

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE

Facultad de Ciencias Experimentales



Diferencias de compuestos bioactivos en frutas y hortalizas ecológicas y no ecológicas

Grado en Ciencias Ambientales

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/2021

AUTORA: Nuria Sarrías Samper

TUTORAS: María Asunción Amorós Marco y María Serrano Mula

DEPARTAMENTO: Biología Aplicada

ÁREA: Fisiología Vegetal

Agradecimientos

En primer lugar, tengo que dar las gracias a Encarnita Larrosa Menárguez por su generosidad, al haberme facilitado todo el material cultivado ecológicamente de su finca de cultivo ecológico “A pleno sol” de Orihuela.

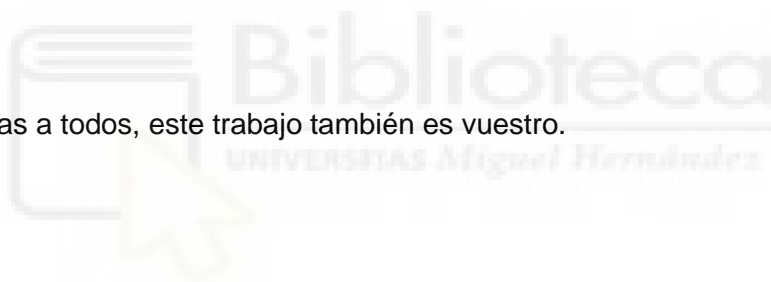
A mis tutoras Susi y María, por darme la oportunidad de trabajar con vosotras y por vuestra paciencia. Por esas tardes de laboratorio y por guiarme a la hora de estructurar el trabajo. Sin vosotras esto no hubiera sido posible.

A mis abuelos Carmen y Jesús, por enseñarme el valor de lo rural y la naturaleza. Por hacer que recuerde mi infancia como la mejor etapa de mi vida.

A Néstor, por no soltarme de la mano y darme fuerzas para continuar luchando por mis sueños.

A mis padres, por haberme apoyado siempre y confiar en mi incluso cuando ni yo misma lo hacía.

Gracias infinitas a todos, este trabajo también es vuestro.



RESUMEN

Los alimentos ecológicos están asociados con propiedades nutricionales mejoradas y alimentos más saludables por el público en general, así como por prácticas agrícolas sostenibles no contaminantes. Sin embargo, aunque sí está claro que los alimentos ecológicos son menos contaminantes por su forma de cultivo, no está claro si sus propiedades saludables en general son mejores. Dentro de las propiedades saludables de los alimentos nos encontramos con las propiedades bioactivas o nutracéuticas que presentan los alimentos. En el caso de los vegetales, los compuestos mayoritarios que intervienen en estas propiedades son los fenoles totales y los carotenoides totales, y ambos intervienen incrementando la actividad antioxidante total de los vegetales, tanto en su forma hidrófila como liposoluble. Por esto, en este trabajo se han cuantificado estos cuatro parámetros en diferentes especies vegetales, como son la acelga, ajo, calabaza, cebolleta, lechuga baby, limón, naranja, pimiento, puerro, tomate pera y tomate redondo, todos ellos cultivados de forma ecológica y convencional. De los resultados obtenidos se puede decir que el cultivo ecológico no produce un mayor valor nutracéutico o bioactivo en las hortalizas y frutas estudiadas, ya que en todos los parámetros cuantificados se han producido respuestas diversas. Así, en unas especies estos parámetros han sido mayores en los cultivados ecológicamente, en otros en los cultivados convencionalmente y en otros no han presentado diferencias significativas.

Palabras clave: fenoles totales; carotenoides totales; actividad antioxidante total; ecológico; convencional

ABSTRACT

Organic foods are associated with improved nutritional properties and healthier foods by the general public, as well as non-polluting sustainable agricultural practices. However, although it is clear that organic foods are less polluting because of the way they are grown, it is not clear whether their overall health properties are better. Within the health properties of foods we find the bioactive or nutraceutical properties of foods. In the case of vegetables, the main compounds involved in these properties are total phenols and total carotenoids, and both are involved in increasing the total antioxidant activity of vegetables, both in their water- and fat-soluble forms. Therefore, in this work these four parameters have been quantified in different vegetable species, such as chard, garlic, pumpkin, spring onion, baby lettuce, lemon, orange, bell pepper, leek, pear tomato and round tomato, all of them organically and conventionally grown. From the results obtained it can be said that organic cultivation does not produce a greater nutraceutical or bioactive value in the vegetables and fruits studied, since in all the parameters quantified there have been different responses. Thus, in some species these parameters were higher in those grown organically, in others in those grown conventionally, and in others there were no significant differences.

Key words: total phenols; total carotenoids; total antioxidant activity; organic; conventional

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
1.1.	Antecedentes.....	5
1.2.	Beneficios ambientales de la agricultura ecológica	8
2.	OBJETIVOS	10
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	11
3.1.	Material vegetal	11
3.2.	Diseño experimental	13
3.3.	Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante total.....	13
3.3.1.	Fenoles totales	13
3.3.2.	Carotenoides totales.....	15
3.3.3.	Actividad antioxidante total	16
3.3.3.1.	Actividad antioxidante total en la fracción hidrosoluble	17
3.3.3.2.	Actividad antioxidante total en la fracción liposoluble.....	18
3.4.	Análisis estadístico	18
4.	RESULTADOS	19
4.1.	Fenoles totales	19
4.2.	Carotenoides totales.....	21
4.3.	Actividad antioxidante total de la fracción hidrosoluble	23
4.4.	Actividad antioxidante total de la fracción liposoluble.....	25
5.	DISCUSIÓN	27
6.	CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA	30
6.1.	Conclusiones	30
6.2.	Proyección futura.....	30
7.	BIBLIOGRAFÍA	31

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La demanda de productos alimentarios ecológicos ha aumentado rápidamente en los últimos años, en parte debido al reconocimiento público de la relación entre el consumo de alimentos ecológicos y sus beneficios para la salud. Estos alimentos se producen de acuerdo con determinadas normas de producción, lo que significa que se cultivan sin el uso de pesticidas convencionales y fertilizantes artificiales, están libres de contaminación humana o desechos industriales y se procesan sin radiaciones ionizantes o aditivos alimentarios. Además, en la mayoría de los países, los alimentos ecológicos también excluyen los productos modificados genéticamente.

Esta demanda hace que cada vez más consumidores estén dispuestos a pagar precios más altos por los productos ecológicos (Lester, 2006).

La Comisión del Codex Alimentarius (1999), citado por la FAO (2021), define la agricultura ecológica como “un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión prefiriéndolas respecto al empleo de insumos externos a la finca, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requerirán sistemas adaptados localmente. Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos en contraposición al uso de materiales sintéticos para cumplir cada función específica dentro del sistema”.

Además, entre sus objetivos destaca la producción de alimentos de alta calidad nutritiva, sanitaria y organoléptica, trabajar de forma integrada con los ecosistemas, fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema agrario, mantener y aumentar la fertilidad de los suelos, emplear al máximo los recursos renovables y locales, trabajar, en lo posible, dentro de un sistema cerrado que complete el ciclo de los nutrientes (preferiblemente integrando agricultura y ganadería en un único sistema), evitar al máximo todas las formas de contaminación derivadas de las técnicas agro-ganaderas, mantener la biodiversidad del sistema agrario y de su entorno, garantizar unos ingresos satisfactorios a los productores, caracterizar explícitamente el impacto social y ecológico del sistema agrario y favorecer la interrelación productor – consumidor (Ferre, 2005).

Para alimentar a una mayor población, la agricultura se ha centrado en prácticas intensivas que implican el uso de cultivos mejorados, arado mecánico, fertilizantes químicos y pesticidas. Estas prácticas tienen un enorme impacto ambiental negativo, lo que hace dudar sobre si ésta es la mejor vía para afrontar los retos actuales.

