

# ALIMENTOS ECOLÓGICOS, CALIDAD Y SALUD



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca

# ALIMENTOS ECOLÓGICOS, CALIDAD Y SALUD



## ALIMENTOS ECOLÓGICOS, CALIDAD Y SALUD

© *Edita:* JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca.  
Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).

Publica: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

© *Textos:* M<sup>a</sup> Dolores Raigón Jiménez.

Colección: Agricultura.

Serie: Agricultura ecológica.

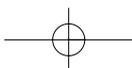
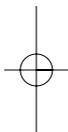
Depósito Legal: SE-553-07

I.S.B.N.: 978-84-8474-217-3

Diseño, Maquetación e Impresión: IDEAS, Exclusivas y Publicidad, S. L.

*A mi padre*

Porque de ti aprendí, girando la cabeza a derechas e izquierdas, el nombre de tantos cultivos en esos viajes de la infancia, y la pasión por la agricultura.



## PRÓLOGO

La oferta de alimentos del mundo moderno es cada vez más especializada y sofisticada. Cada día aparecen en los mercados nuevas gamas de productos con propiedades alimenticias o medicinales. La incorporación de *bifidus*, vitaminas, ácidos de distintos rangos, etc.... es ya algo habitual en la elaboración de los alimentos. A pesar de esta sofisticación, muchos consumidores perciben que la mayoría de los alimentos están perdiendo sus características tradicionales más elementales: el color, el sabor y sus propiedades nutricionales. Ante esta situación muchos consumidores se preguntan si “el pan es pan y el vino es vino”.

Decía Picasso que sus cuadros eran buenos, más que por las pinceladas que tenían, por las que no tenían. Quizás, en estos tiempos modernos, cuando hablamos de alimentos, en los que la mayoría de ellos cobran un valor de excelencia en función de que posean características más o menos sofisticadas, debidas a sus procesos de producción o elaboración, el recuperar la importancia de lo que no está, se muestra como algo más importante.

Los distintos informes que publica cada año la Unión Europea en cuanto a la presencia de residuos químicos en los alimentos, ponen en evidencia que aún existe un porcentaje considerable de estos que contienen niveles de plaguicidas que superan los límites máximos establecidos (LMR). Y esto se produce a pesar de que, en los países desarrollados, los controles y el seguimiento de la utilización de pesticidas es cada vez más riguroso y preciso.

Si bien es cierto que los alimentos ecológicos no contienen residuos de plaguicidas en niveles significativos, como así aparecen en todos los estudios realizados en nuestro país y fuera de él, no menos importante es que la mayoría de los alimentos ecológicos contienen otras cualidades en cuanto al contenido en materia seca, proteínas, minerales, vitaminas, etc.... muy superiores a la de alimentos convencionales.

Todos estos aspectos son analizados, documentados y valorados con rigor y precisión por la Dra. Dolores Raigón en esta obra, en base a sus numerosos estudios y en base a los estudios e informes recopilados.

La información aquí recogida, es necesaria, importante y oportuna, de tal suerte que no puede dejar insensible a la sociedad en general, especialmente a los padres, a los educadores, a los profesionales de la medicina, a los investigadores o a los deportistas... Tampoco debe dejar insensible la obra a los responsables políticos de la alimentación y la salud de los ciudadanos. Si es cierto, que somos lo que comemos, o como le gusta decir a la autora “somos lo que asimilamos”, no cabe duda de que a la luz de la información recogida en esta obra, se hace necesaria una alternativa de consumo agroecológica que puede mejorar nuestra alimentación, nuestra salud y la salud del propio planeta.

Se dejaba sentir la falta de un texto de estas características en lengua española y creo que indudablemente este se conformará para el futuro, como un texto de referencia básica en el conjunto de la comunidad Latinoamericana. A partir de la información aportada por la Dra. Raigón se demuestra que “otra forma de alimentación es hoy necesaria y posible”.

José L.Porcuna  
Ex-Presidente de SEAE

## ÍNDICE

	Pág.
1. Introducción	13
2. Alimentos y nutrientes	17
3. Riesgos en la producción agroalimentaria	53
3.1. Sustancias añadidas a los alimentos	55
3.2. Sustancias tóxicas que proceden del medio	63
3.3. Repercusión de los métodos de producción y conservación	66
4. Agricultura y ganadería ecológica	73
4.1. Impactos de la Agricultura Convencional	73
4.2. Principios de la Agricultura y Ganadería Ecológica	76
4.3. Prácticas culturales en Agricultura Ecológica	83
4.4. Prácticas culturales en Ganadería Ecológica	87
4.5. Marco legal de los alimentos ecológicos	92
4.6. Certificación de los alimentos ecológicos	94
5. Disminución de sustancias nocivas: Nitratos	99
6. Aumento de la composición nutricional	123
6.1. Niveles de sodio, potasio, calcio y magnesio	123
6.2. Niveles de hierro y fósforo	131
6.3. Niveles de proteína, grasa y ácidos grasos	134
6.4. Niveles de agua y materia seca	142
6.5. Niveles de vitamina C y antioxidantes	149
7. Aumento de los atributos sensoriales de calidad: Aspecto, textura y flavor	157
8. Tipificación de los alimentos ecológicos y convencionales	177
9. Los alimentos sanos provienen de suelos sanos	181
10. Bibliografía	187

## Índice de figuras

Figura 2.1.	Complementación de los aminoácidos	26
Figura 2.2.	Pirámide alimentaria	45
Figura 4.1.	Principales causas de erosión genética citadas en los informes nacionales del primer informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos	76
Figura 4.2.	Pilares fundamentales para la producción ganadera ecológica	88
Figura 4.3.	Sellos de garantía de la producción ecológica	96-97
Figura 5.1.	Ciclo del nitrógeno en un sistema de producción agrícola convencional	100
Figura 5.2.	Ciclo del nitrógeno en un sistema de producción agrícola ecológico	101
Figura 5.3.	Ruta de reducción del nitrógeno en la planta	102
Figura 5.4.	Contenidos medios comparativos de $\text{NO}_3^-$ (mg/100 g material vegetal) en col china, lechuga, acelga y espinaca	107
Figura 5.5.	Contenido de nitratos (mg $\text{NO}_3^-$ /100 g de materia fresca) en col china según el tipo de cultivo (ecológico, convencional). Intervalos LSD al 95%	107
Figura 5.6.	Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico, convencional) en hinojo con riego por goteo. Intervalos LSD al 95%	108
Figura 5.7.	Contenido de nitratos (mg $\text{NO}_3^-$ /100 g de materia fresca) según el tipo de cultivo (ecológico, convencional) en lechuga. Intervalos LSD al 95%	108
Figura 5.8.	Contenido de nitratos (mg $\text{NO}_3^-$ /100 g de materia fresca), en función de la parte (externa, interna) y el tipo de producción (ecológico, convencional) en col china. Intervalos LSD al 95%	109
Figura 5.9.	Contenido de nitratos (mg $\text{NO}_3^-$ /100 g de materia fresca) en función de la parte (externa, interna) y el tipo de producción (ecológico, convencional) en lechuga. Intervalos LSD al 95%	109
Figura 5.10.	Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) según la parte de la planta (externa e interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%	110
Figura 5.11.	Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico, convencional) y de la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo con riego por goteo. Intervalos LSD al 95%	110
Figura 5.12.	Valores de nitratos (mg/100 g de materia fresca) en cebolla babosa según el tipo de cultivo y el momento de recolección. Intervalos LSD al 95%	111
Figura 5.13.	Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) en función del sistema de riego (goteo y manta) y la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo de cultivo ecológico. Intervalos LSD al 95%	112
Figura 5.14.	Contenido de nitratos (mg $\text{NO}_3^-$ /100 g de materia fresca) en col china, en función del sistema de riego. Intervalos LSD al 95%	112
Figura 5.15.	Contenido de nitratos (mg $\text{NO}_3^-$ /100 g de materia fresca) en lechuga, en función del sistema de riego. Intervalos LSD al 95%	113
Figura 5.16.	Contenido de nitratos (mg $\text{NO}_3^-$ /100 g de materia fresca) en función del sistema de riego y el tipo de producción. Intervalos LSD al 95%	114
Figura 5.17.	Efecto de la asociación del cultivo de lechuga con hinojo en la acumulación de nitratos (mg $\text{NO}_3^-$ /100 g de material vegetal fresco) de las hojas. Intervalos LSD al 95%	116

Figura 5.18. Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) de escarola en función de la asociación de cultivos. Intervalos LSD al 95%	116
Figura 5.19. Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) de hinojo en función de la asociación de cultivos. Intervalos LSD al 95%	117
Figura 5.20. Actividad máxima de la nitrato reductasa ( $\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}^{-1} \text{ mf h}^{-1}$ ) de las lechugas romanas en cultivo en reconversión, ecológico y convencional en función de parte analizada. Intervalos LSD al 95%	117
Figura 5.21. Contenido (%) de proteína en las lechugas de cultivo en reconversión, ecológico y convencional en función de la parte estudiada. Intervalos LSD al 95%	118
Figura 5.22. Correlación entre la nitrato reductasa y el contenido en hierro	119
Figura 5.23. Correlación entre el contenido en nitratos y en sodio	119
Figura 5.24. Correlación entre la actividad de la nitrato reductasa y el contenido en sodio	120
Figura 5.25. Correlación entre el contenido en nitrógeno total y en sodio	120
Figura 5.26. Correlación entre el contenido en clorofila total y la actividad de la nitrato reductasa	121
Figura 6.1. Contenidos medios comparativos de Na (mg/100 g de material vegetal) en col china, lechuga, acelga y espinaca	123
Figura 6.2. Contenidos medios comparativos de K (mg/100 g de material vegetal) en col china, lechuga, acelga y espinaca	124
Figura 6.3. Contenidos medios comparativos de Ca (mg/100 g de material vegetal) en col china, lechuga, acelga y espinaca	124
Figura 6.4. Contenido en sodio en col china (mg Na/100 g de materia fresca) en función del cultivo (ecológico, convencional) y el sistema de riego. Intervalos LSD al 95%	125
Figura 6.5. Contenido en sodio en lechuga romana (mg Na/100 g de materia fresca) en función del sistema de producción y de la parte analizada la planta. Intervalos LSD al 95%	126
Figura 6.6. Contenido en sodio (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico y convencional) y de la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo con riego por goteo. Intervalos LSD al 95%	126
Figura 6.7. Valores de sodio (mg Na/100 g) en cebolla babosa según el tipo de cultivo y el momento de recolección. Intervalos LSD al 95%	127
Figura 6.8. Contenido en potasio en lechuga (mg K/100 g de materia fresca) en función del tipo de cultivo y la parte de la planta (externa, interna). Intervalos LSD al 95%	127
Figura 6.9. Contenido en potasio (mg/100 g de materia fresca) en función de la parte de la planta (externa o interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%	128
Figura 6.10. Contenido en calcio en lechugas (mg Ca/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción y de la parte analizada de la planta. Intervalos LSD al 95%	128
Figura 6.11. Contenido en calcio (mg/100 g de materia fresca) en función de la parte de la planta (externa o interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%	129

Figura 6.12. Contenido en calcio (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico y convencional) y de la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo con riego por goteo. Intervalos LSD al 95%	130
Figura 6.13. Contenido en magnesio en manzanas (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico y convencional)	130
Figura 6.14. Contenido en hierro (mg/100 g de materia fresca) en función de la parte de la planta (externa o interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%	132
Figura 6.15. Contenido en hierro (mg/100g de materia fresca) de hinojo en función de la asociación de cultivos. Intervalos LSD al 95%	132
Figura 6.16. Contenido en Fe (mg/100 g de materia seca) del grano de judía ecológica y convencional	133
Figura 6.17. Contenido en fósforo (mg/100 g de materia fresca) en función de la parte de la planta (externa o interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%	133
Figura 6.18. Contenido en fósforo (mg/100 g de materia fresca) en función del sistema de riego y de la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo de cultivo ecológico. Intervalos LSD al 95%	134
Figura 6.19. Evolución en el tiempo del consumo de macronutrientes	136
Figura 6.20. Contenido en proteína (g/100 g) en huevos procedentes de producción ecológica e intensiva	137
Figura 6.21. Contenido en proteína (g/100 g) en carne de conejo procedente de producción ecológica e intensiva	138
Figura 6.22. Niveles de grasa (%) en carne de conejo, según procedencia de producción y sexo. Valores de significación al 95% de confianza	139
Figura 6.23. Composición de la fracción de ácidos grasos del huevo procedente de producción ecológica e intensiva	140
Figura 6.24. Proporción en ácidos grasos (%) en los aceites de oliva de la variedad Serrana de Espadán en condiciones de regadío y secano, en ecológico y convencional	141
Figura 6.25. Contenido en humedad (%) en lechugas de cultivo ecológico (eco) y convencional (conv). Intervalos LSD al 95%	143
Figura 6.26. Contenido en humedad (%) en lechugas en función del sistema de riego y el tipo de producción. Intervalos LSD al 95%	143
Figura 6.27. Contenido en humedad (%) de lechuga en función del sistema de cultivo y de la parte de la planta. Intervalos LSD al 95%	144
Figura 6.28. Contenido mineral (%) del zumo en las muestras de frutos cítricos en función del tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza	144
Figura 6.29. Observación de la pudrición de las hojas de col china	146
Figura 6.30. Observación de la conservación de frutos cítricos	147
Figura 6.31. Variación en el tiempo de los niveles de pudrición (%) de los frutos, por variedad y tipo de cultivo	148
Figura 6.32. Contenido de vitamina C (mg/100 g) en las frutas rojas	151

Figura 6.33. Contenido en ácido ascórbico (mg/100 g) del zumo en las muestras de frutos cítricos en función del tipo de cultivo. Intervalos LSD al 95% de confianza	151
Figura 6.34. Contenido en ácido ascórbico (mg/100 g) del zumo en las muestras de frutos cítricos en función del tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza	152
Figura 6.35. Contenido de polifenoles totales (mg kg <sup>-1</sup> ) en las frutas rojas	153
Figura 6.36. Contenido de antioxidantes totales (mmol kg <sup>-1</sup> ) en las frutas rojas	154
Figura 6.37. Índice de polifenoles totales en uvas de la variedad Moscatel	154
Figura 6.38. Valores de polifenoles (mg de ácido cafeico/kg) en los aceites de la variedad Serrana de Espadán	155
Figura 7.1. Fases o niveles de medida organoléptica	160
Figura 7.2. Efecto de la asociación del cultivo de lechuga con hinojo sobre el peso bruto (g). Intervalos LSD al 95%	161
Figura 7.3. Valores del peso individual del fruto cítrico en función del tipo de cultivo y la variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza	162
Figura 7.4. Valores promedio del peso unitario de la semilla en judía grano en función del sistema de producción (ecológico y convencional). Intervalos LSD al 95% de confianza	162
Figura 7.5. Distribución de formas de los frutos cítricos ecológicos (derecha) y convencionales (izquierda)	163
Figura 7.6. Valores del índice de forma del huevo ecológico e intensivo. Intervalos de confianza al 95%	164
Figura 7.7. Valores del dureza (kg cm <sup>-1</sup> ) en manzanas ecológicas y convencionales. Intervalos de confianza al 95%	165
Figura 7.8. Apreciación visual del color de lechugas ecológicas y convencionales	165
Figura 7.9. Contenido en clorofila total (mg/g de materia fresca) en lechuga romana de cultivo en reconversión, ecológico y convencional en función de la parte de la hoja. Intervalos LSD al 95%	166
Figura 7.10. Índice de color de los cítricos (ecológicos y convencionales) del grupo de las naranjas. Intervalos de confianza al 95%	167
Figura 7.11. Comparación del color de la yema del huevo	167
Figura 7.12. Rendimiento (%) de aceite esencial de la corteza de frutos cítricos en función del tipo de cultivo. Intervalos LSD al 95% de confianza	168
Figura 7.13. Composición porcentual del aceite esencial de corteza de lane-late convencional y ecológico	171
Figura 7.14. Composición porcentual del aceite esencial de corteza de navel convencional y ecológica	172
Figura 7.15. Huevos cocidos intensivos (izquierda) y ecológicos (derecha)	173
Figura 7.16. Tortilla de huevo intensivo (izquierda) y ecológica (derecha)	173
Figura 7.17. Resultados de la valoración sensorial en el huevo cocido	174
Figura 7.18. Resultados de la valoración sensorial en la tortilla	174
Figura 8.1. Coeficientes estandarizados de la función discriminante en la clasificación de los frutos cítricos en función del tipo de cultivo	177

Figura 8.2. Clasificación de sistemas de producción de huevos (ecológicos e intensivos) en función de las unidades Haugh, color de yema y contenido en proteína	178
Figura 8.3. Representación del análisis factorial de (humedad, cenizas, nitratos, molibdeno y sodio) en el material vegetal analizado (ecológico y convencional)	179

### Índice de cuadros

Cuadro 2.1. Clasificación de los glúcidos	22
Cuadro 2.2. Clasificación de las proteínas	24
Cuadro 2.3. Clasificación de los lípidos	29
Cuadro 2.4. Dosis diaria recomendada (DDR), acción y déficit de las vitaminas	36-37
Cuadro 2.5. Dosis diaria recomendada (DDR), acción y repercusiones del déficit de los minerales	38-39
Cuadro 2.6. Composición nutricional de cereales	46
Cuadro 2.7. Composición nutricional de huevos, lácteos y aceite de oliva	47
Cuadro 2.8. Composición nutricional de carnes	48
Cuadro 2.9. Composición nutricional de pescados y mariscos	49
Cuadro 2.10. Composición nutricional de legumbres y frutos secos	50
Cuadro 2.11. Composición nutricional de verduras	51
Cuadro 2.12. Composición nutricional de frutas	52
Cuadro 4.1. Efectos de las prácticas agrícolas sobre determinados recursos medioambientales	82
Cuadro 4.2. Efectos de la materia orgánica en los suelos de cultivo	86-87
Cuadro 5.1. Asociaciones en hortalizas	115
Cuadro 6.1. Concentraciones de Fe (mg/100 g de materia fresca) en diferentes hojas (externas e internas) de col china y lechuga romana en función de la procedencia (ecológica, convencional) y el sistema de riego	131
Cuadro 6.2. Concentraciones de Fe (mg/100 g de materia fresca) en hinojo (tallo y bulbo) en función de la procedencia (ecológica, convencional) y el sistema de riego	131
Cuadro 6.3. Período de conservación y estado de la col china	146
Cuadro 6.4. Contenido en polifenoles (mg ácido cafeico/100 g m.f.) de cebolla babosa según el tipo de cultivo y el momento de recolección	156
Cuadro 7.1. Rendimientos en aceites esenciales de semilla y parte herbácea del hinojo ecológico y convencional	169
Cuadro 7.2. Composición porcentual mayoritaria de los aceites esenciales de semilla y parte herbácea del hinojo ecológico y convencional	170
Cuadro 9.1. Principales diferencias entre los sistemas de producción agrícola ecológica y convencional	182
Cuadro 9.2. Valores estandarizados de los parámetros del suelo en el análisis factorial	185
Cuadro 9.3. Valores estandarizados de los parámetros después de la rotación Varimax en suelos	185

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde 1940 se han estado produciendo intensos cambios tecnológicos en la agricultura. Estos cambios están relacionados con los avances en la mecanización agraria, en el campo de la genética, en las aplicaciones de productos biológicos, químicos, etc. Las producciones se han incrementado en prácticamente todos los cultivos entre un 100-400%, debido a una combinación de la propagación de las plantas, incremento del uso de fertilizantes de origen químico, etc. La consecuencia directa ha originado lo que se conoce como agricultura intensiva, que tiene sus orígenes con el establecimiento de la llamada *revolución verde*, que desarrolló un modelo de agricultura industrializada, basada principalmente en el empleo de fertilizantes químicos y productos fitosanitarios de síntesis, así como en la introducción de nuevas variedades de aspecto más atractivo y en la mecanización de los cultivos.

Una de las consecuencias inmediatas de estas técnicas agronómicas fue el incremento de los rendimientos por unidad de superficie, lo que derivó en la necesidad de intensificar el abonado químico y el empleo de productos fitosanitarios. A largo plazo se ha observado que la implantación de estas prácticas ha generado una disminución de los incrementos de la productividad, un incremento del coste energético (energía utilizada/energía obtenida), una pérdida de la fertilidad y aumento de la erosión de los suelos, una contaminación de los recursos naturales y del medio ambiente en general, así como una pérdida integral de la calidad de los alimentos, que abarca desde la disminución de su valor nutritivo, hasta el incremento de patologías asociadas a su composición química y que tienen su origen, principalmente, en la intensificación de las prácticas de fertilización, uso de fitosanitarios, etc.

En este sentido, la biotecnología ha jugado un papel muy importante en la agricultura y ganadería. La modificación genética de plantas y animales empieza hace aproximadamente 10000 años cuando se domestican los primeros seres vivos. La mayoría de frutas, verduras, o cultivos actuales han estado modificados genéticamente de alguna manera, mediante el empleo de las técnicas tradicionales de producción selectivas. Algunos de los cultivos más importantes, no podrían haberse desarrollado sin la intervención humana. Y esta intervención ha permitido producir más alimentos, con algunas modificaciones en sus contenidos nutricionales y más resistentes a condiciones agronómicas desfavorables, plagas y enfermedades vegetales. La biotecnología se ha convertido en una herramienta que rápidamente altera la composición genética de organismos y presenta un enorme potencial para aumentar la cantidad y calidad en el suministro de alimentos, aunque también ha planteado incertidumbres sobre la seguridad de estos alimentos. Agricultores y ganaderos han usado las técnicas tradicionales de selección para mejorar cosechas o ganado, plantando las mejores semillas y engendrando sólo los animales más fuertes, con ello se ha permitido el paso de los rasgos más deseables para las próximas generaciones.

La importancia de la alimentación sobre la salud, ha quedado patente con las crisis del sector agroalimentario. Es fundamental para proteger al consumidor, dar a conocer todos los factores que influyen sobre la inocuidad de los alimentos, con el objetivo final de poder elegir, entre la gran variedad de alimentos, aquellos que más garantías de calidad global ofrecen.

### **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

---

can. Los riesgos potenciales más importantes asociados a la dieta humana son la contaminación microbiológica y el desequilibrio nutricional, además de los contaminantes medioambientales, tóxicos de diversas naturalezas, residuos de plaguicidas y aditivos alimentarios. Además, la seguridad en el suministro de alimentos puede verse afectada por la existencia de compuestos usados en la producción agrícola y por residuos industriales que actúan como contaminantes del medioambiente. Estos contaminantes químicos pueden ser absorbidos por las plantas y a su vez consumidos por animales pequeños. Estas plantas y animales sirven de alimento a otros animales más grandes, que son comidos a su vez por otros animales más grandes, pasando los contaminantes de este modo a través de la cadena alimenticia a todos los niveles del suministro de los alimentos.

Es casi imposible escoger una dieta que esté libre de todos los riesgos potenciales a los cuales están expuestos los alimentos. Mientras la ciencia desarrolla herramientas para combatir algunos de estos riesgos, los cambios en la tecnología agrícola, los nuevos modelos de comercialización de los alimentos, las comidas preparadas, y los cambios en los hábitos dietéticos, están aumentando los riesgos asociados a la seguridad alimentaria, bien debida a la contaminación por nuevos agentes microbianos o por la inclusión de nuevos riesgos asociados a la tecnología. Los productos fitosanitarios aumentan los rendimientos de las cosechas, pero contaminan frutas y verduras, los materiales empleados en el embalaje, y que en principio están diseñados para proteger, pueden traspasar determinados tóxicos a los alimentos, y los aditivos empleados para conservar la comida pueden causar alergias e intolerancias.

El valor nutricional de los alimentos se determina por su composición química, la cual está en función de su potencial genético y del resto de factores de producción y transformación. Los productos empleados en postcosecha pueden ser también decisivos a la hora de la valoración nutricional y organoléptica de un alimento.

Es curioso destacar que los objetivos marcados dentro de los planes de producción vegetal, en el establecimiento de la llamada agricultura intensiva o convencional, han estado centrados principalmente en el aumento de la productividad por encima de la búsqueda de productos de óptima maduración, nutricionalmente equilibrados, con posibilidad de procesado, almacenamiento, con disminución de los niveles de tóxicos, etc. De la misma manera, la obtención de alimentos de origen animal se ha basado principalmente, en el aumento de los rendimientos, olvidando en el proceso ganadero, factores vinculados al bienestar animal, a la alimentación sana y equilibrada de los animales y, como consecuencia, a su repercusión en la composición de los alimentos de ellos derivados. El valor nutricional, ha sido un factor insignificante en todo el proceso de industrialización de la agricultura y ganadería, considerado sólo para algunos cultivos, principalmente relacionados con búsqueda de calidad de la proteína de algunos granos, en relación con la malnutrición de diferentes grupos poblacionales.

En esta publicación se presenta la clasificación de los principales nutrientes que componen los alimentos, así como las necesidades y su influencia en el organismo. Se insiste en la repercusión que las técnicas agronómicas tienen sobre la composición nutricional de los ali-

## 1. INTRODUCCIÓN

mentos y en como las metodologías de producción en agricultura y ganadería ecológicas originan alimentos de mayor valor nutritivo, más equilibrados, más saludables, con un mayor potencial de sus propiedades organolépticas y con la simultánea ausencia de productos contaminantes.

El marco legal establecido por la Unión Europea para la producción ecológica vegetal y animal se inscribe en un contexto más general, como es el de la política de calidad de los productos agropecuarios. Esta política que nació a comienzos de 1990, pretende responder a la demanda cada vez más acuciante de los consumidores de productos específicos, frente a la creciente estandarización de los productos convencionales.

Es necesario avanzar en el conocimiento de las nuevas sensibilidades a favor de alimentos más nutritivos, sanos y cercanos a las producciones naturales, y que a la vez respondan a una conciencia y exigencias superiores para con la salud y la calidad de los alimentos por parte de los consumidores y para con la sostenibilidad global de las formas de producción alimentaria. Así lo han demostrado Hajslova *et al.* (2005) al estudiar con detalle el comportamiento del cultivo de patata de producción ecológica.

Las técnicas agroalimentarias de producción ecológica tienen unos marcados efectos positivos sobre la calidad final de los alimentos, por un lado inciden en la disminución de la contaminación por sustancias nocivas, y por otro lado tienen una relación directa sobre la composición nutricional y equilibrada de los alimentos, así como en la mejora de las cualidades organolépticas. Con todo ello, los alimentos ecológicos tendrán unas consecuencias positivas sobre la salud porque en el proceso de producción se garantiza la ausencia de residuos químicos.

Los métodos de producción ecológica implican importantes restricciones en la utilización de productos fitosanitarios que deben dar lugar a la ausencia de residuos de este origen en los productos agrarios. El manejo contra los agentes nocivos en agricultura ecológica (AE) es el de mantener y favorecer la presencia de fauna auxiliar y mantener la población de los agentes nocivos en unos niveles determinados económicamente aceptables, sin pretender su eliminación, con ello se eliminan los riesgos de presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos y la contaminación del entorno.

Son varias las publicaciones donde se plasman los conocimientos actuales sobre el impacto del sistema de producción (ecológico o convencional) sobre el valor nutricional de los alimentos destinados al consumo humano. Los resultados son altamente variables y contradictorios aludiendo a los numerosos factores que influyen en la composición química y nutricional (AFSSA, 2003), entre los que destaca como más significativos, la variedad y raza, la estación de producción, la climatología, el suelo, el estado de madurez, el almacenamiento, o factores más estrictamente vinculados al sistema de agricultura (fertilización, tratamientos fitosanitarios, etc.) y ganadero (alimentación, densidad de carga, empleo de hormonas y fármacos, etc.)

### **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

---

En consecuencia, los resultados mostrados en el presente trabajo son las conclusiones de años de trabajo sobre la comparación nutricional de alimentos producidos bajo sistemas de producción ecológica y convencional en condiciones mediterráneas, controlando todos aquellos parámetros que de alguna manera podrían interferir sobre los contenidos nutricionales. Estos resultados dependientes de ser confirmados por nuevos estudios, ponen de manifiesto, los beneficios nutricionales y sanitarios que pueden aportar sobre la dieta los alimentos producidos bajo sistemas ecológicos, a la par de eliminar riesgos de contaminación medioambiental, asociados a los sistemas de producción agrarios y ganaderos.

## 2. ALIMENTOS Y NUTRIENTES

La alimentación es el proceso por el cual se produce la incorporación de alimentos al organismo. Se trata de un proceso voluntario y consciente, siendo la elección de los alimentos totalmente intencionada por el gusto o apetencia de la persona. La nutrición es el conjunto de procesos fisiológicos por los que el organismo transforma y utiliza las distintas sustancias químicas que forman los alimentos. Es un proceso involuntario e inconsciente que depende del propio organismo y de procesos corporales como la digestión o la absorción de nutrientes, así como de los factores vinculados en el proceso, como la temperatura ambiental, etc. Los nutrientes son sustancias integrantes de los alimentos y necesarias para el metabolismo humano, entre las características que definen a los nutrientes destacan; poseer una composición química conocida, saber la función que el nutriente desempeña en el organismo y que cuando aparece un síndrome carencial, éste desaparece al reponer de nuevo la ingesta del nutriente carencial.

Los nutrientes se absorben a través del aparato digestivo, cuya salud e integridad dependen, básicamente, de los alimentos ingeridos. La nutrición óptima consiste en ingerir los mejores alimentos posibles para permitir que el organismo esté tan sano como sea posible y para que funcione tan bien como pueda.

Para obtener un estado saludable, las personas necesitan consumir los nutrientes en las combinaciones correctas y en las cantidades apropiadas, proporcionadas por los alimentos ingeridos. Los nutricionistas han desarrollado dietas para satisfacer estas necesidades. Las necesidades son únicas para cada persona y dependen de una serie de factores, que varían desde la capacidad interna (estado de fuerza o debilidad), hasta los efectos que el medio ambiente tiene sobre la persona. Uno de los temas más discutidos dentro del campo de la nutrición y de la alimentación, es el de fijar cual es la dieta óptima para el ser humano. Se considera que una dieta es equilibrada si contiene todos los alimentos necesarios para conseguir un estado nutricional óptimo. A este estado se llega si mediante la alimentación se cubren los siguientes objetivos:

- Aporte de la cantidad suficiente de nutrientes energéticos (calorías) para que el organismo realice los procesos metabólicos, físicos y mentales necesarios.
- Suministrar al organismo los suficientes nutrientes con funciones plásticas (proteínas) y reguladoras (vitaminas y minerales).
- Alcanzar un equilibrio (incidencia más baja de enfermedades y longevidad) entre las cantidades de nutrientes ingeridos mediante la dieta.

Los alimentos cuando se consumen, generan energía y aportan los nutrientes necesarios, que una vez absorbidos permiten mantener la vida, y los procesos de crecimiento y repro-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

ducción. La ciencia de la nutrición estudia las funciones fisiológicas de los nutrientes y sus requerimientos en la dieta, así como, la digestión, absorción, transporte y metabolismo de los alimentos y los nutrientes, y de otras sustancias contenidas en ellos.

A través de los alimentos se introducirán en la dieta sustancias no sintetizables, pero imprescindibles para el organismo, como las vitaminas, cuya deficiencia provoca la aparición de enfermedades. Por ello, se han fijado unos valores mínimos o dosis diarias recomendadas (DDR) para cubrir las necesidades mínimas del organismo.

Un régimen alimentario equilibrado es fundamental para el buen funcionamiento del organismo. La gran diversidad de alimentos, permite organizar y diversificar un régimen adecuado a cada individuo en función de su actividad diaria, su edad, etc. Algunos estudios demuestran que, en la vitamina C, la dosis recomendada de 60 mg/día, a pesar de ser suficiente para prevenir el escorbuto, no lo es para prevenir otras enfermedades crónicas. De hecho, se corrobora el papel preventivo de la vitamina C (ingerida en dosis superiores a la DDR) frente a un amplio abanico de enfermedades como afecciones cardíacas, dolencias degenerativas o cáncer (White *et al.*, 2002).

La disponibilidad de los alimentos para los diferentes grupos poblacionales está en función de factores geográficos, socioeconómicos, culturales, religiosos, el nivel educacional, las condiciones y estilo de vida, y el estado de salud. Todos estos factores influyen sobre el tipo y contenido de alimentos que se consumen. En algunas áreas del planeta, la dieta está limitada exclusivamente a los alimentos de producción local. En otras regiones más desarrolladas, el almacenaje, transporte y procesado de alimentos durante todo el año posibilita la disponibilidad de los alimentos en todas las estaciones, así como facilita el acceso a alimentos que se producen en otras latitudes. Además los alimentos son un foco de interacción y de aceptación social, algunas personas eligen unos alimentos específicos porque están asociados a ellos, aspectos relacionados con el confort, sensaciones emocionales, seguridad y convicciones personales.

Los alimentos se clasifican según el Código Alimentario por su gran importancia y utilidad en el ámbito alimentario, y se distinguen entre carnes y derivados, aves y caza, pescados y mariscos, huevos y derivados, leche y derivados, grasas comestibles, cereales, leguminosas, tubérculos y derivados, harinas y derivados, hortalizas y verduras, frutas y derivados, edulcorantes naturales y derivados, condimentos y especias, alimentos estimulantes y derivados, conservas animales y vegetales, platos preparados, agua y hielo, helados, bebidas no alcohólicas y bebidas alcohólicas.

El valor nutricional de los productos agroalimentarios se determina a través de su composición química, la cual está en función del potencial genético del producto vegetal o ganadero, así como del resto de factores que influyen en el sistema de producción (localización, climatología y época de cultivo, entre otros). Además, los distintos métodos y productos empleados en el proceso de postcosecha (almacenamiento y/o manipulación) pueden ser importantes y decisivos en la composición y calidad final del producto alimenticio, por ejemplo en frutas y vegetales, se han observado pérdidas de ácido ascórbico y ácido fólico cuan-

do los alimentos no se refrigeraban o se protegían de su marchitamiento (Hagen y Schweigert, 1983). Por lo tanto, la composición de los alimentos es altamente variable y en ella influyen principalmente:

- **La técnica agrícola y ganadera:** la variedad y raza elegida, el sistema de producción, el modo de fertilización que condiciona la composición cualitativa y cuantitativa del producto, etc.
- **La transformación:** las técnicas en la industria de alimentos hacen que se modifique el valor alimenticio de los productos, como por ejemplo un refinado excesivo de harinas, azúcares, etc., conlleva una disminución de vitaminas y minerales en los productos transformados.

En la composición nutritiva de cualquier alimento hay que distinguir, en función de la cantidad en que están presentes, entre macronutrientes que son los que ocupan la mayor proporción de los alimentos y los micronutrientes, que se encuentran en pequeñas proporciones.

Los macronutrientes son las proteínas, lípidos e hidratos de carbono o glúcidos, y se puede incluir también en este grupo a la fibra y al agua, aunque éstos últimos no se consideren nutrientes, por no aportar calorías. Al grupo de los macronutrientes se les conoce por nutrientes energéticos, ya que son compuestos que el metabolismo utiliza como combustible celular. Algunas proteínas son utilizadas por el organismo para construir y regenerar el propio cuerpo y se les conoce como nutrientes plásticos. Según un estudio realizado por expertos de la FAO-OMS (1988), las proporciones óptimas son:

- Las **proteínas** deben suponer entre el 10 y 15% del aporte calórico total, no siendo nunca inferior la cantidad total de proteínas ingeridas a 0.75 g por día y de alto valor biológico. Además, el organismo puede sacar energía de las proteínas, ya que un gramo de proteína proporciona 4 kcal.
- Los **glúcidos** aportarán al menos un 55-60% del aporte calórico total, de forma general, un gramo de hidratos de carbono produce 4 kcal.
- Los **lípidos** no sobrepasarán el 30% de las calorías totales ingeridas. La función de estos nutrientes es esencialmente energética, ya que un gramo de grasa produce 9 kcal.

