean countries", *Food Policy*, nº 32, (Enero 2007).

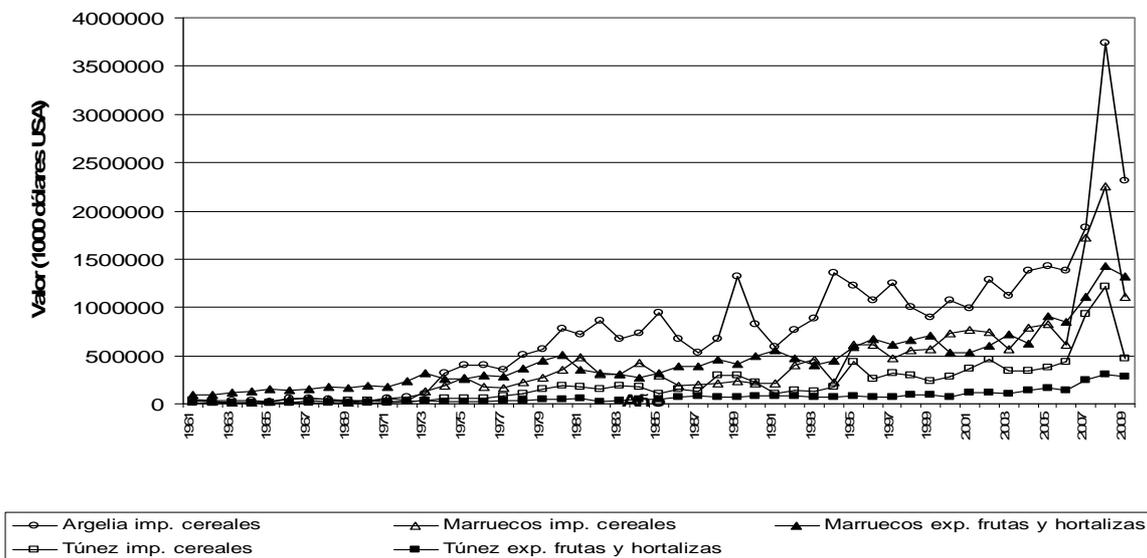
¹⁰ Escribano y Lorca, *op. cit.*

¹¹ Mazoyer, Marcel, Roudart, Laurence (2006): *A history of World agriculture from the Neolithic age to the current crisis*, London, Earthscan.

¹² Escribano y Lorca, *op. cit.*

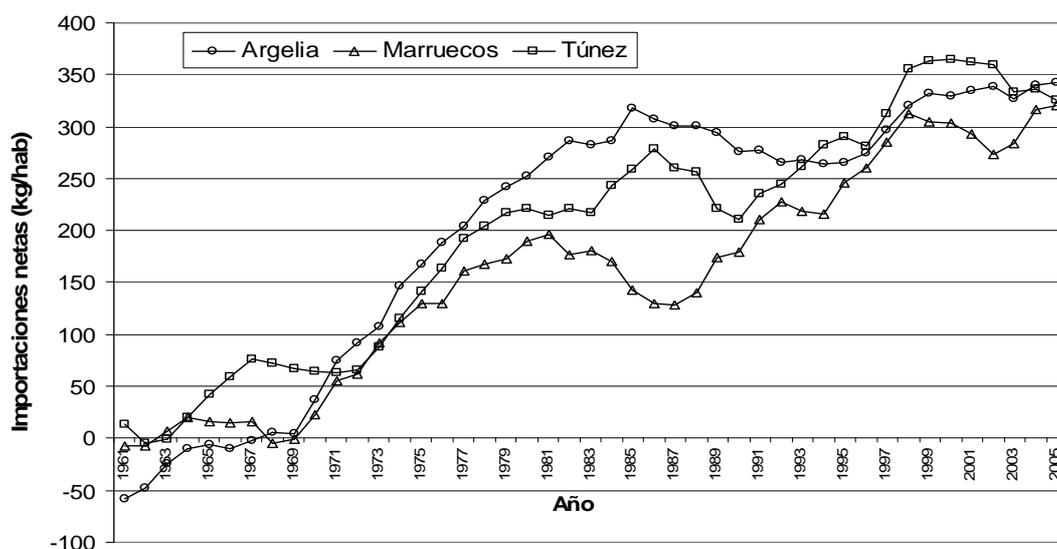
nitrogenado importador de estos países son dependientes de los mercados mundiales de estos productos.

Figura 5. Evolución temporal del valor monetario de las importaciones de cereales y las exportaciones de frutas y hortalizas en Argelia, Marruecos y Túnez (serie histórica 1961-2009)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

Figura 6. Evolución temporal de las importaciones netas (importaciones menos exportaciones) por habitante de productos agroalimentarios en Argelia, Marruecos y Túnez (serie histórica 1961-2009)