Además, se suman otros efectos secundarios, como la eutrofización, la dependencia agrícola y efectos a largo plazo sobre la salud, como la relación existente entre el uso de organoclorados y la aparición de cáncer de mama.

Como mencionan Godfray *et al.*, (2010), los problemas de transición en la agricultura incluyen procesos graduales y repentinos, como la presión demográfica, los cambios en las condiciones naturales, en los mercados y sus precios, en las innovaciones y en la aplicación de nuevas tecnologías.

La dirección del cambio en la agricultura viene determinada por la demanda de la sociedad de una alimentación sana, la economía y el medio ambiente.

La agricultura ecológica surgió con la perspectiva de producir alimentos más seguros, y por consiguiente, con técnicas más respetuosas con el medio ambiente. A pesar de la confianza en la agricultura ecológica basada en la mejor composición de nutrientes, ésta se enfrenta constantemente a dudas sobre su fiabilidad para alimentar a una población creciente (García-Mier *et al.*, 2013).

Las diferencias fundamentales entre los sistemas de producción convencionales y ecológicos, sobre todo en lo referente a la gestión de la fertilidad del suelo, puede afectar a la composición nutritiva de las plantas. En la agricultura ecológica, los nutrientes de las plantas se suministran a través de la rotación de cultivos y el estiércol animal (Picchi *et al.*, 2012).

Las frutas y verduras son elementos fundamentales de la dieta humana (Lester, 2006). Contienen altas concentraciones de fitoquímicos con actividad antioxidante, antiinflamatoria y anticancerígena (Valavanidis *et al.*, 2009).

El desarrollo de enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiovasculares (ECV), el cáncer, la hipertensión y la diabetes tipo 2 implican una gran producción de radicales libres, que conducen al estrés oxidativo. Durante el metabolismo secundario, las plantas son capaces de producir un gran número de compuestos fitoquímicos, conocidos como metabolitos secundarios.

Aunque al parecer no tienen funciones directas de crecimiento y desarrollo, sí que son numerosos los estudios que indican que estos metabolitos secundarios pueden actuar como protectores contra la depredación de animales, las enfermedades fúngicas y bacterianas, así como contra las condiciones climáticas adversas. En otras palabras, tienen una función adaptativa respecto al medio ambiente.

En los últimos tiempos, las plantas han sido el centro de atención, debido a que forman la base de la red alimentaria que sustenta otras formas de vida. Las autoridades sanitarias recomiendan su consumo debido a su contenido en fitoquímicos, así como por ser fuentes dietéticas de una gran variedad de nutraceuticos como la vitamina C, carotenoides como el β - caroteno y el licopeno, polifenoles, flavonoides y minerales (García-Mier *et al.*, 2013).



1.2. Beneficios ambientales de la agricultura ecológica

Muchos de los cambios que se han observado en el medio ambiente son a largo plazo y lentos. La agricultura ecológica toma en cuenta los efectos a mediano y largo plazo de las intervenciones agrícolas en el agroecosistema. Se propone producir alimentos a la vez que se establece un equilibrio ecológico para proteger la fertilidad del suelo o evitar problemas de plagas. La agricultura ecológica asume un planteamiento activo en vez de afrontar los problemas conforme se presenten. Al hablar del impacto de la agricultura en el entorno natural, se debe tener en cuenta que se trata de una influencia bidireccional. Por una parte, la agricultura depende en gran medida de las condiciones de nuestro entorno. Especialmente en la producción ecológica, los agricultores se enfrentan a una enorme variación en las condiciones del suelo y el clima, entre otros. Por otro lado, en la agricultura convencional se limita el impacto de estas condiciones ambientales en su producción, haciéndola más productiva.

Suelos. En la agricultura ecológica son fundamentales las prácticas de enriquecimiento de los suelos, como la rotación de cultivos, los cultivos mixtos, las asociaciones simbióticas, los cultivos de cubierta, los fertilizantes orgánicos y la labranza mínima, que benefician la fauna y la flora del suelo, mejoran la formación de éste y su estructura, propiciando sistemas más estables. A su vez, incrementa la circulación de los nutrientes y la energía, y mejora la capacidad de retención de nutrientes y agua del suelo, que compensa que se prescindan de fertilizantes minerales. Estas técnicas de gestión también son importantes para combatir la erosión, se reduce el lapso del tiempo en que el suelo queda expuesto a ésta, se incrementa la biodiversidad del suelo y disminuyen las pérdidas de nutrientes, lo que ayuda a mantener y mejorar la productividad del suelo. La emisión de nutrientes de los cultivos suele compensarse con los recursos renovables de origen agrícola. Un mayor contenido de materia orgánica en el suelo aumenta la capacidad de retención de agua del mismo y reduce el riesgo de erosión. Además, desde el punto de vista de la producción, se considera que el corazón de la agricultura ecológica es un suelo sano (Klimczuk y Klimczuk-Kochańska, 2020).

Agua. En muchas zonas agrícolas es un gran problema la contaminación de las corrientes de agua subterráneas con fertilizantes y plaguicidas sintéticos. En la agricultura ecológica, estas sustancias son sustituidas por fertilizantes orgánicos, como estiércol o abono verde y el empleo de una mayor biodiversidad, lo que mejora la estructura del suelo y la filtración del agua. Los sistemas orgánicos bien gestionados y con mejores capacidades para retener los nutrientes reducirán el peligro de contaminación de las aguas subterráneas.

Por lo tanto, mediante la agricultura ecológica se reducirá mucho la eutrofización de los aportes químicos.

Aire. Según el Grupo de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), 2021, la cantidad anual de gases de efecto invernadero emitidos por el sector agrícola se estima en unas seis gigatoneladas de CO₂ en 2005. Esto representa aproximadamente el 12% del total de los gases de efecto invernadero. La agricultura ecológica reduce la utilización de energía no renovable al disminuir la necesidad de sustancias agroquímicas, que requieren una gran cantidad de combustibles fósiles. Así, se contribuye también a mitigar el efecto invernadero y el calentamiento del planeta mediante su capacidad de retener el carbono en el suelo (Nejadkoorki, 2012).

Biodiversidad. En el plano de las especies, diversas combinaciones de plantas y animales optimizan los ciclos de los nutrientes y la energía para la producción agrícola. En cuanto al ecosistema, mantener zonas naturales dentro y alrededor de los campos de cultivo, así como que no se utilicen insumos químicos, propician un hábitat adecuado para la fauna y flora silvestres. La utilización de especies subutilizadas reduce la erosión de la agrobiodiversidad y crea una mejor reserva genética. Todos estos elementos dan lugar a la llegada de nuevas especies, tanto de flora y fauna y organismos beneficiosos para el sistema orgánico, como polinizadores y depredadores de las plagas.

Servicios ecológicos. Las repercusiones de la agricultura orgánica en los recursos naturales favorecen una interacción con el agroecosistema vital para la producción agrícola y para la conservación de la naturaleza. Entre los servicios ecológicos que se obtienen destacan la formación, acondicionamiento y estabilización del suelo, reutilización de los desechos, retención de carbono, circulación de los nutrientes, depredación, polinización y suministro de hábitat (FAO, 2021).

2. OBJETIVOS

Como hemos dicho anteriormente, la agricultura ecológica posee unas ventajas claras sobre el medio ambiente frente a la agricultura convencional. Sin embargo, aunque los productos ecológicos son más sanos al no haber sido tratados con pesticidas ni abonos químicos, no está claro que posean más calidad en cuanto a contenido de compuestos nutraceuticos.