Entre los micronutrientes se encuentran las vitaminas y los minerales. A pesar de las pequeñas cantidades que requiere el organismo, los micronutrientes son imprescindibles para la vida. Las vitaminas y los minerales tienen funciones de regulación, ya que facilitan y controlan los procesos bioquímicos que tienen lugar en los seres vivos. Una fuente natural de micronutrientes son los alimentos frescos, principalmente frutas y verduras. Algunos alimentos procesados contienen micronutrientes que se le han añadido durante su industrialización, éstos se denominan **alimentos funcionales**.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Algunos alimentos, sobre todo de origen vegetal, contienen una serie de componentes denominados **sustancias bioactivas** o compuestos fitoquímicos, que a pesar de no tener valor nutritivo son muy beneficiosos para el organismo. Estas sustancias tienen un papel muy importante en la salud humana, ya que el consumo de alimentos ricos en estas sustancias (presentes en frutas y verduras) repercute en un menor riesgo de contraer determinadas enfermedades (Bahorun *et al.*, 2004; Moure *et al.*, 2001).

Las principales funciones de los alimentos son el aporte de energía, la contribución a la estructura del organismo y la regulación de los procesos biológicos.

La energía necesaria para las reacciones bioquímicas y los procesos internos del organismo se abastece por los hidratos de carbono, lípidos y proteínas. De ellos se obtiene energía al oxidarlos, en el interior de las células con el oxígeno, que transporta la sangre. Parte de esta energía se usa para sintetizar nuevos compuestos y mantener las funciones básicas del cuerpo, como combustible para la actividad física diaria y algo se pierde en forma de calor. La energía que aportan los nutrientes y no es requerida inmediatamente se almacena, principalmente en forma de grasa, estos depósitos energéticos pueden ser un suministro cuando la energía no está disponible a través de la dieta. Cuando se consume más energía que la necesaria, ésta se almacena y se produce un aumento del peso, por el contrario cuando se consume menos energía que la necesaria, el organismo recurre a la almacenada y se produce disminución del peso corporal.

Las proteínas, los lípidos, los minerales y el agua son los nutrientes estructurales o plásticos. Los músculos están formados principalmente por proteínas y agua, los huesos están compuestos de un armazón de proteína entremezclada con minerales. A nivel celular, los lípidos y las proteínas constituyen las membranas que rodean las células. Un varón adulto delgado está formado aproximadamente por un 62% de agua, menos de un 1% de hidratos de carbono, 16% de grasa, 16% de proteína y sobre el 5% de minerales y otras sustancias.

Deben regularse los procesos metabólicos para mantener un ambiente constante dentro del cuerpo (homeostasis). La totalidad de los nutrientes (lípidos, proteínas, hidratos de carbono, agua, vitaminas y minerales) influyen en la regulación de las reacciones que ocurren en el organismo. Por ejemplo, los aportes de agua ayudan a regular la temperatura corporal. Cuando la temperatura del cuerpo aumenta el agua se pierde, a través del sudor, por la evaporación. Las proteínas, vitaminas, y minerales ayudan a acelerar o decelerar las reacciones del metabolismo, como medida para mantener la homeostasis. Las moléculas de hidratos de carbono, en la superficie de células son importantes reguladores del organismo, ayudando a la comunicación celular.

Desde el punto de vista químico, los nutrientes se clasifican en cinco grupos principales: proteínas, glúcidos o hidratos de carbono, lípidos, vitaminas y minerales. Del total de nutrientes, existe un grupo, aproximadamente 50, que se consideran esenciales para mantener la salud y un crecimiento normal. Los **nutrientes esenciales** son aquellas sustancias necesarias y que deben ser suministradas a través de la dieta, porque no pueden ser sintetizadas por el organismo o en las cantidades suficientes para el mismo y que además son

vitales por sí mismos o por las sustancias que se sintetizan en el organismo a través de ellos. Dentro del grupo de nutrientes esenciales se incluyen, entre otros, nueve aminoácidos constituyentes de las proteínas: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina e histidina; cinco vitaminas liposolubles: vitamina A o retinol, vitamina D o calciferol, vitamina E o tocoferol, vitamina K o anticoagulante y vitamina F o ácidos grasos esenciales y las hidrosolubles del grupo B: B<sub>1</sub> o tiamina, B<sub>2</sub> o riboflavina, B<sub>3</sub> o niacina o vitamina PP, B<sub>5</sub> o ácido pantoténico, B<sub>6</sub> o piridoxina, B<sub>9</sub> o ácido fólico y B<sub>12</sub> o cianocobalamina, vitamina C o ácido ascórbico y biotina o vitamina H. También son esenciales los minerales: calcio, magnesio, fósforo, potasio, sodio, azufre, hierro, zinc, cobre, manganeso, cromo, selenio, cobalto, flúor, yodo y molibdeno y tres electrolitos.

### Descripción de los nutrientes

- Los **glúcidos** o **hidratos de carbono**, principalmente en forma de glucosa, son los responsables de la provisión energética, del buen funcionamiento metabólico, del mantenimiento de la temperatura corporal y del ahorro proteínico. Las funciones energéticas se cumplen por el aporte de 4 kcal por gramo de peso seco del alimento que contenga el glúcido. Cubiertas las necesidades energéticas, una pequeña parte se almacena en el hígado y músculos como glucógeno (normalmente no más de 0.5% del peso del individuo), el resto se transforma en grasas y se acumula en el organismo como tejido adiposo. Varios tejidos, incluso el cerebro y la sangre, requieren la glucosa como una fuente de energía.

La glucosa se metaboliza a través de la respiración celular, mediante la glicólisis o glucólisis, que rompe la glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico o piruvato. Entre la glucólisis y la respiración celular se producen unas reacciones, en las cuales el piruvato entra hasta la matriz de la mitocondria y cada molécula de ácido pirúvico reacciona con la coenzima-A, desdoblándose en CO<sub>2</sub> y un grupo acetilo de dos carbonos que se une inmediatamente a la coenzima-A, formando acetil coenzima-A, que entrará al ciclo de los ácidos tricarbóxicos conocido como ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico, donde se completa el metabolismo del piruvato derivado de la glicólisis, obteniéndose CO<sub>2</sub> y transportadores de electrones reducidos, que genera agua y ATP.

Se recomienda que la ingesta diaria mínima en glúcidos para mantener los procesos metabólicos sea de 100 g. En caso de producirse una ingesta deficiente de hidratos de carbono, las grasas se metabolizan anormalmente, acumulándose en el organismo cuerpos cetónicos, que son productos intermedios de este metabolismo, provocando los problemas de cetosis. Si el aporte de carbohidratos es insuficiente, también se utilizarán las proteínas para fines energéticos, relegando sus funciones plásticas.

Los carbohidratos constituyen una porción pequeña del peso y estructura del organismo, pero de cualquier manera, no debe excluirse esta función, por mínimo que sea su indispensable aporte. Normalmente se encuentran en las partes estructurales de los vegetales y también en los tejidos animales, como glucosa o glucógeno. Son moléculas formadas esen-

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

cialmente por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno que se unen formando unidades sencillas, según el número de unidades que constituyen la molécula se denominan monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos (de tres a diez) y polisacáridos (cientos de miles de unidades).

Los glúcidos principales de los alimentos se recogen en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Clasificación de los glúcidos.

Categoría	Subgrupo	Componentes
Monosacáridos	Pentosas	Xilosa, ribosa y arabinosa.
	Hexosas	Glucosa, manosa, galactosa y fructosa.
Disacáridos		Sacarosa, lactosa y maltosa.
Oligosacáridos	Malto-oligosacáridos	Maltodextrinas.
	Otros oligosacáridos	Rafinosa, estaquiosa y fructo-oligosacáridos.
Polisacáridos	Almidón	Amilasa y amilopectina.
	Sin almidón	Celulosa, hemicelulosas y pectinas.
	Polisacáridos	

Entre los monosacáridos más importantes de los alimentos se encuentran la glucosa, fructosa y galactosa, presentes en frutas, miel y algunas verduras. Los monosacáridos se subdividen en pentosas y hexonas. Entre las pentosas destaca la xilosa que es un componente de la madera, la ribosa que es un constituyente de los ácidos nucleicos y la arabinosa, que forma parte de las gomas, mucilagos y pectinas. Del grupo de las pentosas, la arabinosa es la que se suele consumir como componentes de mermeladas y dulces. El grupo de las hexosas son un total de 24, pero sólo cuatro son importantes desde el punto de vista biológico, la D-glucosa presente en los frutos maduros, en la sangre y en los tejidos animales, constituye el azúcar del organismo y es el hidrato de carbono que transporta la sangre y el que principalmente utilizan los tejidos. La D-manosa que se encuentra en la naturaleza asociada a otros componentes. La D-galactosa que se encuentra asociada con los lípidos complejos, el hígado puede convertirla en glucosa y después en energía. La D-fructosa o azúcar de frutas, aparece de forma libre en la miel y en los extractos de frutas.

Entre los disacáridos destaca la lactosa o azúcar de la leche, la sacarosa o azúcar de mesa que se obtiene de la caña de azúcar y de otros alimentos como la remolacha y la maltosa que está presente en la malta o cebada germinada.

Entre los oligosacáridos destaca la rafinosa que es un trisacárido muy presente en legumbres y la estaquiosa que es un tetrasacárido que forman parte de las paredes de las células vegetales y están presentes en alimentos como la alcachofa, la cebolla y la soja, entre otros. Los fructo-oligosacáridos (FOS) y la inulina, que se encuentra en un gran número de verduras, están formados por cadenas cortas de moléculas de fructosa. Los galacto-oligosacáridos (GOS), que también se encuentran de forma natural, están formados por cadenas cortas de moléculas de galactosa. El hombre sólo puede digerir parcialmente estos compuestos. Cuando se consumen oligosacáridos, la parte que no se consume sirve de alimento a las bacterias benéficas, como las distintas especies de bacterias del género

## 2. ALIMENTOS Y NUTRIENTES

*Bifidus* y *Lactobacillus* que estimulan el sistema inmunológico o las defensas del organismo, con lo cual mejora la protección frente a las infecciones, de igual modo, estos microorganismos pueden participar en la destrucción de compuestos tóxicos y en la eliminación de sustancias potencialmente cancerígenas, lo que contribuye a mantener o prolongar la salud.

Por último, entre los polisacáridos destaca el glucógeno (polímeros de glucosa) que es el principal componente de reserva nutritiva de los animales que se encuentra en el hígado y los músculos. De los polisacáridos de origen vegetal destacan, el almidón que es el equivalente al glucógeno, presente en los cereales como el arroz, el maíz y las patatas. Otros polisacáridos característicos son la celulosa que es un polímero de la glucosa y que se encuentra en las paredes vegetales cumpliendo con funciones estructurales.

Otros polisacáridos son la inulina que se encuentran en la alcachofa, puerro, cebolla, ajos y espárragos y la liquenina que aparece en los musgos y líquenes.

Los glúcidos también se clasifican en simples (mono y disacáridos) y complejos (oligosacáridos y polisacáridos). Los simples, son azúcares de rápida absorción y son energía rápida. Estos generan la inmediata secreción de insulina. Se encuentran en los productos elaborados con azúcares refinados, miel, mermeladas, jaleas, golosinas, leche, hortalizas y frutas. Los complejos, son de absorción más lenta, y actúan principalmente como energía de reserva, se encuentran en los cereales y derivados, y en las legumbres.

En una alimentación saludable y equilibrada deberían ser cuantitativamente los nutrientes de mayor importancia (cerca del 50% de la ingesta). Aunque los hidratos de carbono son una fuente de energía, no se consideran esenciales, ya que para este fin se pueden transformar proteínas y/o lípidos. La forma más saludable de consumir hidratos de carbono es en alimentos integrales, dado que por ser hidratos de carbono compuestos y con presencia de fibras, proveen energía durante más tiempo en forma equilibrada y sin intervención insulínica.

- Las **proteínas** son moléculas de gran tamaño constituidas fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, aunque también puede contener azufre y fósforo y en menor proporción algún ion metálico. La unión de estos átomos constituye las moléculas más sencillas que son los aminoácidos (funciones orgánicas formadas por la unión de un ácido orgánico y un grupo amino), los enlaces peptídicos de los diferentes aminoácidos constituyen las proteínas. El orden y disposición de los aminoácidos en una proteína depende de la secuencia del material genético (ADN) de la persona.

Las proteínas son las responsables de la formación y reparación de los tejidos, interviniendo en el desarrollo corporal e intelectual, constituyen alrededor del 50% del peso seco de los tejidos. No existe proceso biológico alguno que no dependa de la participación de este tipo de sustancias. Entre las principales funciones de las proteínas destaca el ser fundamentales para el crecimiento, en este sentido, las grasas y los glúcidos no las pueden sustituir, por no contener nitrógeno. Proporcionan los aminoácidos esenciales fundamentales para la síntesis de tejidos, como las glucoproteínas, histonas, colágeno, elastina y queratina que

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

forman parte de las membranas, de los cromosomas, del tejido conjuntivo fibroso y plástico y de la epidermis, respectivamente. Las proteínas son materia prima para la formación de los jugos digestivos, hormonas (insulina, glucagón y calcitonina), proteínas plasmáticas, vitaminas y enzimas (son las más numerosas y especializadas, actúan como biocatalizadores de las reacciones bioquímicas). Actúan en transporte de gases como oxígeno y dióxido de carbono en sangre (hemoglobina, hemocianina y citocromos), y en la defensa natural contra infecciones o agentes extraños (inmunoglobulina, trombina y fibrinógeno). Energéticamente, aportan 4 kcal por gramo de energía al organismo, actúan con funciones de reserva energética como la ovoalbúmina de la clara de huevo, la gliadina del grano de trigo y la lactoalbúmina de la leche.

Las proteínas se clasifican según su estructura química en proteínas simples u holoproteínas, formadas sólo por aminoácidos que a su vez se pueden clasificar en globulares y fibrosas, y en heteroproteínas o proteínas conjugadas formadas por una fracción proteínica y por un grupo no proteínico, que se denomina grupo prostético (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Clasificación de las proteínas.

Categoría	Subgrupo	Ejemplos y presencia
Holoproteínas	Globulares	Prolaminas: zeína (maíz), gliadina (trigo), hordeína (cebada). Gluteninas: glutenina (trigo), orizantina (arroz). Albúminas: Seroalbúmina (sangre), ovoalbúmina (huevo), lactoalbúmina (leche). Hormonas: insulina, hormona del crecimiento, prolactina, tirotrópina. Enzimas: hidrolasas, oxidasas, ligasas, liasas, transferasas, etc.
	Fibrosas	Colágenos: en tejidos conjuntivos y cartilagosos. Queratinas: en formaciones epidérmicas (pelo, uñas, plumas y cuernos). Elastinas: en tendones y vasos sanguíneos. Fibroínas: en hilos de seda (arañas, gusanos y otros insectos).
Heteroproteínas	Glucoproteínas	Se caracterizan por poseer en su estructura azúcares. Como ejemplo algunas proteínas de membrana y otras proteínas de tejidos conectivos, glucosaminoglicanos, ribonucleasa, mucoproteínas, anticuerpos y hormona luteinizante.
	Lipoproteínas	Proteínas conjugadas con lípidos que se encuentran en las membranas celulares. Existen de alta, baja y muy baja densidad, que transportan lípidos en la sangre.
	Nucleoproteínas	Se presentan unidas a un ácido nucleico, como en los nucleosomas de la cromatina, ribosomas y en los virus.
	Cromoproteínas	Proteínas que tienen en su estructura un grupo hem. Como ejemplo la hemoglobina, hemocianina, mioglobina, que transportan oxígeno y los citocromos, que transportan electrones.
	Metaloproteínas	Contienen en su molécula uno o más iones metálicos que no constituyen un grupo hem. Por ejemplo algunas enzimas.

En el metabolismo, el principal producto final de las proteínas es el amoníaco que luego se convierte en urea en el hígado y se excreta a través de la orina.

El valor de un alimento como fuente de proteína depende no sólo de la cantidad de proteína que contenga, sino de contenido específico en aminoácidos. Las proteínas por sí solas no son esenciales como nutrientes, pero contienen aminoácidos esenciales y nitrógeno. De los 22 aminoácidos que se necesitan para llevar a cabo los procesos del ser humano, 9 se consideran esenciales porque el ser humano no puede sintetizarlos. Para una mayor eficiencia en el proceso del cuerpo, los nueve aminoácidos esenciales deberán ingerirse al mismo tiempo, es decir, simultáneamente. La calidad de un alimento en proteína se mide por el contenido en aminoácidos esenciales.

El valor biológico de una proteína o calidad de las proteínas o unidad proteica neta (UPN) asimilable, es la capacidad que tiene para formar nuevas proteínas en el individuo. Depende tanto de la proporción de los aminoácidos, como de su digestibilidad y absorción intestinal. El valor biológico de las proteínas se establece por la similitud en cantidad y variedad de los aminoácidos necesarios por el organismo, en relación con los procedentes del alimento. Por ejemplo, la clara de huevo posee un UPN del 94%, es decir, que casi todas las proteínas del huevo serán asimiladas por el cuerpo, la carne posee un UPN del 67%, frente a un UPN del 61% que posee la harina de soja.

La digestión rompe las proteínas en grupos peptídicos más pequeños y en aminoácidos que pueden absorberse con facilidad. Los aminoácidos pueden usarse en el organismo para la síntesis de nuevas proteínas y de otras moléculas nitrogenadas y pueden usarse también para la obtención de energía a través de la síntesis de glucosa o para formar diversos ácidos grasos. Las proteínas del cuerpo proporcionan la estructura y regulan las funciones del cuerpo. Algunas enzimas y hormonas son proteínas. También algunos anticuerpos son proteínas esenciales para la función del sistema inmunológico y las proteínas contráctiles se necesitan para la reducción del músculo. Las proteínas ayudan a regular el equilibrio de los fluidos y el equilibrio ácido. Las proteínas también ayudan al transporte de las moléculas en la sangre y dentro y fuera de las células. Cuando se produce un consumo elevado de proteína, el exceso total de aminoácidos individuales puede interferir con la absorción de otros aminoácidos que comparten los mismos sistemas de transporte.

Las fuentes alimentarias de proteínas pueden ser de origen animal (carne, pescado y mariscos, huevos, leche y derivados) y de origen vegetal (cereales, leguminosas, frutos secos, raíces y tubérculos). Las proteínas de origen animal contienen todos los aminoácidos esenciales. Las proteínas del reino vegetal presentan una calidad nutricional inferior, ya que se trata de proteínas incompletas al ser deficitarias en aminoácidos esenciales. La vía para eliminar la deficiencia de aminoácidos en las proteínas de origen vegetal es la combinación de alimentos o la combinación de proteína vegetal y animal. Por ejemplo, las combinaciones de leche y derivados con cereales (pastas alimenticias y queso, arroz con pollo, etc.) La otra alternativa consistente en combinar los alimentos proteicos de origen vegetal (Fig. 2.1).

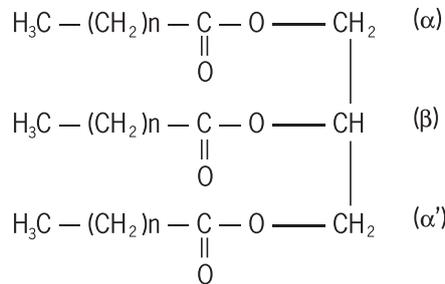
**Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

Por ejemplo con las legumbres que son una fuente excelente de lisina, se suplementa o complementa la falta de lisina de los cereales. Al mismo tiempo, los cereales cubren la deficiencia de triptófano de las legumbres y con estas combinaciones se pueden completar los contenidos en aminoácidos esenciales de las proteínas en alimentos de origen vegetal.



**Figura 2.1. Complementación de los aminoácidos.**

• Los **lípidos** son un grupo diverso de compuestos orgánicos formados básicamente por carbono e hidrógeno y en porcentajes más bajos también oxígeno. Además pueden contener fósforo, nitrógeno y azufre. Son sustancias insolubles en agua que se extraen con éter y otros disolventes no polares y que presentan un origen heterogéneo de compuestos naturales (grasas y aceites, en función de que sean de procedencia animal o vegetal), constituidos principalmente por ésteres de la glicerina (triglicéridos), y otros compuestos como fosfolípidos, esteroides, carotenoides, etc. Los lípidos también suelen contener diferentes cantidades de vitaminas liposolubles como la vitamina A, D, E y K. Por definición, los triglicéridos son ésteres de los ácidos carboxílicos alifáticos de cadena larga (ácidos grasos) con la glicerina, cuya estructura general es:

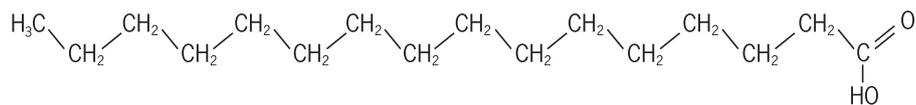


## 2. ALIMENTOS Y NUTRIENTES

Los carbonos extremos de la glicerina se designan o están en posición  $\alpha$  y el central con la letra  $\beta$ . Existen muchos tipos de triglicéridos en función del ácido graso y de la posición de éstos, que esterifican a la glicerina, dando lugar a una gran diversidad de especies moleculares. Pueden ser triglicéridos sencillos (con los tres ácidos grasos iguales) o triglicéridos mixtos (con dos o más ácidos grasos diferentes).

Todos los triglicéridos son insolubles en agua y/o tienden a formar miscelas. El punto de fusión va a depender de los ácidos grasos esterificados con la glicerina, y más concretamente de la longitud y grado de insaturación de los ácidos grasos. Constituyen las reservas energéticas y cumplen una función mecánica de protección y sirven para el aislamiento térmico.

Los ácidos grasos son moléculas orgánicas constituidas exclusivamente por carbono, hidrógeno y oxígeno, en una proporción del 46%, 12.7% y 11.3%, respectivamente. Los átomos de carbono están unidos unos a otros formando una cadena hidrocarbonada larga con un grupo carboxilo terminal, como por ejemplo el ácido palmítico:



La longitud de la cadena es variable y oscila entre 4 a 26 átomos de carbono. Los ácidos grasos se diferencian en lo que se refiere a su estructura química en la longitud de la cadena carbonada, en el número, posición y configuración de los dobles enlaces, así como por la existencia adicional de otros grupos funcionales. La estructura de los ácidos grasos afectará a las propiedades físicas de los lípidos.

Los ácidos grasos pueden ser saturados (AGS), principalmente los de origen animal o grasas, que carecen de dobles enlaces y los ácidos grasos insaturados, mayoritariamente presentes en el reino vegetal y denominados aceites, que tienen uno o varios enlaces dobles en su cadena; éstos a su vez pueden ser monoinsaturados (AGM), los cuales contienen sólo un doble enlace o poliinsaturados (AGP) que poseen varios dobles enlaces. Ambos tipos de ácidos grasos están incorporados en la dieta alimentaria. Son ejemplos de ácidos grasos saturados el esteárico (18 C), el mirístico (14 C); el palmítico (16 C) y el láurico (12 C). Entre los ácidos grasos monoinsaturados, el principal representante es el oleico (18 C, un doble enlace). Los poliinsaturados están representados por el linoleico (C 18:2w6) es un ácido que presenta 18 átomos de carbono, dos dobles enlaces y el primero de ellos se encuentra entre el carbono 6 y 7, contando a partir del grupo metilo terminal, y los ácidos eicosaenoico y docosahexaenoico.

Existen ciertos tipos de ácidos grasos que el organismo no es capaz de sintetizar o no puede abastecerse en cantidad suficiente y deben aparecer en la dieta. Se denominan áci-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

dos grasos esenciales y pertenecen al grupo de los poliinsaturados. Los ácidos linoleico y linolénico son considerados como ácidos grasos esenciales.

Por la característica de ser inmiscibles en agua, los lípidos requieren un mecanismo especial (transporte y circulación) para ser absorbidos por el organismo. Los lípidos que llegan a las células pueden almacenarse como una energía de reserva, usados para construir moléculas estructurales y reguladoras, o pueden romperse a través de la vía de la respiración celular para producir dióxido de carbono, agua y energía en forma de ATP. Son la principal reserva energética del organismo, debido al alto potencial de oxidación, un gramo de grasa produce 9.4 kcal en las reacciones metabólicas de oxidación. Además también actúan como componentes estructurales de membranas celulares (por formar las bicapas lipídicas de las membranas, recubrir órganos y dar consistencia, o protegen mecánicamente el tejido adiposo de pies y manos) y se les puede asignar a los ácidos grasos otras funciones como la síntesis de hormonas y otras moléculas reguladoras, como las prostaglandinas, las prostaciclina, los tromboxanos y los leucotrienos, que son metabolitos de ácidos grasos muy insaturados de 20 átomos de carbono, como el ácido graso araquidónico o el ácido eicosatrienoico (C 20:3w6) y el ácido eicosapentaenoico (C 20:5w3) (muy abundante en los aceites de pescado). Los dos primeros son derivados del ácido graso esencial linoleico (pertenecen a la serie w6), mientras que el tercero es un derivado del ácido graso esencial linolénico (perteneciente a la serie w3). En su función biocatalizadora, los lípidos favorecen las reacciones químicas que se producen en los seres vivos, cumplen esta función las vitaminas lipídicas, las hormonas esteroideas y las prostaglandinas. El transporte de lípidos desde el intestino hasta su lugar de destino se realiza mediante su emulsión gracias a los ácidos biliares y a los proteolípidos.

Los lípidos se clasifican en dos grupos según posean en su composición ácidos grasos (lípidos saponificables) o no los posean (lípidos insaponificables), clasificación basada en la estructura de sus esqueletos (Cuadro 2.3). Los lípidos saponificables contienen ácidos grasos como componentes, por lo que difieren en la estructura del esqueleto al que se hallan unidos, se subdividen en lípidos simples (sólo formados por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno) y complejos (además de carbono, hidrógeno y oxígeno, hay también nitrógeno, fósforo, azufre o un glúcido). Se clasifican en fosfolípidos y los glucolípidos. Los lípidos insaponificables son los terpenos, esteroides y las prostaglandinas.

Los **ácidos grasos insaturados** ofrecen múltiples beneficios al organismo, lo que los hace indispensables en la dieta; por una parte, producen un efecto de disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos, y a su vez reducen la agregación plaquetaria en las arterias. Son importantes como protección contra la aterosclerosis y contra el envejecimiento de la piel.

Desde el punto de vista de la salud la relación entre ácidos grasos esenciales es uno de los principales factores a tener en cuenta, debido a que la serie de los ácidos grasos w-3 (linolénico) produce la síntesis del ácido eicosapentanoico (EPA, C20:5w3) que a su vez favorece la formación de tromboxanos y leucotrienos, sustancias que reduce los procesos inflamatorios y la tensión arterial, lo que genera una flexibilización de las membranas celulares.

Por su parte, la serie de ácido grasos w-6 (ácido linoleico) es esencial para la síntesis del ácido dihomogammalinoléico (DGLA, C20:3w6), que a su vez favorece la formación de sustancias que en su conjunto suben la tensión, favorece los procesos inflamatorios y vuelve rígidas las membranas celulares. Por lo que el equilibrio entre las series de w-6 y w-3 es importante para la salud. En el caso de alimentos con alto contenido de w-6 ( $w-6/w-3 > 10$ ), genera un aumento de proinflamatorios y protombina, y si el contenido se eleva a favor de los ácidos grasos w-3 ( $w-6/w-3 < 10$ ) ocasiona un proceso antiinflamatorio y antitrombótico. En los alimentos, los lípidos contribuyen a la textura y sabor de los mismos. Las grasas con una alta proporción en ácidos grasos saturados están presentes en alimentos procedentes de animales terrestres, tales como la carne, la mantequilla, los quesos, etc. (sólidas a temperatura ambiente). Las grasas con una alta proporción en ácidos grasos mono y poliinsaturados están presentes básicamente en los productos vegetales (oliva, girasol, maíz, soja, algodón, etc.), en los frutos secos (nueces, almendras, etc.) y en los aceites de pescado. Algunos aceites de origen vegetal, como los de coco y palma son excepciones pues contienen principalmente ácidos grasos saturados, lo que les da un aspecto de grasa sólida.

Cuadro 2.3. Clasificación de los lípidos.

<b>Lípidos saponificables</b>	Simple	<p><b>Acilglicéridos.</b> Se distinguen tres tipos de estos lípidos, monoglicéridos, que contienen una molécula de ácido graso, diglicéridos, con dos moléculas de ácidos grasos y triglicéridos, con tres moléculas de ácidos grasos.</p> <p><b>Ceras.</b> Son ésteres de ácidos grasos de cadena larga con alcoholes. Todas las funciones que realizan están relacionadas con su impermeabilidad al agua y con su consistencia firme. Así las plumas, el pelo, la piel, las hojas, frutos, están cubiertas de una capa cérea protectora.</p>
	Complejos	<p><b>Fosfolípidos.</b> Se caracterizan por presentar un ácido ortofosfórico en su zona polar. Son las moléculas más abundantes de la membrana citoplasmática. Presentes en los huevos.</p> <p><b>Glucolípidos.</b> Se encuentran formando parte de las bicapas lipídicas de las membranas de todas las células, especialmente de las neuronas.</p>
<b>Lípidos insaponificables</b>		<p><b>Terpenos.</b> Son moléculas lineales o cíclicas que cumplen funciones muy variadas, como algunas esencias vegetales (mentol, geraniol, limoneno, alcanfor, eucaliptol y vainillina), vitaminas y pigmentos vegetales (carotina y xantofila).</p>
		<p><b>Esteroides.</b> Son lípidos que derivan del esterano. Comprenden dos grandes grupos de sustancias, los esteroides como el colesterol y las vitaminas D, y hormonas esteroideas, como las hormonas suprarrenales y las hormonas sexuales.</p>
		<p><b>Prostaglandinas.</b></p>

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

•Las **vitaminas** son nutrientes orgánicos esenciales que no aportan energía al organismo, que se requieren en las cantidades pequeñas en la dieta, para regular determinados procesos del cuerpo, como son el crecimiento, reproducción, y mantenimiento de los tejidos, además son necesarias para prevenir determinadas patologías en el organismo y que éste necesita como catalizadores de los procesos vitales. Las vitaminas están presentes en los alimentos de forma natural, pero también pueden ser agregadas para su fortificación y enriquecimiento, o administrarse en forma de suplementos alimenticios, aunque éstos sólo se recomiendan para el caso de grupos vulnerables.

La distinción entre vitaminas sintéticas y naturales es una cuestión que enfrenta a grandes grupos de científicos (Stone *et al.*, 2003). Las vitaminas sintéticas tienen idénticas estructuras moleculares y químicas que las vitaminas naturales, aunque la gran mayoría de las sustancias activas de las moléculas naturales, responden a las formas dextrógiras del isómero, diferencias que pueden ser observadas óptimamente, a través de cómo responde la molécula a la reflexión del rayo de la luz polarizada. Por otra parte, algunas vitaminas naturales actúan conjuntamente sobre el organismo como un complejo integral de factores sinérgicos que solamente son encontrados en la naturaleza y no en las vías de síntesis. Las vitaminas sintéticas a veces podrán aliviar o mejorar una cierta condición de salud, pero lo hacen por un momento transitorio, mientras que los efectos de las vitaminas naturales se mantienen en periodos más amplios de tiempo. Además, algunos cofactores que se encuentran en las vitaminas naturales actúan como catalizadores para que las vitaminas sean más efectivas.

La cantidad de una vitamina que está disponible en el organismo se regula por la absorción de la vitamina, transporte, activación, almacenamiento y excreción. Las avitaminosis derivadas de deficiencias dietéticas siguen siendo un problema de salud a escala mundial en algunas áreas, mientras que en otras zonas más industrializadas, las toxicidades producidas por los suplementos vitamínicos es una preocupación creciente.

Cada vitamina presenta una estructura y función única. Se suministran exclusivamente a través de la alimentación, salvo la vitamina D que puede sintetizarse a partir de la radiación solar. Se clasifican en liposolubles (que se disuelven en grasas o lípidos) como la A, D, E, F y K, e hidrosolubles (solubles en agua) como las vitaminas del grupo B y la C (Cuadro 2.4). Las vitaminas liposolubles se almacenan en el organismo en cantidades variables, permitiendo su provisión sin un aporte regular, en cambio las hidrosolubles se almacenan en unas cantidades tan reducidas que tan sólo permiten cubrir las necesidades por un breve espacio de tiempo. Algunas vitaminas, tomadas en exceso, como por ejemplo la A y D, tienen un efecto tóxico, acumulándose en el hígado, provocando hipervitaminosis. Un aporte excesivo de vitaminas hidrosolubles, en cambio, no resulta perjudicial, debido a que éstas son eliminadas en gran cantidad a través de la orina.

Las dosis diarias recomendadas (DDR) por la Organización Mundial de la Salud de vitaminas, se fijan para prevenir enfermedades producidas por estados carenciales. La DDR se establece de forma consensual por equipos científicos de diferentes países, basándose en los conocimientos de prevención de enfermedades clásicas producidas por una deficiencia

de nutrientes. El problema surge por la elevada variabilidad de los datos, entre un país y otro. Para estimar los valores de la DDR no se tiene en cuenta las circunstancias personales (fumador, deportista, estilo de vida, estado de salud, síndrome premenstrual, etc.), siendo las necesidades en muchos de estos casos superiores a las recomendadas.

- **Vitamina A** (retinol o axeroftol): Esta vitamina liposoluble se encuentra en estado libre (retinol) principalmente en los tejidos animales. Sus estadios precursores (provitamina A) se hallan en los vegetales y pueden ser transformados en vitamina A en las paredes intestinales. La provitamina A más importante es el  $\beta$ -caroteno (pigmentos naturales que se pueden encontrar en frutas y hortalizas de color rojo, naranja y amarillo, o también en vegetales verdes oscuros). Como consecuencia de la limitada absorción por parte del organismo y de la reducida transformación en vitamina A, tan sólo se aprovecha en parte el  $\beta$ -caroteno proveniente de los alimentos (de seis partes de  $\beta$ -caroteno, se forma en el organismo una parte de retinol).

Esta vitamina es esencial para la reproducción y para el mantenimiento del tejido epitelial (piel, pulmones, aparato gastrointestinal, útero, etc.), es vital para el crecimiento, contribuye a la formación del colágeno y así a la hidratación y mantenimiento de la piel, la visión, huesos, dientes, uñas y pelo. Además es importante en la prevención y el tratamiento de estados precancerígenos. La carencia de vitamina A puede detectarse a través de piel seca y áspera, posible detención del crecimiento, sensibilidad extrema a la luz y ceguera nocturna, porque esta vitamina es necesaria para la formación de los pigmentos visuales de la retina que permiten la adaptación de la visión cuando disminuye la luz.

Las principales fuentes naturales de vitamina A son en el reino animal; los productos lácteos, la yema de huevo y el aceite de hígado de pescado y en el vegetal, los vegetales de coloración de amarilla a roja o verdes oscuros, como zanahoria, batata, calabaza, pimientos, espinacas, lechuga, brócoli y frutos como el melón, la papaya o el mango.