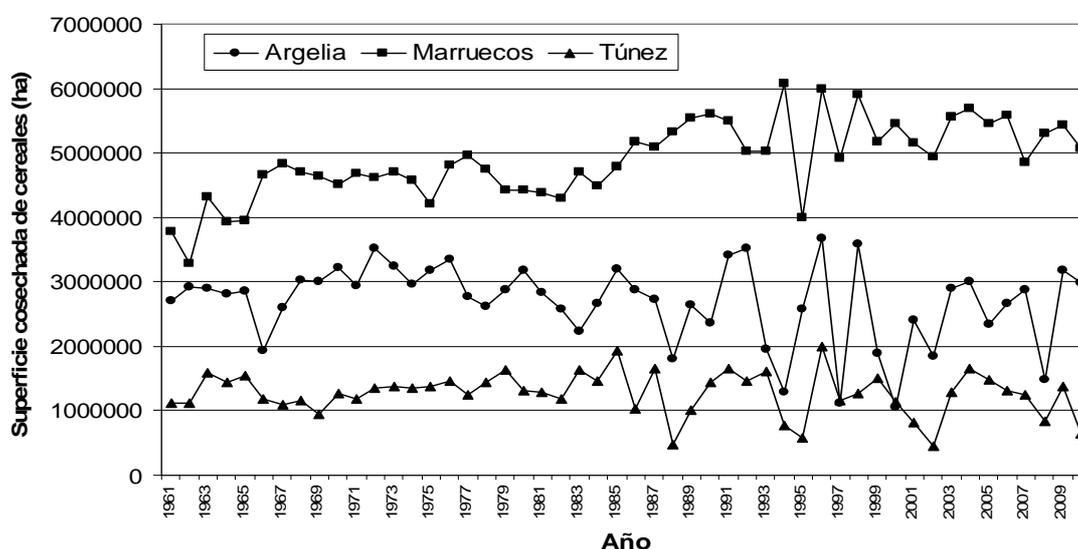
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

3. Producción de alimentos en el Magreb Central

Llegados a este punto cabe preguntarse cuáles son los factores agronómicos que explican y limitan la producción de alimentos en esta zona del Magreb. Para ello se ha estudiado la evolución temporal de las superficies cosechadas en los tres países, las producciones obtenidas y los rendimientos alcanzados con datos de la FAO¹³. Además, se ha estudiado la sostenibilidad de la productividad a medio y largo plazo y el efecto de la introducción y el manejo de la tecnología disponible y la variabilidad de las producciones debida a las fluctuaciones meteorológicas interanuales y al efecto de otros factores productivos.

En la figura 7 se muestra la superficie cosechada de cereales en los tres países estudiados. Marruecos tiene la mayor superficie dedicada a este cultivo básico para la alimentación, observándose una tendencia creciente en el tiempo, hasta alcanzar una media de unos 5,25 millones de ha, lo que supone 0,17 ha por habitante, y ello representa un 60% del total de tierras cultivadas y cultivos permanentes del país. Argelia se sitúa en segundo lugar, con una tendencia estable o incluso decreciente, alcanzado una superficie media total de 2,6 millones de ha y sólo 0,08 ha por habitante, ya que sólo supone un 30% de superficie cultivada del país; mientras que Túnez al ser un país de menor extensión geográfica muestra la menor superficie cerealística, con 1 millón de ha de media y un 25% de la superficie cultivada, aunque supera a Argelia en la superficie per cápita con 0,11 ha.

Figura 7. Evolución temporal de la superficie cosecha de cereales en Argelia, Marruecos y Túnez (serie histórica 1961-2010)



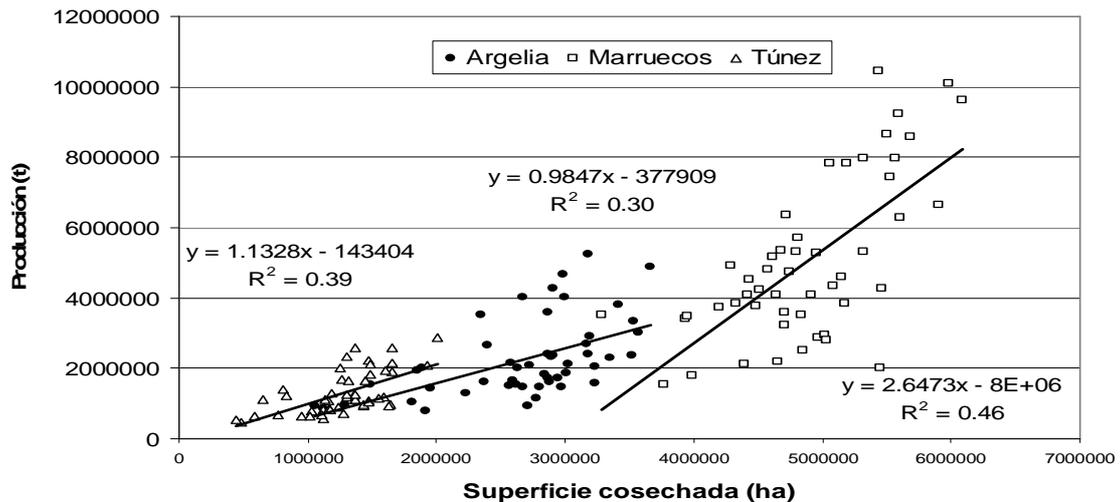
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

La producción de cereales va a depender, entonces, de la superficie dedicada a su cultivo y a los rendimientos alcanzados por ha. En este caso, aunque se obtienen coeficientes de