Por ello, el objetivo de este trabajo ha sido la realización del análisis de diferentes compuestos bioactivos como fenoles totales, carotenoides y actividad antioxidante total en diversos productos hortícolas como acelga, ajo tierno, calabaza, cebolleta, lechuga baby, limón, naranja, pimiento, puerro, tomate pera y tomate redondo, para conocer si estos productos ecológicos presentan más compuestos bioactivos o no que los mismos productos hortícolas pero cultivados convencionalmente.



3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material vegetal

Para este análisis se utilizaron seis especies de frutos y cinco de hortalizas convencionales y ecológicas. Las especies ecológicas fueron cultivadas en condiciones homogéneas en una finca privada de agricultura ecológica, ubicada en el término municipal de Orihuela. Las especies convencionales fueron adquiridas en un establecimiento de verduras convencional.

Las especies escogidas fueron acelga de penca blanca (*Beta vulgaris* var. *Cicla*), ajo tierno (*Allium sativum*), calabaza cacahuete (*Cucurbita moschata*), cebolleta (*Allium fistulosum*), lechuga baby (*Lactuca sativa*), limón fino (*Citrus limonum*), naranja navelina (*Citrus x sinensis*), pimiento (*Capsicum annuum*), puerro (*Allium ampeloprasum* var. *Porrum*), tomate de pera (*Solanum lycopersicum* "Roma") y tomate redondo (*Solanum lycopersicum*). Se muestran las fotografías respectivas en las Figuras 1 a la 11.

Se cortaron de forma homogénea, anotaron los pesos y se determinó la cantidad de extractante necesario para los análisis posteriores, en función del peso de cada una de ellas. Se separaron seis muestras de cada especie ecológica de las convencionales, siendo tres de ellas destinadas a cada uno de los análisis posteriores. Las muestras fueron introducidas en envases herméticos y conservadas en el congelador a -80°C hasta su uso.



Figura 1. Acelga de penca blanca (*Beta vulgaris* var. *Cicla*) convencional (izquierda) y ecológica (derecha).



Figura 2. Ajo tierno (*Allium sativum*) convencional (izquierda) y ecológico (derecha).



Figura 3. Calabaza cacahuete (*Cucurbita mostacha*) convencional (izquierda) y ecológica (derecha).



Figura 4. Cebolleta convencional (*Allium fistulosum* (izquierda) y ecológica (derecha).



Figura 5. Lechuga baby (*Lactuca sativa*) convencional (izquierda) y ecológica (derecha).



Figura 6. Limón fino (*Citrus limonum*) convencional (izquierda) y ecológico (derecha).



Figura 7. Naranja naverina (*Citrus x cinensis*) convencional (izquierda) y ecológica (derecha).



Figura 8. Pimiento (*Capsicum annuum*) convencional (izquierda) y ecológico (derecha).



Figura 9. Puerro convencional (*Allium ameloprasum* var. *Porrum*) (izquierda) y ecológico (derecha).



Figura 10. Tomate pera (*Solanum lycopersicum* "Roma") convencional (izquierda) y ecológico (derecha).



Figura 11. Tomate redondo (*Solanum lycopersicum*) convencional (izquierda) y ecológico (derecha).

3.2. Diseño experimental

Se analizaron los compuestos bioactivos presentes en las muestras vegetales convencionales y ecológicas. Primero, se procedió a la extracción y cuantificación de fenoles totales. Seguidamente, se llevó a cabo la extracción y separación de la fracción hidrosoluble y liposoluble, para la cuantificación de la actividad antioxidante. Finalmente, se midieron los carotenoides presentes en cada una de las especies vegetales, en la fracción liposoluble correspondiente.

A continuación, se explica la metodología empleada para la extracción y cuantificación de estos parámetros.

3.3. Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante total

3.3.1. Fenoles totales

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios que constituyen la principal clase de antioxidantes presentes prácticamente en todas las plantas y en altas concentraciones en frutas y verduras, pudiendo alcanzar valores de 1 g/ día en la dieta, aproximadamente diez veces más que la vitamina C (Faller y Fialho, 2010).

Una de las principales funciones de estos compuestos es proteger a los organismos contra el estrés oxidativo, inducido por especies de radicales libres (You *et al.*, 2011).

- **Extracción**

Para la obtención de los extractos empleados para la determinación de los fenoles totales se llevaron a cabo los siguientes procedimientos.

La extracción para la cuantificación de los compuestos fenólicos se llevó a cabo mediante un extracto de metanol (80:20), al que se le añadió 0,083 g/L de FNa. En un tubo de centrifuga se añadió el peso de la muestra y se adicionó el extractante de metanol, cuyo volumen en ml dependió del producto hortícola, estando entre 0,5 y 2,5 ml por gramos de muestra.

A continuación se homogenizó la muestra durante 2 minutos con un Polytron IK Labortech T25 Basic a 22000 rpm (Figura 12).

Seguidamente, las muestras se centrifugaron en una centrífuga Sigma 2 – 16PK Startorius (Figura 13) a 12000 rpm durante 12 minutos a 5°C. Las muestras fueron mantenidas en hielo.

Pasado el tiempo, se recogió el sobrenadante (Figura 14) y se midió su volumen. Las muestras fueron conservadas en tubos criogénicos de 1,8 ml en el congelador a -80°C hasta su posterior uso.



Figura 12. Politrón IK T25 basic

Figura 13. Centrífuga Sigma 2 - 16 PK Startorius.

Figura 14. Obtención del extracto para la cuantificación de fenoles.

- **Cuantificación**

La determinación del contenido de fenoles se llevó a cabo mediante el método de Folin - Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999). Se prepararon tubos de ensayo de 15 ml por duplicado para cada muestra. Para 50 μ L de muestra se adicionaron 2,5 ml de reactivo Folin – Ciocalteu al 10% y 450 μ L de agua destilada. Se agitaron los tubos de ensayo durante 3 minutos en un agitador de vaivén RSLAB-7 (Figura 15).

Trascurrido ese tiempo, se añadieron 2,5 ml de CO_3Na_2 a cada tubo y se agitaron 10 segundos. Posteriormente se introdujeron al baño María durante 5 minutos y se midió la absorbancia a 760 nm con un espectrofotómetro Spectronic Unicam Helios Beta (Figura 16) en cubetas de espectrofotómetro.

Los valores de absorbancia fueron comparados con la curva de calibrado del ácido pirogalol (Figura 17) y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido pirogalol por gramo de peso fresco de la muestra.



Figura 15. Agitador de vaivén RSLAB-7



Figura 16. Espectrofotómetro Spectronic Unicam Helios Beta

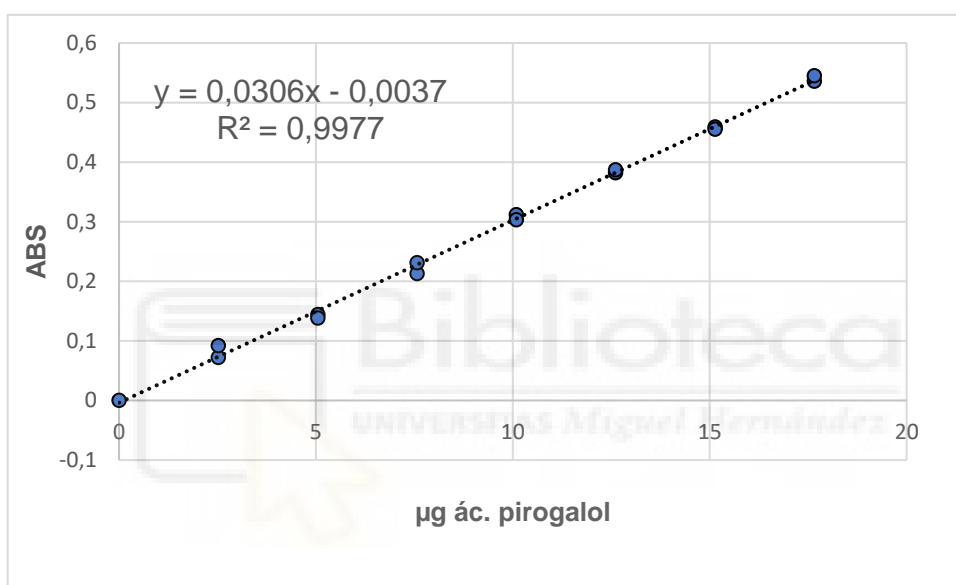


Figura 17. Recta de calibrado para la cuantificación de fenoles

3.3.2. Carotenoides totales

Los carotenoides son un grupo de pigmentos liposolubles ampliamente distribuidos en la naturaleza, especialmente abundantes en las frutas de color amarillento – anaranjado y en los vegetales de hojas verde oscura.