- **Vitamina C** (ácido ascórbico) es una vitamina hidrosoluble que se sintetiza a partir de la glucosa en los vegetales. En su forma activa es el ácido L-ascórbico y el compuesto formado a partir de su oxidación, el ácido L-deshidroascórbico. La vitamina C forma parte de toda la célula vegetal y animal. Se encuentra en forma activa o asociada a proteínas (ascorbigeno, sin ningún efecto biológico en el hombre). Resulta indispensable para la síntesis y el mantenimiento de las funciones de los tejidos de soporte (tejido conjuntivo, huesos y cartílagos). El aporte suficiente de vitamina C acelera el proceso de curación de heridas y fracturas óseas. La vitamina C puede considerarse un activador-regulador del metabolismo celular en el sentido más amplio, así como un estimulante de los mecanismos de defensa del organismo. Sus funciones principales se relacionan con su acción como agente antioxidante e interviene en un gran número de reacciones de oxidorreducción, como por ejemplo, la reducción del hierro o del ácido fólico y la oxidación de aminoácidos aromáticos.

Las dosis requeridas diarias de vitamina C no están definidas exactamente, sin embargo se ha comprobado que con 60 mg/día se mantiene un total corporal de un gramo y medio, cantidad suficiente para servir las demandas corporales de un mes. El papel protector que

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

desempeña la vitamina C contra varios tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y resfriados, sólo es significativo si se toma una dosis de 400 a 1000 mg/día.

La presencia de vitamina C está principalmente en los frutos cítricos, en los vegetales verdes (perejil, berros, estragón, etc.), en las patatas y en los pimientos, sobre todo en los rojos. La vitamina C se oxida rápidamente por acción del aire, calor y agua, por lo que hay que prevenirla de estas acciones ambientales.

- **Vitamina D** (calciferol o vitamina antirraquítica) es una vitamina que interviene en la absorción del calcio y el fósforo en el intestino y por tanto en el depósito de los mismos en huesos y dientes. Aparece en los alimentos lácteos, en la yema de huevo y en los aceites de hígado de pescado. Otra forma de obtenerla es sintetizándola a través de la exposición a la luz solar. Aunque con la misma actividad, existen dos formas principales de vitamina D; la vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol), producida por la piel bajo la acción de los rayos ultravioleta y también presente en alimentos de origen animal y la vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferol) proveniente de la síntesis del ergosterol, sustancia que se encuentra en los cereales, levaduras o champiñones. La carencia de la vitamina D genera raquitismo en niños, alteraciones óseas, trastornos dentales y alteraciones metabólicas.

- **Vitamina E** (tocoferol), se trata de un grupo de varios compuestos liposolubles que presentan diferentes acciones vitamínicas. Constituye una mezcla de varios tocoferoles, entre los más importantes destacan el  $\alpha$ -tocoferol, el  $\beta$ -tocoferol y el  $\delta$ -tocoferol. Las funciones de la vitamina E se relacionan con su capacidad de evitar la oxidación de las grasas del organismo, así como de toda una serie de otras sustancias fácilmente oxidables. De esta forma, la vitamina E puede proteger y estabilizar todas las células. En esta función, la vitamina E es asistida por la ubiquinona, aminoácidos que contienen azufre y el selenio. Esta vitamina también se almacena en grandes cantidades en el organismo. Se ha demostrado que estimula el sistema inmunológico y que niveles bajos de vitamina E están relacionados con alta incidencia de cáncer (Trumbo, 2005). Se encuentra principalmente en la yema de huevo, aceites vegetales (oliva, soja, cacahuete, arroz, algodón y coco), en vegetales de hojas verdes, como las espinacas y en los cereales integrales, en particular en el germen de los cereales.

- **Vitamina K** (fitomenadiona o filoquinona) es una vitamina anticoagulante que ayuda al mantenimiento del sistema de coagulación de la sangre, porque es necesaria para la formación por el hígado de cuatro factores indispensables para la coagulación de la sangre. Por tanto, permite evitar hemorragias. Se subdivide en dos variantes naturales, la K<sub>1</sub> cuando proviene de vegetales de hoja verde oscura, del hígado y los aceites vegetales, también de la alfalfa y de los cereales integrales. La K<sub>2</sub> se puede sintetizar por las bacterias intestinales. La K<sub>3</sub> es una variante sintética de las anteriores, pero que duplica el poder de las anteriores, se suministra a personas que no metabolizan adecuadamente las vitaminas K naturales. Su carencia se detecta cuando aparecen hemorragias en los distintos tejidos y órganos.

- **Vitamina B<sub>1</sub>** (tiamina o aneurina), en su forma fisiológicamente activa (difosfato de tiamina) desempeña un papel fundamental en el metabolismo de los hidratos de carbono y en

los procesos de obtención de energía, en la oxidación final de los hidratos de carbono y los aminoácidos. Así, la tiamina es indispensable para el mantenimiento de las funciones de los órganos y los tejidos que recurren a los hidratos de carbono como fuente energética, sobre todo, neuronas y músculos. Las necesidades de vitamina B<sub>1</sub> son mayores cuando se consume gran cantidad de glúcidos y menor si la proporción de grasas aumenta. Un grave déficit de vitamina B<sub>1</sub> ocasiona, debido a la concentración de productos del metabolismo de los hidratos de carbono como el ácido pirúvico y el ácido láctico, serios daños en el sistema nervioso central y problemas cardiovasculares.

Esta vitamina hidrosoluble se puede encontrar en carnes, yema de huevo, hígado y leche, cereales integrales, legumbres, verduras y levaduras. El contenido en tiamina se reduce y altera con el almacenamiento durante períodos prolongados, por el lavado, cocción y tratamiento en microondas. La deshidratación la afecta mínimamente excepto en frutas, y su contenido en vegetales no se ve afectado por la congelación.

- **Vitamina B<sub>2</sub>** (riboflavina), desempeña un papel importante en el proceso de obtención de energía a partir de los lípidos, los hidratos de carbono y las proteínas. Es necesaria para la acción de numerosas enzimas. En todos los tejidos y células se encuentra en sus formas activas como catalizador metabólico. Su presencia es también indispensable en determinadas reacciones anabólicas, como por ejemplo, en la síntesis de ácidos grasos. El hecho de que esta vitamina se encuentre en el ojo revela su participación en el proceso de la visión, por su actividad oxigenadora de la córnea. Su presencia se hace más necesaria a medida que se incorporen más calorías en la dieta. Su carencia genera trastornos oculares, bucales y cutáneos, cicatrización lenta y fatiga.

Se trata de una de las vitaminas más extendidas en los alimentos. Sus fuentes naturales son las carnes y lácteos, cereales, legumbres, levaduras y vegetales verdes. Esta vitamina es sensible a la luz solar y a ciertos tratamientos como la pasteurización, proceso que hace perder 20% de su contenido.

- **Vitamina B<sub>3</sub>** (niacina o vitamina PP), resulta necesaria para la obtención de energía en el organismo, donde puede sintetizarse a partir del aminoácido triptófano. Posee capacidad para eliminar colesterol no deseado, pero tomada en grandes dosis, tiene un efecto ruborizante y vasodilatador. Su carencia produce alteraciones del sistema nervioso, trastornos digestivos, fatiga, úlceras bucales y padecimiento de pelagra. El organismo obtiene esta vitamina de forma endógena y exógena, a través de los alimentos como las carnes, hígado y riñón, lácteos, huevos, a través de cereales integrales, levaduras y legumbres. La molienda de cereales elimina cantidades de niacina.

- **Vitamina B<sub>5</sub>** (ácido pantoténico) es esencial para el metabolismo de los alimentos, al igual que para la síntesis de hormonas y el colesterol. Su ausencia genera una disminución en las defensas ante casos de infecciones, hemorragias, debilidad y mareos. Esta vitamina principalmente se encuentra en alimentos de origen animal, siendo factible su administración mediante el consumo de carnes, hígado, riñón, lácteos, huevos y pescados.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

• **Vitamina B<sub>6</sub>** (piridoxina, piridoxal, piridoxamina), en su forma fisiológicamente activa participa en el metabolismo de las proteínas (síntesis y eliminación de aminoácidos) y representa de esta forma, un punto de unión con respecto al metabolismo de los hidratos de carbono y los lípidos en los procesos de obtención de energía. Interviene en un gran número de funciones vitales del organismo, como por ejemplo, la síntesis de niacina a partir del triptófano, así como la formación de algunas hormonas tisulares como la histamina, la serotonina y la epinefrina. Ayuda al mantenimiento del equilibrio de sodio y potasio en el organismo. Las necesidades aumentan a medida que se incrementa el aporte de proteínas. Su carencia es muy rara dada su abundancia, pero puede manifestarse en anemia, fatiga, depresión, disfunciones nerviosas, seudoseborreas, boqueras, vértigo, conjuntivitis, náuseas y vómitos. Los estados de deficiencia no se asocian directamente a la falta de aporte de la vitamina, sino a factores colaterales como alcoholismo, toma de medicamentos, enfermedades hereditarias, etc.

Se encuentra en numerosos alimentos de origen animal y vegetal, como en la yema de huevos, las carnes, el hígado, el riñón, los pescados, los lácteos, granos integrales, levaduras y frutas secas. Esta vitamina es muy frágil en lo que respecta a la conservación de su contenido por causas de almacenamiento o cocción. Los congelados disminuyen su contenido en un 40%, las conservas un 45% y la molienda de cereales un 70%.

• **Vitamina B<sub>8</sub> o vitamina H** (biotina), es esencial para el metabolismo de las proteínas y glúcidos (al igual que las otras vitaminas del complejo B) y grasas, para la síntesis de hormonas y colesterol, porque tiene un importante papel como coenzima de una serie de enzimas (carboxilasas). Cataliza la fijación de dióxido de carbono (en la síntesis de ácidos grasos). Los problemas que pueden aparecer por la carencia de biotina pueden mostrarse como dermatitis y enteritis. Se puede incorporar al organismo a través del consumo de alimentos tanto de origen animal como vegetal, como hígado, riñón, yema de huevo, levaduras, champiñones, legumbres secas y tomates.

• **Vitamina B<sub>9</sub>** (ácido fólico o ácido pteroilglutámico, llamado también vitamina B<sub>c</sub> o ácido fólico), es indispensable en la prevención de anomalías del tubo neural durante el embarazo, es importante para la correcta formación y división de las células sanguíneas, es componente de algunas enzimas necesarias para la formación de glóbulos rojos y su presencia mantiene sana la piel y previene la anemia. Su presencia está muy relacionada con la de la vitamina B<sub>12</sub>.

Su carencia provoca anemias, trastornos digestivos e intestinales, enrojecimiento de la lengua y mayor vulnerabilidad a heridas. Este ácido es administrado a pacientes afectados de anemia macrocítica, leucemia, estomatitis y cáncer. Las bacterias del intestino producen una pequeña cantidad de ácido fólico que no es suficiente para cubrir las necesidades del organismo y por vía exógena se puede obtener de alimentos cárnicos (ternera, cerdo, cabra, etc.) y del hígado, como así también de verduras verdes oscuras (espinacas, espárgos, etc.), cereales integrales (trigo, arroz, maíz, etc.) y también de patatas.

- **Vitamina B<sub>12</sub>** (cobalamina o cianocobalamina), es esencial para la síntesis de la hemoglobina y la elaboración de células, como así también para el buen estado del sistema nervioso. Esta vitamina es producto propio del metabolismo del organismo y no es consumible desde vegetales dado que no está presente en ninguno de ellos. La carencia de esta vitamina se ve reflejada en anemias, debilitamiento general. Las causas de carencia de cobalamina pueden ser la enfermedad de Crohn, el cáncer gástrico, la gastrectomía total, intestinos cortos y la alimentación exclusiva vegetariana. Esta vitamina está presente en alimentos de origen animal; en carnes, en hígado, riñón, productos lácteos, pescados, crustáceos, etc. Aunque la fermentación bacteriana de algunos vegetales también la produce.
- **Vitamina F**, recientemente se denomina así al conjunto de ácidos grasos esenciales, como linoleico, linoléico y araquidónico. Son ácidos grasos poliinsaturados importantes para la síntesis de sustancias fisiológicamente importantes y por sus efectos beneficiosos sobre la elevación del “colesterol bueno”. Los alimentos ricos en estos ácidos son principalmente los aceites de origen vegetal y los aceites de pescado.

Los **minerales** son los componentes inorgánicos de la alimentación. Al igual que las vitaminas, no aportan energía, pero intervienen en infinidad de funciones estructurales y reguladoras, relacionadas con el crecimiento y el metabolismo. Los minerales tienen tanto origen vegetal como animal y la biodisponibilidad de cada uno de ellos está influenciado por las interacciones con otros minerales, vitaminas, y otros componentes como fibra, filatos, oxilatos y taninos. Estos elementos de origen mineral son eliminados por el organismo de forma regular y por tanto, sus pérdidas deben de reponerse a través de los alimentos, son por lo tanto nutrientes esenciales e indispensables y a diferencia de los glúcidos, lípidos y proteínas, no producen calorías.

Se clasifican en mayoritarios y oligoelementos, según los contenidos necesarios en la dieta o presentes en el organismo. Los minerales mayoritarios incluye a aquellos cuyas necesidades son superiores a 100 mg al día o que están presentes en el organismo en cantidades superiores al 0.01% del peso corporal, como por ejemplo sodio, potasio, calcio, magnesio, cloro, azufre y fósforo. Los oligoelementos o elementos traza son aquellos cuyas necesidades son iguales o inferiores a 100 mg al día o que están presentes en el organismo en cantidades iguales o inferiores al 0.01% del peso corporal, como por ejemplo cromo, cobalto, flúor, cobre, yodo, hierro, manganeso, molibdeno, selenio y zinc (Cuadro 2.5).

**Sodio y potasio** son los elementos que se consumen en mayor cantidad al día puesto que regulan en el cuerpo el metabolismo del agua y el trabajo muscular (contracción), participando en muchos procesos metabólicos. El **calcio** y el **fósforo** son importantes para la construcción y el mantenimiento de los huesos y de los dientes. Además, el calcio es necesario para la coagulación de la sangre y el trabajo muscular. El **magnesio** también participa en la construcción de los huesos y dientes, además de ser necesario para el trabajo muscular, el metabolismo de agua y muchas reacciones metabólicas porque es componente de numerosos reguladores (enzimas). Por ello, un aporte insuficiente de magnesio produce trastornos metabólicos. Entre los oligoelementos esenciales para el cuerpo figuran entre otros el hierro, zinc, manganeso, cobre, selenio, cromo, molibdeno, cobalto, yodo y

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

flúor. Todos los oligoelementos son componentes del metabolismo. Un aprovisionamiento deficitario de ellos produce en el ser humano múltiples síntomas carenciales. Por otra parte, la absorción de la gran mayoría de minerales es baja y algunas sustancias como por ejemplo el ácido fítico, presente en cereales integrales, puede reducir la absorción de calcio, hierro, cobre y zinc.

Cuadro 2.4. Dosis diaria recomendada (DDR), acción y déficit de las vitaminas.

Vitamina	DDR	Acción	Déficit	Observaciones
Vitamina A	Hombres 900 µg Mujeres 700 µg	Interviene en la salud ocular, el estado de la piel, el cabello y las mucosas. El β-caroteno presente en los alimentos vegetales se convierte en vitamina A en el organismo.	Trastorno de la piel, las mucosas, en la visión, sequedad en la piel, y disminución en la resistencia ante infecciones.	Provoca alteraciones óseas y hemorragias en los tejidos. Se almacena por tiempos muy prolongados. Presente en hígado, huevos y pescado.
Vitamina C (ácido ascórbico)	60 mg	Previene el escorbuto, ayuda a la formación de proteínas del tejido conjuntivo, favorece la curación de heridas, promueve el desarrollo normal de las células, aumenta la absorción de calcio y del hierro.	Falta de cicatrización en heridas, fatiga, pequeñas hemorragias en las encías, dolor articular insomnio y mal estado anímico.	Los síntomas carenciales pueden aparecer después de un mes, de no producir su ingesta. Colabora con la inmunidad para estados gripales y resfriados.
Vitamina D (calciferoles)	5 µg	Vital importancia para la absorción y almacenamiento de calcio y fósforo. Interviene en el crecimiento de los huesos y dientes, ayudando a prevenir el raquitismo y la osteoporosis.	Menor crecimiento en niños, debilidad muscular, tendencia a padecer infecciones respiratorias. El déficit prolongado produce raquitismo, debilidad ósea y facilidad a padecer fracturas.	Se denomina también vitamina solar ya que la exposición a los rayos solares produce una reacción química en las grasas que sintetiza vitamina D.
Vitamina E (tocoferoles)	Hombres 15 mg Mujeres 12 mg	Previene las alteraciones de las células del sistema circulatorio, evita la coagulación de la sangre en el interior de las venas y detiene la descomposición anormal de los ácidos grasos.	Cardiopatías, apoplejías, cataratas, alteraciones neurológicas que afectan a los ojos, el sistema nervioso, y músculos.	Forma parte de las membranas celulares. Presenta una acción antienviejimiento y antiesterilidad. Ayuda en la formación de los músculos y otros tejidos.
Vitamina K	Hombres 120 µg Mujeres 90 µg	Tiene un efecto antihemorrágico. Los antibióticos pueden colaborar a su falta de absorción.	No es habitual su déficit, a no ser por falta de asimilación de las grasas. Su carencia provoca hemorragias, y falta de coagulación.	Su síntesis se produce por la acción de las bacterias intestinales.
Vitamina B <sub>1</sub> (tiamina)	Hombres 1.5 mg Mujeres 1.1 mg	Regula el metabolismo de los glúcidos, actúa sobre el sistema nervioso, los procesos mentales y el mantenimiento del apetito.	Irritabilidad, falta de concentración, insomnio, depresión, pérdida de apetito, malestar general. Un déficit prolongado deteriora los nervios, confusión mental y pérdida de la memoria.	Tomar alcohol o fumar reducen su absorción. Un déficit severo puede llegar a ser mortal.

Cuadro 2.4. Dosis diaria recomendada (DDR), acción y déficit de las vitaminas (continuación).

Vitamina	DDR	Acción	Déficit	Observaciones
Vitamina B <sub>2</sub> (riboflavina)	Hombres 1.7 mg Mujeres 1.3 mg	Actúa como coenzima en las reacciones de liberación energética. Potencia la acción de la vitamina B <sub>6</sub> , B <sub>12</sub> y B <sub>9</sub> .	Lesiones en la comisura de los labios y malestar general. Eczemas en las aletas de la nariz, en la barbilla, en los genitales, ojos enrojecidos.	Los antidepresivos, el alcohol y el tabaco reducen su efectividad.
Vitamina B <sub>3</sub> (niacina)	Hombres 19 mg Mujeres 15 mg	Actúa como coenzima en las reacciones de liberación energética. <i>Interviene</i> en la salud de las mucosas gastrointestinal y del sistema nervioso.	No es normal su déficit. En estos casos puede existir falta de energía, depresión, erupciones cutáneas escamosas. Un déficit prolongado provoca pelagra y la muerte.	Está relacionada con la ingesta de proteínas. Dietas ricas en proteínas pueden reducir hasta un tercio la necesidad de Vitamina B <sub>3</sub> .
Vitamina B <sub>5</sub> (ácido pantoténico)	5 mg	Interviene en el sistema enzimático corporal y en la síntesis de muchos compuestos corporales.	Déficit poco frecuente y de difícil diagnóstico. Entumecimientos, hormigueo en los pies, cefalea, irritabilidad, intranquilidad, aturdimiento, fatiga y molestias estomacales.	El nombre pantoténico deriva del griego <i>pantos</i> , en todas partes, dado que se encuentra en muchos alimentos. El tabaco perjudica su absorción.
Vitamina B <sub>6</sub> (piridoxina)	Hombres 2.0 mg Mujeres 1.6 mg	Actúa en el sistema enzimático, en el metabolismo de las proteínas. Contribuye a la liberación de energía a partir del glucógeno y en la síntesis de anticuerpos y hemoglobina.	Ulceración en la boca, depresión, irritabilidad.	El tabaco, los anticonceptivos y medicamentos contra el reumatismo reducen su efectividad.
Vitamina B <sub>8</sub> (biotina)	30 µg	Interviene en la buena absorción de los alimentos, sobre todo de los glúcidos, lípidos y proteínas.	Alteraciones nerviosas y dermatitis seborreica.	Los antibióticos disminuyen su producción y el tabaco limita su absorción.
Vitamina B <sub>9</sub> (ácido fólico)	400 µg Mujeres embarazadas 600 µg	Actúa en la producción de glóbulos rojos, en el sistema enzimático, y en el crecimiento celular. Interviene en la médula espinal y en los nervios que parten de ella.	Anemia, úlceras en la boca y lengua, pérdida del apetito, malestar general, retraso del crecimiento en niños. Su falta prolongada provoca daños mentales.	El tabaco y alcohol impiden su normal absorción. Se debilita su acción por analgésicos y cortisona.
Vitamina B <sub>12</sub> (cianocobalamina)	2.4 µg	Regula la producción de glóbulos rojos en la médula ósea. Su falta puede crear alteraciones neurológicas, síntomas de depresión, rigidez en los miembros e irritabilidad.	Anemia, cansancio, y disminución de las defensas. El déficit muy prolongado crea anemia megaloblástica, dañando de forma irreversible el sistema nervioso.	Dado que los alimentos de origen animal son la principal fuente, los vegetarianos deben presentar especial cuidado en sus deficiencias.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Cuadro 2.5. Dosis diaria recomendada (DDR), acción y repercusiones del déficit de los minerales.

Mineral	DDR	Acción	Déficit	Observaciones
Calcio	1000 mg	Interviene en los impulsos nerviosos, la activación enzimática, la contracción muscular y como catalizador de reacciones biológicas.	Un leve déficit no es advertido ya que el organismo puede disponerlo de los huesos. Un déficit prolongado impide una máxima densidad de los huesos.	Constituye entre el 2% del peso corporal en un adulto, es el mineral más abundante del organismo. El 99% está en los huesos y dientes.
Fósforo	800 mg	Influye en la formación de huesos y dientes, permite la acumulación y liberación de la energía y se relaciona con todos los procesos metabólicos.	Dolor en los huesos. Falta de memoria y concentración. En casos de déficit prolongados el organismo puede disponer extrayéndolo de los huesos.	El calcio y el fósforo deben ingerirse conjuntamente y en una relación 1:1. La ingesta de fósforo en exceso disminuye la absorción de calcio, extrayéndolo de los huesos.
Magnesio	Hombres 420 mg Mujeres 320 mg	Actúa como catalizador de diversas funciones biológicas (liberación de energía, absorción y transporte de nutrientes, transmisión de impulsos nerviosos, contracción muscular).	Es raro el déficit. Debilidad muscular, descoordinación, letargo, depresión, irritabilidad. Se relaciona su deficiencia con mayores posibilidades de padecer ataques cardíacos.	Se encuentra en los huesos y tejidos blandos y parte de la población occidental no llega al aporte mínimo porque se elimina en los procesos de refinado.
Sodio	1 g	Controla el balance líquido del organismo, el equilibrio ácido-base, las respuestas nerviosas y musculares. Participa en la absorción del azúcar y de aminoácidos.	Su déficit es casi imposible, sólo en casos aislados, produciendo calambres, sed, y debilidad muscular.	Tomado en exceso produce retención de líquidos e hipertensión arterial.
Potasio	3-4 g	Participa en la regulación de la presión osmótica. Controla el balance líquido del organismo, el equilibrio ácido-base, las respuestas nerviosas y musculares.	Su déficit se aprecia muy rápido. Ataques cardíacos y apoplejías. Sensación de debilidad, sed, confusión y cansancio.	Su consumo es complementario del sodio, ayudando a su eliminación, y reduciendo casos de hipertensión.
Cloro	No estipulada	Controla el balance líquido del organismo, el equilibrio ácido-base, las respuestas nerviosas y musculares.	Su déficit es muy poco probable y puede producir vómitos prolongados o excesiva sudoración.	
Azufre	No estipulada	Se encuentra en las células y guarda relación con la actividad de las proteínas.	Retraso del crecimiento, debido a su relación con la síntesis de proteínas.	Es componente de tres aminoácidos y de la vitamina B <sub>1</sub> .
Hierro	Hombres 10 mg Mujeres 15 mg	Forma hemoglobina, sustancia encargada de llevar el oxígeno desde los pulmones a los tejidos y órganos.	Merma la capacidad laboral, el rendimiento intelectual, la resistencia a enfermedades y la temperatura corporal. Un déficit prolongado provoca anemia.	La anemia es un problema muy común. El gran problema para la normal provisión es el consumo de alimentos refinados.

Cuadro 2.5. Dosis diaria recomendada (DDR), acción y repercusiones del déficit de los minerales (continuación).

Mineral	DDR	Acción	Déficit	Observaciones
Manganeso	1.8-2.3 mg	Interviene en la formación de los huesos y de tejidos, en la coagulación de la sangre, la síntesis del colesterol y forma parte en variados procesos enzimáticos.	Mala formación de huesos. Lento crecimiento de uñas. Puede disminuir la tolerancia a la glucosa o la eliminación excesos de azúcar en sangre.	Se producen problemas pulmonares cuando se respira polvo de manganeso, en los lugares de extracción.
Selenio	Hombres 70 µg Mujeres 55 µg	Actúa protegiendo los glóbulos rojos (conjuntamente con la vitamina E). Antioxidante.	Reduce la fertilidad, miocardiopatías congestivas, disminuye la protección frente a trastornos oxidativos.	Es necesario para un normal crecimiento y desarrollo.
Yodo	150 µg	Componente de la tiroxina (hormona de la glándula tiroides que regula las funciones metabólicas básicas).	Entorpece la actividad física y mental, aumento de peso, rasgos toscos y cabellos muy secos. Puede producir retrasos en los niños.	La glándula tiroides se hincha al no captar el yodo suficiente del torrente sanguíneo originando bocio.
Zinc	Hombres 15 mg Mujeres 12 mg	Influye en la curación de heridas y quemaduras. Participa en variadas funciones enzimáticas y en el metabolismo de glúcidos, proteínas y grasas y en la síntesis de insulina, ARN y ADN.	Pérdida de apetito, del gusto y el olfato, lentas cicatrizaciones, merma del crecimiento capilar, dermatitis, merma de las defensas y dificultades durante el embarazo.	Es un componente de la insulina. Destruye elementos tóxicos como el cadmio.
Cromo	25-35 µg	Colabora en la metabolización del azúcar en sangre y su equilibrio.	Se le asocia con la intolerancia a la glucosa y aumento del colesterol.	Deficiencia en alimentos refinados.
Flúor	3-4 mg	Desempeña un importante papel en la formación de huesos y solidez dental.	Caries, problemas en la asimilación del calcio.	Su exceso provoca manchas permanentes en la dentición.
Molibdeno	45 µg	Forma parte de las enzimas que intervienen en regular el hierro.	Merma en la resistencia a las caries dentarias.	Se producen problemas cuando se respira.
Cobre	2-4 mg	Participa en la formación de la hemoglobina y es fundamental para el desarrollo de huesos, tendones, tejido conectivo y el sistema vascular.	Anemias, edemas, desmineralización ósea, detención del crecimiento, anorexia y vulnerabilidad a infecciones.	Las dosis elevadas son tóxicas.

• El **calcio** se encuentra principalmente en los productos lácteos, frutos secos, sardinas y anchoas y en menor proporción en legumbres y vegetales verdes oscuros (espinaca, acelga, brócoli, perejil y berros). La absorción del calcio se realiza en el intestino, con un bajo rendimiento (el 40%), y se ve favorecida con la actividad física, con la presencia de vitamina D y con la incorporación de azúcar. El calcio está también muy vinculado a la presencia de fósforo, ya que la falta o exceso de cualquiera de estos dos macrominerales puede afec-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

tar la absorción del otro. A su vez, la absorción del calcio se ve dificultada ante consumos de café, alcohol, falta de vitamina D, falta de ácido clorhídrico en el estómago, falta de ejercicio y estrés.

Una de las grandes ventajas que presenta el calcio se refiere a su invariabilidad en el tiempo, ya que desde el momento en que el alimento es envasado hasta el momento de consumo, el contenido de calcio de los alimentos no se altera en ninguna etapa.

- El **fósforo** se puede incorporar al organismo a través del consumo de carnes, huevos, lácteos, frutas secas, granos integrales y legumbres, pescados, moluscos y crustáceos. El exceso de fósforo, produce menor asimilación de calcio. Se ha comprobado que la ingestión frecuente de antiácidos genera una falta de este macromineral en el organismo. Un organismo adulto debe contener aproximadamente 700 g de este mineral, bajo la forma de fosfatos, para la constitución de las células y para el metabolismo energético. Los síntomas de ausencia de este son; decaimiento, debilidad, temblores y disartria, y en algunos casos anorexia y desordenes respiratorios.

- Las fuentes de **magnesio** son el cacao, las semillas y frutas secas, el germen de trigo, la levadura de cerveza, los cereales integrales, las legumbres y las verduras de hoja. También se encuentra, pero en menor cantidad, en carnes, lácteos y frutas. Su absorción se efectúa a nivel intestinal y los elementos de la dieta que compiten con su nivel de absorción son el calcio, el fósforo, grasas, proteínas, alcohol, el oxalato, las fibras, así como también debido a una carencia de vitamina D y la hormona de la glándula paratiroides, por lo que tan sólo del 30 al 60% del magnesio ingerido se absorbe.

- Todos los alimentos cuentan con **sodio** en su composición química. Sin embargo hay alimentos que lo contienen en cantidades muy elevadas, por ejemplo, los productos cárnicos elaborados como fiambres y embutidos, encurtidos, salazones, conservas, quesos y la gran mayoría de alimentos transformados. La ingesta normal de alimentos cubre las necesidades diarias requeridas de sodio y en muchos casos hasta puede excederla. El sodio es el elemento mineral preponderante en la sangre y en los líquidos extracelulares. El sodio se absorbe rápidamente y se desecha del organismo principalmente a través de los riñones y del sudor.

- El **potasio** se encuentra muy extendido, destacando en cereales, carnes, vegetales, frutos secos, legumbres, frutas y pescados. Los alimentos más deficitarios en potasio son los productos azucarados y las materias grasas. Se encuentra entre los componentes de los jugos digestivos del tracto gástrico-intestinal y se absorbe muy rápidamente. Su eliminación se lleva a cabo a través de los riñones, aumentando en caso de un aporte elevado. El consumo excesivo de café, té, alcohol y/o azúcar aumenta la pérdida de este elemento a través de la orina.

- El **azufre** se encuentra en el queso, huevos, legumbres, carne, frutas secas, ajo y cebolla. El azufre es absorbido por el sistema digestivo siendo separado de los aminoácidos que lo contienen, para luego ser transportado a la sangre y de ahí a las células que lo precisan

para formar queratina, que es una sustancia proteica de la piel, uñas y pelo. También participa en la síntesis del colágeno (elemento que mantiene unidas a las células). Su exceso es eliminado por el organismo a través de la orina.

- Las fuentes alimenticias de **hierro** se diferencian en hierro hémico y no hémico. El hémico es de origen animal y se absorbe en un 20 a 30%, está presente en las carnes (especialmente las rojas), el no hémico, proviene del reino vegetal, es absorbido entre un 3% y un 8% y se encuentra en las legumbres, hortalizas de hojas verdes, salvado de trigo y los frutos secos. Para mejorar la absorción del hierro no hémico siempre es bueno consumir conjuntamente alimentos que contengan vitamina C. Los alimentos más ricos en hierro son los mariscos, morcilla, hígado, huevos, cacao, las legumbres secas, los frutos secos, las carnes y pescados.

El hierro también se requiere para la síntesis de diferentes compuestos que participan en un gran número de funciones vitales del organismo, como por ejemplo, el citocromo, la catalasa (una enzima que elimina el peróxido de hidrógeno formado en el organismo), etc. La absorción del hierro tiene lugar en el intestino delgado, así como también en el estómago. La falta de hierro en el organismo puede producir mala síntesis proteica, deficiencia inmunitaria, aumento del ácido láctico, aumento de noradrenalina, menor compensación de enfermedades cardio-pulmonares y la anemia. La forma de identificar la deficiencia en hierro es una menor respuesta al estrés, menor rendimiento laboral, alteración en la conducta y mala regulación térmica.

- El **manganeso** se encuentra en frutas secas, granos integrales, las semillas de girasol y de sésamo, la yema de huevo, legumbres y verduras de hojas verdes. Las necesidades diarias de este elemento quedan cubiertas por la alimentación, ya que no se han observado su carencia en el hombre. El exceso de manganeso por alimentación no ha demostrado tener efectos adversos.

- El **selenio** se encuentra naturalmente en alimentos de origen animal, como carnes, hígado, riñón, y en vegetales y cereales integrales, aunque la concentración en los vegetales depende de la riqueza de este elemento en los suelos de cultivo. La ingesta de una dieta equilibrada, satisface las necesidades cotidianas de selenio.

El selenio es un oligoelemento antioxidante que previene las reacciones excesivas de oxidación y su acción se relaciona con la actividad de otro antioxidante como es la vitamina E. Existen estudios (El Bayoumy *et al.*, 2006) que indican que en zonas donde hay carencia de este mineral en el suelo, aparecen cardiopatías y algunos tipos de cáncer, por lo que el selenio protege contra enfermedades cardiovasculares y estimula el sistema inmunológico, además de disminuir el proceso de envejecimiento celular.

- El **yodo** se encuentra en la sal marina, algas, productos de mar y vegetales que crezcan en suelos ricos en este elemento. Las fuentes de este elemento se cubren con la alimentación. Este mineral se utiliza para el tratamiento del crecimiento anormal del tamaño de la glándula tiroidea, aunque también interviene en el crecimiento mental y físico, el funciona-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

miento de tejidos nerviosos y musculares, el sistema circulatorio y el metabolismo de otros nutrientes. Los excesos de yodo pueden interferir negativamente en la glándula tiroidea, ocasionando su mal funcionamiento y por tanto su aporte externo a la comida es peligroso.

- El **zinc** se encuentra en numerosos alimentos como en la carne, el pescado, los lácteos, la yema de huevo, las legumbres secas y los cereales integrales. Su absorción es limitada, mejor si procede de alimentos de origen animal que vegetal. Los niveles de zinc en el organismo se suelen ver disminuidos por consumo de tabaco, café y el alcohol en exceso. En el organismo se encuentran presentes aproximadamente entre 2 y 3 g de este oligoelemento, concentrándose en testículos, cabello, uñas, huesos y tejidos pigmentados del ojo.

- El **romo** se encuentra en carnes y vísceras, en la levadura de cerveza y en los cereales integrales. Es muy raro que aparezcan excesos de cromo debido a que su presencia en alimentos es muy reducida. Su actividad se lleva a cabo conjuntamente con otras sustancias que controlan el metabolismo de la insulina y de varias enzimas, con la formación de ácidos grasos, colesterol y con el material genético de las células. Su carencia produce menor tolerancia a la glucosa, balance negativo de nitrógeno, menor cociente respiratorio y adelgazamiento. A su vez puede ocasionar diabetes en edades adultas, enfermedades coronarias y retardos de crecimiento.