¹³ FAO, *op. cit.*

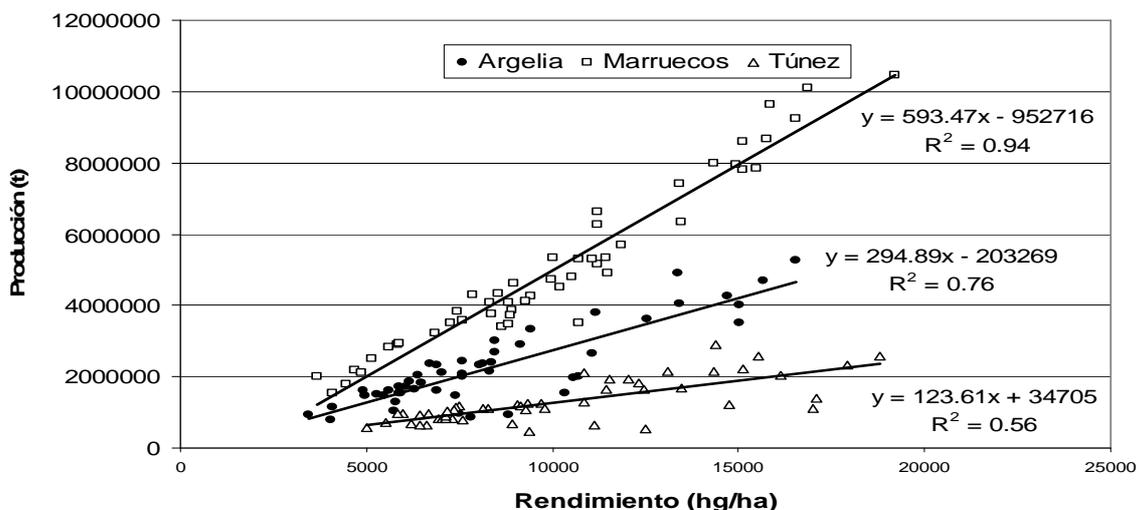
determinación (R^2) relativamente altos entre la producción obtenida en cada país y la superficie cultivada (figura 8), es el rendimiento el factor que explica de una manera más consistente la cosecha anual de cereales, sobre todo en Marruecos y Argelia (R^2 de 0,94 y 0,76, respectivamente; figura 9). Por lo tanto, la evaluación de la evolución de la variable rendimiento alcanzado por ha, su sostenibilidad y estabilidad y su relación con los insumos empleados es una pieza clave para analizar la producción de alimentos en el Magreb Central.

Figura 8. Correlación lineal entre la superficie dedicada cada año al cultivo de cereales y la producción total anual en Argelia, Marruecos y Túnez (serie histórica 1961-2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

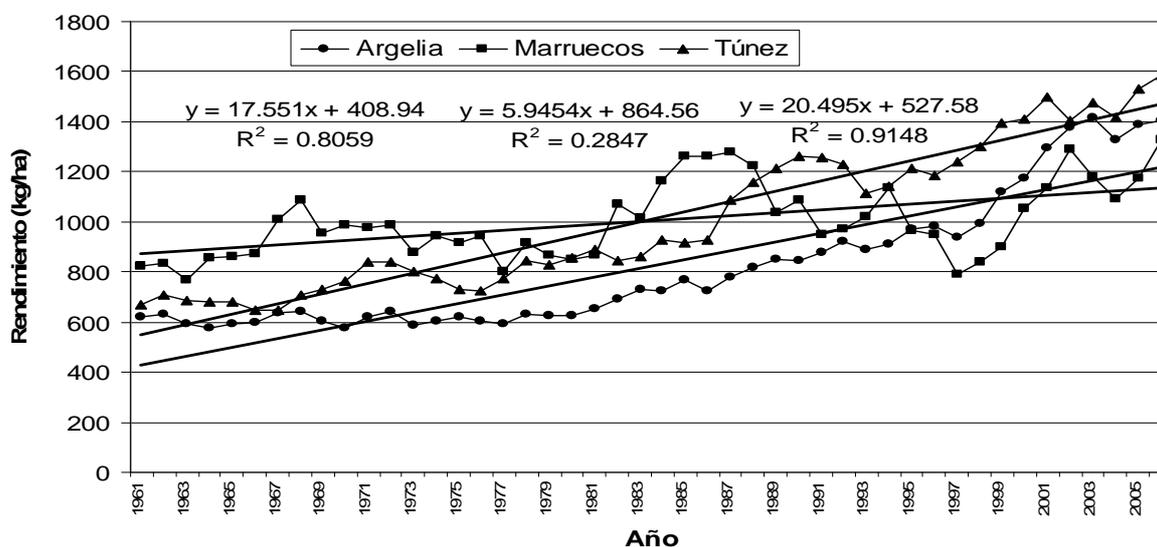
Figura 9. Correlación lineal entre el rendimiento alcanzado cada año en el cultivo de cereales y la producción total anual en Argelia, Marruecos y Túnez (serie histórica 1961-2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

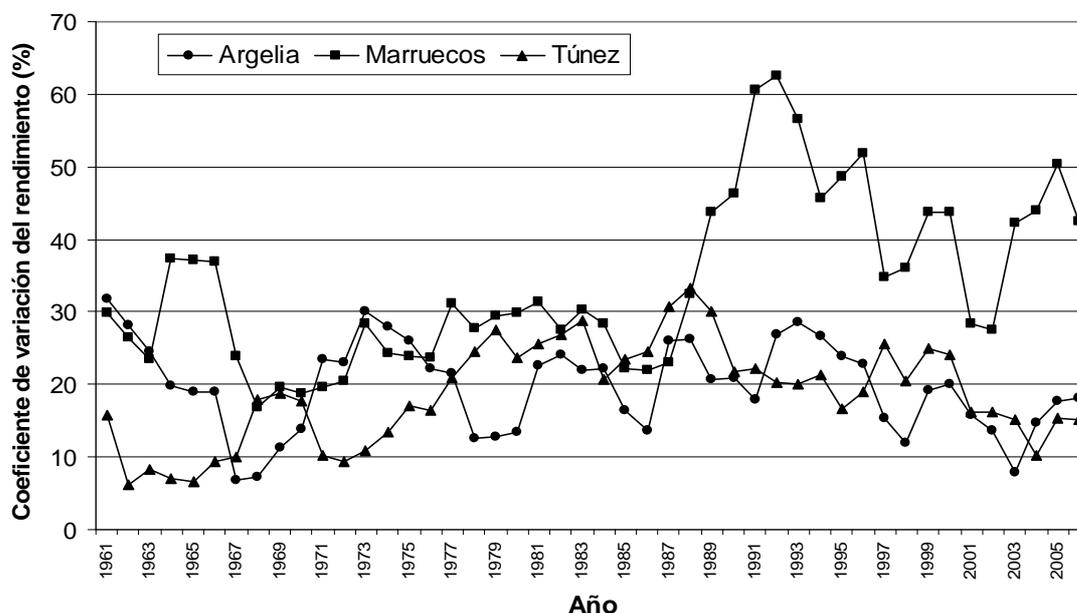
En la figura 10 se muestra la evolución de la media móvil de 5 años de los rendimientos por ha, para suavizar o eliminar el efecto interanual de la climatología sobre las cosechas, y así poder analizar su tendencia temporal dependiendo únicamente del efecto que ha tenido la incorporación de tecnología e insumos (nuevas variedades, nutrientes, protección contra plagas y enfermedades, etc.) sobre los rendimientos finales. De este modo se observa en Argelia y Túnez una tendencia creciente bastante consistente, y no tanto en Marruecos, alcanzándose un crecimiento anual medio de 18 y 21 kg/ha (pendiente de la recta de regresión) en aquellos países, siendo sólo de unos 6 kg/ha en el caso de Marruecos. Así, en Argelia y Túnez se aprecia una sostenibilidad de la producción a medio plazo positiva, y no tanto en Marruecos.