Desde el punto de vista nutricional y fisiológico, el interés por estos compuestos se debe a su actividad provitamínica – A y en los últimos tiempos por su capacidad antioxidante y su relación con la incidencia de enfermedades crónicas, como las cardiovasculares o el cáncer (Pinazo-Durán *et al.*, 2009).

Para la determinación del contenido en carotenoides se usaron los extractos obtenidos de la fase liposoluble.

Las muestras fueron medidas por triplicado en cubetas de espectrofotómetro de cuarzo a 450 nm. Los resultados fueron expresados como mg β -caroteno/ 100 g de peso fresco de la muestra.

3.3.3. Actividad antioxidante total

- **Separación de la fracción liposoluble e hidrosoluble**

Para la obtención de los extractos empleados para la determinación de la actividad antioxidante de la fase liposoluble e hidrosoluble se llevaron a cabo los siguientes procedimientos.

En un tubo de centrífuga se añadió el peso de la muestra y 10 ml de tampón fosfato. Se homogenizó la mezcla con un Polytron IK Labortech T25 Basic a 22000 rpm durante 2 minutos. Se añadieron 10 ml de etil acetato y se centrifugó a 22000 rpm durante 12 minutos a 5°C.

Una vez pasado el tiempo, se separó la fase hidrosoluble de la liposoluble (Figura 18) mediante un embudo de decantación cónico Labbox LBG (Figura 19) de 60 ml y cada fase se almacenó en eppendorfs de 1,5 ml en el congelador a -80°C.

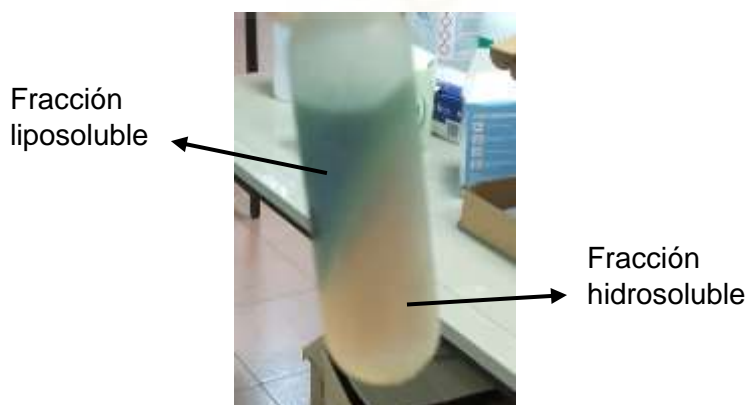


Figura 18. Separación de la fracción liposoluble e hidrosoluble.



Figura 19. Embudo de decantación Labbox LBG para la separación de la fracción liposoluble e hidrosoluble.

3.3.3.1. Actividad antioxidante total en la fracción hidrosoluble

La determinación de la actividad antioxidante total de la fracción hidrosoluble se llevó a cabo mediante el método ABTS. Para ello, se mezclaron 25 μL de ABTS 10 mM, 25 μL de H_2O_2 y 25 μL de peroxidasa en una cubeta de espectrofotómetro. Se dieron pequeños golpes para homogeneizar la mezcla y que pudiese dar lugar la reacción. A continuación, se añadieron 875 μL de tampón glicina.

Se midió la absorbancia a 730 nm en el espectrofotómetro Spectronic Unicam Helios Beta. Finalmente se añadieron 50 μL de nuestra muestra problema y se midió su absorbancia a los 90 segundos. Las muestras se midieron por triplicado. La actividad antioxidante total de la muestra será proporcional a la disminución de la lectura de la absorbancia entre la primera y la última medida.

Los valores de absorbancia finales se expresaron en función de la recta de calibrado de Trolox y se expresaron en mg equivalentes de Trolox /100 g de peso fresco de la muestra (Figura 20).

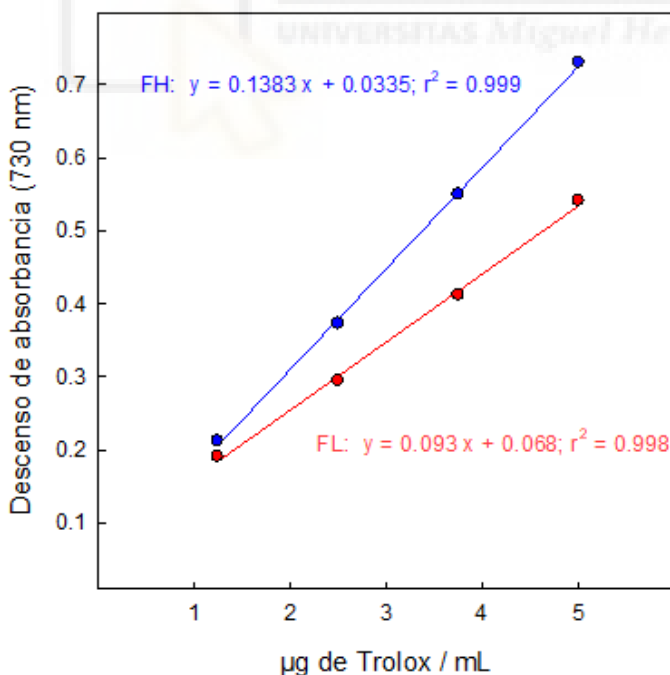


Figura 20. Rectas de calibrado para la cuantificación de la actividad antioxidante total de las fracciones hidrosolubles y liposolubles.

3.3.3.2. Actividad antioxidante total en la fracción liposoluble

Para la determinación de la actividad antioxidante de la fase liposoluble se procedió de igual manera, con la única diferencia de que se usó etil acetato en vez de tampón glicina.

3.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico (ANOVA) seguido de un test de rango múltiple para la separación de medias y la determinación de diferencias significativas o no significativas en cada una de las especies vegetales. Las diferencias se consideran significativas cuando $p < 0.05$. Este procedimiento fue realizado con el programa StatGraphics Plus 5.0 software.