- El **flúor** aumenta la estabilidad de huesos y dientes, al tiempo que refuerza la solidez de la sustancia dental. La absorción del flúor tiene lugar de forma rápida. En una dieta variada normal, el índice de absorción es de un 80% del flúor ingerido. Si en la dieta se toma una gran cantidad de minerales como el calcio, el magnesio o el aluminio, éstos tenderán a formar compuestos con el flúor, que reducirá su absorción. El flúor se elimina a través de los riñones. Una ingesta desmesurada de flúor (de hasta 50 mg/kg de alimento o por litro de agua) reduce el aporte de yodo y repercute, por tanto, en la función de la glándula tiroidea. Los aportes de este elemento dependen de la riqueza de los suelos de cultivo y de las aguas, tanto de riego, como agua potable para el consumo.

- Las principales fuentes de **molibdeno** son las judías, las hortalizas de hojas verde oscuro y los cereales. La cantidad de molibdeno en los alimentos de origen vegetal varía notablemente y depende del contenido de minerales del suelo. El molibdeno se necesita para la conversión de las purinas en ácido úrico y un consumo excesivo podría, en casos raros, aumentar los niveles de ácido úrico y producir gota. El molibdeno interfiere con la absorción del cobre; el uso prolongado de molibdeno podría, en teoría, producir una deficiencia de cobre.

- El **cobre** está presente en el hígado, riñón, y otras vísceras, en carnes (excepto el buey y cordero), cereales integrales, frutas secas y legumbres, así como pescados y mariscos, siendo los productos lácteos y el pan blanco alimentos pobres en cobre. Es un oligoelemento esencial. La mayor parte del cobre presente en el organismo (unos 100 mg) se encuentra asociado a complejos proteínicos. Estas proteínas con cobre suelen ser oxidasas, unas enzimas del catabolismo o metabolismo de degradación, de las que algunas participan en la eliminación de los radicales libres. El cobre también desempeña un papel fundamental en

el metabolismo de los tejidos y en el transporte del hierro. En el ser humano suelen producirse trastornos a causa de una carencia de cobre.

A muchos alimentos comunes como leche, harina, cereal, margarina se les agregan vitaminas y minerales para completar aquellos que tal vez falten en la dieta de una persona o que se hayan perdido durante el refinado y/o procesado. Hay alimentos que han sufrido una desnaturalización a causa de las transformaciones industriales, por ejemplo; el pan ha perdido gran parte de su valor nutritivo al estar el trigo empleado desprovisto de la fibra o salvado, vitaminas y oligoelementos, quedando en el pan blanco solamente el almidón y el gluten, que son los que aportan las calorías. También las hortalizas deshidratadas o congeladas pierden parte de sus vitaminas.

Estas vitaminas y minerales de síntesis que son tomados como complementos o adicionados a los alimentos, son recibidas por el organismo de manera diferente a las procedentes de los productos naturales, ya que los presentes en los productos naturales se encuentran asociados a otras sustancias cuya acción potencian y complementan. Por otro lado, el consumo de suplementos vitamínicos puede estar indicado en determinados casos, en ellos es aconsejable tomarlos junto con los alimentos ricos en esas vitaminas, para facilitar su metabolización por el organismo y mejorar su acción. Por otro lado, el suministro de complementos minerales puede ser contraproducente, ya que el exceso de unos puede perjudicar o en algunos casos favorecer a otros. Por ejemplo, existe una competencia entre la absorción intestinal y excreción renal del potasio, magnesio y calcio, de forma que altas concentraciones de potasio inhiben la absorción intestinal de magnesio, y altas concentraciones de este último impiden la absorción intestinal del potasio y del calcio.

- La **fibra** es la parte comestible de las plantas que no puede digerirse en el estómago y resistente a la absorción en el intestino delgado, porque no se disponen de las enzimas necesarias para romper los enlaces de los monosacáridos, con los que está constituida, pero sufre una total o parcial digestión en el colon. Aunque no proporcionan nutrientes, son esenciales para la salud, además aumentan la sensación de saciedad. Se recomienda ingerir de 20 a 60 g de fibra diariamente. Se ha demostrado que una dieta rica en fibras puede proteger del cáncer de colon.

Se clasifica en función de su solubilidad en agua (soluble o insoluble), la combinación de ambas fibras se conoce como fibra dietética. Las verduras, las frutas, los cereales y las legumbres son fuentes de fibra dietética. La fibra soluble (pectinas, gomas, mucilagos y algunas hemicelulosas) está presente en la pulpa de las frutas, en la avena y en algunas legumbres, al disolverse en agua, forma un gel en el intestino, lo que permite la absorción más uniforme de la glucosa en el tracto digestivo, evitando el estreñimiento. También contribuyen a reducir el nivel de colesterol sanguíneo, al disminuir su absorción intestinal. La fibra soluble, se añade a los alimentos procesados para mejorar su textura. La fibra insoluble presente por ejemplo en los cereales integrales y semillas, consta de celulosa y hemicelulosa vegetal y otros materiales indigeribles. Pasa por el intestino sin digerirse, pero retiene agua como una esponja, lo que contribuye a la regularidad del tracto intestinal. La

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

masticación de fibra estimula la secreción de la saliva y la masa que pasa al estómago y los intestinos, retrasa la digestión y da más tiempo para la absorción de nutrientes.

- Sustancias **bioactivas** o compuestos **fitoquímicos**. Los alimentos funcionales son aquellos que proporcionan además de las necesidades nutritivas, beneficios fisiológicos. Algunos alimentos son considerados como funcionales porque son fuentes de compuestos fitoquímicos. Los fitoquímicos son componentes químicos localizados en las plantas. Muchos de éstos tienen propiedades para la salud y están asociados con la reducción en el riesgo de cáncer y otras enfermedades degenerativas. Algunos actúan como antioxidantes y otros afectan a la actividad de enzimas. Las recomendaciones dietéticas aconsejan aumentar el consumo de frutas y verduras porque estos alimentos son fuentes importantes de fitoquímicos.

Los antioxidantes son según Halliwell (2000) sustancias naturales que, presentes a bajas concentraciones respecto a las de un sustrato oxidable (biomolécula), retardan o previenen su oxidación. Se encuentran en abundancia en gran variedad de alimentos como frutas, verduras y cereales. Los efectos dañinos de los radicales libres están controlados en el organismo mediante un amplio espectro de antioxidantes de origen endógeno (enzimas antioxidantes, albúmina, transferina, ceruloplasmina, ácido úrico, bilirrubina, etc.) y exógeno a través de la dieta (vitaminas E y C, carotenoides, selenio, compuestos fenólicos, etc.). El modo de actuación de los antioxidantes se clasifican en primarios (los que impiden la formación de radicales libres, entre los que destacan los complejantes de metales de transición), secundarios (los que interrumpen la reacción de propagación por inactivación o desplazan a las especies reactivas de oxígeno, como la vitamina C) y terciarios (los que reparan el daño causado a las moléculas o eliminan aquellas que se han estropeado).

Los antioxidantes se dividen en aquellos presentes en la zona hidrosoluble de las lipoproteínas (la vitamina C, el ácido úrico, la bilirrubina, los tiolicos y las HDL) y aquellos presentes en la zona lipídica (la vitamina E, la coenzima Q, la licopina, los flavonoides y el  $\beta$ -caroteno). Otros antioxidantes de interés son el glutatión, las catalasas, la superoxidodismutasa, el selenio y el zinc. Algunos estudios (Buzadzic *et al.*, 2002) han demostrado también propiedades antioxidantes en algunos oligoelementos como son el manganeso, presente en los cereales, el té y los tubérculos, y el molibdeno, abundante en las judías, huevos, alimentos integrales y legumbres.

- El **agua** constituye las dos terceras partes del cuerpo humano adulto, es tan importante para todas las funciones corporales que no hay quien pueda sobrevivir más de tres días sin reponer el agua que elimina. El organismo pierde unos 3 litros de agua al día, la repone en parte de los alimentos (las frutas y las verduras poseen de un 60 a un 95% de agua), pero el resto debe tomarse en forma de líquidos, unos 8 vasos grandes al día.

El estado de salud de una persona depende de la calidad de la nutrición de las células. Por lo tanto, la única forma de actuar voluntariamente sobre el estado nutricional es mejorando

los hábitos alimentarios mediante una elección acertada de los alimentos que constituyen la dieta. Una dieta equilibrada es imprescindible para conseguir una salud óptima, aumentar la vitalidad y prevenir y curar las enfermedades. La pirámide alimentaria es una herramienta que permite elaborar y planificar dietas en función de cada uno de los cinco grupos de nutrientes (Fig. 2.2). Es el método utilizado para sugerir la variedad de alimentos a consumir en forma cotidiana. Lo que propone la pirámide es el consumo de los productos que la componen en proporciones parecidas a las de sus escalones.

La forma de la pirámide refleja las proporciones relativas de cada grupo de alimentos que deben incluirse en la dieta. La base ancha de la pirámide está basada en alimentos que contienen un alto contenido de hidratos de carbono, como el pan, arroz, pastas y patatas, entre otros, esos alimentos son aporte de vitaminas del grupo B, fibra, y minerales como el hierro, magnesio y zinc. Los alimentos con altos contenidos en hidratos de carbono son el sustento de una dieta saludable y se recomienda la ingesta de entre 6 y 11 porciones de alimentos de este grupo al día. En el nivel siguiente de la pirámide se sitúan dos grupos de alimentos de origen vegetal: el grupo de las verduras del que se recomienda el consumo de entre 3 y 5 porciones al día y el grupo de las frutas del que se recomiendan de entre 2 a 4 porciones al día, estos alimentos aportan vitaminas A y C, fibras, ácido fólico y minerales de magnesio, hierro y potasio, entre otros. El siguiente nivel decreciente de la pirámide refleja el consumo recomendado de un número más pequeño de porciones y comprende dos grupos de alimentos principalmente de origen animal, por un lado el grupo de la leche y los derivados lácteos, del cual se recomiendan de 2 a 3 porciones y que aporta a la nutrición proteína, riboflavina, vitamina D y calcio; y el grupo de la carne, huevos, leguminosas de grano, etc. del cual se recomiendan de 2 a 3 porciones al día, y que principalmente son fuente de proteínas, niacina, vitaminas del grupo B, hierro y zinc. En el vértice más estrecho de la pirámide se encuentran las grasas, aceites y dulces. Estos alimentos deben consumirse con moderación después de que se han satisfecho otras necesidades nutritivas.

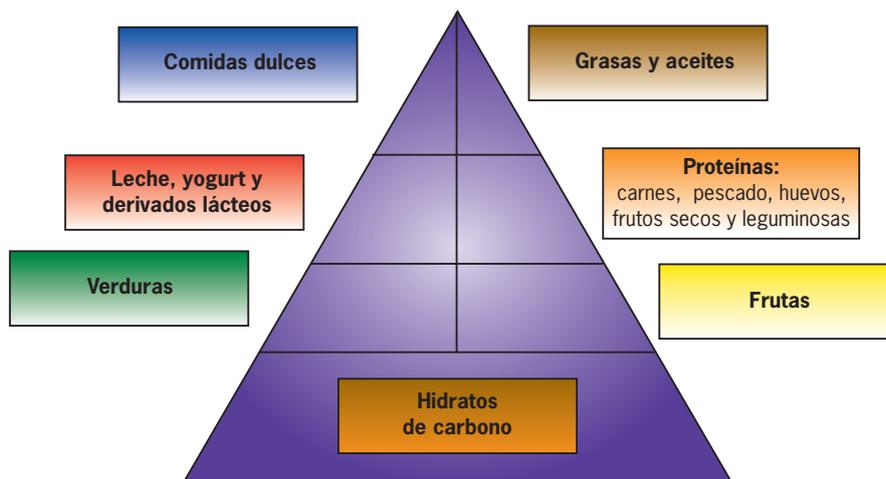


Figura 2.2. Pirámide alimentaria.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Aunque la composición de los alimentos es variable dependiendo de los factores de producción y transformación, los cuadros 2.6-2.12 permiten conocer las concentraciones promedio de nutrientes en los alimentos más representativos (El Madfa *et al.*, 1998).

Cuadro 2.6 Composición nutricional de cereales.

	CEREALES								
	Arroz blanco cocido	Avena en copos	Espelta, en harina	Maíz, en grano	Trigo, en harina	Pan de centeno	Pan de trigo	Pan de trigo integral	
MACRONUTRIENTES por 100 g de alimento	Energía (kcal)	123	367	360	333	337	241	233	216
	Proteína (g)	2.2	14.0	10.4	9.2	11.3	7.0	7.8	9.0
	Glúcidos (g)	29.6	66.5	75.3	65.2	74.8	51.0	49.7	41.8
	Lípidos totales (g)	0.3	7.0	2.0	3.8	1.2	1.0	1.7	2.7
	AGS (g)	0.08	1.45	*	*	0.24	0.19	0.52	0.67
	AGM (g)	0.09	3.00	*	*	0.29	0.15	0.32	0.51
	AGP (g)	0.12	3.34	*	1.70	0.76	0.7	0.83	1.45
	Colesterol (mg)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fibra (g)	0.8	21	*	9.2	3.0	5.4	2.7	8.5
	Agua (g)	73.0	13.4	10.0	12.5	14.1	40.0	39.0	43.0
MINERALES por 100 g de alimento	Sodio (mg)	2	5	3	6	2	552	540	380
	Potasio (mg)	28	400	349	330	108	169	130	270
	Calcio (mg)	10	70	20	15	15	29	58	63
	Fósforo (mg)	28	430	300	256	90	140	90	265
	Magnesio (mg)	10	140	80	120	166	35	0.9	92
	Hierro (mg)	0.9	4.0	3.0	1.5	2.0	2.5	0.9	2.0
	Zinc (mg)	1.1	3.1	*	0.3	3.5	0.3	0.3	0.7
	Flúor (mg)	*	*	0.08	0.06	*	0.01	0.08	0.1
VITAMINAS por 100 g de alimento	Retinol (µg)	0	0	0	90	0	0	0	30
	Tocoferol (mg)	0.10	1.10	0.30	2.20	0.60	0.09	0.10	0.40
	Tiamina (mg)	0.11	0.56	0.30	0.36	0.31	0.18	0.09	0.23
	Riboflavina (mg)	0.01	0.15	0.10	0.20	0.08	0.12	0.06	0.15
	Niacina (mg)	1.00	1.00	1.50	1.50	2.10	0.90	1.00	3.30
	Piridoxina (mg)	0.20	0.16	0.30	0.40	0.38	0.20	0.04	0.36
	Ácido fólico (µg)	21	44	*	1	53	22	22	18
	Ácido ascórbico (mg)	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 2.7. Composición nutricional de huevos, lácteos y aceite de oliva.

		HUEVOS, LÁCTEOS Y ACEITE DE OLIVA							
		Leche entera	Leche desnatada	Yogurt natural	Mantequilla	Queso fresco	Queso camembert	Aceite de oliva	Huevo de gallina
MACRONUTRIENTES por 100 g de alimento	Energía (kcal)	69	34	50	671	210	300	897	153
	Proteína (g)	3.5	3.5	3.4	0.7	15	22.8	0	12.4
	Glúcidos (g)	5.5	5.0	6.2	0.6	4.0	0.35	0.2	1.5
	Lípidos totales (g)	3.3	0.1	2.2	74	15	23	99.6	10.9
	AGS (g)	2.5	0.06	0.9	48.3	9.6	15.4	14.7	4.13
	AGM (g)	1.2	0.03	0.35	23.4	4.4	7.1	73.0	5.13
	AGP (g)	0.11	0	0.03	1.90	0.45	0.35	12.0	1.2
	Colesterol (mg)	14	0	8	250	97	72	1	450
	Fibra (g)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Agua (g)	87.5	90.5	87.5	15.3	53	44	0.2	73.8
MINERALES por 100 g de alimento	Sodio (mg)	48	50	48	5	375	944	0	127
	Potasio (mg)	157	163	157	16	95	105	0	144
	Calcio (mg)	120	125	120	13	79	400	1	58
	Fósforo (mg)	92	96	92	21	137	310	0	221
	Magnesio (mg)	12	12	12	3	7	29	0	13
	Hierro (mg)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.6	0.1	2.7
	Zinc (mg)	1.0	1.0	1.4	0	*	0.7	0	0.7
	Flúor (mg)	0.02	0.02	0.02	0.12	*	*	0	0.12
VITAMINAS por 100 g de alimento	Retinol (µg)	31	1	31	653	325	630	120	202
	Tocoferol (mg)	0.1	0.1	0.1	2.2	0.7	0.8	13.2	0.8
	Tiamina (mg)	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.04	0	0.13
	Riboflavina (mg)	0.18	0.19	0.18	0.02	0.23	0.37	0	0.35
	Niacina (mg)	0.1	0.1	0.1	0	0.1	1.2	0	0.1
	Piridoxina (mg)	0.05	0.04	0.05	0.01	0.06	0.20	0	0.12
	Ácido fólico (µg)	12	12	18	0	*	18	0	31
	Ácido ascórbico (mg)	1	1	1	0	0	0	0	0

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Cuadro 2.8. Composición nutricional de carnes.

	CARNES								
	Pollo sin piel	Pavo sin piel	Carne magra de ternera	Bistec de ternera	Chuleta de cordero	Chuleta de cerdo	Jamón cocido	Jamón serrano	
MACRONUTRIENTES por 100 g de alimento	Energía (kcal)	126	109	123	168	365	329	270	356
	Proteína (g)	19.1	21.9	20.3	19	14.7	15.9	14.4	17
	Glúcidos (g)	0.8	0.5	0	0.5	0	0	0	0
	Lípidos totales (g)	1.65	2.20	4.6	10	34	29.5	23.6	35
	AGS (g)	0.37	0.80	2.06	3.4	17.1	12.5	9.22	11.7
	AGM (g)	0.48	0.59	2.26	5.55	14.7	14.1	11.8	15.6
	AGP (g)	0.40	0.65	0.19	0.2	1.81	2.44	2.45	4.15
	Colesterol (mg)	57	49	59	70	78	72	60	62
	Fibra (g)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Agua (g)	75	60.4	55.3	55.3	73.5	74.6	63.9	42
MINERALES por 100 g de alimento	Sodio (mg)	66	63	345	1060	80	60	876	1400
	Potasio (mg)	264	300	555	212	417	387	270	248
	Calcio (mg)	14	25	9	12	16	3	10	10
	Fósforo (mg)	212	226	317	220	192	204	136	207
	Magnesio (mg)	14	27	38	59	24	27	24	20
	Hierro (mg)	1.1	1.4	3.9	2.2	2.0	1.0	2.5	2.3
	Zinc (mg)	2.5	1.2	6.1	5.5	3.5	3.3	1.6	1.3
Flúor (mg)	*	*	*	*	*	*	*	*	
VITAMINAS por 100 g de alimento	Retinol (µg)	11	9	0	0	0	6	0	0
	Tocoferol (mg)	0.30	2.5	0.16	0.5	0.14	0.1	0	2.09
	Tiamina (mg)	0.70	0.10	0.14	0.05	0.09	0.90	0.61	0.55
	Riboflavina (mg)	0.90	0.18	0.34	0.19	0.24	0.23	0.26	0.20
	Niacina (mg)	10.5	10.5	5.6	4.7	5.8	4.5	3.5	3.5
	Piridoxina (mg)	0.54	0.17	0.63	0.57	0.14	0.50	0.36	0.40
	Ácido fólico (µg)	8	24	13	12	20	11	4	1
Ácido ascórbico (mg)	0	0	0	0	0	2	0	0	

Cuadro 2.9. Composición nutricional de pescados y mariscos.

	PESCADOS Y MARISCOS								
	Bacalao fresco	Caballa	Merluza	Lenguado	Sardina	Calamar	Gamba	Salmón	
MACRONUTRIENTES por 100 g de alimento	Energía (kcal)	76	220	73	81	174	62	39	154
	Proteína (g)	17.4	19	16.8	17.1	21	14.2	7.9	16
	Glúcidos (g)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lípidos totales (g)	0.7	16	0.6	1.4	10	0.6	0.8	10
	AGS (g)	0.18	4.40	0.17	0.28	3.25	0.10	0.17	2.0
	AGM (g)	0.11	6.73	0.12	0.38	3.25	0.10	0.07	4.6
	AGP (g)	0.39	4.41	0.27	0.72	3.25	0.40	0.34	3.0
	Colesterol (mg)	50	80	60	60	100	170	66	70
	Fibra (g)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Agua (g)	81.1	68.2	80.8	80	73.8	82.2	78.4	65.5
MINERALES por 100 g de alimento	Sodio (mg)	72	95	101	100	100	261	146	51
	Potasio (mg)	350	396	294	309		273	266	371
	Calcio (mg)	24	12	41	29	85	29	92	13
	Fósforo (mg)	190	238	142	195	258	143	224	266
	Magnesio (mg)	25	28	24	49	24	34	67	29
	Hierro (mg)	0.4	1.0	1.2	0.8	2.5	0.8	1.8	1.0
	Zinc (mg)	0.3	1.0	0.7	0.5	1.1	1.9	0.3	1.0
Flúor (mg)	0.2	0.35	*	*	*	*	0.16	0.58	
VITAMINAS por 100 g de alimento	Retinol (µg)	10	100	7	15	20	51	15	66
	Tocoferol (mg)	0.30	1.60	1.10	2.20	0.84	1.36	0.23	2.01
	Tiamina (mg)	0.06	0.14	0.10	0.06	0.02	0.07	0.05	0.17
	Riboflavina (mg)	0.05	0.35	0.20	0.10	0.25	0.05	0.03	0.17
	Niacina (mg)	2.1	7.7	2.0	3.0	9.7	2.6	2.4	7.5
	Piridoxina (mg)	0.20	0.63	0.16	0.15	0.97	0.41	0.13	0.98
	Ácido fólico (µg)	7	12	26	10	12	18	1	22
Ácido ascórbico (mg)	2	5	0	1	0	6	2	1	

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Cuadro 2.10. Composición nutricional de legumbres y frutos secos.

		LEGUMBRES Y FRUTOS SECOS							
		Judía	Garbanzo	Lenteja	Haba verde	Soja	Guisante	Almendra	Nuez
MACRONUTRIENTES por 100 g de alimento	Energía (kcal)	241	305	304	154	403	67	565	525
	Proteína (g)	23	20	23.8	9.3	33.4	5.8	16.9	10.6
	Glúcidos (g)	39	48.6	53.2	30.0	33.3	10.6	4.3	5
	Lípidos totales (g)	0.2	3.4	1	0.5	6.0	0.4	53.5	51.5
	AGS (g)	0.05	0.30	0	0	0.70	0.18	4.44	5.87
	AGM (g)	0.07	0.70	0	0	1.10	0.15	38.30	8.4
	AGP (g)	0.13	1.40	0.90	0.50	2.70	0.02	5.83	36.8
	Colesterol (mg)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fibra (g)	22	9.5	11.7	3.8	5	5.2	14.3	5.2
	Agua (g)	11.6	11.0	11.8	9.7	7.0	10.6	5.0	5.0
MINERALES por 100 g de alimento	Sodio (mg)	20	27	4	4	4	26	20	2
	Potasio (mg)	1300	580	810	228	1750	930	835	570
	Calcio (mg)	105	110	74	31	260	51	252	87
	Fósforo (mg)	430	428	412	106	590	378	454	410
	Magnesio (mg)	130	108	77	37	250	116	170	135
	Hierro (mg)	6.1	6.5	6.9	1.3	8.6	5.2	4.7	2.1
	Zinc (mg)	0.9	1.7	1.7	0.9	0.8	0.6	0.8	0
Flúor (mg)	0.09	*	0.03	*	0.36	*	0.10	0.70	
VITAMINAS por 100 g de alimento	Retinol (µg)	67	30	17	2	95	13	23	10
	Tocoferol (mg)	0.50	0.41	0.16	0.08	13.3	0.01	25.2	12.3
	Tiamina (mg)	0.60	0.50	0.43	0.08	1.00	0.76	0.25	0.35
	Riboflavina (mg)	0.20	0.15	0.26	0.08	0.30	0.27	0.60	0.10
	Niacina (mg)	2.10	1.50	2.20	0.60	2.50	2.80	4.10	1.00
	Piridoxina (mg)	0.06	0.54	0.26	0.06	0.05	0.16	0.06	0.87
	Ácido fólico (µg)	137	279	208	88	100	86	16	0
	Ácido ascórbico (mg)	2	4	0	0	0	1	3	3

Cuadro 2.11. Composición nutricional de verduras.

		VERDURAS							
		Alcachofa	Berenjena	Calabaza	Cebolla	Lechuga	Pimiento rojo	Tomate	Zanahoria
MACRONUTRIENTES por 100 g de alimento	Energía (kcal)	42	27	15	23	12	24	14	23
	Proteína (g)	2.8	1.0	1.5	0.9	1	0.8	1.4	0.7
	Glúcidos (g)	7.93	5.46	8.8	5.2	1.2	5.1	2.5	5.4
	Lípidos totales (g)	0.1	0.26	0.4	0	0.4	0.2	0.2	0
	AGS (g)	0	0	0	0	0	0	0	0
	AGM (g)	0	0	0	0	0	0	0	0
	AGP (g)	0.1	0.2	0.4	0	0.4	0.2	0.2	0
	Colesterol (mg)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fibra (g)	2.2	1.2	0.9	1.3	1.5	1.0	0.7	2.9
	Agua (g)	82.5	92.6	91.3	88.0	94.7	92.0	93.8	88.2
MINERALES por 100 g de alimento	Sodio (mg)	47	4	1	9	10	2	6	60
	Potasio (mg)	350	240	383	175	224	213	297	290
	Calcio (mg)	53	12	22	27	37	10	13	37
	Fósforo (mg)	130	20	44	42	31	26	27	36
	Magnesio (mg)	26	10	8	11	11	12	20	17
	Hierro (mg)	1.5	0.4	0.8	0.5	1.0	0.7	0.5	2.1
	Zinc (mg)	0.1	0.1	0.2	0	0	0.1	0.1	0.1
	Flúor (mg)	*	*	*	0.04	0.03	*	0.02	0.04
VITAMINAS por 100 g de alimento	Retinol (µg)	15	5	100	33	150	100	133	1100
	Tocoferol (mg)	0.14	0.01	1.10	0.1	0.4	3.1	0.8	0.6
	Tiamina (mg)	0.12	0.04	0.05	0.03	0.06	0.07	0.06	0.06
	Riboflavina (mg)	0.04	0.05	0.07	0.03	0.08	0.05	0.04	0.05
	Niacina (mg)	0.3	0.6	0.5	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6
	Piridoxina (mg)	0.06	0.09	0.10	0.13	0.06	0.27	0.10	0.10
	Ácido fólico (µg)	10	9	17	3	11	11	6	10
	Ácido ascórbico (mg)	6	5	9	10	10	140	24	8

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Cuadro 2.12. Composición nutricional de frutas.

	FRUTAS									
	Plátano	Cereza	Ciruela	Fresa	Manzana	Naranja	Melón	Piña	Uva	
MACRONUTRIENTES por 100 g de alimento	Energía (kcal)	79	47	38	26	46	35	24	46	61
	Proteína (g)	1.1	0.6	0.5	0.6	0.3	0.8	1	0.5	0.6
	Glúcidos (g)	19.2	11.9	9.6	6.2	12	8.5	5.3	11.6	15.5
	Lípidos totales (g)	0.3	0	0	0	0.3	0	0.15	0.3	0
	AGS (g)	0.13	0	0	0	0.09	0	0	0	0
	AGM (g)	0.04	0	0	0	0.02	0	0	0	0
	AGP (g)	0.11	0	0	0	0.19	0	0	0	0
	Colesterol (mg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fibra (g)	0.5	1.7	4.1	2.2	2.0	2	1	1.2	0.4
	Agua (g)	75.9	81.6	84.2	89.9	84.3	85.9	93.6	84.7	80.3
MINERALES por 100 g de alimento	Sodio (mg)	1	3	2	2	2	1	14	2	3
	Potasio (mg)	382	210	221	156	114	189	320	172	183
	Calcio (mg)	8	20	14	24	4	42	19	16	15
	Fósforo (mg)	27	20	18	25	6	22	30	9	20
	Magnesio (mg)	36	15	10	15	10	14	20	17	9
	Hierro (mg)	0.7	0.4	0.4	1.0	0.4	0.4	0.8	0.4	0.5
	Zinc (mg)	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Flúor (mg)	0.02	0.02	0.02	0.02	*	0.05	*	0.01	0.01
VITAMINAS por 100 g de alimento	Retinol (µg)	38	14	35	13	6	15	5	10	5
	Tocoferol (mg)	0.5	0.1	0.8	0.2	0.4	0.3	0.1	0.08	0.3
	Tiamina (mg)	0.05	0.04	0.07	0.03	0.01	0.09	0.05	0.08	0.05
	Riboflavina (mg)	0.06	0.04	0.04	0.06	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03
	Niacina (mg)	0.7	0.3	0.4	0.6	0.1	0.4	0.5	0.2	0.3
	Piridoxina (mg)	0.37	0.05	0.05	0.06	0.03	0.05	0.08	0.08	0.07
	Ácido fólico (µg)	22	6	1	15	4	26	8	8	12
	Ácido ascórbico (mg)	11	15	5	6	2	50	25	7	4

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

Según Herodoto, historiador griego del siglo V a.C., los egipcios creían que los alimentos constituían el origen de todas las enfermedades. Sócrates a finales del siglo V a. C. recomendó moderación en la comida y en la bebida, considerando que una persona debe comer sólo cuando tiene hambre y beber cuando tiene sed. Hipócrates, célebre médico griego ya dijo: «*que tu alimento sea tu mejor medicina*». Galeno, el médico más célebre entre los últimos clásicos, consideraba que una adecuada elección de alimentos era fundamental para una vida larga y sana. En el siglo X, el Régimen Sanitatis Salernitanum, de la Escuela de Salerno, en un poema dedicado a la dieta, dice en sus primeros versos: «*Si te faltan médicos, sean tus médicos estas tres cosas: mente alegre, descanso, dieta moderada*». La convicción de que la dieta era un elemento fundamental en la salud y en la longevidad dio lugar a una gran variedad de estudios a partir del siglo XIII. En el siglo XVII, el médico inglés George Herbert afirmó: «*quien quiera que haya sido el padre de la enfermedad, una mala dieta fue su madre*».

La salud es el resultado de la interacción entre la capacidad de adaptación heredada (marcada por los genes) y las circunstancias particulares (marcadas por el ambiente). Si el medio ambiente es lo suficientemente hostil (mala dieta, contaminación, exposición a virus, alergias, etc.), se excede la capacidad de adaptación y se enferma.

En las últimas décadas se ha demostrado la influencia de los modelos dietéticos sobre las enfermedades, habiéndose reconocido un aumento de ciertas enfermedades crónicas, no contagiosas, como consecuencia de la dieta y los hábitos de vida. La clave de una buena alimentación está en una dieta sana y equilibrada que proporcione la cantidad adecuada de nutrientes. Un ejemplo de ello está en la incidencia de las enfermedades cardiovasculares, que en la actualidad constituyen el problema de salud más importante de la población adulta de los países desarrollados, aunque la incidencia de estas enfermedades es variable en función de la zona geográfica, siendo el área mediterránea donde se presentan los niveles más bajos del mundo, estando relacionado con la dieta de esta zona. Aunque es posible que la combinación de un global de factores protectores (niveles elevados de colesterol bueno-HDL, dieta cardioprotectora, índice de masa corporal más reducido, mayor actividad física y factores ambientales) sean también responsables de esta paradoja.

Una lista de todas las posibles enfermedades debe abarcar todos los aspectos de la realidad social, ya que la salud se manifiesta en todas las condiciones de la vida humana. Según la teoría de Paracelso, místico suizo del siglo XVI y reformador de la medicina, se reconocían cinco categorías principales de causas de la enfermedad:

- Exteriores y ambientales. Calor, frío, viento, lluvia, traumatismos, bacterias, virus y contaminación.
- Venenos e impurezas: Alimentos estropeados o no adecuados, sustancias tóxicas, sustancias químicas, hierbas y medicamentos con efectos secundarios indeseables.

### **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

---

- Genéticas y hereditarias: Trastornos de origen genético, desnutrición y de régimen alimenticio insano transmitido por el progenitor, o durante el embarazo.
- Psicológicas: Estrés, aflicción, traumas psicológicos, histeria y otros trastornos emocionales.
- Espirituales.

En esta lista, la dieta equivocada sólo es una causa, entre otras muchas que causan los trastornos de salud. Pero es conocido que la dieta puede exacerbar los efectos de las demás enfermedades, debilitando la resistencia y profundizando sobre el sistema inmunitario. La dieta correcta no siempre es una cura directa, sino que actúa indirectamente fortaleciendo el organismo y permitiendo que el sistema inmunitario recupere su potencia.

Sobre la salud influyen factores sociales como el estilo de vida, el medioambiente y factores genéticos. La dieta, y en consecuencia la alimentación están consideradas como segmentos importantes que ocasionan problemas sobre la salud, considerando además, que puede influir sobre los otros componentes como el estilo de vida. La alimentación y los hábitos alimenticios de la civilización actual precisan de una reforma cualitativa y cuantitativa. Antiguamente los productos agrícolas eran consumidos por los propios productores, sin sufrir ninguna transformación. Las técnicas de producción y de conservación de alimentos no necesitaban prácticas abusivas, ni utilizaban energía exterior. La industria agroalimentaria ha cambiado, los productos agrícolas son transformados en alimentos con distinto sabor y con características diferentes a los de los productos originales, aumentando con ello los riesgos sobre la calidad y salud de los alimentos.

Actualmente existen tres temores asociados a la producción agroalimentaria que preocupan al consumidor; uno es la importancia que tiene para la salud las sustancias que se añaden intencionadamente a los alimentos para facilitar su conservación y aspecto, estas sustancias han de ser legales e identificarse en los envoltorios y en concentraciones rigurosamente estipuladas. Otro temor, es el peligro hacia las sustancias tóxicas que proceden del medio ambiente, del aire y del agua y que llegan a los alimentos inintencionadamente. La intrusión de estas sustancias tóxicas a los alimentos no siempre puede evitarse y muchas veces está fuera del control humano. El último temor, es la posible repercusión que los métodos de obtención de las materias primas y conservación de los alimentos, tienen sobre su valor nutritivo y sobre su salubridad.

Las enfermedades transmitidas por los alimentos son uno de los problemas más difundidos en la salud pública. Existe una tendencia a la aparición de patologías de esta índole, nuevas o de identificación reciente, que pueden ser de carácter biológico, químico o físico. Estas enfermedades que se perfilan o reaparecen como problemas emergentes pueden surgir por vez primera en una población y extenderse a nuevos vehículos de transmisión. En ciertos casos son enfermedades que ya existían, pero cuya incidencia o distribución geográfica se amplía rápidamente por distintos motivos o bien puede tratarse de patologías difundidas desde hace muchos años, pero que sólo recientemente han podido identificarse. La conta-

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

minación microbiana es la causa más común de transmisión de enfermedades a través de los alimentos. El daño causado por los contaminantes en los alimentos depende del tipo de contaminante, la dosis consumida, el tiempo transcurrido desde la ingestión del contaminante y la edad y estado de salud del consumidor.

Los factores que desempeñan un papel importante en la epidemiología transmitida por los alimentos, comprenden cambios relacionados con los agentes patógenos, el desarrollo, la urbanización y los modos de vida, recortes de los sistemas de atención de salud, modificaciones de los conocimientos, creencias y también cambios demográficos, los viajes y las migraciones, el comercio de alimentos, piensos y animales, así como la pobreza y la contaminación.