Figura 10. Evolución temporal de la media móvil de 5 años de los rendimientos de cereal por ha en Argelia, Marruecos y Túnez (serie histórica 1961-2010) y recta de regresión con el tiempo



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

Figura 11. Evolución temporal del coeficiente de variación del rendimiento de cereal en Argelia, Marruecos y Túnez (serie histórica 1961-2010)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

La variabilidad meteorológica interanual y la relativa al manejo de la tecnología hacen que el rendimiento presente también una apreciable variación. La estabilidad del mismo será menor cuanto mayor sea esta variabilidad, provocando variaciones u oscilaciones en los ingresos de los agricultores y en el suministro de alimentos, incidiendo en la seguridad alimentaria de las poblaciones. Una forma de evaluar esta estabilidad es calculando el parámetro estadístico conocido como coeficiente de variación (CV)¹⁴ (Soler Rovira y Soler Rovira, 2008). Se ha determinado el coeficiente de variación de los datos de rendimiento del cultivo de cereales en los países del Magreb Central proporcionados por la FAO¹⁵, tomando intervalos de 5 años. Los resultados se muestran en la figura 11. Los resultados obtenidos de CV en Argelia y Túnez han disminuido en los últimos años y se sitúan en torno a un 10-20%. Sin embargo, en Marruecos el coeficiente de variación del rendimiento ha aumentado con los años, alcanzando valores del 40-50%, cifra elevada tratándose de una media nacional¹⁶. Esto podría ser consecuencia de la insuficiente introducción de tecnología en la agricultura, remarcando la situación dual de la agricultura en esta zona, en la que el cultivo de cereales alcanza bajos rendimientos y muy variables, mientras que el de cultivos hortícolas es más alto, con rendimientos crecientes en el tiempo y baja variabilidad interanual (10%). También hay que tener en cuenta que en zonas áridas y semiáridas la variabilidad de las lluvias es mayor, y que el agua que aportan es un factor muy limitante de los rendimientos. Por otro lado, la inclusión en algunos años de una mayor o menor superficie con riego, o el cultivo en zonas marginales, pueden influir en esta variabilidad.

¹⁴ Soler Rovira, José, Soler Rovira, Pedro: "Assessment of aggregated indicators of sustainability using PCA: the case of apple trade in Spain", *Proceedings of the 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector*, Zurich (2008).

¹⁵ FAO, *op. cit.*

¹⁶ Anderson, Jack R., Hazell, Peter B.R. (1989): *Variability in grain yields*, Baltimore, J. Hopkins University Press.



El resultado de la combinación de la superficie cultivada disponible per cápita y la cosecha obtenida por ha es la cantidad de cereales producida por habitante (tabla 1). De este modo, aunque el rendimiento medio en Marruecos es el menor, la cantidad producida de cereales por habitante es la mayor, ya que destina más superficie para el cultivo (per cápita y a nivel nacional), siendo la productividad el factor limitante, que no evoluciona de un modo positivo y es bastante variable. Sin embargo, en Túnez y, sobre todo, en Argelia es la menor superficie cultivada la que limita la producción per cápita aun teniendo mayores rendimientos ya que, tal como vimos anteriormente, estos países dedican menos del 30% de su superficie cultivada a los cereales. En este caso, la tendencia creciente de los mismos y su mayor estabilidad podrían mejorar la actual situación. Para ello es necesaria una mayor productividad, dado que estos rendimientos medios son bastante bajos, propios de zonas áridas, aunque un mejor manejo de los cultivos y la paulatina introducción de insumos y técnicas de riego, fertilización, control fitosanitario, semillas mejoradas y de calidad, etc. podrían suponer este necesario avance.