4. RESULTADOS

4.1. Fenoles totales

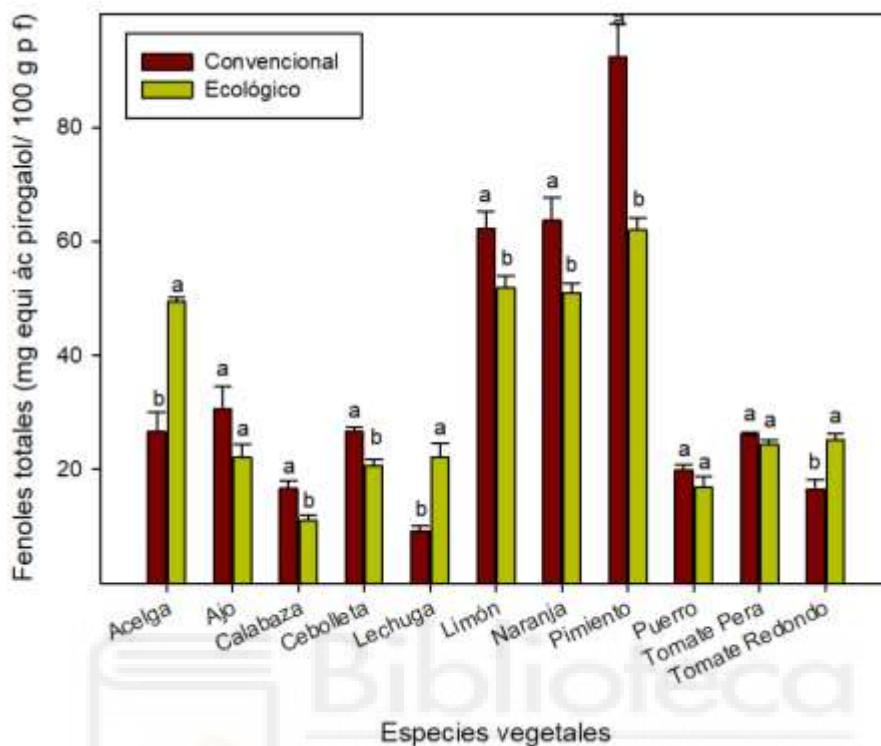


Figura 21. Fenoles totales en especies vegetales cultivadas en condiciones ecológicas y convencionales. Letras diferentes arriba de las barras indican diferencias significativas de acuerdo al LSA de Fisher al 95% de nivel de confianza ($n=3$).

Los valores del contenido en fenoles totales para especies vegetales ecológicas y no ecológicas están comprendidos entre 9,24 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco de muestra y 92,42 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco de muestra (Figura 21). El valor más alto en contenido en fenoles se encuentra en el pimiento, tanto en el ecológico como en el convencional. El valor más bajo en contenido en fenoles se observa en la lechuga convencional, con 9,24 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco de muestra.

Comenzando por la acelga, podemos observar que hay diferencias significativas entre el contenido de fenoles en la hortaliza ecológica y no ecológica, siendo más alto para la ecológica, con 49,39 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco. En contraposición, la acelga convencional cuenta con 26,64 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco. En la lechuga también encontramos diferencias significativas en su contenido de fenoles, con 22,2 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco para la ecológica y 9,24 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco para la no ecológica.

Por último, en el tomate redondo se observan igualmente valores más altos en el tomate ecológico que en el convencional, con valores de 25,18 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco y 16,59 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco respectivamente.

Para la mayoría de las especies vegetales encontramos diferencias significativas donde el contenido en fenoles es mayor en la cultivada convencionalmente. El ejemplo más característico lo podemos observar en el pimiento, donde el contenido en fenoles para el pimiento convencional es de 92,42 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en contraposición a los 62,02 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco para el ecológico. En el limón y la naranja, los valores del contenido en fenoles en los frutos convencionales son similares, con 63,75 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco y 62,28 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco respectivamente. En cambio, para los frutos ecológicos de estas especies, los valores del contenido en fenoles son más bajos, con 51,85 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en el limón ecológico y 50,93 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco para la naranja ecológica. Asimismo, en la cebolleta el valor del contenido en fenoles en la convencional es de 26,72 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco y 20,73 en la ecológica. Finalmente, en la calabaza el valor del contenido en fenoles en la convencional es de 16,68 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco y 11,06 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en la ecológica.

Para concluir, se observan algunas especies para las que no hay diferencias significativas en el contenido de fenoles para la hortaliza ecológica y no ecológica. La primera de ellas es el ajo, con 30,67 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en la convencional y 22,06 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en la ecológica. Otra especie que se encuentra en esta situación sería el puerro, con 19,84 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en el puerro convencional y 16,96 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en el ecológico.

Por último, en el tomate pera tampoco se encuentran diferencias significativas, siendo el contenido en fenoles de 26,05 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en el fruto convencional y 24,31 mg equivalentes de ácido pirogalol / 100 g de peso fresco en el ecológico.

4.2. Carotenoides totales

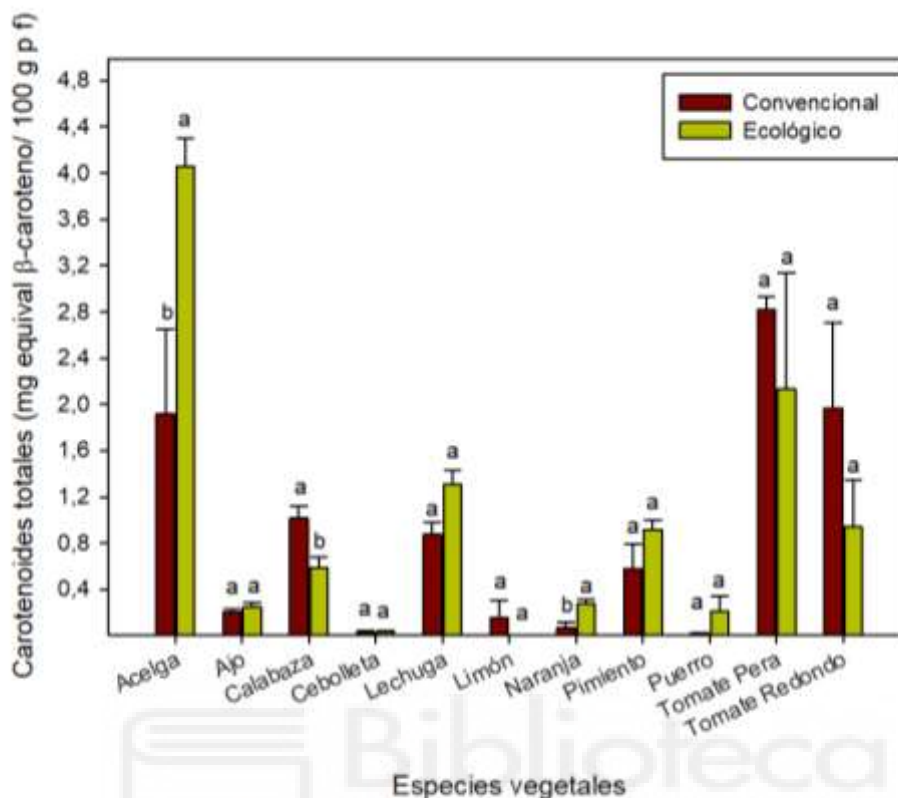


Figura 22. Carotenoides totales en las especies vegetales cultivadas en condiciones ecológicas y convencionales. Letras diferentes arriba de las barras indican diferencias significativas de acuerdo al LSA de Fisher al 95% de nivel de confianza ($n=3$).

Los valores del contenido en carotenoides totales están comprendidos entre 0,01 y 4,06 mg equivalentes β -caroteno /100 g de peso fresco de la muestra (Figura 22). El valor más elevado corresponde a la acelga ecológica, mientras que el más bajo está atribuido al limón ecológico.

Se observan diferencias significativas entre las diferentes especies en las que los valores para la hortaliza ecológica son mayores, como en acelga y naranja. Como ha sido mencionado anteriormente, el contenido en carotenoides para la acelga ecológica es de 4,06 mg equi β -caroteno /100 g p.f., mientras que el contenido para la acelga convencional es inferior, con 1,92 mg equi de β -caroteno /100 g p.f. En el caso de la naranja, la ecológica presenta un contenido en carotenoides totales de 0,28 mg equi de β -caroteno /100 g p.f., en contraposición con 0,07 mg equi de β -caroteno /100 g p.f. en la convencional.

Por otra parte, se observan diferencias significativas en las que la cantidad de carotenoides es mayor en la especie cultivada convencionalmente, como es el caso de la calabaza con 1,02 mg equi β -caroteno /100 g p.f. y 0,59 mg equi β -caroteno /100 g p.f. en la calabaza ecológica.