Los alimentos no deben poner en peligro la salud del consumidor a consecuencia de la contaminación por agentes químicos, biológicos y de otro tipo. Durante la ingesta natural se consumen gran número de sustancias tóxicas, algunas son componentes químicos del propio alimento, otras son contaminantes de origen microbiano y otras son productos de degradación, originados por los cambios químicos que tienen lugar durante el procesado. Las sustancias tóxicas presentan estructuras químicas tan diversas como aminoácidos, proteínas, aminas, alcaloides, glicósidos y algunos compuestos fenólicos.

#### 3.1. Sustancias añadidas a los alimentos

La industria de alimentos requiere el uso de aditivos, para hacer frente a la demanda de un suministro continuo y adecuado de productos. Se añaden deliberadamente productos químicos naturales o de síntesis, para modificar las propiedades físicas y químicas de los alimentos. En la alimentación se emplean más de mil aditivos, que son sustancias químicas que les confiere a los alimentos cualidades de las que carecen o para mejorar las que poseen.

De acuerdo a la legislación vigente en España, se considera que un aditivo es una sustancia añadida de forma intencional a los alimentos para modificar sus propiedades físicas, sabor, parámetros de conservación, pero también es un aditivo, la sustancia que se introduce para aumentar el valor nutritivo de los alimentos. Esta definición incluye, además, a cualquier sustancia usada en la producción, tratamiento, empaquetado, transporte o almacenamiento de alimentos. A diferencia de los aditivos, los agentes auxiliares, son sustancias que intervienen en el proceso de fabricación y que posteriormente son eliminados, o bien se mantiene en el alimento siempre y cuando no tenga efectos sobre el mismo. Estos agentes, en caso de persistir en los alimentos, en algunos casos, pueden ser peligrosos para la salud, por lo que es imprescindible realizar una trazabilidad para tener constancia de su eliminación.

Para que el uso de un aditivo sea aceptado en alimentos destinados al consumo humano, debe ser sometido a diferentes pruebas sobre animales que evalúen su inocuidad. Una vez finalizado este estudio, se establecen los niveles máximos permitidos, que siempre deben ser menores que los tolerados por los animales, más sensibles a los mismos. Sería

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

deseable que se estudiara, la repercusión en humanos, por los efectos que algunas de estas sustancias están provocando.

Los aditivos alimentarios añadidos de forma directa mejoran la calidad, apariencia, y sabor de los alimentos y ayudan en el procesado o preparación de los alimentos. Sólo se usan los aditivos si se demuestra que los beneficios que ofrecen pesan más que cualquier riesgo que ellos pudieran ocasionar. Los aditivos no pueden usarse para enmascarar productos de inferior calidad o engañar al consumidor. Tampoco se permite el uso de aditivos en aquellos alimentos donde se destruyan los nutrientes significativamente importantes o donde el mismo efecto puede lograrse empleando procesos industriales autorizados. Por ejemplo, no pueden usarse los sulfitos en las carnes porque ellos restauran el color rojo, proporcionando a estos alimentos una apariencia falsa de frescura, y no pueden usarse en comidas que son fuentes importantes de tiamina, porque los sulfitos destruyen este aminoácido. Los aditivos se clasifican en:

#### Aditivos que mejoran el aspecto físico de los alimentos:

- Emulgentes o emulsionantes que otorgan a los productos una textura consistente y homogénea e impiden que se separen.
- Estabilizantes y espesantes que les dan textura suave y uniforme.
- Espesantes.
- Gelificantes.
- Humectantes.
- Antiapelmazantes.
- Antiespumantes.
- Antiaglutinantes que ayudan a sustancias como la sal a fluir con libertad.

#### Aditivos que mejoran o corrigen las propiedades de los alimentos:

- Gasificantes.
- Reguladores del pH. Para prevenir la fermentación o controlar la acidez/alcalinidad.

#### Aditivos que evitan alteraciones biológicas y químicas:

- Conservantes que retrasan el deterioro del producto causado por aire, bacterias, hongos o levaduras. La contaminación bacteriana puede causar enfermedades alimentarias que ponen en riesgo la vida.

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

- Antioxidantes que protegen y evitan que los alimentos con alto contenido graso se enrancien o pierdan el sabor. También evitan que las verduras y frutas frescas cortadas, como patatas o manzanas, pierdan valor comercial al colorearse de tonos pardos, cuando se exponen al aire.

Aditivos que pueden modificar los caracteres organolépticos, como el sabor, el olor y el color de los alimentos:

- Edulcorantes.
- Agentes aromáticos. Se emplean muy ampliamente y cuentan con poco control, ya que los fabricantes no están obligados a definir su composición en el etiquetado. Algunos de ellos son peligrosos, aunque es raro que puedan producir efectos perjudiciales ya que son usados en cantidades mínimas.
- Colorantes que mejoran la apariencia de ciertos alimentos para satisfacer las expectativas de los consumidores.
- Potenciadores del sabor.

En España se admiten los aditivos aprobados por la Comunidad Europea, designados con números que comienzan por la letra E, seguidos de tres dígitos, donde el primero indica el tipo de aditivo (colorantes el 1, conservantes el 2, antioxidantes el 3, etc.). En total, están autorizados 345 aditivos, de los cuales tan sólo se emplea un pequeño porcentaje. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) está trabajando desde 1956 para la evaluación de la seguridad de los aditivos alimentarios. A nivel español, existe una normativa formulada en el Código Alimentario Español (CAE) que refleja la legislación dispuesta por la administración y que regula todo lo referente a los aditivos empleados en alimentos y en piensos para el ganado. La industria alimentaria sólo puede usar aquellos que han sido aprobados, tras haber pasado por estudios que verifiquen que a las dosis autorizadas no pueden causar ningún efecto dañino para la salud de las personas y que son realmente necesarios (Calvo Rebollar, 1991).

**Colorantes (de E100 a E199):** Su función es la de teñir el alimento, para darle un color atractivo o diferente del habitual. De esta forma, si se prescinde del colorante la calidad del producto no disminuye, aunque su efectividad comercial podría verse afectada. De hecho, algunos productos como golosinas o caramelos tienen en el colorante su principal atractivo. De origen natural y artificial. Por lo general, los naturales son bastante inocuos, por lo que sus restricciones son bastantes menores que para los artificiales, algunos de los cuales se asocian con reacciones alérgicas. El uso de estos productos está muy extendido para una gran gama de productos (confitería, refrescos, embutidos, yogures, quesos, mantequillas, margarinas, platos preparados, bebidas refrescantes, etc.). Exceptuando los colorantes obtenidos de los insectos o derivados de origen animal (E101, E101a, E120 y el E153), su origen suele ser sintético: derivados minerales de la hulla o el petróleo, o natu-

### **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

---

ral, derivados de plantas: clorofilas, carotenoides, cúrcuma, extracto de remolacha, etc. Los más conflictivos son los siguientes:

- Los azoicos (E102, E110, E123, E124, E154 y E155), utilizados para obtener el color de algunos dulces, etc. Se han relacionado con reacciones alérgicas, sobre todo en niños, por consumo excesivo de golosinas coloreadas, o con el uso excesivo de tartracina (E102), colorante amarillo empleado en algunos guisos.
- La cochinilla (E120) de color rojo, obtenida de un insecto. Puede ser peligrosa para los niños o si se combina con analgésicos.
- La azorrubina (E122) de color rojo, prohibida en varios países por producir anemias, linfomas y tumores.
- El amaranto (E123) de color rojo, prohibido en varios países por producir alteraciones en los cromosomas.
- La eritrosina (E127) de color rojo, inhibe la acción de la pepsina y altera la función tiroidea. En cantidades elevadas puede causar hipertiroidismo y fototoxicidad.
- El rojo allura, el azul brillante y el marrón HT (E129, E133 y E155), empleados para colorear carnes frescas.
- El caramelo (E150) ha provocado alteraciones sanguíneas y deficiencia de vitamina B<sub>6</sub> en animales.
- El negro brillante (E151) se convierte en tóxico por la acción del calor, y está prohibido en varios países.
- El colorante negro (E153) obtenido del carbón vegetal, peligroso porque a veces contiene hidrocarburos cancerígenos.
- El  $\beta$ -caroteno (E160) confiere a frutas y verduras tonos entre amarillos, anaranjados y rojizos, se usa en mantequillas y margarinas, entre otros alimentos. En cantidades elevadas puede ocasionar graves intoxicaciones.
- Dentro del grupo de las xantofilas hay que destacar la cantaxantina (E161g), de color rojo semejante al del pimentón, se utiliza a veces debido a su mayor estabilidad. Su uso está muy extendido como aditivo en el alimento suministrado a truchas o salmones criados en piscifactorías, y también en el suministrado a las gallinas de puesta, por aportar que la carne de los peces o la yema de los huevos tenga un color más intenso. La utilización de grandes cantidades de este aditivo dio lugar a la aparición de problemas oculares. En España, las xantofilas se utilizan para aplicaciones semejantes a las de los carotenoides (excepto en el queso), con las mismas restricciones.

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

- El dióxido de titanio (E171) empleado en la decoración de pasteles, puede bloquear la oxidación celular, en especial en hígado y riñones.

#### **Conservantes antimicrobianos (E200-299) y antioxidantes (E300-399):**

**Antimicrobianos:** protegen contra el ataque de microorganismos nocivos, que pueden alterar los alimentos (hongos y levaduras) o causar una intoxicación alimentaria (bacterias). En las cantidades normalmente utilizadas no eliminan los microorganismos sino que impiden su proliferación, por lo que su uso racional es útil y permite evitar riesgos, aunque en ocasiones pueden emplearse para enmascarar deficiencias en el proceso de producción de los alimentos. El ácido sórbico es uno de los conservantes más conocidos; es inofensivo, y previene el crecimiento de hongos en productos que contengan fruta (mermeladas, por ejemplo). En otros casos, productos como el ácido fórmico (que está autorizado en varios países) deben ser evitados, por su poder tóxico.

- E200-203 (ácido sórbico y sus sales), se emplea en bebidas, derivados cárnicos y lácteos, y en repostería. Los sorbatos son muy poco tóxicos, de los que menos, entre todos los conservantes. Por esta razón su uso está autorizado en todo el mundo.
- E210-213 (ácido benzoico y sus sales) utilizado en la conservación de marisco, bebidas refrescantes, zumos y mermeladas. El ácido benzoico es especialmente eficaz en alimentos ácidos. Sus principales inconvenientes son el que tiene un cierto sabor astringente poco agradable y su toxicidad, puede producir problemas neurológicos si se combinan con sulfitos, además de asma y urticaria si se combina con ciertos colorantes. La OMS considera como aceptable una ingestión de hasta 5 mg por kg de peso corporal y día. Con la actual legislación española este límite se puede superar, especialmente en el caso de los niños.
- E220-228 (sulfitos), son inocuos, aunque se han dado casos de hipersensibilidad en personas asmáticas y con acidez gástrica. Utilizados principalmente en bebidas alcohólicas, frutas secas y en los zumos. Son sustancias que preservan el contenido de vitamina C.
- E230-233 (difenilo y derivados), admitidos sólo en el tratamiento antimicótico de la superficie de cítricos y otras frutas, como los plátanos. No se elimina por el lavado y puede producir irritaciones en ojos y nariz y agravar afecciones renales y hepáticas.
- E249-252 (sales sódicas y potásicas de nitritos y nitratos), su empleo se restringe a alimentos que pueden ser contaminados por *Clostridium botulinum*, causante del botulismo. Actúan como sal en la curación de algunos quesos y dan el color rojo típico a los derivados cárnicos curados. El efecto del curado, en el que participa también la sal y las especias es conseguir la conservación de la carne evitando su alteración y mejorando el color. El color del curado se forma por una reacción química entre el pigmento de la carne, la mioglobina y el ión nitrito. Cuando se añaden nitratos, estos se

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

reducen a nitritos por acción de ciertos microorganismos, siendo el efecto final el mismo, independiente que se añada un producto u otro.

Su uso como aditivos presenta incuestionablemente ciertos riesgos, el primero es el de la toxicidad aguda por destrucción de los glóbulos rojos y el segundo el de la formación de compuestos cancerígenos (nitrosaminas). El caso de los nitritos y nitratos puede ser representativo de las decisiones basadas en la relación riesgo/beneficio. Por una parte se sitúa el riesgo, entre otros, de la formación de nitrosaminas, potenciales cancerígenos, mientras que por otra se sitúa el beneficio de evitar el botulismo. Con medidas complementarias, como la restricción de los niveles y el uso de inhibidores de la formación de nitrosaminas, los organismos reguladores de todos los países aceptan el uso de nitratos y nitritos como aditivos, considerándolos necesarios para garantizar la seguridad de ciertos alimentos.

- E260-263 (ácido acético y sus sales), se emplea en conservas de pescado, panadería, conservas vegetales y encurtidos.

**Antioxidantes:** usados para evitar la oxidación de los alimentos grasos, es decir el enranciamiento, que tiene lugar por efecto del calor, la luz y los metales. También protegen la oxidación de vitaminas liposolubles (A, D, E, F y K). Ciertas plantas como el romero, el tomillo y la albahaca, presentan acción antioxidante. Muchos productos grasos vegetales contienen sus propios antioxidantes naturales, aunque algunos de ellos los pierden en el proceso de elaboración, por lo que es necesario reemplazarlos de manera artificial. Los antioxidantes pueden actuar por medio de diferentes mecanismos; deteniendo la reacción en cadena de oxidación de las grasas; eliminando el oxígeno atrapado o disuelto en el producto, o el presente en el espacio que queda sin llenar en los envases; y eliminando las trazas de ciertos metales, como el cobre o el hierro, que facilitan la oxidación.

- E300-304 (ácido ascórbico o vitamina C y sus sales), utilizado en bebidas de frutas y otros alimentos.
- E306-309 (tocoferoles o formas de vitamina E), empleados en grasas vegetales, panadería y repostería.
- E320 y E321 (butilhidroxianisol, BHA y butilhidroxitolueno, BHT). Se utilizan para proteger las grasas utilizadas en repostería, fabricación de galletas, sopas deshidratadas, etc. Su seguridad ha sido discutida extensamente, pueden aumentar el colesterol y producir alergias. De difícil eliminación y se acumula en el organismo. Se han observado efectos que potencian la acción de ciertos carcinógenos en animales de laboratorio.
- E322 (lecitina), también se emplea como estabilizante y emulgente de las grasas, aunque se emplea también como suplemento nutricional protegiendo arterias y órganos vitales, porque al ser un emulgente, contribuye a la descomposición de las grasas y el colesterol, haciendo posible que las grasas, como el colesterol y otros lípidos, puedan disolverse en el agua y ser eliminados del organismo. Las fuentes naturales de

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

lecitina son principalmente la soja y el huevo. La lecitina es el nombre común para un determinado tipo de fosfolípidos, aunque técnicamente se denomina fosfatidilcolina.

- E330-333 (ácido cítrico y sus sales) empleados en gran variedad de alimentos sin efectos nocivos. El ácido cítrico potencia la acción antioxidante de la vitamina C. En algunos casos puede provocar urticaria y edemas.
- E338-343 (ácido fosfórico y sus sales). Las sales sódicas y potásicas del ácido fosfórico tienen la principal vía de aplicación en los productos cárnicos. Al interactuar con las proteínas disminuyen la pérdida del agua y aumentan la jugosidad del producto. Este efecto se utiliza especialmente en la elaboración de fiambres y otros derivados cárnicos. En España se limita su utilización por la posibilidad de la incorporación de una cantidad excesiva de agua al producto, defraudando al consumidor. Por la misma razón está prohibida su utilización en la carne fresca. En productos lácteos se utilizan los fosfatos como estabilizantes de la leche UHT y esterilizada clásica, para evitar su gelificación, y también en la evaporada, condensada, nata y en polvo. Pueden producir desórdenes digestivos por disminuir la absorción de calcio, hierro, magnesio y otros minerales esenciales, por lo que pueden ocasionar descalcificación en los niños. La ingestión diaria admisible es de hasta 70 mg/kg de peso para el ácido fosfórico y los fosfatos de sodio y potasio.

**Emulsionantes, espesantes y estabilizantes (entre E400 y E499):** Se utilizan para modificar la textura de los alimentos elaborados, ya sea para aumentar su volumen (como en algunos yogures), para espesarlo o bien para estabilizar las emulsiones, aumentando la cremosidad. Se utilizan para elaborar mezclas de agua con grasa cuando de forma natural resulta imposible. Se emplean para mantener el aspecto físico de los alimentos recién preparados y evitar la formación de cristales o grietas que los desvaloren. Se obtienen de varios productos vegetales, animales y minerales, del algarrobo, las algas, alginatos, pectinas, las lecitinas, los ácidos grasos derivados de las grasas, mayormente animales, y también sintéticos. Su toxicidad es menor que la del resto de aditivos. Conviene destacar:

- E400-405 (ácido algínico y sus sales), reducen la disponibilidad de elementos esenciales, pero al mismo tiempo neutralizan la toxicidad de algunos metales.
- E431-E436. Son estearatos de polioxietileno. En España está autorizado su uso solamente en confitería, repostería y elaboración de galletas. En determinadas condiciones estos emulsionantes son capaces de inducir alteraciones en el estómago con deficiencias nutricionales.
- E450-452, son los polifosfatos sódico, potásico y cálcico. Bloquean algunas enzimas y producen descalcificaciones y cálculos renales en animales. Las razones para limitar su uso como aditivo alimentario no son tanto de tipo sanitario como para evitar fraudes al consumidor, al poder utilizarse para incorporar una cantidad excesiva de agua a los productos cárnicos.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

- E460-E466. Son derivados de la celulosa y pueden disminuir la asimilación de ciertos nutrientes.
- E471-472 (mono y diglicéridos de ácidos grasos), se obtienen a partir de grasas y se usan en la elaboración de pasteles y margarinas.
- E475 (ésteres poliglicéridos), pueden producir trastornos del aparato digestivo.
- E477 (ésteres del propano) pueden provocar cálculos renales.

**Potenciadores de sabor (de E620 a E640):** Aumentan los sabores del alimento por medios artificiales. De esta forma, el consumidor no puede saber si el sabor que percibe se debe a la calidad del producto o a la utilización de estos compuestos. Por sí solos no producen sabores especialmente intensos, pero multiplican el efecto de los ya existentes. Tradicionalmente se ha usado la sal, las especias, el azúcar y el vinagre. Los que van del E620 al E623, además de engañar al paladar, pueden ser tóxicos. Las sopas deshidratadas, los sazonadores para carne y pescado, los aperitivos salados, alimentos precocinados y congelados, son los preparados que más contienen, aunque figuran en una larga lista de alimentos.

- E620-625 (ácido L-glutámico y sus sales de sodio, potasio, calcio, amonio y magnesio), se usa en especias y en los cubitos de caldo. Algunas personas presentan intolerancia a este aditivo y desarrollan el "síndrome del restaurante chino", que provoca distintos problemas gastrointestinales, visión borrosa, dolores de cabeza, debilidad, diversas patologías, sudoración y enrojecimiento.
- E626-635 (ácido guanílico y sus sales de sodio, potasio y calcio; ácido inosínico y sus sales de sodio, potasio y calcio), son 20 veces más eficaces que el glutamato como potenciadores del sabor. Se utilizan como aditivos alimentarios, especialmente en derivados cárnicos, fiambres, patés, en repostería y galletas y en sopas y caldos deshidratados, en los que aumentan la sensación de cuerpo y viscosidad. Las personas con un exceso de ácido úrico deben evitar alimentos ricos en estos componentes, ya los contengan en forma natural o como aditivo, ya que el ácido úrico es el producto final de su metabolismo.

**Edulcorantes:** Son los aditivos alimentarios que más expansión presentan, en el momento actual, por la gran aplicabilidad que tienen dentro de la amplia gama de alimentos bajos en calorías. Para que un edulcorante natural o artificial pueda ser empleado por la industria de alimentos, además de ser inocuo, tiene que cumplir otros requisitos, como que el sabor dulce debe percibirse y desaparecer rápidamente, y tiene que ser lo más parecido posible al del azúcar común, sin regustos. También tiene que resistir las condiciones del alimento en el que se va a utilizar, así como los tratamientos a los que se vaya a someter. Algunos aditivos poseen un gran poder edulcorante (se emplean en cantidades muy pequeñas y permite ahorrar costes) y otros endulzan de forma similar al azúcar común. Además, su aporte calórico es mucho menor, aunque la ley prohíbe su utilización como sustitutos del azú-

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

car, es decir, sólo se deben emplear en productos "light" y especiales. Sus efectos no se conocen perfectamente todavía, aunque no se consideran aptos para el consumo infantil.

- E951 (aspartamo), químicamente está formado por la unión de dos aminoácidos (fenilalanina y ácido aspártico), es de alto poder edulcorante casi 200 veces más que el azúcar. El aspartamo se transforma inmediatamente en el organismo en fenilalanina, ácido aspártico y metanol. Dosis elevadas de fenilalanina en la sangre están asociadas al retraso mental severo en una enfermedad congénita rara, conocida con el nombre de fenilcetonuria, producida por la carencia de un enzima esencial para degradar este aminoácido.
- E952 (ciclamato), son empleados en alimentos de pocas calorías, como refrescos, yogures, etc. Está prohibido en algunos países por potenciar el efecto cancerígeno de otras sustancias. Se han publicado trabajos indicando que, en animales de experimentación, dosis altas de esta sustancia actúa como cancerígeno y puede producir defectos en los fetos. También se han indicado otros posibles efectos nocivos producidos por su ingestión en dosis altas, como la elevación de la presión sanguínea o la producción de atrofia testicular (NRC, 1985).
- E954 (sacarina), es 500 veces más edulcorante que el azúcar, potencia la acción cancerígena de otras sustancias. En los años setenta varios grupos de investigadores indicaron que dosis altas de sacarina (5% del peso total de la dieta) eran capaces de inducir la aparición de cáncer de vejiga en las ratas. Está prohibida en algunos países, como en Canadá.
- Polioles: E420 (sorbitol, empleado también como espesante, se obtiene del maíz y está presente de forma natural en algunas frutas), E421, E953 (isomaltosa), E965 (maltitol), E966 (lactitol), E967 (xilitol). Pueden provocar dolores abdominales, mareos, flatulencias y diarreas.

#### 3.2. Sustancias tóxicas que proceden del medio

Existen una serie de sustancias tóxicas que pueden encontrarse en los alimentos y cuya procedencia no incluye la adición intencionada, son los llamados aditivos indirectos, que se pueden encontrar en los alimentos debido al sistema de producción, el procesado, almacenamiento o embalaje. Un ejemplo de un aditivo indirecto son las sustancias que se emplean en el proceso de descafeinar el café, en algunos casos se trata de posibles agentes carcinógenos, aunque los niveles encontrados en el café descafeinado son bajos para considerarlo un riesgo. Otros aditivos indirectos procedentes del medio, y de naturaleza física, incluyen pedazos de plástico, vidrio o papel que pueden encontrarse en los alimentos empaquetados, así como medicamentos y hormonas que entran en la comida porque se usan para tratar a los animales productores.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

Los alimentos pueden ser el vehículo de muchos agentes tóxicos de distinta naturaleza que pueden comprometer la salud de las personas. Los agentes tóxicos pueden tener un origen biológico, químico y físico. Los problemas emergentes de mayor importancia son provocados por bacterias, virus y protozoos. Otras cuestiones de inocuidad de los alimentos se relacionan con las micotoxinas, los residuos de plaguicidas, los medicamentos veterinarios, y agentes no convencionales como el prión (vinculado a las encefalopatías espongiformes transmisibles) y los contaminantes ambientales.

Los agentes tóxicos de tipo biológico son principalmente los involucrados en las enfermedades de origen alimentario, en especial microorganismos patógenos y los alimentos implicados son en esencia los de origen animal; huevos y derivados (con un 40%), seguidos de la carne y la leche.

Las enfermedades de origen microbiológico están ocasionadas por el consumo de alimentos contaminados por las bacterias, virus, hongos, parásitos o por las toxinas producidas por estos organismos. Del total de enfermedades atribuidas a los diferentes patógenos biológicos, el 67% está causado por virus, el 30% por bacterias y el 3% por parásitos. Algunas bacterias causan infección porque pueden crecer en el tracto gastrointestinal al ser ingeridas. Otros patógenos producen toxinas en la comida y generan la intoxicación cuando la toxina se ingiere. Los virus ingeridos en los alimentos generan la contaminación porque se pueden multiplicar dentro de las células humanas. Los hongos o mohos causan enfermedad debido a que generan toxinas que son altamente perjudiciales cuando son consumidas. Los parásitos que contaminan el agua o los alimentos generan alguna enfermedad cuando crecen y se reproducen dentro del organismo.

La mayor incidencia de infecciones e intoxicaciones bacterianas están ocasionadas por microorganismos del género *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacteri*, *Listeria*, *Vibrio*, *Staphylococcus* y *Clostridium*, estas dos últimas asociadas al consumo de sus toxinas, presentes mayoritariamente en los alimentos enlatados y en los utensilios para el procesado de alimentos.

Aunque los virus que causan enfermedad, directamente no crecen ni se reproducen en los alimentos, pueden contaminarlos e infectar las células del consumidor, bien cuando los alimentos se contaminan por estar en contacto con heces humanas o de animales, o bien por la ingesta de algún molusco o marisco que ha vivido en agua contaminada, o de algunos alimentos de origen vegetal, presentes en ensaladas. El cocinado puede inactivar a los virus de los alimentos, y la contaminación indirecta puede prevenirse lavando y esterilizando las superficies de contacto con los alimentos y los utensilios.

Los hongos incluyen a los mohos, levaduras y champiñones. La inseguridad alimentaria de estos alimentos está ligada a las toxinas que producen. Muchos tipos de champiñones generan unas toxinas peligrosas, algunos crecen en el pan, queso, etc. Mediante el cocinado y la refrigeración se paraliza el crecimiento fúngico, pero no se eliminan las toxinas que se hayan producido.

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

También, los alimentos pueden contaminarse con sustancias químicas no destinadas a la alimentación, ya que pueden entrar en contacto con los productos químicos destinados a limpieza, desinfección, e incluso medicamentos. Los peligros físicos ligados al consumo de alimentos pueden ser debidos a la presencia de metales, plásticos, u otros cuerpos extraños que los hagan peligrosos.

Otro tipo de toxicidad química está vinculada exclusivamente a la presencia de sustancias químicas que forman parte de la composición intrínseca que determina el alimento, por la concentración en que se encuentra y por el tiempo de exposición al mismo. Estos productos tóxicos abarcan un grupo heterogéneo de compuestos químicos que varían desde los glicoalcaloides presentes en las patatas, la vicina y covicina en determinados tipos de judías, derivados de la hidracina en setas, conavanina en brotes de alfalfa, lupina en algunas legumbres, teobromina en cacao y otros compuestos como quercitina y flavonoides, tales como el ácido clorogénico, quinonas, pirolizidina, etc. Estas sustancias, potencialmente tóxicas actúan a través de diferentes efectos biológicos. Por ejemplo, los glicoalcaloides en patata son un fuerte inhibidor de la colinesterasa (Maga, 1980), las quinonas actúan a través de generar productos los cuales pueden reaccionar con el ADN o participar en el ciclo redox, generando  $H_2O_2$ .

A modo de ejemplo la presencia de determinados tóxicos químicos endógenos asociados a los alimentos son:

- Las semillas amargas de almendra, albaricoque y melocotón entre otros contienen glicósidos cianógenos.
- Las patatas crudas contienen glicoalcaloides (solanina). Un procesado adecuado como el hervido, asado, fritura, etc. transforma el compuesto, reduciendo su toxicidad.
- Algunos vegetales sobre todo de la familia de las crucíferas contienen glucosinatos que tras su hidrólisis enzimática generan isotiocianato.
- El café, cacao, té y algunas bebidas refrescantes contienen metilxantinas, entre las que destaca, la cafeína.
- En algunas leguminosas, semillas de cucurbitáceas, cacahuetes, nabos, etc., se encuentran aminoácidos no proteicos, que compiten con los aminoácidos proteicos por los enzimas, en la incorporación, por ejemplo de los aminoácidos al RNA de transferencia.
- Algunas setas del género *Amanita* contienen péptidos tóxicos.
- Las toxinas producidas por el *Clostridium botulinum* son de naturaleza proteica.
- Las micotoxinas son metabolitos fúngicos, tóxicos, que a veces contaminan alimentos como cacahuetes, arroz, trigo, cebada, maíz, y productos lácteos. Su síntesis se atri-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

buye a especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Se eliminan mediante tratamientos térmicos, con productos químicos como el hipoclorito sódico, etc. Las aflatoxinas son una micotoxina con un alto poder mutagénico y cancerígeno.

- Durante el asado de las carnes a la brasa, y por la acción de la temperatura elevada, se generan hidrocarburos aromáticos cancerígenos (benzopirenos), que son absorbidos por las carnes.
- En los productos curados se encuentran nitrosaminas, que también se pueden producir de forma endógena en la cavidad bucal y en el intestino (bajo condiciones reductoras) por acción de las aminas y el ion nitroso, muchas de las nitrosaminas son cancerígenas.
- Cuando se agrega agua a los alimentos intencionadamente durante el proceso de transformación de alimentos líquidos (leche, vino, zumos de fruta, etc.), si el agua no es pura, puede llevar bacterias nocivas para la salud.

### 3.3. Repercusión de los métodos de producción y conservación

La composición de alimentos es muy variable y en ella influyen principalmente las técnicas de producción agrícola y ganadera (variedad, raza, sistema de fertilización, sistema de riego, etc.), así como las transformaciones en el alimento elaborado.

Para producir alimentos sanos se debe operar con un sistema agrícola y ganadero equilibrado y duradero, para ello es fundamental que la fertilización y nutrición de los cultivos se satisfaga mediante la reposición de materia orgánica y de nutrientes extraídos al cosechar el cultivo. En la explotación ganadera se debe garantizar la cría de animales en el suelo para que puedan desarrollar su comportamiento innato, controlar la presencia de enfermedades y aprovechar los recursos naturales de la explotación.

Cuando se incorporan al suelo abonos desequilibrados y en forma de sales solubles, estos modifican profundamente la bioquímica de la planta, y por tanto, la composición de los alimentos.

El uso de **abonos nitrogenados** puede causar algunos efectos negativos en los alimentos:

- Aumento del contenido en proteínas, pero a costa de una disminución de su valor biológico.
- Aumento del contenido en nitratos.
- Disminución del contenido de oligoelementos, por los efectos antagónicos del nitrógeno y los microelementos.

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

- Reducción del contenido de materia seca por aumento de la cantidad de agua en el protoplasma celular.
- Disminución de la conservación y de la resistencia al parasitismo. Los productos se conservan peor, debido al exceso de agua y al incremento de la velocidad metabólica, y los cultivos son más vulnerables a las plagas y a las enfermedades.
- Disminución del contenido en vitamina C.

Los **abonos potásicos** afectan en la composición final de los alimentos por:

- Reducción del contenido de magnesio, calcio y sodio, por existir antagonismo.
- Disminución del contenido de oligoelementos.

El exceso de **abonos fosfatados** provoca:

- Disminución del contenido en vitamina C.
- Reducción del contenido en carotenos (provitamina A).
- Disminución del contenido en zinc.

La fertilización basada en la utilización de abonos químicos, provoca carencia de algunos elementos en el suelo y parece ser la causa principal de distintas enfermedades vegetales. El óptimo de calidad nutricional exige un correcto suministro y disponibilidad en el suelo de los micronutrientes esenciales. Cada micronutriente tiene un nivel determinado en la planta que constituye por sí mismo un factor de calidad, por ejemplo, el manganeso eleva el contenido de carotenos, del cobre, que afecta en el mismo sentido a la tasa y calidad de las proteínas, del nivel de zinc, factor importante de calidad, del boro, que a niveles superiores a los normales, sin llegar a ser tóxicos, eleva la concentración de azúcares y mejora de forma sustancial la calidad de frutas y hortalizas, y el molibdeno, que influye positivamente en la cantidad y calidad de las proteínas.

El uso de productos fitosanitarios va asociado a las prácticas agronómicas intensivas de las últimas décadas, por lo que la posibilidad de encontrar residuos de plaguicidas en alimentos se ha incrementado, constituyendo un riesgo para la salud de los consumidores. Teniendo en cuenta la naturaleza biocida de productos como insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, alguicidas, rodenticidas, desinfectantes del terreno, antifúngicos, etc., los riesgos asociados a estos productos fitosanitarios pueden provocar diversos efectos tóxicos en distintos sistemas biológicos, constituyendo un riesgo potencial, tanto para la población humana como para el medio ambiente, en general.

Teniendo en cuenta que los riesgos asociados a los plaguicidas dependen de los niveles de exposición, hay que considerar dos colectivos humanos bien definidos; por una parte la

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

población en general, expuesta a niveles bajos como consecuencia de la contaminación de las aguas y alimentos y, por otra, los trabajadores de la industria química que los producen y los agricultores que los aplican, que se encuentran expuestos ocupacionalmente a niveles relativamente elevados. El establecimiento del riesgo que supone la exposición humana a agentes químicos puede efectuarse a partir de la mortalidad inducida y/o de la incidencia de enfermedades atribuibles a su exposición. Sin embargo, existen importantes efectos adversos sobre la salud que no pueden detectarse inmediatamente y que son el resultado del daño genético inducido por los agentes genotóxicos, tanto en las células somáticas como en las germinales. Las lesiones en las células somáticas pueden originar cáncer y existen claras evidencias que pueden influir negativamente en el envejecimiento y en la aparición de enfermedades cardiovasculares.

Son varios los factores que influyen en la mayor o menor gravedad del problema causado por los residuos. Entre ellos se pueden enumerar:

- 1.- Significación toxicológica del plaguicida, es decir, su mayor o menor toxicidad para la salud humana o de los animales domésticos.
- 2.- El grado o posibilidad de exposición del hombre a esos residuos en función, entre otros factores, de la participación del producto tratado en la dieta alimentaria.
- 3.- La posible magnificación de los mismos a través de la cadena alimenticia. Por ejemplo, al alimentarse de carne o tomar leche de ganado alimentado con forrajes tratados y que ha ido concentrando los residuos en sus grasas o vísceras.
- 4.- La posibilidad de transformarse los residuos en formas moleculares todavía más tóxicas que el plaguicida original.
- 5.- Su persistencia, que depende de unas cualidades intrínsecas (estabilidad, polaridad, etc.) y otras extrínsecas (sustrato, acciones mecánicas, físicas, etc.)

Se han establecido en todos los países los denominados Límites Máximos de Residuos (LMR) o tolerancias que señalan las concentraciones máximas permisibles de residuos de un plaguicida en el alimento en cuestión. Los límites varían en función de muchos factores, como son el plaguicida utilizado, el producto tratado y el país considerado.

Los plaguicidas pueden entrar en contacto con los seres vivos a través de la piel, por inhalación o por ingestión. Pueden causar enfermedades agudas, subcrónicas o crónicas, se les relacionan con patologías cancerígenas, mutágenas, teratogénicas o alteraciones de la reproducción, alteraciones del sistema inmunitario, endocrino, renal y hepático, neurotóxicas, potenciación de y por efectos de otros tóxicos, y otros efectos retardados.