Tabla 1. Cantidad de cereales por habitante en función de la superficie cultivada y el rendimiento (media 2006-2010)

País	Superficie cultivada por habitante (ha/hab)	Rendimiento obtenido (kg/ha)	Cantidad producida por habitante (kg/hab)
Argelia	0,08	1403	108
Marruecos	0,17	1328	223
Túnez	0,11	1584	168

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

4. El uso de insumos y mano de obra en la agricultura magrebí

La situación actual del uso de insumos en la agricultura de los países de Magreb Central se ha estudiado a partir de los datos proporcionados por la FAO¹⁷. Se ha evaluado el uso de maquinaria agrícola, de fertilizantes y de productos fitosanitarios en la agricultura magrebí, además de la productividad de la mano de obra agrícola. El uso de maquinaria se estudia mediante el índice de mecanización, calculando el número de tractores por cada 1.000 ha de superficie cultivada (tierras labradas y cultivos permanentes). El uso de fertilizantes se ha evaluado mediante la dosis media de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) por ha cultivada, y el de productos fitosanitarios como kilogramos totales de productos (insecticidas, fungicidas, herbicidas y otros) por ha. Estos valores nos dan una idea de la intensidad media del cultivo, además de indicar en qué grado este factor puede llegar a ser limitante de la producción.

La productividad de la mano de obra agrícola se ha analizado con los datos de población activa dedicada a la agricultura y la superficie cultivada. Se han utilizado los datos medios de los años 1961-63 y 1999-2001 para poder comparar la evolución y la situación en Argelia, Marruecos y Túnez respecto a España, los países de la OCDE o el mundo. Este análisis permite evaluar el grado de modernización, tecnificación o industrialización de la agricultura

¹⁷ FAO, *op. cit.*



en esos países, en función de la intensidad del uso de maquinaria e insumos y la importancia del trabajo manual en la misma. Además, se han incluido los datos más recientes disponibles en la FAO (años 2008, 2009 y 2010) para poder evaluar dentro de lo posible el efecto de las políticas introducidas en estos países en estos últimos años¹⁸.

A principios de los años 60 (tabla 2), el número de tractores por cada mil hectáreas cultivadas era muy similar en el Magreb Central y en España, con valores propios de agriculturas tradicionales, con una incipiente mecanización, con bajas dosis de fertilizantes químicos, donde el trabajo humano era importante y su productividad baja¹⁹. En el umbral del siglo XXI, el índice de mecanización se ha multiplicado por tres en el Magreb pero está todavía por debajo de España o la OCDE e incluso la media mundial. La fertilización ha aumentado notablemente sólo en Marruecos, aunque está por debajo también de países más avanzados. También puede apreciarse que en ese país el uso de productos fitosanitarios es comparable al de España. Sin embargo, bajo esta situación media del uso de insumos se presenta nuevamente la dualidad de la agricultura de estos países, ya que según datos de la IFA²⁰, la dosis media de nutrientes (N+P+K) aplicada a los cereales en Marruecos es de sólo 24 kg/ha mientras que en hortalizas se alcanzan los 200 kg/ha, indicador claro de las características extensivas del cultivo cerealístico y de las más intensivas de los cultivos hortofrutícolas.

En los años más recientes, y a pesar de la introducción de las nuevas políticas agrarias, con los datos disponibles hasta la fecha no se ha podido constatar un aumento en el uso de insumos en la agricultura magrebí (tabla 2). En España sí que aparece un descenso en el uso de fertilizantes, debido al aumento de los precios de los mismos y un descenso de los precios de los productos agrícolas en un contexto de crisis económica²¹, a la que se han sumado la aplicación de medidas agroambientales y el mayor uso de residuos y enmiendas orgánicas en la agricultura.

Por otro lado, en el Magreb Central la mano de obra agrícola sigue siendo muy importante, con poca superficie por cada trabajador, y una productividad similar a la de hace 20 años y menor que la de los países más avanzados.

¹⁸ Por ejemplo en Túnez: Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques: "XI^{ème} Plan de Développement (2007-2011)", *Rapport de la Commission Sectorielle du Développement Agricole, de la Pêche et des Ressources Naturelles*, (Julio 2007); En Marruecos: Royaume du Maroc: "Situation de l'Agriculture Marocaine", *Dossier Le Conseil Agricole: Une Nouvelle Stratégie de Service pour les Agriculteurs* (Noviembre 2011).

¹⁹ San Juan Mesonada, Carlos (1989): *La modernización de la agricultura española (1956-1986)*, Madrid, MAPA.

²⁰ IFA (2000): "Fertilizers use in crops", International Fertilizer Association, en <http://www.fertilizer.org>

²¹ ANFFE (2012): "El mercado de fertilizantes en el año 2008/2009", Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes, en <http://www.anffe.com/asociaci%F3n/coyuntura%20sectorial/2008-09/index.html>.

**Tabla 2. Uso de insumos y mano de obra en Argelia en España**

	Insumos			Mano de obra	
	Ind. mecanización	Dosis fertilizantes	Dosis fitosanitarios	Superficie por trabajador	
	(Tractores/1000ha)	(kgN+P+K/ha)	(kg/ha)	(ha/trabajador)	
Argelia	4	8	-	4,5 (1980)	
Marruecos	1	5	-	2,6 (1980)	
1961-63	Túnez	3	4	-	1,9 (1980)
	España	3	36	-	29,8 (1980)
Argelia	12	12	0,5	3,0	
Marruecos	5	38	1,7	2,9	
1999-01	Túnez	7	22	0,2	3,7
	España	50	122	1,7	24,1
	Media OCDE (2000)	41	115	-	72,8
	Media Mundo (2000)	19	97	-	3,8
Argelia	12 (2008)	11	0,3	2,7 (2009)	
2010	Marruecos	-	33	1,5	3,0 (2009)
	Túnez	8 (2008)	23	0,4	4,7 (2009)
	España	60 (2009)	94	1,9	21,5 (2009)