Por último, no se encontraron diferencias significativas entre el contenido de carotenoides entre la hortaliza ecológica y convencional en ajo, cebolleta, lechuga, limón, pimiento, puerro, tomate pera y tomate redondo. De todas estas especies, el tomate pera y el tomate redondo convencionales son los que presentaron un mayor contenido en carotenoides totales, con 2,82 mg equi β -caroteno /100 g p.f. y 1,97 mg equi β -caroteno /100 g p.f., respectivamente.

Con valores cercanos a 1 mg equi β -caroteno /100 g p.f. se encuentran la lechuga y el pimiento. Por último, con los valores más bajos de carotenoides totales, se encuentran el ajo, el limón y la cebolleta, con 0,20, 0,16 y 0,03 mg equi β -caroteno /100 g p.f., respectivamente.



4.3. Actividad antioxidante total de la fracción hidrosoluble

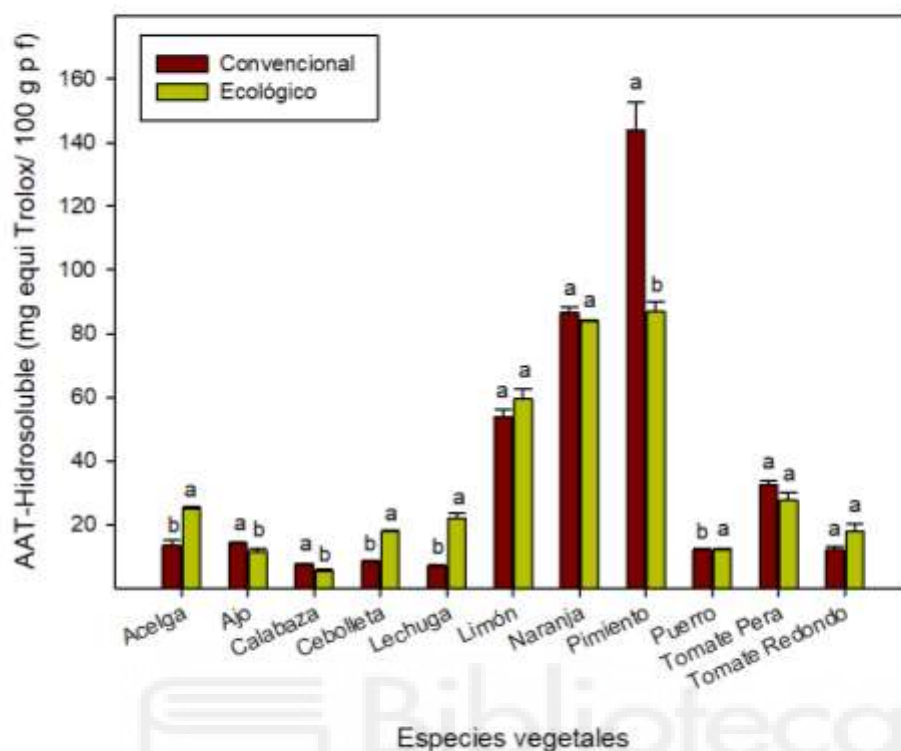


Figura 23. Actividad antioxidante total de la fracción hidrosoluble en las especies vegetales cultivadas en condiciones ecológicas y convencionales. Letras diferentes arriba de las barras indican diferencias significativas de acuerdo al LSA de Fisher al 95% de nivel de confianza (n=3)

Los valores para la actividad antioxidante total en la fracción hidrosoluble para las especies vegetales ecológicas y no ecológicas están comprendidos entre 5,49 y 143,84 mg equivalentes de Trolox / 100 gramos de peso fresco de muestra (Figura 23). La mayor actividad antioxidante total se observa en el pimiento convencional, con 143,84 mg equi Trolox / 100 g p.f. y la menor en la calabaza ecológica, con 5,49 mg equi Trolox / 100 g p.f.

En las especies vegetales de acelga, cebolleta, lechuga y puerro se observan diferencias significativas en las que la actividad antioxidante total es mayor en la hortaliza ecológica. Para la acelga, se alcanza un valor de 24,82 mg equi Trolox / 100 g p.f., en contraste con 13,42 mg equi Trolox / 100 g p.f. en la convencional. En la cebolleta, la actividad antioxidante total es de 17,89 mg equi Trolox / 100 g p.f. para la ecológica y 8,34 mg equi Trolox / 100 g p.f. en la convencional. En la lechuga se observa una gran diferencia de la actividad antioxidante total entre la lechuga ecológica y convencional, con valores de 21,92 mg equi Trolox / 100 g p.f. y 6,87 mg equi Trolox /

100 g p.f., respectivamente. Finalmente, en el puerro no se observan tantas diferencias, pero aún así la actividad antioxidante total para el puerro ecológico es de 12,23 mg equi Trolox / 100 g p.f., mientras que para el convencional es de 11,01 mg equi Trolox / 100 g p.f.

Asimismo, se encuentran diferencias significativas en especies donde la actividad antioxidante total es mayor en las hortalizas convencionales, como son el ajo, la calabaza y el pimiento. La mayor actividad antioxidante total de todas estas especies se observa en el pimiento, con 143,84 mg equi Trolox / 100 g p.f. frente a 86,93 mg equi Trolox / 100 g p.f. en el pimiento ecológico. El ajo y la calabaza cuentan con una actividad antioxidante total mucho menor que el pimiento convencional, con valores en convencional de 14,04 mg equi Trolox / 100 g y 7,45 mg equi Trolox / 100 g p.f., respectivamente.

En último lugar, no se observan diferencias significativas entre los tipos de cultivo ecológicos y convencionales en las especies de limón, naranja, tomate pera y tomate redondo. La mayor actividad antioxidante total de este grupo lo encontramos en la naranja, con valores que oscilan entre los 86 mg equi Trolox / 100 g p.f. para ambos frutos. Seguidamente, se observan valores de 53 mg equi Trolox / 100 g p.f. para ambos tipos de cultivo de limón. Los valores de la actividad antioxidante total en el tomate pera alcanzan los 32 mg equi Trolox / 100 g p.f., estando en último lugar el tomate redondo, con 12,13 mg equi Trolox / 100 g p.f.