Las enfermedades más graves estudiadas son:

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

- **Síntomas de toxicidad aguda o subcrónica:** tos, irritación de ojos y piel, fiebre, dolor de cabeza, mareo, náusea, vómitos, dolor gastrointestinal, diarrea, destrucción de glóbulos rojos y tejidos, encharcamiento de los pulmones, neumonía, trastornos neurológicos y obnubilación de la conciencia, convulsiones y parada respiratoria.
- **Trastornos hormonales y del sistema inmunitario:** ya que pueden actuar a bajas concentraciones como xenoestrógenos débiles (disruptores hormonales). Afectan a las glándulas suprarrenales y tiroides, producen alteraciones del sistema nervioso y del comportamiento, debilitamiento del sistema inmunitario, masculinización de hembras y feminización de machos, vulnerabilidad a cánceres relacionados con el sistema endocrino (cáncer de mamas, de próstata, de testículos, de ovarios o de útero).
- **Trastornos reproductivos y teratogénicos:** esterilidad y trastornos en hombres (disminución del número de espermatozoides, criptorquidias, hipospadias, cánceres de próstata y testículos) desarrollos anómalos femeninos (cáncer de ovarios, endometrio y mamas), deformaciones en fetos y de nacimiento.
- **Cánceres:** derivados de las sustancias directamente, de impurezas o de sus metabolitos de degradación de los productos fitosanitarios.

En relación a la toxicidad producida por los productos fitosanitarios, a través de los alimentos, hay que distinguir entre:

- Alimentos que contienen sustancias que inicialmente no son tóxicas, pero que después de sufrir una serie de transformaciones en el organismo, resultan altamente tóxicos para el hombre.
- Alimentos que presentan alguna impureza más peligrosa que el producto mismo, como es el caso de la dioxina que se puede formar espontáneamente por la acción del calor sobre el propio alimento.
- Alimentos que presentan sustancias sinérgicas, que generan una elevada toxicidad, como por ejemplo entre carbaryl (fitosanitario), que al combinarse con los nitratos da nitrosocarbaryl (potente cancerígeno).

Las crisis alimentarias han tenido su impacto mediático más importante en el sector ganadero. Un largo historial de casos relacionados con enfermedades provocadas por el manejo de las explotaciones ganaderas, al intentar introducir y modificar patrones naturales, como por ejemplo la utilización de harinas cárnicas defectuosas, que han provocado la encefalopatía espongiiforme bovina (enfermedad de las vacas locas) (Dormont, 2002), el uso de hormonas, que han desencadenado la crisis de los pollos con dioxinas (Kan, 2002), la utilización de virus, que provocó el pánico de la mixomatosis (Shepherd, 1980), las modificaciones genéticas, como el pollo sin plumas de Israel (BBCMundo.com, 2003).

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

Por otro lado, el tratamiento y procesado de los alimentos son técnicas necesarias e imprescindibles de realizar, para cuando los alimentos se consumen en períodos de tiempo posteriores a su recogida o cuando el alimento tenga un consumo prioritario que no sea en fresco. Durante los tratamientos específicos de los alimentos, éstos se pueden modificar o alterar.

La estructura básica de los alimentos tiene una anatomía y una histología, porque pertenecen a seres vivos concretos. Los alimentos están formados por células que contienen numerosos enzimas, compuestos bioquímicos y van acompañados asimismo de microorganismos que se multiplican después del sacrificio o de la recolección. La gran mayoría de los alimentos básicos se deterioran rápidamente a causa de los procesos autolíticos y de la actividad microbiana. De esta manera los alimentos pueden convertirse en un peligro para la salud, a no ser que se sometan al tratamiento adecuado en cada caso.

La tecnología se ha usado durante siglos para mejorar la cantidad y calidad en el suministro de alimentos. Algunas técnicas tradicionales todavía se usan hoy, a la par que se han desarrollado nuevas metodologías. Los métodos tradicionales de conservación de alimentos están relacionados con modificaciones de la temperatura, pH, atmósfera, y de la disponibilidad de agua.

Los métodos que emplean calor o frío son los más usados para mejorar la seguridad alimentaria. Las temperaturas altas se han usado en la cocción, enlatado, pasteurización y esterilización. Las temperaturas bajas se emplean para la refrigeración y congelación lenta como preventivo en el crecimiento microbiano. La actividad del agua es una medida de la cantidad de agua disponible en un alimento. La actividad del agua se reduce mediante secado o agregando sal, azúcar, o cualquier otro soluto que prevenga del ataque microbiológico, porque los microorganismos necesitan agua para sobrevivir.

Los métodos de conservación y elaboración de alimentos más importantes se pueden clasificar en:

- **Deshidratación:** Los métodos tradicionales incluían el secado al sol y el curado al humo. Actualmente los nuevos métodos de deshidratación son de túnel, spray o congelación y permiten obtener presentaciones concentradas de alimentos, como por ejemplo leche o huevos en polvo. Este método no permite el crecimiento bacteriano por la falta de agua y quedan inhibidas las enzimas autolíticas.
- **Congelación:** Este método previene el crecimiento bacteriano, ya que la actividad bacteriana primero disminuye y después va cesando conforme desciende la temperatura. Además el agua presente en el alimento, no lo está en estado asequible.
- **Adición de sal o de azúcar:** Constituye un método tradicional para la realización de salazones, mermeladas y confituras. Previenen el crecimiento bacteriano por acción de la presión osmótica creada por la sal o el azúcar, siempre que se encuentre a altas concentraciones.

### 3. RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

- **El calor:** Se usa de diferentes formas 1) incandescente de 1 a 8 minutos a 100 °C según el tipo de alimento, antes de la congelación y envasado, inactiva los enzimas que de otra manera continuarían la autólisis del alimento en cuestión. 2) La pasteurización, con la que se destruye los microorganismos a 72 °C durante 15 minutos. 3) La cocción, que destruye todos o casi todos los microorganismos aunque pueden sobrevivir los que forman esporas. 4) La upeización que consiste en someter al producto a temperaturas de 125-130 °C durante 3-4 segundos bajo presión de varias atmósferas. 5) La esterilización de alimentos envasados o simplemente precintados que consiste en someter a los alimentos a temperaturas y presiones elevadas.
- **Radiaciones ionizantes:** Este método permite duplicar o triplicar el período útil de venta de determinados productos como fresas, champiñones e inhibe la aparición de yemas en las patatas. La irradiación conserva los alimentos por la exposición a rayos X o electrones de alta energía, que matan los microorganismos, destruye los insectos, y ralentiza la germinación y maduración de frutas y verduras. También se destruyen cantidades importantes de vitaminas, especialmente C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, A, K y E. Además se alteran algunas proteínas, sobre todo las del trigo y se producen radicales libres. Es un método no permitido en los procesos ecológicos.
- **Refrigeración:** No destruye los microorganismos presentes en los alimentos, pero sí que impide su multiplicación de forma rápida. También ralentiza el proceso de autólisis por su acción sobre los enzimas presentes en los alimentos.
- **Fermentación:** Por acción de este método bioquímico se produce sustancias que inhiben el crecimiento de los microorganismos (alcohol o ácido, o ambos a la vez). La mayoría de las bacterias crecen mejor en un pH neutro, la subida del pH en los alimentos puede ser un aviso que ayude a controlar el crecimiento bacteriano. Durante la fermentación, las bacterias producen ácidos que inhiben el crecimiento de bacterias perjudiciales.
- **Conservantes químicos:** Consiste en la adición de determinadas sustancias químicas en proporciones moderadas para prevenir el crecimiento bacteriano.
- **Envasado:** Se realiza para evitar la reinfeción, puede ser en latas, bolsas herméticas de plástico, en bandejas, etc. El envasado de alimentos no esterilizados, aunque no evita el crecimiento bacteriano, disminuye la contaminación física, previene la pérdida de agua por evaporación, etc. La exposición reducida al oxígeno, en los envases enlatados y en los envases de atmósfera modificada o controlada, previene el crecimiento aeróbico de bacterias y la oxidación.

Durante la conservación y manipulación de los alimentos se producen pérdidas cuantitativas y cualitativas de nutrientes. Las pérdidas ocurridas en los alimentos deben valorarse con relación a la dieta en su conjunto. En términos generales las vitaminas hidrosolubles se disuelven en el agua de cocción y cuanto más agua se emplee en el proceso más vitaminas se pierden de su envase natural, los alimentos. De todas las vitaminas, la que tiene más pérdidas en el proceso de manipulación es la vitamina C. Los factores que causan más daño

### **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

---

a esta vitamina son el realizado a los tejidos, los cuales desprenden oxidasa del ácido ascórbico, bien por efecto del magullamiento o congelación de las verduras o por acción del bicarbonato sódico. Las pérdidas de vitamina C por cocción pueden considerarse de un 70% en las verduras y de un 40% en las hortalizas.

## 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

Una de las actividades que van ligadas al desarrollo de la sociedad es la agricultura, pero su intensificación desde la llamada “revolución verde” ha dado lugar a una mayor especialización y al distanciamiento de los procesos ecológicos naturales. Frente a este tipo de agricultura convencional, química, intensivista o industrializada, gran consumidora de recursos y que genera importantes impactos ambientales, nace un modelo agrario basado en la agricultura tradicional denominado **agricultura ecológica** (AE).

En la agricultura industrializada las formas de producción se caracterizan, sobre todo, porque sus procesos de producción requieren cantidades importantes de energía proveniente de la naturaleza, disminuyendo significativamente la eficacia de su utilización respecto a los sistemas tradicionales (Thomassen y Boer, 2005). Esta energía provoca, al mismo tiempo, una descarga residual sobre el aire, el agua y la tierra que genera grandes cambios y problemas de carácter medioambiental, tal vez de mayor impacto, que los que se pretendían resolver.

Por otro lado, los sistemas de producción intensiva, han originado diversas crisis dentro del sector agroalimentario, provocando la búsqueda de alternativas a la producción que garanticen la inocuidad de los productos. El mercado exige que se dejen de utilizar hormonas, medicamentos, conservantes, elementos químicos y todos aquellos productos de síntesis artificial que puedan conllevar un riesgo para la salud.

Por ello, la AE ha tomado una importancia creciente dentro del sector agrícola, ganadero y de producción de alimentos en general, como consecuencia del interés creciente de los consumidores por una seguridad alimentaria y medioambiental. Este tipo de producción agroalimentaria está concebido como un modelo integrado de producción agrícola duradero y como una alternativa viable a los productos de producción convencional.

Para que el proceso global de conversión de la agricultura industrializada a la ecológica, sea poco traumático y secuencial, debe constar de cuatro fases; en la primera se realizaría una introducción paulatina de biodiversidad, a la par que se realizaría la eliminación y racionalización en el uso de sustancias químicas de síntesis, su posterior sustitución por otros menos impactantes y por último la total eliminación de las mismas.

### 4.1. Impactos de la Agricultura Convencional

Dos de los problemas de mayor envergadura que tiene planteados en este momento la producción agraria son los excedentes agrícolas y la contaminación medioambiental. Estos problemas son consecuencia del modelo agrícola industrial, en el que las técnicas que hacen posibles los grandes aumentos de producción, al mismo tiempo provocan graves daños ambientales. Los principales impactos que han originado los sistemas de agricultura convencional, pueden resumirse en:

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

- **Empleo excesivo de fertilizantes**, especialmente de los derivados del nitrógeno, que han dado lugar a concentraciones elevadas de nitratos en los tejidos vegetales; contaminación del suelo, especialmente de metales pesados; lixiviación de nitratos y acumulación en las aguas subterráneas, con pérdida de la potabilidad; eutrofización y contaminación por nitrógeno y fósforo de las aguas superficiales, originando graves cambios en las características del medio y desoxigenación de las aguas, muerte de la fauna acuática; disminución de los microorganismos del suelo e inhibición de la fijación del nitrógeno; salinización de los acuíferos por sobreexplotación de las aguas subterráneas.
- **Incremento de las superficies de monocultivo**, que debilitan al cultivo favoreciendo la aparición de plagas, virulencias y resistencias, y por tanto el abuso de productos fitosanitarios; eliminan la necesidad de rotaciones y el empleo de abonos verdes; pérdida de ecotipos y poblaciones locales de muchas especies de cultivo (sobre todo de hortalizas) que genera la desaparición de futuras fuentes de resistencia a plagas, enfermedades y condiciones adversas; pérdida de las cualidades nutritivas y organolépticas por la introducción de variedades muy aptas para el procesamiento industrial o el transporte, con gran resistencia mecánica y uniformidad.
- **Utilización de sustancias fitosanitarias**, que han producido incremento de la resistencia de plagas y enfermedades; aparición de nuevas plagas; eliminación de depredadores y enemigos naturales; acumulación y persistencia en suelos, en plantas, en animales y bioacumulación en las cadenas tróficas, por lo que se genera un riesgo para los animales y los seres humanos.
- **Aumento de la maquinaria agrícola**, es decir, métodos de cultivo donde el uso de tractores de grandes dimensiones son las causas principales de graves pérdidas de suelo y degradación de los terrenos, sobre todo en las zonas más cálidas, donde la capa superficial del suelo es más estrecha. Además, el uso de maquinaria aumentan los insumos de origen energético y la contaminación ambiental (reducción de la visibilidad, absorción o difusión de la radiación solar y terrestre, alteración del balance de calor del sistema tierra-atmósfera con las posibles influencias sobre el clima local).
- Al necesitar superficies adecuadas para la maquinaria, **desaparecen los setos y bancales**, que junto a la desaparición de las rotaciones y el uso abusivo de fertilizantes químicos, representan una simplificación de la biodiversidad del agroecosistema, por lo que aumenta la incidencia de plagas y enfermedades, que ya no se pueden combatir con alternativas ni técnicas tradicionales, por lo que hay que recurrir al uso de productos fitosanitarios.
- La ganadería, fiel compañera de la agricultura, pasa por el mismo proceso de especialización, hecho que origina contaminantes y graves problemas sanitarios para los animales y la salud pública, debido principalmente a su separación del cultivo vegetal.
- **Alto coste energético**, debido a la progresiva disminución de la relación energía obtenida/energía utilizada en la producción agroalimentaria, energía que entra en juego tanto de

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

forma directa, como indirecta a través de la producción de productos de síntesis, siendo en la mayoría de los casos de naturaleza fósil.

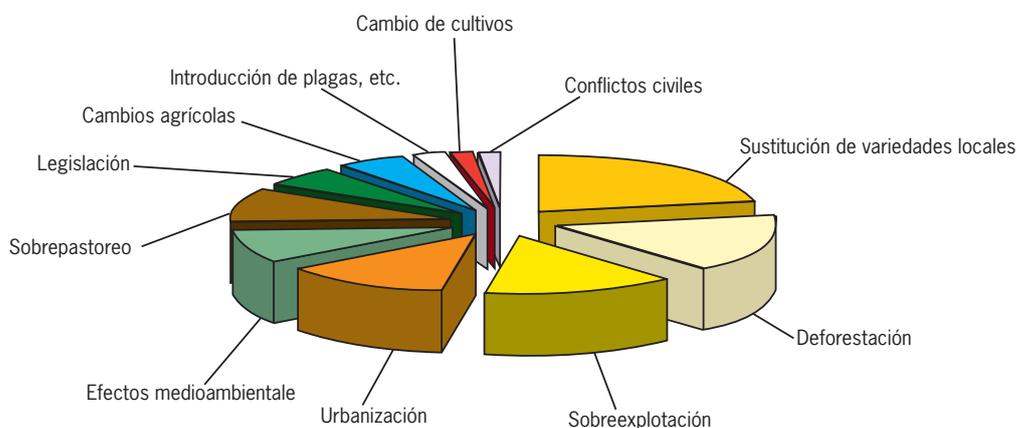
- **Disminución del beneficio real para el agricultor y ganadero**, cuyo poder adquisitivo se ve enormemente mermado, debido a los altos costes generados en el sistema de producción. Así, este modelo agrícola y ganadero conlleva la huída de las zonas rurales y de producción agraria, que genera a su vez una disminución del empleo agrícola.

Otra de las manifestaciones de la crisis medioambiental es la preocupación por la preservación de la biodiversidad. De forma generalizada crecen las alarmas ante la desaparición de especies animales y vegetales por la destrucción de sus hábitats o el aprovechamiento indiscriminado que esquilma sus poblaciones sin permitir la regeneración de un ciclo al siguiente. El entorno agrícola, tan ligado a la cultura e historia del hombre, sufre de forma silenciosa, esta merma en su diversidad.

Como erosión genética, en el caso de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, se entiende el proceso de empobrecimiento de la fracción de la biodiversidad potencialmente útil para el desarrollo de la agricultura. La creciente magnitud de este proceso ha ido pareja al desarrollo de la mejora genética vegetal y la industrialización de la agricultura. Así, hoy en día el principal factor implicado en el proceso sigue siendo la sustitución de variedades locales o tradicionales por variedades comerciales mejoradas (Fig. 4.1), aunque se ve acompañado de otros como la deforestación, la sobreexplotación o la urbanización (FAO, 1996a). Este empobrecimiento de la biodiversidad agrícola se materializa a dos niveles. Por un lado, la agricultura mundial se basa en un número cada vez menor de especies cultivadas. Si bien a lo largo de la historia la humanidad ha aprovechado miles de especies para su alimentación, hoy en día sólo se utilizan 150, de las cuales 12 representan el 75% de la producción mundial destinada a la alimentación (FAO, 1996a). Por otro lado, se reduce el espectro de variedades distintas empleadas para cada cultivo, a la vez que se reduce su base genética, llegando a ser preocupante la reducción de la variabilidad intraespecífica.

La mejor forma de preservar el patrimonio vegetal es promoviendo su conservación activa, llevada a cabo por los propios agricultores, mediante la recuperación del cultivo de las variedades locales o tradicionales (Cebolla *et al.*, 2002), posibilitando a la vez su aprovechamiento económico, social y ecológico.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 4.1. Principales causas de erosión genética citadas en los informes nacionales del Primer Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos.**

## 4.2. Principios de la Agricultura y Ganadería Ecológica

Como respuesta a la aplicación indiscriminada y poco prudente de determinadas tecnologías (más o menos ligadas a la revolución verde) se introduce un nuevo concepto, la sostenibilidad o desarrollo sostenible, que aproxima al hombre con la naturaleza, permitiéndole transmitir a las generaciones venideras un eco-patrimonio no menor del recibido por las presentes.

La Unión Europea, desde comienzos de 1990 está proponiendo un modelo de desarrollo rural basado en principios de sostenibilidad que garantice, sincrónicamente, el desarrollo económico con la conservación medioambiental. En este intento de revitalizar el medio rural, la agricultura continúa siendo un elemento fundamental. A diferencia de décadas anteriores marcadas por un enfoque productivista, se ha optado por la implantación de sistemas agrícolas que compatibilicen la producción con la protección del medio ambiente, objetivo que cumple a la perfección la AE, la cual utiliza un tipo de prácticas respetuosas con el entorno biofísico.

La AE nació para intentar corregir las consecuencias perniciosas provocadas por el cumplimiento de objetivos exclusivamente productivistas, que ha generado efectos indeseables que son, a veces irreversibles. Desde este punto de vista, la AE es un buen instrumento de acción, cuyos objetivos fundamentales, a grandes rasgos, son: conservar o aumentar la fertilidad del suelo e impedir la degradación de su estructura; evitar cualquier tipo de contaminación; prescindir de productos químicos de síntesis; controlar biológicamente las plagas y enfermedades de las plantas; respetar los equilibrios ecológicos naturales; así como pro-

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

porcionar alimentos con todas sus propiedades naturales, de la máxima calidad y en cantidad suficiente.

La AE puede contribuir en gran medida a dar una respuesta a las preocupaciones sociales de seguridad alimentaria y medioambientales, además de proveer a los consumidores alimentos de calidad. Es un método de producción que tiene en cuenta los conocimientos tradicionales de los agricultores y que integra los progresos científicos en todas las disciplinas agronómicas (De Silguy, 1999).

Existen múltiples definiciones de este tipo de agricultura, unas más específicas que otras, pero que al fin y al cabo, contienen una misma esencia.

En este sentido, la Federación Internacional de Movimientos de la Agricultura Orgánica (IFOAM) que es el organismo consultor de la FAO/OMS, del Codex Alimentarius y de la Unión Europea, define el término orgánico o ecológico, como un "sistema agrario particular descrito en sus estándares básicos". Sus principios son cuatro: el principio de la salud, el principio ecológico, el principio de la justicia y el principio de la precaución, desarrollados para ser entendidos de forma conjunta e inspirar las líneas de acción y desarrollo de la agricultura ecológica en el futuro. Estos principios responden a cuatro deberes (IFOAM, 2005):

- Sostener y promover la salud del suelo, las plantas, los animales y los seres humanos como una unidad indivisible.
- Basarse en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y contribuir a su sostenimiento.
- Fundarse en relaciones que aseguren la justicia en relación con el ambiente y las oportunidades de vida comunes.
- Manejo responsable para proteger la salud y el bienestar de las generaciones y el ambiente presentes y futuros.

Los objetivos particulares de la agricultura y procesado alimenticio ecológico están basados en los siguientes principios (FAO, 1998):

- Producir alimentos de calidad nutritiva elevada y en cantidad suficiente.
- Trabajar con los ecosistemas, en vez de intentar dominarlos.
- Fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema agrario que involucran a los microorganismos, la flora y la fauna del suelo, las plantas y los animales.
- Mantener y aumentar a largo plazo la fertilidad del suelo.

### **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

---

- Promover el uso saludable y el cuidado del agua, las fuentes de agua y toda vida que se encuentre en ella.
- Ayudar a la conservación del suelo y del agua.
- Emplear tanto como sea posible los recursos naturales renovables en sistemas agrícolas organizados localmente.
- Trabajar en lo posible con un sistema cerrado teniendo en cuenta la materia orgánica y los nutrientes minerales.
- Trabajar con material o sustancias que puedan ser reutilizados o reciclados en las explotaciones agrarias.
- Criar animales conforme a las exigencias naturales de las especies.
- Minimizar todas las formas de contaminación que puedan resultar de las técnicas agrarias.
- Mantener la diversidad genética de los sistemas agrícolas y su entorno, incluyendo la protección del hábitat de las plantas y de la vida salvaje.
- Permitir a todos los involucrados en la producción y procesamiento orgánico una calidad de vida conforme a la Carta de Derechos Humanos de Naciones Unidas, cubrir sus necesidades básicas y obtener una adecuada recompensa y satisfacción de su trabajo, incluyendo un medio ambiente de trabajo seguro.
- Considerar el amplio impacto ecológico y social el sistema agrícola.
- Elaborar productos no alimenticios de fuentes renovables (que sean completamente biodegradables).
- Fomentar las asociaciones de AE para funcionar en sistemas democráticos y con el principio de división de poderes.
- Progresar hacia una completa cadena de producción, procesamiento y distribución que sea socialmente justa, ecológicamente responsable y culturalmente adaptada.

Por otra parte, el Codex Alimentarius de Naciones Unidas (FAO/OMS) define a la AE como un "sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, haciendo hincapié en la utilización de prácticas de gestión, con preferencia por la utilización de insumos no agrícolas, y teniendo en cuenta que las condiciones regionales requieren sistemas adaptados localmente. Esto se consigue aplicando, siempre que es

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema”.

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) define a la AE como un “sistema de producción en el que se evita o excluye el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladores de crecimiento y, en el caso de la alimentación del ganado, de aditivos. Los sistemas de producción de la AE deben gestionarse de forma natural, a través de las rotaciones de cultivo, de los residuos de los cultivos, del abono animal, del abono verde, de las leguminosas, de minerales de roca, del laboreo mecanizado, del control biológico de plagas y del reciclaje de desechos. Los elementos necesarios para poder realizar el control de plantas adventicias y plagas, y mantener el suelo productivo y cultivable, aportando los nutrientes para el buen crecimiento de las plantas”, considera además, el concepto del suelo como un sistema vivo, el cual debe ser alimentado de un modo que no restrinja las actividades de los organismos beneficiosos necesarios para reciclar los nutrientes y procesar el humus.

Los principales objetivos de la AE son los siguientes (Labrador y Guiberteau, 1991):

- Obtener **alimentos agrícolas y ganaderos de alta calidad nutritiva** en cantidades suficientes, y además desprovistos de sustancias o residuos que disminuyan su capacidad nutricional o sean perjudiciales para la salud.
- Mantener y **mejorar la fertilidad del suelo**, evitando la erosión o el agotamiento, mediante técnicas de cultivo adecuadas como fertilización orgánica, rotaciones diversificadas, asociación de cultivos, evitando labores profundas, mejorando la forma y la calidad del riego, promoviendo el uso de abonos verdes y cubiertas de rastrojos.
- Utilizar en la medida de lo posible los **recursos naturales y renovables** a escala local, empleando sistemas agrícolas y ganaderos tan autosuficientes como sea posible en lo que respecta al uso de materia orgánica y de elementos nutritivos, reciclando nutrientes y utilizando los recursos propios del lugar, encaminándose a una disminución de la energía consumida en la mecanización de las labores agrícolas y al aumento del uso de las energías alternativas.
- **Promover y diversificar los ciclos biológicos** en el seno de los sistemas agrarios respetando los microorganismos, la flora y fauna de los suelos, los cultivos y los animales de cría. La ganadería tiene una función muy importante dentro de un agroecosistema produciendo estiércol y aprovechando zonas no cultivadas, cerrando así el ciclo de nutrientes.
- **Utilizar variedades tradicionales y razas autóctonas**, manteniendo así una diversidad genética de los sistemas agrarios y de su entorno, no tolerando los organismos manipulados genéticamente.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

- **Evitar todo tipo de contaminación** que puedan generar las prácticas agrícolas, descontaminando los suelos y las aguas. Protegiendo el hábitat y animales silvestres, tanto del sistema agrícola como de su entorno.
- **Control biológico de plagas y enfermedades** de las plantas, utilizando una terapia preventiva, reforzando su capacidad de resistencia contra agresiones externas. Y si la prevención no fuera suficiente se recurre a tratamientos con productos naturales (preparados a base de plantas) o lucha biológica, mediante enemigos naturales.
- **Control de plantas adventicias** realizado por métodos preventivos (mejora de la actividad biológica del suelo y enriquecimiento en humus, rotaciones equilibradas, laboreos superficiales), sistemas de escarda y métodos térmicos.
- **Mejora de las condiciones de vida del agricultor** permitiendo que obtengan una justa remuneración y satisfacción por su trabajo, y darles un entorno de trabajo seguro y sano.
- Movilizar una **mano de obra bastante numerosa** y por tanto motivar la creación de empleos, contribuyendo así a la lucha contra la desvitalización de los campos, manteniendo a los agricultores en la Tierra.
- Obtener una **relación consumidor-agricultor**, donde los productos deben llegar a los mercados locales.

Respecto a la ganadería ecológica, se puede definir como un sistema de producción ganadero cuya finalidad es ofrecer al consumidor alimentos de origen animal de máxima calidad, respetando el medio ambiente y el bienestar de los animales, sin emplear productos químicos de síntesis, ni OMG.

La ganadería ecológica tiene que cumplir unos principios básicos como la protección del medio y del entorno natural, el máximo respeto hacia el bienestar de los animales y evitar el empleo sistemático de sustancias químicas de síntesis en todo el proceso productivo con el fin de poder garantizar la ausencia de sustancias residuales en los productos obtenidos de los animales, que pueden suponer algún riesgo para la salud del consumidor.

Según las directrices del *Codex Alimentarius* (CAC/GL, 1999), la AE debe tener los siguientes objetivos:

- **Aumentar la diversidad biológica del sistema en su conjunto**, respetando los microorganismos, la flora y fauna de los suelos, los cultivos y los animales de cría. La ganadería tiene una función muy importante dentro de un agroecosistema produciendo estiércol y aprovechando zonas no cultivadas, cerrando así el ciclo de nutrientes.
- **Incrementar la actividad biológica y la fertilidad del suelo a largo plazo**, evitando la erosión o el agotamiento, mediante técnicas de cultivo adecuadas como fertilización orgánica.

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

ca, rotaciones diversificadas, asociación de cultivos, evitando labores profundas, mejorando la forma y la calidad del riego, utilizando abonos verdes y cubiertas con restos de cultivos.

- **Reutilizar los restos de origen vegetal y animal** a fin de devolver nutrientes al suelo, reduciendo al mínimo el empleo de recursos no renovables, empleando sistemas agrícolas autosuficientes, tanto como sea posible, en lo que respecta al uso de materia orgánica y de elementos nutritivos, reciclando nutrientes y utilizando los recursos propios del lugar.
- **Basarse en recursos renovables y en sistemas agrícolas organizados localmente**, encaminándose a una disminución de la energía consumida en la mecanización de las labores agrícolas y al aumento del uso de las energías alternativas.
- **Promover el uso saludable del suelo, el agua y el aire**, y reducir al mínimo todas las formas de contaminación de estos entornos que pueden resultar de las prácticas agroalimentarias.
- **Manipular los productos agrícolas haciendo hincapié en el uso de métodos de elaboración cuidadosos**, a efectos de mantener la integridad orgánica y las cualidades vitales del producto en todas las etapas.
- **Utilizar variedades tradicionales y razas autóctonas**, manteniendo así una diversidad genética de los sistemas agrarios y de su entorno, no tolerando los organismos manipulados genéticamente.

Para crear un sistema agrícola sano y duradero es fundamental que la nutrición de los cultivos se satisfaga mediante la reposición de materia orgánica y de los nutrientes extraídos al cosechar el cultivo. La AE no sólo pretende la sustitución de fertilizantes de síntesis por los abonos orgánicos, sino que el fin es alimentar el ecosistema edáfico y utilizar al máximo los recursos naturales, disponibles en la propia explotación.

En la agricultura, como base de producción de alimentos, no sólo se conjugan aspectos técnicos, sino también aspectos medioambientales, sociales y económicos. Existe un efecto de la actividad agrícola intensiva, sobre el medio ambiente que se manifiesta en la deforestación, la erosión del suelo, la pérdida de la biodiversidad, acumulación de metales pesados en el suelo, etc. El cuadro 4.1 muestra los efectos que sobre el medio ambiente ejercen algunas prácticas agrícolas.

Por otro lado, en muchos casos, no se evalúan los efectos sobre el uso y/o abuso de recursos naturales, incluso para la producción de productos ecológicos. En general, se considera que el consumo de productos ecológicos debe entenderse globalmente, por ello, habrá que tener en cuenta algunos aspectos socioeconómicos como el empleo de mano de obra bajo condiciones laborales precarias, incluso en algunas explotaciones donde se producen productos ecológicos, o que para comercializarse deben de recorrer distancias excesivamente elevadas.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Cuadro 4.1. Efectos de las prácticas agrícolas sobre determinados recursos medioambientales.

Prácticas agrícolas	Suelo	Aguas subterráneas	Aguas superficiales	Flora	Fauna	Otros
Programa de nuevas tierras de cultivo	Degradación del suelo	Ordenación de recursos hídricos que influyen en la capa freática	Contaminación del agua con partículas del suelo	Pérdida de especies		Pérdida del ecosistema y de la diversidad ecológica
Riego	Exceso de sales. Anegamiento	Pérdida de calidad aguas		Desecamiento de elementos naturales influyentes en los ecosistemas fluviales		
Laboreo y mecanización pesada	Erosión eólica e hídrica. Compactación			Pérdida de la actividad biológica y microorganismos		Ruido. Gases de combustión
Uso de fertilizantes:						
- Nitrógeno		Lixiviación de nitratos				
-Fósforo	Acumulación de metales pesados en forma de fosfatos		Escorrentía, lixiviación o descarga directa que da lugar a la eutrofización	Efectos sobre la microflora y eutrofización que da lugar a:		
-Estiércol	Acumulación de cobre			Exceso de algas y de plantas acuáticas	Disminución del oxígeno que afecta a la fauna acuática	Mal olor, amoníaco
-Limo de alcantarilla, compost	Acumulación de metales pesados					Residuos
Aplicación de productos fitosanitarios	Acumulación de fitosanitarios y productos de degradación	Lixiviación de residuos móviles de plaguicidas y productos de degradación	Escorrentía de residuos móviles de fitosanitarios y productos de su degradación	Afecta a la microflora del suelo creando resistencias	Resistencias, hormoligosis, eliminación de fauna útil	Evaporación, residuos
Incorporación de aditivos a piensos					Aumento de animales enfermos	Residuos

### 4.3. Prácticas culturales en Agricultura Ecológica

Los dos factores que más pueden influir sobre el manejo del sistema agrario ecológico son por un lado, el uso de variedades adaptadas a las condiciones de cultivo y que generen alimentos de una adecuada calidad nutricional y organoléptica, y por otro lado, el buen manejo del suelo, para mantener un equilibrio del sistema productivo.

Entre las prácticas esenciales en AE está la potenciación y utilización óptima de la biodiversidad y recursos vivos, especialmente locales, como la selección de variedades adaptadas. Dentro de esta optimización de la biodiversidad destaca el uso de variedades locales o tradicionales, participando de este modo de los principios básicos de la agricultura ecológica.

La FAO (1996b) define como variedades locales o tradicionales a “poblaciones diferenciadas, tanto geográfica como ecológicamente, que son visiblemente diferentes en su composición genética con las demás poblaciones y dentro de ellas, y que son producto de una selección por parte de los agricultores, resultado de los cambios para la adaptación, constantes experimentos e intercambios”.

El uso de variedades locales o tradicionales en EA no sólo es factible, sino deseable y aconsejable en muchos aspectos. Por un lado, el incremento de la diversidad agrícola es un objetivo *per se* de la agricultura ecológica, ya que es el medio por el cual se obtienen las funciones de estabilidad, control biológico de plagas y enfermedades. Además, el dirigir esta diversidad hacia el uso de variedades locales fomenta otro de sus principios, el de revalorización de los saberes locales y tradiciones que suponen una herencia cultural considerable y constituiría un paso hacia la recuperación por parte de los agricultores de su autosuficiencia.

El suelo natural tiende a un estado de equilibrio perfecto entre sus componentes y los del medio que mantiene. En un suelo cultivado, este equilibrio se rompe, y más irreversiblemente en cuanto las técnicas para trabajar y cultivar ese suelo sean más agresivas y degradantes. Existen una serie de normas básicas que se reducen a labores culturales y técnicas de cultivo apropiadas, tales como:

- Utilización de la fertilización orgánica, mediante aportaciones de estiércol, que tenderá a aumentar el contenido en humus del suelo y su capacidad de retención de agua, así como mejorará su estabilidad estructural, facilitará el trabajo del suelo, estimulará su actividad enzimática y le suministrará la mayor parte de los elementos nutritivos necesarios para las plantas.
- Realización de rotaciones de cultivos, es decir, la sucesión planificada en el tiempo de varios cultivos en la misma superficie. Se trata de una de las claves de la fertilidad del suelo, y también de la lucha contra las malas hierbas, las enfermedades y las plagas. Permite un aprovechamiento equilibrado de los nutrientes del suelo, ya que al ir alternando cultivos con sistema radicular diferente, se exploran distintas capas de suelo.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

- En el caso de las plagas y enfermedades, debido a la alternancia de cultivos, se interrumpe el ciclo de reproducción, reduciendo así posibles daños.

Las acciones directas sobre el suelo se concentran en:

**Siembra en bandas o siguiendo las curvas de nivel:** el cultivo en bandas es la ordenación de cultivos de manera que se sucedan alternativamente las fajas de terreno descubierto o con escasa vegetación, con otras cubiertas de vegetación densa y resistente a la erosión hídrica o eólica. Mediante la implantación de fajas de vegetación alternativa, se puede reducir apreciablemente el peligro de arrastres, en suelos agrícolas que están desprotegidos por falta de cubierta vegetal.

El cultivo en curvas de nivel consiste en realizar las labores y otras prácticas de cultivo en el sentido de la curva de nivel del terreno, con el propósito de eliminar o reducir la escorrentía superficial del agua y el correspondiente arrastre del suelo. Con esta práctica se consigue, además, aumentar el contenido de agua del suelo.