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

Para analizar el efecto y la importancia de los insumos agrícolas y de la mano de obra en la productividad de la agricultura se ha realizado un análisis de regresión lineal entre los parámetros recogidos en la tabla 2 y el rendimiento medio global del país, para Argelia y España. Los resultados se muestran en la tabla 3. Tal como muestran los datos, en España se produce una situación típica de una agricultura industrializada, donde los rendimientos están altamente correlacionados con el uso de maquinaria y fertilizantes y donde cada vez es menor el peso de la mano de obra humana. La situación en Argelia es distinta, por un lado no hay correlación alta con el uso de fertilizantes pero sí con el de maquinaria y además es muy alto el efecto de la mano de obra, que no ha sido sustituida completamente por el uso de insumos. En la lógica de una modernización o industrialización creciente de la agricultura se aprecia que el uso de fertilizantes debería intensificarse, lo que supondría un aumento de los rendimientos e incluso de su estabilidad, ya que ese factor sería menos limitante. Es interesante destacar el hecho de que en Argelia el factor “trabajo” sustituya al factor “fertilizantes”, pudiéndose explicar así que se alcancen rendimientos apreciables.

En la figura 12 está representada la evolución del porcentaje que supone el consumo de fertilizantes frente a la producción en cada país. Como puede comprobarse, en todos ellos este porcentaje es inferior a 100, por lo que no todos los abonos producidos se emplean en la

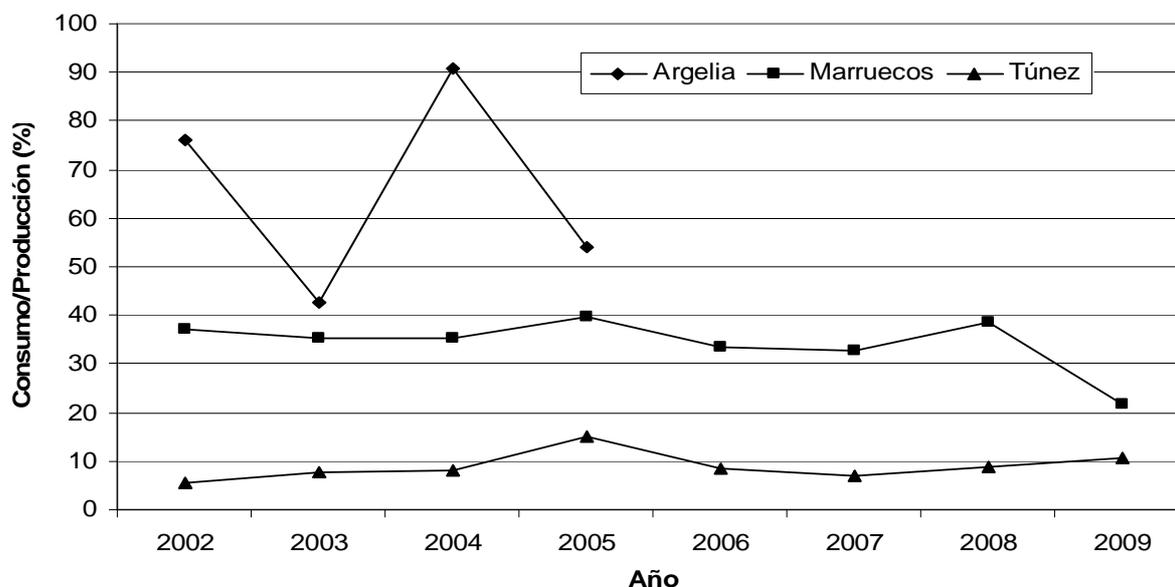
agricultura propia, sino que se exportan, como el caso de los abonos nitrogenados en Argelia y los fosfatos en Marruecos. Parece por lo tanto una contradicción que un input tan importante en la agricultura como los nutrientes se produzcan y no se utilicen, dando lugar a bajas dosis por ha, lo que supone que la producción esté limitada por ese factor, sobre todo en el caso de los sistemas cerealísticos extensivos, que se apoyan sobre todo en el uso de mano de obra debido al bajo nivel de tecnificación.

Tabla 3. Coeficiente de correlación entre el uso de insumos, maquinaria y mano de obra y el rendimiento medio

	Insumo		
	Fertilizantes	Tractores	Trabajadores por ha
Argelia	-0,12	+0,84	+0,68
España	+0,93	+0,89	-0,75

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO

Figura 12. Evolución de la relación entre la producción nacional y el consumo interno de fertilizantes en Argelia, Marruecos y Túnez



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la FAO



5. Indicadores ambientales de la producción y el consumo de alimentos en el Magreb Central

Los indicadores ambientales son datos asociados a fenómenos ambientales que proveen una información sintética respecto a un fenómeno ambiental de relevancia social²². Entre estos indicadores se han venido desarrollando y utilizando indicadores sintéticos agregados como la huella hídrica, la huella ecológica, etc. La huella hídrica es un indicador ambiental que refleja la cantidad de agua que se emplea en la producción, tanto de modo directo como indirecto, a lo largo de toda la cadena de producción, desde el cultivo al consumo final, pasando por el procesado industrial²³. De este modo, se puede estimar la cantidad de agua empleada en la producción de un alimento así como en el consumo de ese producto en una determinada zona geográfica. Cuando un producto se cultiva en una zona y se consume en otra se dice que con él se importa una cantidad de agua virtual, agua que ha sido empleada en su producción pero que no está físicamente en el producto. La huella hídrica se puede descomponer en tres componentes o colores: azul (agua de riego), verde (agua de lluvia almacenada en el suelo y evapotranspirada por el cultivo) y gris (agua necesaria para diluir los contaminantes emitidos durante el cultivo).

El agua es un recurso esencial para el medio ambiente y para el desarrollo económico y humano, sobre todo en países con climas áridos y semiáridos como los del Magreb Central²⁴, donde este recurso es limitante y se encuentra bajo el umbral de la escasez²⁵. Esta escasez de recursos hídricos es compensada en muchos países mediante importaciones extranjeras de alimentos²⁶.