4.4. Actividad antioxidante total de la fracción liposoluble

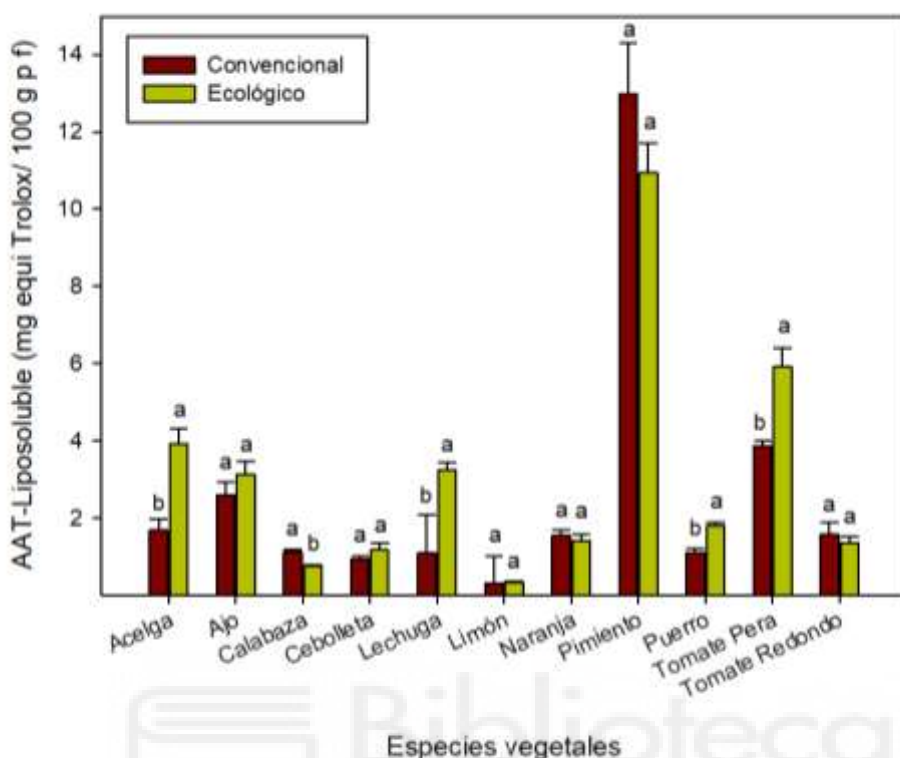


Figura 24. Actividad antioxidante total de la fracción liposoluble en las especies vegetales cultivadas en condiciones ecológicas y convencionales. Letras diferentes arriba de las barras indican diferencias significativas de acuerdo al LSA de Fisher al 95% de nivel de confianza (n=3).

Los valores de la actividad antioxidante total en la fracción liposoluble para las especies vegetales convencionales y ecológicas están comprendidos entre 12,98 mg equivalentes de Trolox/100 gramos de peso fresco, correspondiente al pimiento convencional y 0,32 mg de peso equivalente de Trolox/100 gramos de peso fresco, perteneciente al limón convencional (Figura 24).

Se observan diferencias significativas donde la hortaliza ecológica presenta valores más altos en acelga, lechuga, puerro y tomate pera. De estas especies, la que presenta una mayor actividad antioxidante total es el tomate pera, con 5,92 mg equi Trolox/100 g p.f., contando con 3,86 mg equi Trolox/100 g p.f. para el caso del fruto convencional. En el caso de la acelga, la ecológica cuenta con 3,92 mg equi Trolox/100 g p.f., mientras que la convencional solo cuenta con 1,70 mg equi Trolox/100 g p.f. En la lechuga, los valores para la ecológica y convencional son 3,23 mg equi Trolox/100 g p.f. y 1,09 mg equi Trolox/100 g p.f., respectivamente. Por último, en el puerro encontramos los valores más bajos de actividad antioxidante total de este bloque, con 1,81 mg equi Trolox/100 g p.f.

y 1,11 mg equi Trolox/100 g p.f. para el puerro ecológico y convencional, respectivamente.

Por otra parte, se encuentran diferencias significativas en la actividad antioxidante total entre la calabaza ecológica y convencional, siendo mayor el valor de éste último, con 1,12 mg equi Trolox/100 g p.f.

Finalmente, no se encuentran diferencias significativas en los valores de actividad antioxidante total de la fracción liposoluble entre las especies de ajo, cebolleta, limón, naranja, pimiento y tomate redondo, encontrando el mayor valor en el pimiento convencional, con un valor aproximado de 12 mg equi Trolox/100 g p.f. El resto de las especies presentan una actividad antioxidante total de la fracción liposoluble con valores mucho menores que el pimiento. El ajo convencional se encuentra en siguiente lugar (2,60 mg equi Trolox/100 g p.f.), siguiéndole el tomate redondo convencional (1,58 mg equi Trolox/100 g p.f.), la naranja convencional (1,54 mg equi Trolox/100 g p.f.) y por último, la cebolleta convencional (0,94 mg equi Trolox/100 g p.f.) y el limón convencional (0,32 mg equi Trolox/100 g p.f.)



5. DISCUSIÓN

Los alimentos ecológicos están asociados con propiedades nutricionales mejoradas por el público en general, así como por prácticas agrícolas sostenibles no contaminantes (Zanoli y Naspetti, 2002). Esta percepción del consumidor ha llevado a un incremento de la demanda de frutas y vegetales ecológicas (Raigón *et al.*, 2010). Muchos consumidores creen que los alimentos ecológicos son más saludables que los producidos convencionalmente y que son producidos de un modo ambientalmente sostenibles (Zanoli y Naspetti, 2002).

Está claro que los alimentos ecológicos sí que se cultivan de una forma sostenible, ya que sino no podrían obtener esa etiqueta de alimento ecológico. Sin embargo, no está claro que el cultivo ecológico *per se* produzca alimentos con mejores propiedades nutritivas y nutracéuticas (Reche *et al.*, 2019). Las propiedades nutracéuticas y funcionales son producidas por compuestos del metabolismo secundario de las plantas, sobre todo por los fenoles y carotenoides que, entre otras funciones, son compuestos atrapadores de radicales libres, no enzimáticos, que mantienen la célula en condiciones óptimas e impiden su oxidación. Estos compuestos, al ser comidos en la dieta, nos ayudan a mantener la salud de las personas y previenen el envejecimiento y muchas enfermedades. Por ello, en este trabajo se ha estudiado la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales, así como carotenoides en diferentes especies cultivadas de forma ecológica y convencional.

Como se ha observado en la Figura 21, no todas las hortalizas estudiadas se han comportado de la misma forma respecto al contenido de fenoles totales cuando han sido cultivadas de forma ecológica o convencional. Así, las hortalizas que han presentado más fenoles totales cultivadas ecológicamente que las convencionales han sido la acelga, la lechuga y el tomate redondo. Las que han presentado más fenoles totales cultivadas convencionalmente han sido la calabaza, la cebolleta, el limón, la naranja y el pimiento. Las especies que no han presentado diferencias significativas en el contenido de fenoles totales han sido el ajo, el puerro y el tomate pera.

Estos resultados tan dispares también han sido obtenidos por otros autores. Así, se han encontrado especies que no presentan diferencias significativas en el contenido de fenoles totales entre las cultivadas ecológica y convencionalmente, como el plátano, naranja y manzana (Faller y Fialho, 2010), en berenjena (Raigón *et al.*, 2010), tomates (Anttonen y Karjalainen, 2006; Juroszek *et al.*, 2009) y en jínjoles (Reche *et al.*, 2019). Sin embargo, han encontrado más cantidad de fenoles totales en cultivos ecológicos de papaya y mandarina (Faller y Fialho, 2010).

En otras especies, hallan más fenoles totales en especies cultivadas convencionalmente, como en mango (Faller y Fialho, 2010) y en ciruelas amarillas (Lombardi – Boccia *et al.*, 2004).

Por tanto, parece que el tipo de cultivo, ecológico o convencional, no influye en el contenido de fenoles totales de las especies, ya que en unas el contenido es mayor en las producidas ecológicamente, otras en las convencionales y otras es igual.

En cuanto al contenido en carotenoides totales tampoco se ha encontrado un resultado claro entre las distintas especies cultivadas ecológica o convencionalmente. Así, como se puede ver en la Figura 22, la acelga y naranja presentan un contenido superior de carotenoides totales en las especies cultivadas ecológicamente que en las convencionales. En el caso de la calabaza es al revés, y en ajo, cebolleta, lechuga, limón, pimiento, puerro y tomates pera y redondo no se han presentado diferencias significativas entre ambos tipos de cultivo.

Otros autores también encuentran resultados que no están claros respecto al contenido de carotenoides totales en hortalizas y frutos cultivados de forma ecológica o convencional. Así, en jínjoles (Reche *et al.*, 2019), tomates y fresas (Canis – Veyrat *et al.*, 2004; Conti *et al.*, 2014; Juroszek *et al.*, 2009), estos autores encuentran más carotenoides en los cultivos ecológicos, mientras que otros autores no encuentran diferencias significativas en ambos tipos de cultivos, como en ciruelas (Lombardi – Boccia *et al.*, 2004) y en fruto de la pasión (De Oliveira *et al.*, 2017).