El principal objetivo de estas medidas de conservación de suelos es evitar o desacelerar los procesos erosivos con vista a conseguir, a medio o largo plazo, la recuperación de los suelos degradados, evitando la pérdida del suelo.

**Mantenimiento de un pH correcto:** ya que el pH del suelo condiciona la dinámica de las plantas en sus procesos de nutrición, debido a que pueden quedar elementos bloqueados por un nivel de pH no adecuado. En terrenos de marcada basicidad se puede aportar materia orgánica, para corregir el pH, ya que ésta es de reacción ácida. Un suelo ácido se puede corregir con encalados (aportaciones de cal), pero solo en el caso de que ese suelo sea rico en materia orgánica, ya que si es pobre, ésta quedará rápidamente destruida por la cal.

**Evitar las labores profundas** que alteren el orden natural de los horizontes del suelo: la mayoría de los suelos agradecen que se les toque lo menos posible con aperos mecánicos, a favor de que este tipo de trabajo de movimiento y aireación lo realicen las lombrices, los insectos y las raíces de las plantas. Por tanto, las limitaciones de las actuaciones en el suelo vendrán impuestas por la necesidad de mantener una alta diversidad de la microfauna, mesofauna y macrofauna del suelo.

Las nuevas técnicas de laboreo del terreno, basadas en la reducción de la profundidad, de la intensidad de intervención y del número de pasadas, producen un impacto menor sobre el suelo, y permiten obtener notables ventajas por cuanto protegen su estado físico, químico y biológico. Estas técnicas de laboreo están englobadas bajo el nombre de laboreo de conservación. Dentro del laboreo de conservación se encuentran prácticas tales como el mínimo laboreo (que consiste en realizar labores superficiales, 10-20 cm, de tipo vertical) o el no laboreo (que consiste en no preparar el terreno).

**Mejor control de la forma y la calidad del riego:** el agua es garantía de vida para las plantas siempre y cuando se suministre atendiendo a sus necesidades.

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

Un uso responsable del agua es uno de los grandes retos que se les presenta a los agricultores ecológicos, ya que en muchos casos los campos pueden actuar como auténticos filtros naturales, regeneradores de la calidad de las aguas. Aunque ni en las normas básicas de IFOAM, ni en el Reglamento Europeo 2092/91, existen todavía criterios definidos entorno al uso y manejo del agua, y por tanto, no se han establecido normas específicas, se considera que deberían existir unos mínimos en cuanto a la calidad y unas normas en cuanto a su uso.

**Protección y cuidado de los microorganismos del suelo** evitando la utilización de productos agresivos y contaminantes: el abuso de los fertilizantes químicos ha provocado una reducción gradual del contenido en materia orgánica edáfica y un deterioro de la estructura del suelo, siendo más propenso a la erosión y a la compactación. Esta reducción de la materia orgánica y el deterioro del suelo ha sido consecuencia de la disminución de la actividad biótica edáfica, debido al uso extremo que se ha hecho de esta clase de fertilizantes. La actividad de los organismos edáficos depende de la disponibilidad de nutrientes y de la energía aportada por la materia orgánica del suelo. El uso tanto de fertilizantes químicos como sustancias fitosanitarias supone, a largo plazo, el deterioro de la actividad biótica-edáfica y, como consecuencia, la de su estructura y fertilidad.

**Utilización de cubiertas vegetales**, como abonos verdes: Cuando se habla de abonado en verde se hace referencia a la utilización de cultivos de vegetación rápida, que se cortan y/o se entierran en el mismo lugar donde han sido sembrados, y que están destinados especialmente a mejorar las propiedades físicas del suelo, a enriquecerlo con un humus joven de evolución rápida, además de otros nutrientes minerales y sustancias fisiológicamente activas, así como a activar la población microbiana del suelo.

Las cubiertas vegetales en agricultura se pueden englobar en dos tipos, diferenciadas principalmente por su origen. Por una parte los abonos verdes y cubiertas permanentes cultivadas, formadas por vegetación que introduce el ser humano con el objeto de segarla o enterrarla en el lugar, para enriquecer el suelo, y por otra las propias especies vegetales que nacen de forma espontánea sobre el terreno y que son indicadores de su estado nutricional y de composición.

La fertilización no consiste simplemente en suministrar a las plantas los elementos nutritivos, sino que constituye una acción global que permita responder a una serie de necesidades. La fertilización tiene como objetivos simultáneos mantener o mejorar la fertilidad del suelo y su actividad biológica, y garantizar la nutrición de las plantas. Ello implica según De Silguy (1999):

- Una buena gestión de rotaciones, con plantas que tengan exigencias diferentes, y en particular leguminosas que enriquezcan el suelo en nitrógeno.
- Un abonado orgánico de base.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

- Aportes complementarios de elementos minerales naturales, sobre todo en los suelos con carencias. La intervención de los microorganismos los pone poco a poco a disposición de la planta.

En un sentido amplio, se puede decir que para cuantificar la sostenibilidad de cualquier sistema agrario en relación con la gestión de su fertilidad y con las prácticas de manejo a adoptar, es necesario realizar un balance de nutrientes para evitar carencias, de agua para evitar déficit, de sales para evitar acumulación y de materia orgánica, para optimizar todos los balances anteriores.

La fertilización orgánica pretende aumentar el contenido de materia orgánica incluyendo técnicas relacionadas con la aportación externa de productos orgánicos de calidad: estiércoles, compost, abonos verdes, restos de cosecha, etc., y de técnicas relacionadas con el aumento de la biodiversidad, con el manejo adecuado del agua y manteniendo la conservación del suelo.

El mantenimiento de un nivel alto de materia orgánica y el uso de cultivos con alta intensidad respiratoria de las raíces como los abonos verdes, o los cultivos de gramíneas y leguminosas, pueden ser medios valiosos para mantener la permeabilidad del suelo cuando han de usarse aguas con alta relación de adsorción de sodio, suponiendo que se encuentren reservas de carbonato cálcico en el suelo. El objetivo de los abonos orgánicos aportados al suelo es principalmente generar humus y así, aumentar el equilibrio húmico, con la finalidad de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Así pues, se puede decir que la materia orgánica influye sobre los parámetros físicos, químicos y biológicos que definen la fertilidad global de los suelos agrícolas (Cuadro 4.2).

En su sentido más amplio, un abono orgánico es un resto animal y/o vegetal más o menos transformado, que posee cierta riqueza en materia orgánica y que usualmente también contiene elementos esenciales para las plantas. Esta definición no incluye las asociaciones simbióticas que se desarrollan entre ciertos hongos microscópicos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas cultivadas (micorrizas), que son fundamentales para la absorción del fósforo insoluble, y aunque su importancia recae sobre ecosistemas no intervenidos, se trata de una práctica de fertilización no mineral.

Cuadro 4.2. Efectos de la materia orgánica en los suelos de cultivo.

PARÁMETROS	EFECTOS DE LA MATERIA ORGÁNICA HUMIFICADA
<b>Físicos</b>	<p>Aumento de la capacidad calorífica.  Mantiene un régimen térmico más estable.  Participa en la agregación y cohesión de partículas elementales.  Aumenta y mantiene la estabilidad de la estructura.  Aumenta la permeabilidad y la capacidad de retención hídrica.  Facilita el drenaje del agua y el intercambio de gases.  Reduce la erosión y el encostramiento.  Reduce la evaporación.</p>

<b>Químicos</b>	<p>Aumenta el poder tampón del suelo y regula el pH.  Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.  Aumenta la solubilidad/asimilabilidad de oligoelementos.  Forma fosfohumatos, quelatos y complejos.  Provee y mantiene las reservas orgánicas de nitrógeno y otros elementos.  Mejora la nutrición mineral de los cultivos.</p>
<b>Biológicos</b>	<p>Favorece la respiración radicular.  Favorece la germinación de las semillas y la rizogénesis.  Favorece la aparición de micorrizas.  Regula la actividad macro y microbiana.  Es fuente de energía para microorganismos heterótrofos.  El CO<sub>2</sub> desprendido favorece la solubilización mineral.  Contrarresta el efecto de toxinas y biocidas.  Aumenta la actividad enzimática y la biotransformación.</p>

#### 4.4. Prácticas culturales en Ganadería Ecológica

La integración de la ganadería y la AE tiene como objetivo evitar muchas enfermedades del ganado y aprovechar mejor los recursos. Existe un sector consumidor muy sensibilizado hacia aquellos efectos negativos que produce la ganadería intensiva sobre el medioambiente, el bienestar animal y la salud pública.

Las explotaciones ecológicas deben ser agropecuarias, es decir, que exista una diversidad de ganados y cultivos que hagan menos vulnerable al agricultor al enfrentarse con el mundo comercial, ofertando una diversidad de opciones de una calidad diferente. Los animales deben formar parte integrante de la explotación agraria ecológica y deben ser alimentados de productos obtenidos dentro de la propia explotación.

El bienestar de los animales de la explotación está contemplado desde una perspectiva donde el animal debe estar ligado al suelo, es decir la superficie que cada animal necesita, tanto en cubierto como en parque, debe ser tal que se asemeje a su estado natural.

La reproducción está basada en la monta natural, se permite la inseminación artificial, y está prohibida la sincronización de celo artificial (hormonas y otras sustancias). En rumiantes, por ejemplo, se puede utilizar el efecto macho, pero no con esponjas vaginales. No está permitida la manipulación genética ni la transferencia de embriones. Se deben cumplir una serie de condiciones en el manejo, como por ejemplo respecto la lactancia de las madres, ya que está prohibido el destete precoz, y sólo se podrá destetar a los animales cuando tengan, 90 días los terneros, 60 días los corderos y cabritos, 35 días los lechones y 30 días los conejos.

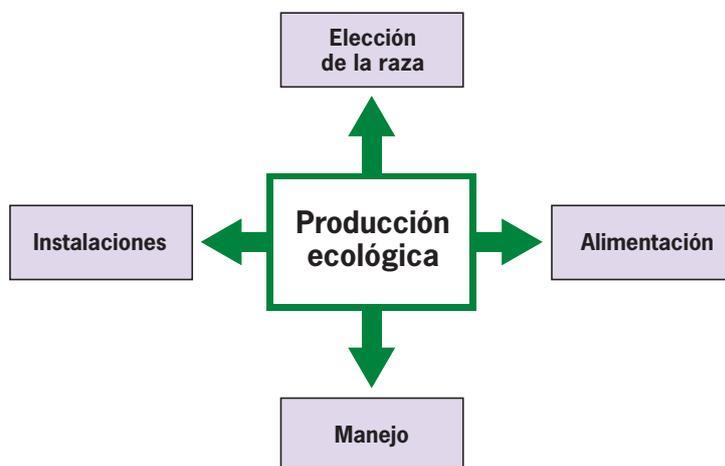
Las mutilaciones sistemáticas no están permitidas (castración, corte de picos, descuerne, etc.) y cuando hay que realizarlas se habrá de buscar la mejor época y la forma menos trau-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

mática para el animal, estas acciones deben ser comunicadas en caso necesario al órgano de control.

La producción ecológica, se establece de forma específica en función de la especie, pero de forma general debe asentarse sobre cuatro pilares fundamentales para producir con higiene, sanidad y cantidad. Es básico disponer de animales preparados para este tipo de explotación, de instalaciones adecuadas, de técnicas de alimentación fiables y de un buen programa de manejo.

Los animales deben de estabularse teniendo en cuenta su bienestar y los aspectos relativos a sus necesidades etológicas y con esto asegurar su salud y vitalidad. El diseño de las instalaciones y el equipamiento de la granja son aspectos claves para poder desarrollar una producción de calidad y rentable (Fig. 4.2).



**Figura 4.2. Pilares fundamentales para la producción ganadera ecológica.**

**Elección de la raza en ganadería ecológica:** El primer requisito para la producción ganadera ecológica es que los animales sean de procedencia ecológica. En caso de no encontrar, la normativa de producción establece que pueden introducirse de otra procedencia, siempre y cuando se cumplan requisitos, como por ejemplo en el caso de las aves de procedencia convencional, que no superen las dieciocho semanas de vida y que el organismo de control haya dado su autorización.

No hay ninguna normativa que obligue a elegir una determinada raza o estirpe, ni tampoco se prohíbe la utilización de híbridos. Sí es recomendable la utilización de razas autóctonas, por su alto grado de adaptación a las condiciones locales. Interesan animales con el máximo nivel de rusticidad, adaptados al medio y a las condiciones de manejo de cada explotación, ofreciendo una capacidad de resistencia a las enfermedades en su entorno natural y siendo sus producciones de calidad diferentes.

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

**Descripción de la explotación en ganadería ecológica:** El diseño de las instalaciones ha de conseguir para los animales un ambiente confortable, que les permita desarrollar todo su potencial. Los alojamientos, además de contar con la adecuada ventilación e iluminación natural, deberán disponer de acceso al exterior (parques cubiertos en su mayor parte de vegetación). Los terrenos deben de estar bien drenados para evitar que se formen zonas encharcadas, por lo que son preferibles los suelos arenosos y si es posible, con una ligera pendiente.

Los alojamientos en ganadería ecológica tienden hacia el bienestar animal de todas las especies, y deben ser lo más parecido posible a sus condiciones naturales, es decir, deben tener una zona cubierta donde protegerse de las inclemencias meteorológicas siempre que lo deseen y una zona de parque a donde puedan salir a solearse y hacer ejercicio. Deben estar contruidos de materiales no tóxicos. Las zonas cubiertas deben ser espaciosas y ventiladas para garantizar la circulación de aire y entrada de luz natural, evitar los altos niveles de polvo, de humedad relativa y de concentración de gases, manteniéndolos en unos límites que no sean tóxicos para los animales. En estas zonas cubiertas deben de disponer de cama seca y cómoda.

Es importante que existan zonas de matorral bajo y sombras, pues además de protección frente a los vientos y reducir el calor en verano, les proporciona brotes tiernos. Y, por supuesto, los parques deben delimitarse con un vallado.

La altura de los comederos y los bebederos debe ajustarse de manera que su base quede a nivel del dorso de los animales. En el caso del comedero nunca debe llenarse más de 1/3 de su capacidad para evitar el desperdicio de los alimentos.

**Alimentación en ganadería ecológica:** La alimentación está destinada a garantizar la calidad de la producción y no a incrementarla hasta el máximo, al tiempo que se cumplen los requisitos nutritivos del ganado en sus distintas etapas de desarrollo, quedando prohibida la alimentación forzada.

En la ganadería ecológica es imprescindible tener cubiertas las necesidades nutricionales de los animales y respetar al máximo sus comportamientos alimentarios. Ambos son aspectos esenciales para preservar su salud y para obtener de ellos producciones óptimas. El mejor modo de conseguirlo es mediante una alimentación acorde con los niveles de producción.

La ración debe ser completa y equilibrada, es decir, debe satisfacer todas y cada una de las necesidades, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo. Para racionar correctamente, hay que determinar las necesidades nutritivas de los animales. Hay que evitar que los animales tengan que recurrir a sus reservas. Por tanto, se han de ajustar los aportes nutricionales a sus necesidades, haciendo coincidir los momentos de mayores necesidades con los de mayores aportes.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

La alimentación de los animales de la explotación ecológica debe hacerse con productos de procedencia ecológica, preferible que fuesen de la propia explotación, pero de no ser posible han de ser de una explotación que esté inscrita en el órgano de control, como explotación ecológica. Podrán utilizarse productos de procedencia no ecológica, cuando no se encuentren ecológicos, siempre y cuando sean estrictamente imprescindibles para la formulación de la ración. No obstante, están prohibidos los aditivos estimulantes del crecimiento y cualquier clase de hormonas.

La alimentación de los animales debe adaptarse a cada especie; monogástricos (aves, conejos y cerdos), poligástricos o ruminantes (ovejas, cabras y vacas), formulándose en cada caso la correspondiente dieta.

En la alimentación de monogástricos, la proteína es muy importante y difícil de obtener, ya que en gran medida depende de la soja y existen problemas para encontrar soja ecológica. Por su especial sistema digestivo, los monogástricos deben utilizar una ración de cereales muy elevada, pudiendo llegar hasta el 65%.

Los ruminantes deben tener a su disposición en la ración pastos y forrajes como mínimo un 60%, debiendo estar en pasto la mayor parte del tiempo. Estas especies son realmente los que mejor aprovechan los recursos naturales de la propia explotación agropecuaria.

La alimentación del ganado ecológico debe ser raciones hipocalóricas, es decir de baja energía, para que su desarrollo sea armónico y acorde a sus propias aptitudes. La única dificultad en la alimentación de este ganado es la de encontrar en el mercado las materias primas de origen ecológico para preparar las raciones, de ahí la importancia de cultivar estas materias primas en la propia explotación. La alimentación de las crías siempre será con leche materna durante un período de tiempo que varía según las especies.

Las consideraciones generales que deben tenerse en cuenta para la alimentación en ecológico son:

- Los alimentos han de proceder íntegramente de producción ecológica, a excepción del 20% que puede provenir de producción convencional.
- En la ración se debe incluir el 65% de cereales como mínimo.
- Las leguminosas menos la soja, se debe emplear en más del 20 o 25% en la ración porque contienen unas sustancias tóxicas para el propio animal; se trata de factores antinutritivos que impiden la asimilación de los elementos nutritivos.
- Los animales deben poder tomar parte de su alimento directamente del campo, lo cual proporciona una dieta equilibrada, rica en vitaminas y minerales.
- Queda totalmente prohibidos algunos productos como harinas de carne y aditivos como medicamentos, promotores del crecimiento, conservantes, urea y colorantes de

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

origen sintético. También se restringe el uso de otros componentes como harinas de pescado, ensilados y tortas de oleaginosas.

**Manejo en ganadería ecológica:** El manejo es el conjunto de acciones que se llevan a cabo en la explotación ganadera en función de los medios a su disposición, experiencia y conocimientos para conseguir los mejores resultados zootécnicos.

La **sanidad ganadera** tiene como objetivo principal la prevención. Incluso se puede afirmar que la aparición de enfermedades en los animales es un fracaso en el manejo. Por tanto se considera imprescindible dar un manejo adecuado al ganado para evitarle cualquier tipo de estrés, y suministrarle una dieta equilibrada para potenciarle su sistema inmunitario. Así mismo es necesario seleccionar a los animales que se adapten mejor al territorio en el que se encuentra la explotación con el fin de que sean lo más resistentes posible al medio y a las enfermedades. El correcto manejo que se debe llevar a cabo en ganadería ecológica estará dirigido principalmente a disminuir el estrés de los animales, recordando que la significación de estrés es todo aquello que, ocasionando una molestia, trastorna el estado fisiológico hasta el punto de afectar a su comportamiento productivo.

La normativa de producción ecológica determina algunos requisitos en relación al manejo. En este sentido, todos los animales deben disponer *ad libitum* de cantidades suficientes de pienso y agua, nutricional e higiénicamente adecuadas, y deben estar alojados en ambientes confortables. Las instalaciones deben disponer de suficiente espacio para el libre movimiento de los animales (la densidad animal, en el caso de las aves por ejemplo, no debe sobrepasar las 6 aves/m<sup>2</sup> en la zona cubierta y los 4 m<sup>2</sup> por ave en la zona al aire libre) para que estos desempeñen sus parámetros básicos de conducta, como son el tomar baños de polvo y buscar alimentos en el exterior. El número de animales en la explotación debe de estar estrechamente ligado a las superficies disponibles para el esparcimiento del estiércol, a fin de evitar todo impacto negativo en el medio ambiente.

Las **vacunaciones** no son recomendables de forma sistemática, sólo están permitidas aquellas legalmente obligatorias y las que autorice específicamente el organismo de control, ante la presencia de una enfermedad. Los tratamientos permitidos en presencia de enfermedades se sustentan en la homeopatía, fitoterapia, aromaterapia e isopatía. Está prohibido el uso sistemático de antibióticos y demás medicamentos convencionales a los que sólo podrá recurrirse cuando haya fracasado la medicina alternativa, y sobre todo en casos urgentes en los que sea necesario para salvar la vida del animal, pero procurando que sea siempre como último recurso. Igualmente la lucha contra los parásitos se debe desarrollar desde el punto de vista preventivo realizando una acción profiláctica que evite que los parásitos puedan cerrar su ciclo (rotación de pastos, desinfección de establos, etc.); sin embargo cuando se presente una parasitosis que no ceda a los antiparasitarios naturales, y previa certificación de un veterinario el organismo de control podrá autorizar su tratamiento mediante antiparasitarios convencionales fuera de la época de lactación e inicio de la gestación.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

En todos los casos en los que los animales hayan sido tratados con medicamentos convencionales tendrán obligatoriamente que ser retirados de la comercialización y sus productos no podrán ser vendidos como ecológicos, hasta que se haya cumplido un plazo de espera que nunca será inferior al doble del que establezca la legislación oficial para el medicamento empleado. Están permitidos solamente los tratamientos de erradicación de determinadas enfermedades de transmisión al hombre (tuberculosis, brucelosis, etc.) que son obligatorias por cada estado de la Unión Europea.

### 4.5. Marco legal de los alimentos ecológicos

A partir de 1980 se desencadenó un crecimiento de la producción ecológica por lo que fue necesario establecer una regulación para la producción y elaboración ecológica, con el fin de proteger el sector y evitar los abusos y fraudes al consumidor.

Las denominaciones de los alimentos, en función de los diferentes sistemas de producción ecológica que están de acuerdo con los principios de IFOAM son los siguientes:

- En los países de habla inglesa se denominan productos orgánicos.
- En los países de habla francesa, portuguesa e italiana se denominan productos biológicos.
- En los países de habla alemana y holandesa se denominan indistintamente biológicos o ecológicos.
- En los países de habla danesa y española se denominan ecológicos, aunque en los países latinoamericanos se emplean indistintamente los términos de ecológico, biológico y orgánico.

Como consecuencia de las técnicas ecológicas de producción agroalimentarias, se han adoptado Reglamentos que garantizan la autenticidad de los métodos de producción y se han ido desarrollando hasta formar un amplio marco regulador de los productos de origen ecológico. Desde 1991 existe el Reglamento europeo (CEE 2092/91) que protege la denominación de AE y todos sus términos. Esta normativa se aplica a la producción de cualquier producto agrícola o animal, incluido envase, comercialización y etiquetaje, así como la elaboración y transformación de alimentos con destino al consumo humano. El Reglamento europeo señala que para obtener una etiqueta identificativa para los alimentos ecológicos, una autoridad de control velará en cada Estado para que en todas las acciones descritas, el producto no entre en contacto con sustancias sintéticas, no permitidas en las normas.

El Reglamento (CEE) número 2092/91 del Consejo, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimentarios, aprobado el 24 de junio de 1991, constituye el resultado lógico de los procesos de reconocimiento legal de la AE seguidos en varios Estados miembros y la afirmación de una voluntad de aclarar a los consumidores

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

el concepto de AE, evitando los fraudes. El objetivo de la norma es establecer acciones comunes para la producción comunitaria de productos ecológicos. Esta norma se amplió en 1995 para establecer la posibilidad de crear un logotipo, para el sector de la AE y disponer diversas normas técnicas en relación con el etiquetado y el régimen de importación. Posteriormente la Comisión ha venido adoptando reglamentos para actualizar o completar los anexos técnicos del Reglamento.

Según el Reglamento (CEE) 2092/91 de producción ecológica, se define como agricultura ecológica “los sistemas de producción ligados a la tierra que hace un uso racional de los recursos naturales, excluye la utilización de promotores del crecimiento, evita en gran medida los productos de síntesis química y aditivos alimentarios, contribuyendo a mantener o incrementar la fertilidad del suelo, y proporcionando a los animales las condiciones de vida que les permita desarrollar su comportamiento innato y moverse libremente”.

La ganadería ecológica se rige por el Reglamento 1804/1999 del Consejo de 19 de julio de 1999, que complementa al Reglamento 2092/1991 del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. En dicho Reglamento se recogen y fijaron las normas comunitarias relativas a la producción de productos ecológicos de origen animal.

En el alimento ecológico procesado, al menos el 95% de los ingredientes de origen agrario deben provenir de productos producidos y controlados de acuerdo con las directrices del Reglamento u otras reconocidas internacionalmente.

Cuando un sistema de producción convencional se cambia al ecológico, no se trata de una conversión producida de forma inmediata. Se ha establecido un período mínimo, y en cierto modo arbitrario, de dos (en horticultura) a tres (en cultivos leñosos) años, como el tiempo que tarda en convertirse a la agricultura de tipo ecológico. Lleva tiempo obtener un suelo con una estructura sana, eliminar los residuos tóxicos de productos fitosanitarios y desarrollar la fertilidad natural. Durante este período de conversión el agricultor experimentará reducciones en sus rendimientos y necesitará devolver al suelo gran parte de lo que obtenga de ella para hacerla equilibrada y saludable. El coste de la inversión depende del grado de deterioro de la tierra y de su fertilidad provocado por las prácticas convencionales. Una vez que el ciclo de reabastecimiento que caracteriza a la AE está en marcha, ésta entra de lleno en la categoría de ecológica. Los productos ecológicos en transición o conversión son aquellos que han sido obtenidos por métodos ecológicos dentro del período de transición.

En el caso concreto del ganado, aunque haya estado en unas condiciones muy próximas a las ecológicas tiene que estar como mínimo para considerarse convertido, y por tanto, para poderlo comercializar como ecológico, 90 días en el caso de las vacas productoras de leche, 60 días en el vacuno productor de carne, y en cuanto a los cerdos deben estar cumpliendo la normativa ecológica desde los 35 días de su nacimiento y los corderos, cabritos, conejos y pollos han de estar cumpliendo las normas desde su nacimiento.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

### 4.6. Certificación de los alimentos ecológicos

Para que el mercado de los alimentos ecológicos continúe creciendo es de fundamental importancia el papel que desempeñan la confianza del consumidor en estos productos, la cual se logra si el consumidor conoce el origen de éstos.

Antiguamente el consumidor conocía el dueño de la explotación agraria que le proveía los alimentos, la forma en que los cultivaba y los procesaba; pero a medida que fueron incorporándose los intermediarios en la cadena de comercialización, se incrementó la distancia entre ellos. A partir de ese momento es cuando el consumidor comienza a no tener certeza del origen del producto, y como consecuencia de ello pasan a ser necesarios los procedimientos externos de control y certificación de los procesos productivos.

La International Standardization Organization (ISO) define la certificación como: “el procedimiento mediante el cual una tercera parte independiente ofrece una garantía, por escrito, de que un productor, proceso o servicio cumple con una norma determinada”.

En el caso particular de los alimentos ecológicos, es necesaria la implantación de mecanismos de control fiables, a través de los cuales se pueda garantizar a los consumidores que se ha cumplido la reglamentación de la producción ecológica, en cada una de las etapas del proceso, hasta que el producto llega al consumidor. Esta garantía se logra mediante el sistema de inspección y certificación.

El sistema de certificación incluye inspecciones y etiquetas identificadoras, que son de gran importancia en la comercialización de los alimentos ecológicos, pues a través de la certificación se puede garantizar al consumidor la calidad orgánica del alimento. Además, con la utilización de las etiquetas o sellos identificadores de alimentos ecológicos, las certificadoras desempeñan un papel importante, contribuyendo a que los consumidores puedan distinguir los productos ecológicos de los que no lo son.

Cuando un alimento se comercializa con una etiqueta de “orgánico”, “biológico” o “ecológico” (de acuerdo con el país que se trate), significa que los productores y procesadores han respetado las normas de un programa nacional o regional de producción orgánica y han sido certificados como tales, para lo cual se ha requerido de un sistema de certificación e inspecciones regulares. Estos programas son los que otorgan credibilidad al sistema y ayudan a inspirar confianza a los consumidores.

El sistema de certificación se encarga además de verificar que cuando se procesan alimentos convencionales y ecológicos los procesos se realicen separados en tiempo y espacio, para prevenir la contaminación de los productos ecológicos (Minetti, 2002).

La certificación de los alimentos ecológicos desempeña un papel fundamental no sólo para lograr, sino también para conservar, la confianza de los consumidores respecto a la veracidad de la aplicación de los principios y declaraciones propias del sistema de producción

#### 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA

orgánica. Esta confianza se considera imprescindible para el desarrollo del mercado de los alimentos ecológicos.

Una de las herramientas para distinguir un alimento ecológico del resto de los alimentos es la utilización de un logotipo o etiqueta. El logotipo en los alimentos ecológicos transmite el mensaje al consumidor de que los productos que lo tienen han respetado las normas de producción ecológica durante todo el proceso que se inicia con el cultivo, la cría de animales, etc., y finaliza con su posterior elaboración, almacenamiento y distribución.

De esta manera, las etiquetas constituyen una guía que permite a los consumidores reconocer fácilmente los productos ecológicos y diferenciarlos claramente de los que no lo son. Pero en algunos mercados existe una gran variedad de estos logotipos, lo cual genera dificultades al consumidor para identificarlos y contribuye aún más a su confusión, como ocurre en Italia, por ejemplo. En cambio, en otros países, como Suiza, Dinamarca y España, utilizan un logotipo nacional.

La ventaja de las etiquetas de los productos ecológicos con alcance nacional es que constituyen una guía para su identificación por parte del consumidor. Por esta razón la utilización de un logo se considera una valiosa herramienta de comunicación para el desarrollo del mercado nacional de los alimentos ecológicos.

Los logotipos con alcance suprarregional o internacional, como el de la Unión Europea o de IFOAM, son también muy importantes, pues a través de ellos se contribuirá al desarrollo del comercio internacional de los productos ecológicos, y de esta manera se incrementará la variedad de alimentos ecológicos ofrecidos en los distintos mercados.

La utilización del logotipo comunitario en las etiquetas de los alimentos ecológicos permitirá una clara identificación (independientemente del país de la Comunidad en el que se ha producido), sin posibilidades de crear confusión entre los consumidores en el momento de elegir estos alimentos entre la gran variedad de productos disponibles en el mercado. No obstante, el uso de este logo se limita a los productos propios de Unión Europea, con lo cual no podrán hacer uso de él los productos de terceros países, como por ejemplo el café, el té, etc., u otros alimentos que contengan ingredientes que no provengan de la Unión Europea.

Por último, no sólo se considera importante la existencia de estos logotipos que identifican los alimentos ecológicos, sino que también debe darse la mayor difusión posible a su utilización y al conocimiento de los productos que amparan.

Las políticas de calidad se basan en la existencia de normas de calidad, logotipos o señales de calidad y normas sobre el etiquetado. Así por ejemplo, para el caso de la AE, en marzo de 2000, la Comisión Europea creó un logotipo compuesto por los términos "Agricultura Ecológica-Sistema de Control CE". Los consumidores que adquieran productos que lleven este logotipo pueden estar seguros que:

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

- El 95% de los ingredientes del producto, como mínimo, se ha producido de acuerdo con métodos ecológicos.
- El producto se atiende a las disposiciones del sistema de control oficial.
- El producto procede directamente del productor o el transformador y se presenta en un envase sellado.
- El producto lleva el nombre del productor, el elaborador o el vendedor, o el nombre y el código del organismo de inspección.

En la actualidad, sólo los productos obtenidos de acuerdo con la normativa de producción ecológica pueden utilizar en su etiquetado o publicidad, los nombres protegidos: ecológico, biológico, orgánico o biodinámico y los prefijos eco y bio. Para distinguirlos, en la etiqueta del producto aparece el sello de certificación otorgado por uno de los organismos de control de la producción agraria ecológica. Los organismos de control son entidades autorizadas, tanto públicas como privadas, encargadas de la inspección y certificación de los productos. Los logotipos se establecen a nivel nacional y regional, pero la tendencia futura en la UE debe ser la de unificar todos los logotipos autorizados y existentes en la actualidad, para permitir una clara identificación (independientemente del país productor), sin posibilidad de crear confusión entre los consumidores (Fig. 4.3). En la etiqueta identificativa debe aparecer el nombre o código de la entidad de control autorizada, donde se indica en los dos primeros dígitos, el país productor, los dos siguientes son para la comunidad autónoma, y los caracteres AE (agricultura ecológica).



Sellos de control de AE en España y sello voluntario de ámbito europeo.



Sellos de control de las diferentes comunidades autónomas.

## 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA ECOLÓGICA



Sellos de control privados en Andalucía. Otros sellos de control de aplicación en otros países de Europa se muestran en la siguiente figura:



Figura 4.3. Sellos de garantía de la producción ecológica en otros países.

Con la denominación de **agricultura y ganadería ecológica** se engloban oficialmente en España, al conjunto de sistemas agrícolas y ganaderos encaminados a producir alimentos **saludables** para el consumidor y respetuosos con el medioambiente, evitando el empleo de productos químicos de síntesis, como fertilizantes químicos, productos fitosanitarios, etc., en cualquiera de los procesos de producción.

Los alimentos ecológicos proceden de explotaciones ganaderas donde los animales deben alimentarse exclusivamente de productos biológicos. Los animales deben criarse sin la incorporación de antibióticos ni otras sustancias que aceleren el crecimiento y engorden al animal.

En los alimentos transformados se prohíbe el uso de aditivos, empleando técnicas tradicionales y procesos naturales para conservar y procesar los alimentos, sin necesidad de añadidos químicos. El resultado final es la obtención de productos alimenticios con una densidad nutritiva mayor. Las normas relativas a la transformación se establecen en el artículo 5 y el anexo VI del Reglamento CEE 2092/91.

Las características básicas de conservación son aquellas que se basan en la regulación de la temperatura y humedad, la selección de los materiales de construcción, limpieza sin usar lejías u otros productos químicos. La separación física de otros productos no ecológicos, en empresas mixtas, así como su elaboración o procesado en lotes separados en espacio y tiempo, son norma también obligada. Están prohibidas las irradiaciones a los alimentos. En la elaboración, la limpieza de las líneas no debe dejar residuos que se mezclen con los alimentos, que deben ser todos de origen ecológico, aunque hay excepciones (no pudiendo superar el 5% de ingredientes no ecológicos). La conservación se realizará mediante

### **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

---

métodos mecánicos, físicos o químicos simples: frío, calor, desecación o deshidratación, liofilización, concentración, salazón, ahumado, confitado, escabechado, disminución del pH (fermentación láctica o acética), o envasado al vacío (con nitrógeno o anhídrido carbónico). Los materiales de envasado serán aquellos más adecuados al alimento, para evitar contaminaciones, pero siempre teniendo en cuenta su minimización. En este sentido, ciertos plásticos que pueden dejar residuos en los alimentos (como el PVC y otros clorados), están prohibidos.

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

En la fertilización orgánica, en AE, se pueden aportar fertilizantes minerales, siempre que sean productos de origen natural indicados para la corrección de problemas derivados de la escasez o ausencia de determinados elementos minerales en el suelo, desequilibrios nutricionales, corrección de problemas de acidez, etc. Aunque la fertilización orgánica puede permitir en suelos equilibrados una nutrición completa de la planta, en la mayoría de ocasiones, sobre todo durante la conversión, puede ser necesario equilibrar los contenidos en ciertos elementos hasta un nivel adecuado que permita el cultivo sin problemas. Todos ellos se ajustan al Anejo II del Reglamento (CEE) número 2092/91 del Consejo sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios alimentarios, y en sus modificaciones publicadas en el Reglamento (CEE) número 1488/97 de la Comisión.

La utilización de fertilizantes nitrogenados solubles en los sistemas de fertilización convencionales puede originar problemas serios para la salud. Los campos de cultivo son fertilizados con sustancias nitrogenadas y en la mayoría de casos el abonado se realiza directamente con nitratos y en exceso.