En la figura 13 se muestran los datos de huella hídrica de la producción de alimentos en Argelia, Marruecos y Túnez, así como los de España y Francia como términos comparativos, a partir de datos de la Waterfootprint Network²⁷. El consumo de agua verde es el más importante en todos los países analizados, es decir, el agua de lluvia que se almacena en el suelo y es utilizada por el cultivo durante su ciclo de crecimiento mediante la transpiración y la evaporación. Túnez presenta el consumo per cápita más alto del Magreb e incluso es superior a España y Francia. Marruecos presenta un consumo similar a Francia, mientras que en Argelia supone la mitad que en los otros dos países del Magreb.

²² MIMAM (2000): "Indicadores ambientales. Una propuesta para España", Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente, España.

²³ Soler Rovira, José; Arroyo Sanz, Juan Manuel; Conde-Marcos, Hugo; Sanz Zudaire, Carlos, Mesa Moreno, Alfredo y Gil Pascual, Sergio (2010): "Regional water footprint and water management: the case of Madrid region (Spain)", en Notarnicola, Bruno et al. (eds.): *Proceedings of the VII International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector*.

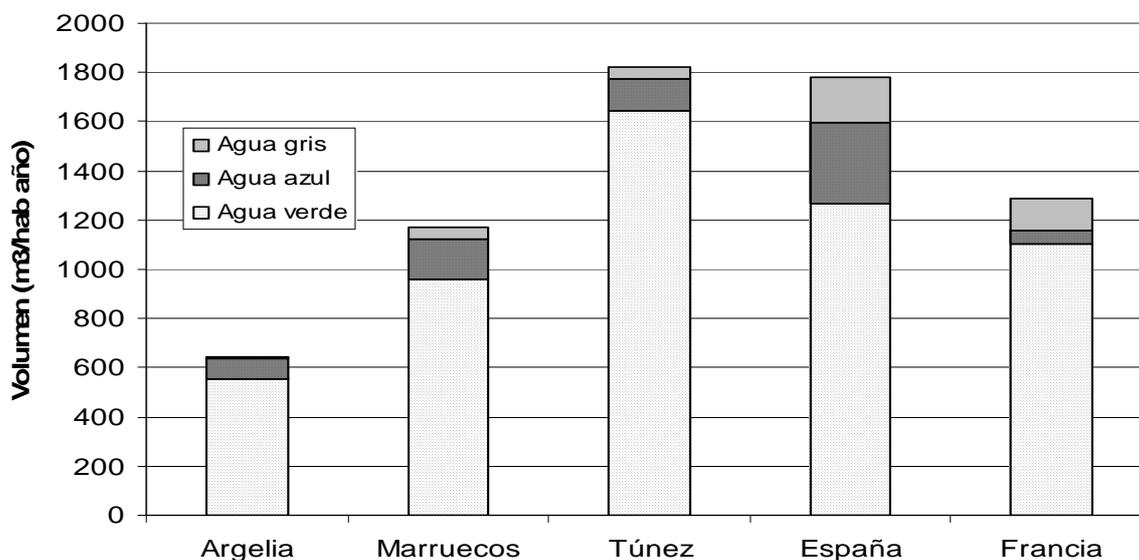
²⁴ Lorca, Alejandro et al. *op. cit.*

²⁵ Yang, Hong et al. *op. cit.*

²⁶ Yang, Hong y Zehnder, Alexander J.B.: "Water scarcity and food import: A case study for Southern Mediterranean Countries", *World Development*, vol. 8, nº 30 (Agosto 2002).

²⁷ Water Footprint Network (2012): "Water footprint of nations", en <http://www.waterfootprint.org>.

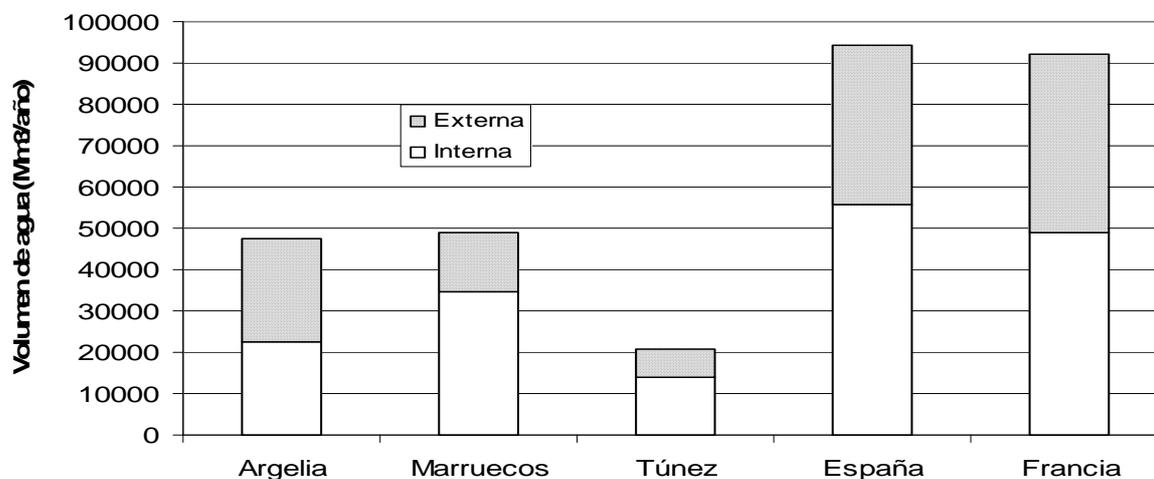
Figura 13. Huella hídrica de la producción de alimentos en Argelia, Marruecos, Túnez, España y Francia