En cuanto a la actividad antioxidante total de la fracción hidrosoluble, la respuesta a la forma de cultivo tampoco ha sido la misma en las diferentes especies estudiadas (Figura 23). Así, en acelga, cebolleta, lechuga baby y puerro, este parámetro ha sido mayor en las hortalizas cultivadas ecológicamente. Sin embargo, en ajo, calabaza y pimiento el contenido de este parámetro ha sido mayor en las hortalizas cultivadas convencionalmente. Y, finalmente, no se han encontrado diferencias significativas en limón, naranja, tomate pera y tomate redondo.

Los compuestos que más intervienen en la actividad antioxidante total de la fracción hidrosoluble son los fenoles totales (Almansa *et al.*, 2016). Por eso, si se observa el patrón del contenido en fenoles totales (Figura 21) con el patrón de la actividad antioxidante total de la fracción hidrosoluble (Figura 23) de las diferentes especies estudiadas y entre las cultivadas ecológica y convencionalmente, se puede ver que el patrón es el mismo, tal como pasa en otros frutos como jínjoles (Almansa *et al.*, 2019), con una correlación r^2 de 0,927.

También se puede observar que los resultados de la actividad antioxidante total de la fracción hidrosoluble presentan una cantidad que está entre 5,49 y 143,84, mientras que la actividad antioxidante total de la fracción liposoluble (Figura 24) está entre 0,32 y 12,98 mg eq. de Trolox / 100 g p.f. Esto indica que la fracción hidrosoluble está entre 12 y 17 veces mayor que la actividad antioxidante total de la fracción liposoluble, tal como se ha encontrado en otros frutos como en jínjoles (Almansa *et al.*, 2016).

Otros investigadores tampoco han hallado diferencias significativas entre la actividad antioxidante total en diferentes especies cultivadas ecológica y convencionalmente como en manzana (Valavanidis *et al.*, 2009), tomates (Juroszek *et al.*, 2009), fruta de la pasión (De Oliveira *et al.*, 2017) o jínjoles (Reche *et al.*, 2019).



6. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA

6.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos, se puede decir que el cultivo ecológico no produce un mayor valor nutracéutico o bioactivo en las hortalizas y frutas estudiadas, ya que en todos los parámetros cuantificados, como son fenoles totales, carotenoides totales y actividad antioxidante total, tanto de la fracción hidrosoluble como liposoluble, se han producido respuestas diversas.

Así, en unas especies estos parámetros han sido mayores en las hortalizas y frutos cultivados ecológicamente, en otros en los cultivados convencionalmente y en otros no han presentado diferencias significativas.

6.2. Proyección futura

En un futuro, se puede seguir investigando si el tipo de cultivo, ecológico y convencional, influye en los parámetros nutricionales de estas hortalizas y frutas, para saber si realmente los alimentos ecológicos son más nutritivos, idea que también está entre los consumidores y que no tiene por qué ser cierta a la luz de las conclusiones obtenidas en este trabajo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Almansa, S., Hernández, F., Legua, P., Nicolás-Almansa, M., & Amorós, A. (2016). Physico-chemical and physiological changes during fruit development and on-tree ripening of two Spanish jujube cultivars (*Ziziphus jujuba* Mill.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 4098 – 4105.
- Anttonen, M.J., & Karjalainen, R.O. (2006). High-performance liquid chromatography analysis of black currant (*Ribes nigrum* L.) fruit phenolics grown either conventionally or organically. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7530 – 7538.
- Canis – Veyrat, C., Amiot, M.J., Tyssandier, V., Grassely, D., Buret, M., Mikolajczak, M., Guillard, J-C., Bouteloup- Demange, C., & Borel, P. (2004). Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant plasma status in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 6503 – 6509.
- Conti, S., Villari, G., Faugno, S., Melchionna, G., Somma, S., & Caruso, G. (2014). Effects of organic vs. conventional farming system on yield and quality of strawberry grown as annual or biennial crop in southern Italy. *Scientia Horticulturae*, 180, 63 – 71.
- De Oliveira, A.B., Lopes, M.M.A., Moura, C.F.H., Oliveira, L.S., de Souza, K.O., Filho, E.G., Urban, L., & Alcántara de Miranda, M.R. (2017). Effects of organic vs. conventional farming systems on quality and antioxidant metabolism of passion fruit during maturation. *Scientia Horticulturae*, 222, 84 – 89.
- Faller, A.L.K., & Fialho, E. (2010). Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods, *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 561 – 568
- FAO, preguntas frecuentes sobre agricultura ecológica. (consultado en 2021): <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/es/>
- Ferre, M.G. (2005). La agricultura ecológica: Una oportunidad para el desarrollo rural de la Comunidad Valenciana, *Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*, 9, 95-102.
- García-Mier, L., Guevara-González, R.G., Mondragón- Olguín, V.M., Verduzco-Cuellar, B., & Torres – Pacheco, I. (2013). Agriculture and bioactive: achieving both crop yield and phytochemicals, *Internacional Journal of Molecular Sciences*, 14, 4203 – 4222.

Godfray, J.H.C., Bedington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327, 812 – 818.

Grupo de Expertos sobre Cambio Climático (consultado en 2021):
<https://www.ipcc.ch/>

Juroszek, P., Lumpkin, H.M., Yan, R.-Y., Ledesma, D.R., & Ma, C.-H. (2009). Fruit quality and bioactive compound with antioxidant activity of tomatoes grown on-farm: Comparison of organic and conventional management systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1188 – 1194.

Klimczuk, A., & Klimczuk-Kochańska, M. (2020). Organic Agriculture, *The Palgrave Encyclopedia of Global Security Studies*, 1 – 7.

Lester, G.E. (2006). Organic versus conventionally grown produce: quality differences and guidelines for comparison studies, *HortScience*, 41, 296 – 300.

Lombardi – Boccia, G., Lucarini, M., Lanzi, S., Aguzzi, A., & Cappelloni, M. (2004). Nutrients and antioxidants molecules in yellow plums (*Prunus domestica L.*) from conventional and organic productions: A comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 90 – 94.

Nejadkoorki, F. (2012). Environmental Benefits of Organic Farming, *International Conference on Applied Life Sciences*.

Picchi, V., Migliori, C., Lo Scalzo, R., Campanelli, G., Ferrari, V., & Di Cesare, L. (2012). Phytochemical content in organic and conventionally grown Italian couliflower, *Food Chemistry*, 130, 501-509.

Pinazo – Durán, M.D., Olmedilla, B., Muñoz, A. (2009). Las bases micronutricionales de la salud ocular, 69 – 74. <https://digital.csic.es/handle/10261/90370>

Raigón, M.D., Rodríguez – Burruezo, A., & Prohens, J. (2010). Effects of organic and conventional cultivation methods on composition of eggplants fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 6833 – 6840.

Reche, J., Hernández, F., Almansa, M.S., Carbonell – Barrachina, Á.A., Legua, P., & Amorós, A. (2019). Effects of organic and conventional farming on the physicochemical and functional properties of jujube fruits. *Food Science and Technology*, 99, 438 – 444.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela – Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin – Ciocalteu reagent, *Methods in Enzymology*, 299, 152 – 178.

Valavanidis, A., Vlachoianni, T., Psomas, A., Zovoili, A., & Siatis, V. (2009). Polyphenolic profile and antioxidant activity of five apple cultivars grown under organic and conventional agricultural practices, *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1167 – 1175.

You, Q., Wang, B., Chen, F., Huang, Z., Wang, X., & Luo, P.G. (2011). Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars, *Food Chemistry*, 125, 201 – 208.

Zanoli, R., & Naspetti, S. (2002). Consumer motivations in the purchase of organic food. *British Food Journal*, 104, 613 – 629.

