

## Resumen

La actual problemática medioambiental está demandando sistemas de producción más sostenibles, con menos residuos y más respetuosos con los ecosistemas. Las prácticas agrícolas convencionales tienen un alto impacto en la composición biológica, bioquímica y en la fertilidad de los suelos. Además, el uso de algunos productos fitosanitarios tiene un alto impacto en la fauna de los ecosistemas y conlleva posibles riesgos para la salud humana. Por estos motivos, los hábitos de consumo han evolucionado hacia una mayor demanda de productos provenientes de sistemas de producción alternativos como los de la agricultura ecológica. En este sentido, las variedades tradicionales o ecotipos son materiales altamente interesantes para este tipo de sistemas de producción al tratarse de material vegetal adaptado a condiciones locales específicas (normalmente de bajos insumos), con rasgos de calidad característicos como, por ejemplo, caracteres de calidad organoléptica, que aportan un valor añadido extra. Asimismo, se trata de germoplasma con una amplia variabilidad genética, lo que supone una interesante fuente de recursos genéticos para potenciales programas de mejora, concretamente para la adaptación a la producción ecológica. El cultivo del pimiento (*Capsicum* sp.) resulta de especial interés en estos programas, además de por la importancia económica de esta hortaliza, por el gran número de tipos varietales y ecotipos originarios de diferentes centros de diversidad secundarios. Además, a los frutos de pimiento se le atribuyen elevadas propiedades nutricionales, gracias a su alto contenido en compuestos antioxidantes y una alta variedad de características organolépticas, lo cual diversifica y potencia sus usos culinarios.

En la presente tesis se ha estudiado la calidad nutricional y organoléptica del cultivo del pimiento (*Capsicum* sp.) en los dos estados de madurez comercial (verde y maduro) y bajo diferentes prácticas culturales (sistemas ecológico y convencional). Así, se han analizado los principales compuestos nutricionales de los frutos de pimiento: el ácido ascórbico, los compuestos fenólicos y los carotenoides; así como la composición de la fracción volátil de los frutos, y se ha estudiado su variación en una amplia colección varietal, que incluye ecotipos procedentes de Denominaciones de Origen Protegidas (DOPs) e Indicaciones Geográficas Protegidas (IGPs), según el estado de madurez, el sistema de cultivo y sus interacciones. Adicionalmente, también se ha estudiado la fertilidad biológica del suelo a través de las actividades enzimáticas de la fosfatasa

alcalina y la catalasa en interacción con el cultivo del pimiento bajo los sistemas de cultivo convencional y ecológico.

El estudio de la calidad nutricional (contenido en ácido ascórbico, carotenoides, fenoles totales y flavonoides individuales) mostró amplios rangos de variación según el factor genotipo, aunque el estado de maduración y el sistema de cultivo también contribuyeron a las diferencias observadas. En el estudio de flavonoides individuales, la luteolina tuvo la mayor contribución al total de flavonoides en pimiento para ambos estados de maduración, salvo alguna excepción, seguida de la quercetina y la miricetina, y en menor medida por la apigenina y el kenferol. Se detectaron correlaciones entre los flavonoides en ambos estados de maduración, especialmente entre los principales flavonoides, luteolina y quercetina, y entre la quercetina y el kenferol, lo cual permitiría selecciones positivas indirectas. En general, los frutos maduros presentaron niveles superiores de compuestos bioactivos, especialmente para el ácido ascórbico. Asimismo, el cultivo ecológico proporcionó, en general, niveles más altos de ácido ascórbico y compuestos fenólicos en el estado maduro. La notable interacción genotipo  $\times$  sistema de cultivo para el contenido en ácido ascórbico y fenoles totales, y en menor intensidad para el contenido en flavonoides individuales, permitió la selección de varias accesiones con alto rendimiento en estos compuestos, bajo condiciones de cultivo ecológico en ambos estados de maduración. Por el contrario, los efectos del sistema de cultivo y la interacción genotipo  $\times$  sistema de cultivo no resultaron significativos en los niveles de carotenoides, cuya variación se debió principalmente al factor genotipo.

El estudio de la composición volátil permitió encontrar amplias diferencias cuantitativas y cualitativas para este factor de calidad organoléptica en los frutos de pimiento, dependiendo principalmente del factor genético y del estado de maduración, mientras que el sistema de cultivo afectó en menor medida y significativamente a algunos compuestos volátiles individuales. Se encontraron un total de 124 y 122 volátiles en el estado inmaduro y maduro, respectivamente. Según la contribución general de cada grupo químico, en *C. annuum* destacaron los monoterpenos (aromas herbales) en el estado inmaduro y los alcanos y sesquiterpenos (aromas céreos, a madera y dulces) en el estado maduro. En *C. baccatum*, destacaron los productos de escisión lipoxigenasa en ambos estados de maduración (mezcla de fragancias grasas/herbales/afrutadas) y el grupo de los ésteres en las especies *C. chinense* y *C. frutescens* (aromas frutales y dulces). Los cambios en el perfil volátil con la maduración fueron evidentes y muy diversos según el genotipo,

sin embargo, la tendencia general fue la reducción de los monoterpenos y monoterpenoides, de aromas herbales y verdes característicos, y el incremento relativo de otros grupos químicos con combinaciones variadas de aromas frutales/florales/dulces/madera/cerosos. En general, el sistema de cultivo ecológico favoreció la acumulación de compuestos volátiles en ambos estados de maduración y durante el proceso de maduración.

Las actividades enzimáticas fosfatasa alcalina y catalasa aumentaron durante la fase de cultivo, con actividades máximas generales en la fase intermedia, especialmente para la fosfatasa alcalina. El sistema de cultivo tuvo una mayor contribución a la variación, resultando significativo y superior para el sistema convencional en fase intermedia para ambas actividades y estando generalmente seguido del factor genotipo, significativo para la fosfatasa alcalina en fase intermedia. Se observaron diferencias entre genotipos en cada fase y sistema de cultivo. La interacción genotipo  $\times$  sistema de cultivo permitiría seleccionar variedades, con capacidad para que los suelos acumularan mayores valores de las actividades enzimáticas fosfatasa alcalina y catalasa, en el sistema de cultivo ecológico.

En definitiva, los resultados de este trabajo proporcionarán información de especial utilidad para programas de investigación en hortalizas de alto valor añadido y programas de mejora de la calidad en agricultura ecológica, así como para el control de autenticidad de variedades tradicionales.