Fuente: Water Footprint Network, 2012)

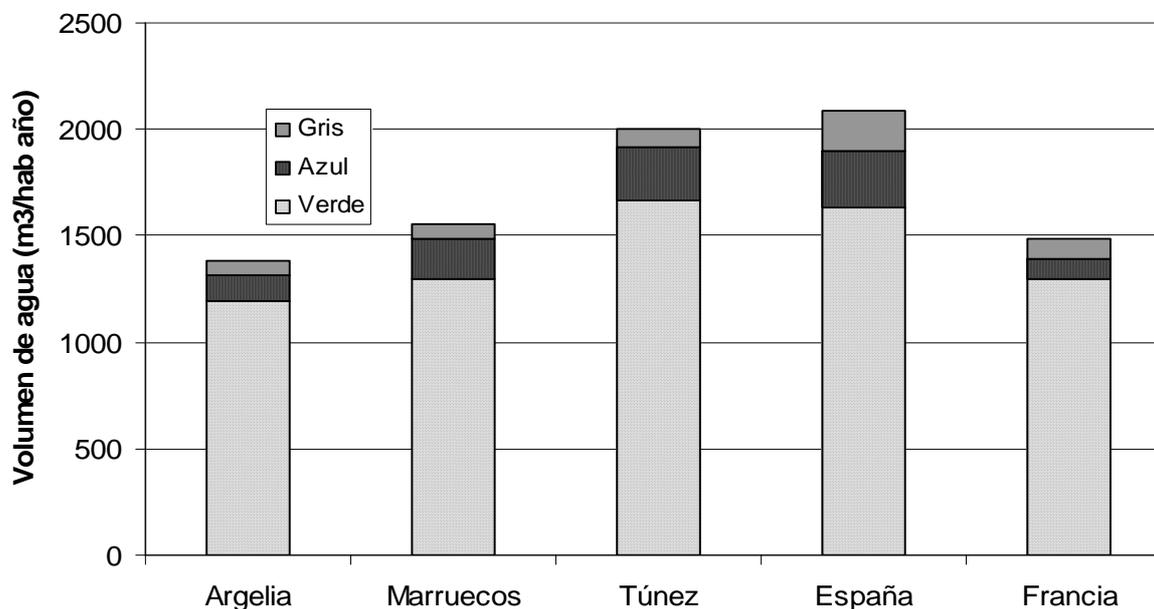
La huella hídrica del consumo de alimentos en cada país supone un consumo de agua interno y otro externo, que se realiza en los países en los que se cultiva el producto importado (figura 14). Puede observarse la gran importancia de las importaciones de alimentos y de agua virtual en ellos (huella externa) en los países del Magreb, aunque también ocurre en España y Francia. Por otro lado, la huella interna depende de la magnitud de su agricultura, resultando menor en Túnez y en los países de Magreb que en los europeos. En cantidad por habitante (figura 15), vuelve a sobresalir el consumo de agua verde, y por países destaca Túnez con un consumo similar a España de unos 2000 m³ por habitante y año, valor que se reduce a unos 1500 m³ en Marruecos y Francia y que en Argelia es algo inferior.

Figura 14. Huella hídrica interna y externa del consumo de alimentos en Argelia, Marruecos, Túnez, España y Francia



Fuente: Water Footprint Network, 2012

Figura 15. Huella hídrica del consumo de alimentos en Argelia, Marruecos, Túnez, España y Francia



Fuente: Water Footprint Network, 2012



6. Conclusiones

El suministro de alimentos básicos (cereales, leche, etc.) en los países del Magreb Central analizados se apoya fuertemente en las importaciones desde el exterior, al presentar una balanza comercial agrícola negativa. En Marruecos y Túnez se compensa, en parte, por las exportaciones de frutas y hortalizas, aunque los tres países son importadores netos de productos agroalimentarios (unos 300-350 kg/hab), con un flujo de biomasa hacia el interior en el metabolismo de su economía, así como de energía y nitrógeno contenidos en esos productos importados y del agua virtual empleada en su cultivo. La producción de cereales depende en gran medida de los rendimientos obtenidos, que han evolucionado positivamente en Argelia y Túnez, pero no tanto en Marruecos, donde además presentan una gran variabilidad interanual. Sin embargo, la superficie dedicada a su cultivo puede ser limitante, ya que no supera el 30% de la superficie cultivada total en aquellos dos países. El uso de insumos y maquinaria (fertilizantes, pesticidas, tractores) es bajo en el Magreb Central, propio de agriculturas con un bajo índice de tecnificación, factores que limitarían el rendimiento, aunque esta carencia se compensa en parte con una elevada productividad de la mano de obra agrícola. Bajo esta situación subyace, de un modo más marcado en Marruecos, una dualidad en los sistemas agrícolas magrebíes, donde los sistemas cerealísticos presentan un nivel bajo de tecnificación con bajos y variables rendimientos, lo que supone la necesidad de importar cereales del exterior, mientras se exportan frutas y hortalizas de sistemas más intensivos y tecnificados con mayores rendimientos. Con relación a los indicadores ambientales, la huella hídrica de la producción y consumo de alimentos per cápita en el Magreb Central es similar a la de países europeos como España o Francia, con una apreciable dependencia de recursos hídricos externos importados como agua virtual en los productos que se importan. Este análisis puede servir de punto de partida para profundizar en el conocimiento de la situación de la seguridad alimentaria en el Magreb Central y poder avanzar en el desarrollo de una producción de alimentos sostenible que asegure la alimentación de la población de estos países.