El nitrógeno es un elemento imprescindible para todos los seres vivos, y las plantas lo absorben bajo la forma nítrica (ion nitrato) y amoniacal (ion amonio). El hecho de que la absorción en forma nítrica sea la más predominante en la mayoría de los suelos se debe a una mayor posibilidad de absorción, ya que esta forma es mucho más abundante debido a que el ion nitrato se mueve libremente en la disolución del suelo, no como ocurre con el ion amonio, el cual está adsorbido a los coloides del suelo, por lo que a la planta le costará más absorberlo. Los microorganismos intervienen en los cambios básicos que experimentan los compuestos nitrogenados en el suelo. Se ha comprobado que están relacionados con:

- La liberación de nitrógeno a partir de compuestos orgánicos.
- La oxidación de amonio para producir nitrito y nitrato.
- La reducción de los nitratos a nitrógeno y sus óxidos.
- La fijación del nitrógeno atmosférico.

Estos microorganismos edáficos influyen poderosamente en el ciclo del nitrógeno, en el sistema suelo-planta-atmósfera.

La **amonificación** es el proceso mediante el cual el nitrógeno orgánico se transforma en amonio. Es un importante proceso microbiano (bacterias, hongos, protozoos), no sólo porque proporciona la materia prima para la nitrificación posterior, sino también, porque genera nitrógeno fácilmente asimilable de interés para algunas especies, como cereales y gramíneas.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

La **nitrificación** es el proceso secuencial mediante el cual el ion amonio se convierte en ion nitrito primeramente y, después en ion nitrato. Los responsables de la oxidación de los iones amonio a nitrito son las *Nitrosomas* sp. y de la oxidación de los iones nitrito a nitrato son las *Nitrobacter* sp. Una vez formado el nitrato libre, el rápido proceso de reciclaje ofrece varias opciones: puede ser inmovilizado, asimilado por las plantas, desnitrificado o lavado.

La **desnitrificación** es una de las causas más importantes en la pérdida del nitrógeno en el suelo, ya que consiste en la reducción de los nitratos a óxido nitroso ( $N_2O$ ) y gas nitrógeno ( $N_2$ ). Es cierto que la reducción de los nitratos conduce a la formación de nitritos, pero éstos no se acumulan, normalmente en el suelo y, por esto, los productos detectados con más frecuencia son óxido nitroso y dinitrógeno gaseoso. La reducción de nitratos se da solamente en condiciones de bajo contenido de oxígeno en el suelo.

La **nitro fijación** microbiana es el proceso natural más importante en referencia a las ganancias de nitrógeno en el suelo. La llevan a cabo microorganismos conocidos como diazotrofos, de los que cabe destacar los que forman asociaciones simbióticas con los vegetales (leguminosa-*Rhizobium*). Estos organismos se encargan de fijar el nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ), mediante la acción de la enzima nitrogenasa, que es capaz de transformar el nitrógeno atmosférico en amoniaco.

Dentro del ciclo del nitrógeno se puede dar la inmovilización, que se produce cuando los iones inorgánicos son asimilados por los microorganismos del suelo, y de nuevo ligados a la materia orgánica. Los procesos de mineralización e inmovilización se producen simultáneamente como un ciclo continuo (Fig. 5.1). Lo que determina si hay más o menos nitrógeno inorgánico es el movimiento neto en una u otra dirección, y esto depende en gran medida de la disponibilidad de materia orgánica, en un sistema ecológico (Fig. 5.2).

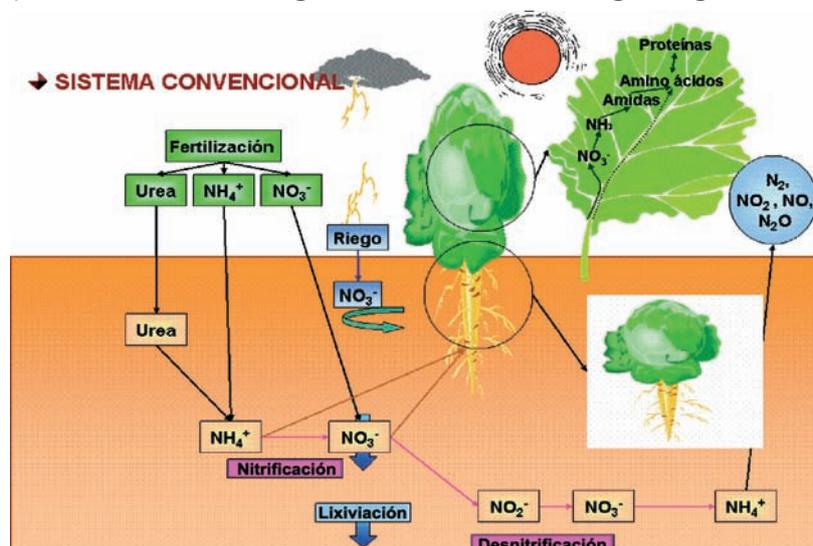


Figura 5.1. Ciclo del nitrógeno en un sistema de producción agrícola convencional.

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

Las sales nítricas empleadas en la fertilización convencional o química, al ser las más solubles pasan al agua en su infiltración hacia las capas freáticas o en la escorrentía hacia las aguas superficiales, otra fracción se absorbe y acumula en las plantas, originándose la sobreacumulación de nitratos en los productos agrícolas. Debido a que el nitrógeno es esencial para tantos procesos vitales de las plantas, no es extraño que las deficiencias o excesos de este elemento afecten a su crecimiento. La nutrición nitrogenada de la planta está garantizada cuando el contenido de nitratos en el suelo es, al menos, de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ . Cuando no hay nitrógeno suficiente, las plantas tienen poco desarrollo y dan lugar a una vegetación con problemas de desarrollo. Un exceso se traduce en que las plantas adquieren un gran desarrollo aéreo, tomando una coloración verdosa muy oscura y con retraso de la maduración.

La acumulación de nitratos en el material vegetal está en función del tipo de planta de que se trate y de las condiciones de cultivo. El ión nitrato es la forma en que las plantas absorben la mayor parte del nitrógeno que necesitan a través de las raíces. En el interior de la planta, el nitrato se transforma en amonio y posteriormente en aminoácidos y proteínas mediante el proceso de fotosíntesis. Si la velocidad de absorción es superior a la de transformación, se acumularán iones nitrato en los tejidos vegetales. La acumulación de nitratos es función del tipo de planta (especie, variedad, edad, parte, etc.) y de las condiciones de cultivo (temperatura, luz, riego, tipo de abonado y cantidad, momento de recolección, tratamientos post-cosecha, etc.). Además, decrece en la medida que el cultivo alcanza la madurez, independientemente de la calidad de fertilizante añadido.

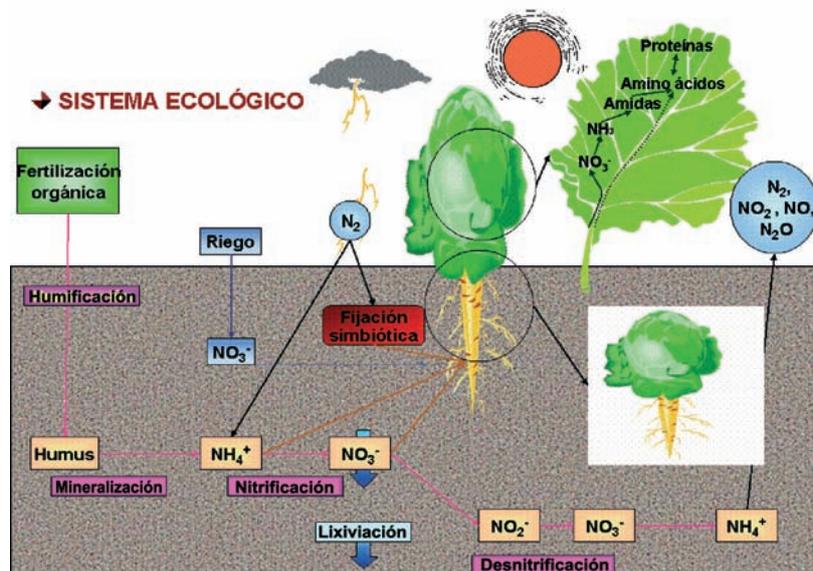


Figura 5.2. Ciclo del nitrógeno en un sistema de producción agrícola ecológico.

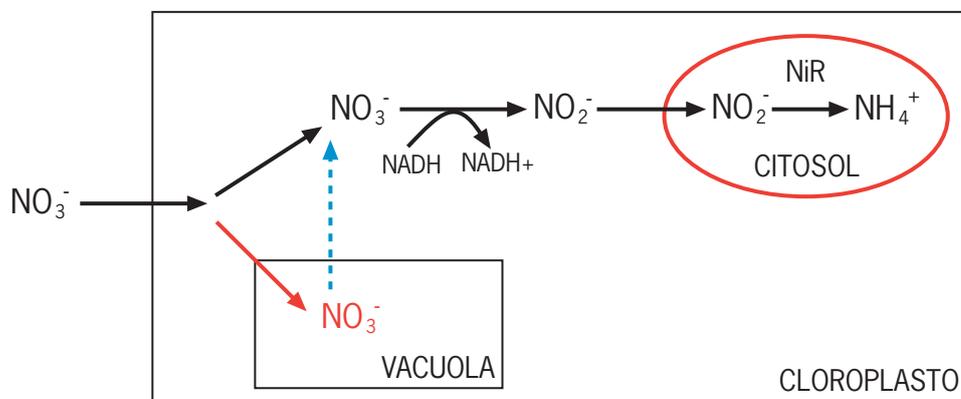
Algunas variedades cultivadas contienen concentraciones más elevadas de nitratos que otras, con la misma cantidad de nitrógeno aportado. Las hortalizas de hoja acumulan más nitratos que las de fruto o raíz.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

El aumento de temperatura favorece la acumulación de nitrato en las plantas, ya que influye en los procesos de osmoregulación celular y favorece la disponibilidad del nitrógeno del suelo. De los factores climáticos, la radiación luminosa es la más importante, reduciendo la intensidad lumínica ó la duración del fotoperíodo disminuirá también la velocidad del proceso de fotosíntesis, favoreciendo por tanto la acumulación de nitrato en el material vegetal.

Existen dos sistemas reductores de nitrato a amonio, la nitrato reductasa (NR), que verifica la transformación de  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{NO}_2^-$  y la nitrito reductasa (NiR), que cataliza la conversión de éste a amonio; ambos trabajan independientemente y poseen localizaciones distintas (Fig. 5.3).

La actividad de la NR se ve afectada por diversos factores (Ruíz Lozano y Azcón, 1996). Entre ellos destaca, la velocidad de síntesis y la tasa de su degradación por enzimas que digieren proteínas (proteinasas). La NR se sintetiza y degrada continuamente, de manera que estos procesos controlan la actividad de la enzima regulando la cantidad de NR en las células. Dicha actividad también se ve afectada tanto por inhibidores como por activadores en el interior de la célula. Aunque es difícil discriminar los efectos de estos factores, está claro que los niveles elevados de  $\text{NO}_3^-$  en el citosol aumentan la actividad de NR, en gran parte porque es más rápida la síntesis de la enzima (Rajasekhar y Oelmüller, 1987). Éste es el caso de la inducción enzimática (incremento en la formación de una enzima a causa de una sustancia en particular o sustrato).



**Figura 5.3. Ruta de reducción del nitrógeno en la planta.**

La iluminación incrementa la reducción del nitrato (Matt *et al.*, 2001) por lo que sugiere que el sistema reductor deriva indirectamente del cloroplasto vía uno de los sistemas de lanzadera de  $\text{NAD(P)H} + \text{H}^+$  al citosol. Por otro lado, la eliminación de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera determina, en ocasiones, decrementos de la reducción del nitrato por falta de exportación de intermediarios del ciclo de Calvin. También puede obtenerse por movilización de glúcidos

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

almacenados o por oxidación de la glicina en la fotorrespiración. La nitrato reductasa y las cadenas respiratorias mitocondriales compiten por el NAD(P)H+H<sup>+</sup> citosólico, por lo que la reducción del nitrato solamente puede ocurrir, en oscuridad, en condiciones de transporte electrónico mitocondrial inhibido. Dado que, en oscuridad, la asimilación del nitrato determina un mayor consumo energético, se puede considerar, en general, que la reducción desasimiladora tiene como función fundamental proporcionar nitrógeno reducido para las reacciones que trascurren durante la noche.

En la asimilación fotosintética a la luz, la reducción de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a NO<sub>2</sub><sup>-</sup> requiere un NAD(P)H+H<sup>+</sup> que puede ser proporcionado por un DHAP transferida desde el cloroplasto. En tejidos no fotosintéticos, el potencial reductor puede obtenerse de la oxidación de glúcidos o de ácidos orgánicos. Suponiendo que la sacarosa es la principal fuente de carbono de las raíces, cada hexosa proporciona 24 electrones, si se oxida totalmente de modo aerobio por la glucólisis y el ciclo del citrato, es decir 4 electrones por carbono, por lo que para proporcionar los 10 electrones requeridos en la reducción de nitrato a amonio e incorporación a aminoácidos, se necesita oxidar 2.5 átomos de carbono por cada nitrato a glutamato. Como, en el conjunto de fotosíntesis del carbono más fotorrespiración se requieren alrededor de 14 – 15 fotones por cada átomo de carbono fijado neto, la demanda cuántica para el paso de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a glutamato sería de 35-37.5, casi doble que en la reducción asimiladora.

El NO<sub>2</sub><sup>-</sup> producido por la nitrato reductasa se va consumiendo por el sistema nitrito reductasa. Para ello, el nitrito debe cruzar las envolturas cloroplásticas, ya que la nitrato reductasa es de localización citosólica. La nitrito reductasa está constituida por un grupo prostético que consta de una porfirina hemínica y de un centro sulfoférrico (Fe<sub>2</sub>S<sub>4</sub>). La reducción de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> a NH<sub>4</sub><sup>+</sup> necesita seis electrones, que se obtienen a partir del H<sub>2</sub>O, mediante el sistema de transporte acíclico de electrones del cloroplasto. Durante esta transferencia de electrones, la luz induce el transporte de electrones desde el H<sub>2</sub>O a la ferredoxina; a continuación, la ferredoxina reducida proporciona los seis electrones que se utilizan para reducir NO<sub>2</sub><sup>-</sup> a NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. En este paso se efectúa el empleo neto de dos H<sup>+</sup> para el proceso global de la reducción de nitrato a NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Por tanto la ferredoxina reducida es el donante de los electrones para la actividad de la enzima nitrito reductasa.

Además, existen ciertos microelementos que afectan al proceso de reducción de nitratos como son el molibdeno, el hierro y el sodio. Cada uno de ellos interviene de un modo distinto y su importancia es diferente.

Con una deficiencia de molibdeno en suelos, existe mayor acumulación de nitratos en las plantas cultivadas, ya que éste elemento interviene en los mecanismos intracelulares de reducción de los nitratos. Gran parte del molibdeno se encuentra en la enzima nitrato reductasa de las raíces y tallos de las plantas superiores. La enzima nitrato reductasa de las plantas superiores se encuentra como una molibdoflavoproteína soluble, que en las hojas puede estar asociada con la envoltura de los cloroplastos.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

La deficiencia de Mo en las plantas conduce por lo tanto a una reducción de actividad de la nitrato reductasa y en consecuencia a una mayor acumulación de nitratos cuando las condiciones del medio muestran altos contenidos de nitratos. No obstante, en plantas alimentadas con nitrógeno nítrico, resulta una acumulación de  $\text{NO}_3^-$  en los tejidos y una disminución correspondiente de los contenidos en compuestos aminados solubles.

El hierro es necesario para la fotosíntesis, participa en la reducción de nitratos y otras reacciones enzimáticas de la respiración. La deficiencia aparece en las hojas más jóvenes, disminuye el contenido en clorofila y se produce una notable reducción en la velocidad de crecimiento. El hierro interviene en la reducción de los nitratos en la segunda etapa, donde los nitritos han de ser reducidos a amonio para la posterior síntesis de proteínas. Esta reacción es catalizada por la nitrito reductasa (NiR) y también se ve favorecida por una buena intensidad luminosa. La ferredoxina interviene en la transferencia de electrones, dentro de la reacción de reducción de los nitritos. Por otro lado, la enzima nitrito reductasa contiene también un complejo de hierro y azufre.

Aunque la concentración de molibdeno sea elevada y las hojas presenten gran actividad de la nitrato reductasa, puede ocurrir que no sea suficiente para obtener una menor acumulación de nitratos, ya que una elevada concentración de sodio, limita la reducción de nitritos a ion amonio, acumulando así, el exceso de nitratos en la vacuola de las células vegetales.

Las sales presentes en la solución del suelo pueden dificultar la absorción y asimilación de algunos nutrientes impidiendo procesos externos o internos de la planta. Existe un efecto negativo entre la concentración de NaCl sobre la absorción de  $\text{NO}_3^-$  y sobre el incremento en la actividad de la nitrato reductasa. Un aumento de la concentración de sodio en el material vegetal y un incremento de la actividad de la nitrato reductasa puede causar una acumulación de nitritos en la planta, originando efectos tóxicos y en consecuencia una mayor acumulación de nitratos en la planta.

A priori, la presencia de nitratos en el metabolismo del ser humano no es peligrosa, de hecho, determinadas sustancias nítricas se emplean a menudo como tratamiento específico en determinadas patologías. A pesar de ello, los nitratos no dejan de suponer un riesgo potencial para la salud humana, ya que las cantidades ingeridas en la dieta son difíciles de controlar y su exceso es sumamente peligroso si no se cuenta con una salud suficientemente fuerte.

Alrededor del 5% del nitrato dietético termina convirtiéndose, en el estómago, en nitrito. Así, y calculando por ejemplo una ingestión diaria promedio de 13 mg de nitrato, en el estómago se producen 5 mg diarios de nitritos. La ruta no es directa, sino que implica la absorción en las partes próximas del intestino delgado, el transporte por vía sanguínea y la secreción a través de la saliva. La flora natural de la boca reduce de la saliva cierta proporción del nitrato a nitrito, que fluye luego al estómago. El principal problema radica en que los nitratos pueden ser reducidos a nitritos en el interior del organismo, proceso llevado a cabo por la microflora digestiva al aumentar el pH del jugo gástrico a 6 o 6.5. Por ello, los nitratos son especialmente nocivos para los niños de menos de tres meses de edad y para los

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

adultos con ciertos problemas como aclorhídria (falta de ácido clorhídrico en las secreciones gástricas) y determinados tipos de úlcera gástrica.

Los nitritos en el organismo son potencialmente responsables de dos problemáticas, por un lado producen la transformación de la hemoglobina (Hb) a metahemoglobina (MHb). La hemoglobina se encarga del transporte del oxígeno a través de los vasos sanguíneos gracias al hierro bivalente, de forma que, al estar en contacto con el oxígeno, se transforma en oxihemoglobina ( $\text{HbO}_2$ ) para liberar el oxígeno en los capilares. La oxidación del hierro al estado férrico produce de forma natural la metahemoglobina, sustancia que no es capaz de captar y ceder oxígeno, por lo que es devuelta al estado ferroso por la diaforasa de los glóbulos rojos. Es decir, en el organismo se está produciendo continuamente la transformación de hemoglobina en metahemoglobina, pero existen sistemas enzimáticos capaces de reducirla, de forma que la cantidad normal de metahemoglobina (hemoglobina oxidada) en el cuerpo humano no excede del 2%; entre el 5 y el 10% se manifiestan los primeros signos de cianosis; entre el 10 y el 20% se aprecia una insuficiencia de oxigenación muscular y, por encima del 50% puede llegar a ser mortal.

Además del problema de la metahemoglobinemia, en el intestino los nitritos pueden reaccionar con las aminas, sustancias ampliamente presentes en el organismo humano, originando las nitrosaminas, un tipo de compuestos de marcada acción cancerígena. La intensidad de la nitrosación de las aminas, amidas y urea, que se produce en la cavidad bucal o en el estómago, depende de la naturaleza de las aminas ingeridas, de su presencia en los alimentos catalizadores e inhibidores de la reacción, como las vitaminas A y C, y de la reducción de los nitratos a nitritos por bacterias de la cavidad bucal o del estómago. Las carencias en micronutrientes parecen ejercer efectos determinantes sobre la incidencia de los cánceres provocados por las nitrosaminas; por ejemplo, la carencia de zinc eleva del 15 al 80% la incidencia del cáncer de esófago causado por la metilbenzilitrosamina. En las regiones donde hay una elevada incidencia de cáncer de esófago, las carencias de minerales y vitaminas en la alimentación podrían favorecer su inducción por las nitrosaminas.

En diferentes experimentos de laboratorio se ha comprobado que, alrededor del 75% de las nitrosaminas pueden originar cánceres hepáticos y, aunque con menor frecuencia, también de pulmón, estómago, riñones, esófago y páncreas. También se ha podido comprobar que existe una correlación directa entre el consumo de alimentos o aguas con exceso de nitratos y los cánceres gástricos y entre el trabajo en fábricas de abonos químicos y dichos cánceres.

Las concentraciones de nitrosaminas a las que puede exponerse una persona son bajas para un período dado, pero el efecto de una nitrosamina absorbida en distintos momentos y el de varias nitrosaminas ingeridas al mismo tiempo, es acumulativo. De forma que, las nitrosaminas del whisky se suman a las del tocino, de las setas, del humo de los cigarrillos o de los cosméticos, así como a las que se forman en el estómago.

En humanos, se ha comprobado que cuando las mujeres embarazadas ingieren cantidades altas de nitratos, se eleva la mortalidad durante los primeros días de vida del feto, princi-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

palmente debido a malformaciones que afectan al sistema nervioso central, al muscular o al óseo. También se han descrito efectos perniciosos sobre las glándulas hormonales. Las autoridades sanitarias españolas han establecido como contenido máximo tolerable de nitrato en agua potable el de 50 mg L<sup>-1</sup>, que es el mismo que establece la UE. La organización Mundial de la Salud considera dos límites, uno “recomendado” de 50 mg L<sup>-1</sup> y otro “máximo” de 100 mg L<sup>-1</sup>. La OMS ha fijado la ingesta diaria admisible, sin riesgo aparente para la salud, en 3.65 mg de nitratos por kilogramo de peso corporal. Las exigencias legales en cuanto al contenido en nitratos del material vegetal destinado a la alimentación infantil, han ido tomando mayor importancia hasta determinar que los valores actuales permitidos son de 0 mg L<sup>-1</sup> (DOCE, 1999).

En la Fig. 5.4 se muestran los contenidos de nitratos encontrados en el material vegetal estudiado por Raigón *et al.* (2002a), en cuatro hortalizas de hoja ancha cultivadas en invierno al aire libre. Además se muestran los valores de nitratos registrados en la bibliografía, para los mismos productos, tanto para los producidos mediante técnicas ecológicas, como para los producidos de forma convencional. Las menores concentraciones de nitratos se registran para el caso de la col china, algo que se corresponde con los resultados de bibliografía. Comparando los niveles de nitratos para lechuga en los dos sistemas productivos se observa que en las lechugas ecológicas las concentraciones son superiores a las convencionales. Hay que señalar que el abonado mineral no es la única causa de acumulación de nitratos en las plantas, ya que una fertilización incorrecta favorece tal acumulación. La cantidad de nitrato absorbida por la planta dependerá de la que se encuentre disuelta en la solución del suelo. En las parcelas de producción de lechuga ecológica de este ensayo, se practicaban técnicas agronómicas de bancal profundo o cultivo biointensivo, en el cual se realiza un pasillo en la profundidad del suelo y se rellenan con capas alternas de suelo y materia orgánica, de forma que en el volumen radical, se encuentran altas concentraciones de nitrógeno que aporta la materia orgánica, elevándose con ello los contenidos de nitrógeno disponible, de forma que la planta de lechuga asimila este nutriente, elevando con ello los contenidos encontrados en las hojas.

Teniendo en cuenta la recomendación de la OMS respecto a la dosis diaria admisible, sin riesgo aparente para la salud, de nitratos por kilogramo de peso corporal y suponiendo el peso medio del adulto en 65 kg, la cantidad máxima de nitratos ingeridos es de aproximadamente 273 mg. Las cantidades recomendadas diariamente, en una persona adulta de Fe, Na, K y Ca se pueden conseguir con el consumo de 500 g de acelga ecológica fresca, sin que repercuta en riesgo aparente para la salud, por no superar la ingesta diaria admisible de nitratos. Las mismas cantidades de elementos nutricionales se podrían consumir con la ingesta de aproximadamente 550 g de acelga convencional fresca, aunque con ello la cifra de nitratos consumidos se duplicaría, apareciendo riesgo para la salud.

5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

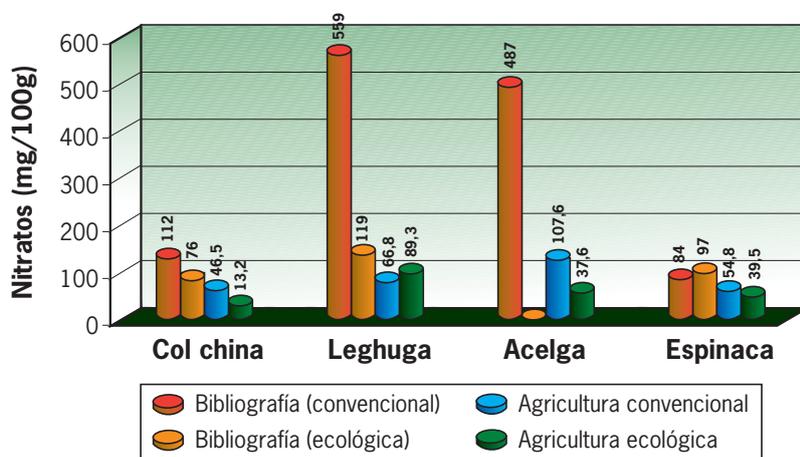


Figura 5.4. Contenidos medios comparativos de  $\text{NO}_3^-$  (mg/100 g material vegetal) en col china, lechuga, acelga y espinaca.

En cuanto al contenido de nitratos en el material vegetal, se observa que coles chinas producidas bajo técnicas de AE versus convencional, presentan una concentración significativamente inferior frente a las coles del sistema de agricultura convencional (Fig. 5.5). Diversos autores (Cantliffe, 1972; Lee *et al.*, 1972; Stopes *et al.*, 1988) han constatado la relación entre el aumento de la fertilización nitrogenada en los sistemas de agricultura convencional y el aumento de la concentración de nitratos en el material vegetal, siendo mayor cuando el cultivo está bajo situaciones de baja intensidad lumínica.

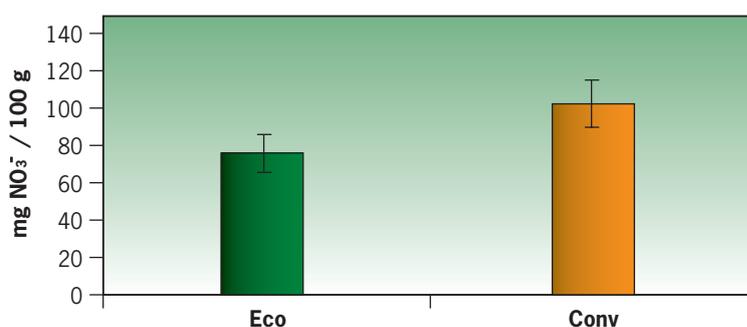
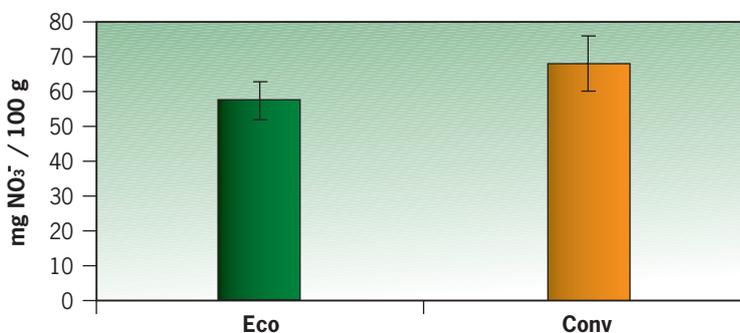
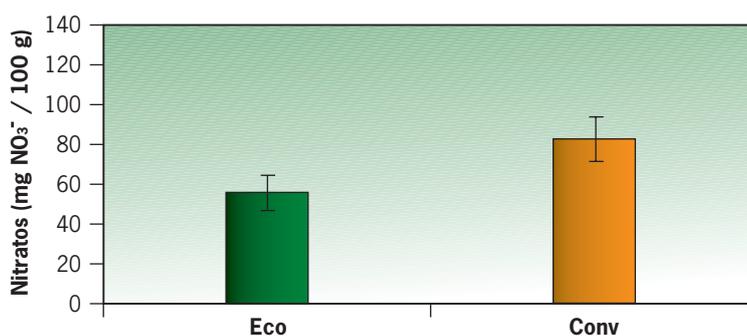


Figura 5.5. Contenido de nitratos (mg  $\text{NO}_3^-$ /100 g de materia fresca) en col china según el tipo de cultivo (ecológico, convencional). Intervalos LSD al 95%.

El mismo comportamiento se ha observado al estudiar otras especies vegetales como es el hinojo (Fig. 5.6) y lechuga (Fig. 5.7), donde las concentraciones de iones nitrato presentes en el material vegetal han sido significativamente inferiores en las hortalizas ecológicas, frente a las procedentes de cultivo convencional.

**Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

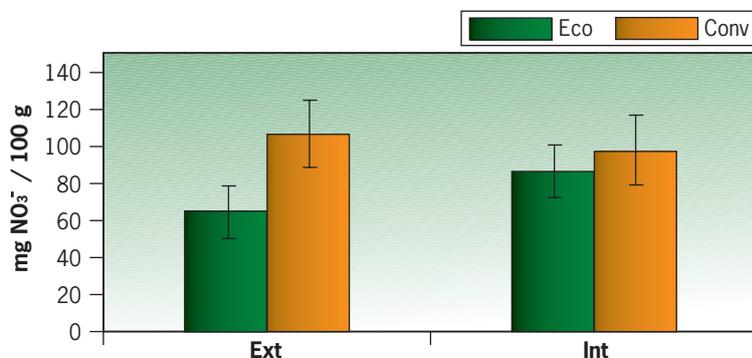
**Figura 5.6.** Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico, convencional) en hinojo con riego por goteo. Intervalos LSD al 95%.



**Figura 5.7.** Contenido de nitratos (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g de materia fresca) según el tipo de cultivo (ecológico, convencional) en lechuga. Intervalos LSD al 95%.

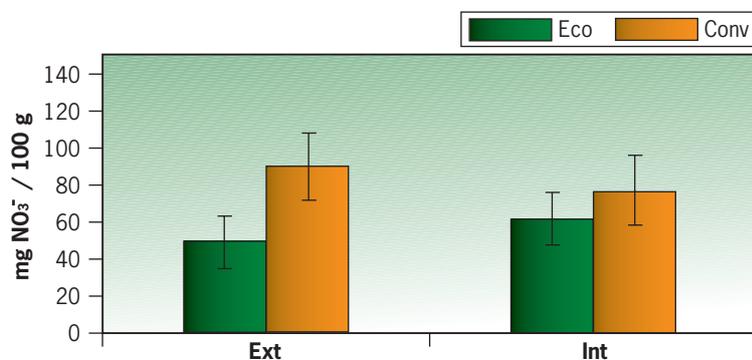
Analizando el contenido de nitratos en las dos partes diferenciadas del material vegetal en hortalizas de hoja ancha (hojas externas y hojas internas) se observa (Fig. 5.8) que bajo la producción ecológica, la concentración de nitratos es mayor en las hojas interiores, frente a las hojas externas, aunque las concentraciones globales son siempre menores en la verdura ecológica. Esto puede ser debido a que todo factor que reduce la intensidad luminosa o la duración del fotoperíodo disminuye también la velocidad del proceso de fotosíntesis, favoreciendo con ello la acumulación de nitratos en el material vegetal (Steingover *et al.*, 1982), por lo que al tratarse la col china de una especie altamente acogollada, la concentración de nitratos en su interior es mayor.

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS



**Figura 5.8.** Contenido de nitratos (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g de materia fresca), en función de la parte (externa, interna) y el tipo de producción (ecológico, convencional) en col china. Intervalos LSD al 95%.

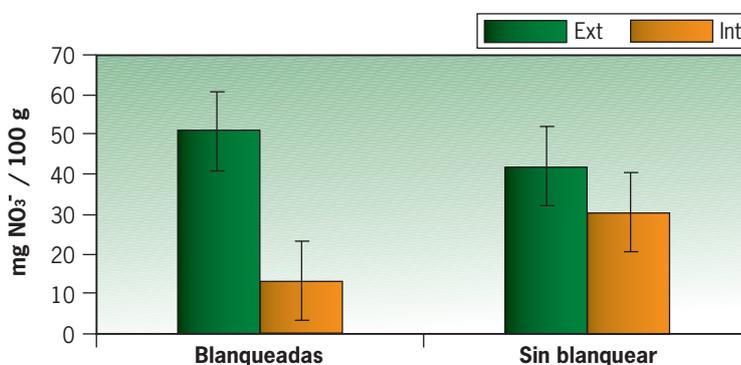
Sin embargo, bajo el tipo de producción convencional la acumulación de nitratos se realiza a la inversa, concentrándose en las hojas exteriores, hecho que coincide con otros autores (Merino y Ansorena, 1993). La causa principal de esta acumulación, es el uso de fertilizantes minerales que provocan en este tipo de cultivo y material vegetal, un aumento de sales en las hojas exteriores, que por un fenómeno osmótico absorben mayor cantidad de agua que contiene una alta concentración en nitratos. La misma tendencia de estos resultados ha sido obtenida también en hojas de lechuga (Fig. 5.9).



**Figura 5.9.** Contenido de nitratos (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g de materia fresca) en función de la parte (externa, interna) y el tipo de producción (ecológico, convencional) en lechuga. Intervalos LSD al 95%.

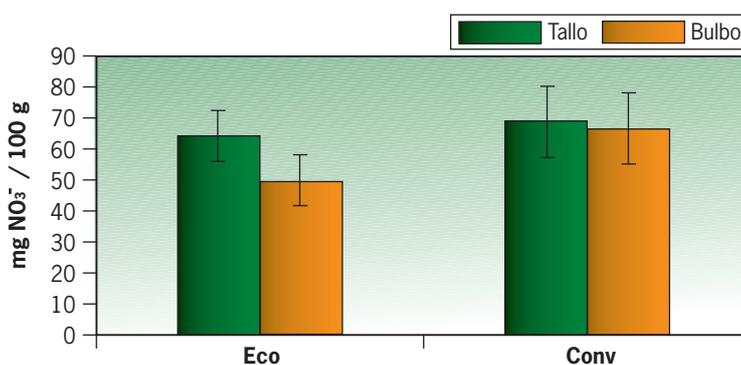
El efecto de la acumulación de nitratos en las diversas hojas del material vegetal producido en condiciones ecológicas, también se pone de manifiesto cuando se someten las plantas de escarola a un proceso de blanqueo, mediante un atado de la parte aérea. El contenido en nitratos en las plantas de escarola sometidas a dicha técnica, es mayor en las hojas de la parte externa, en cambio en las hojas más internas, se observan diferencias estadísticamente significativas (al 95% de confianza), siendo mayor la concentración de nitratos cuando no son producidas bajo la técnica de blanqueo (Fig. 5.10).

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 5.10.** Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) según la parte de la planta (externa e interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%.

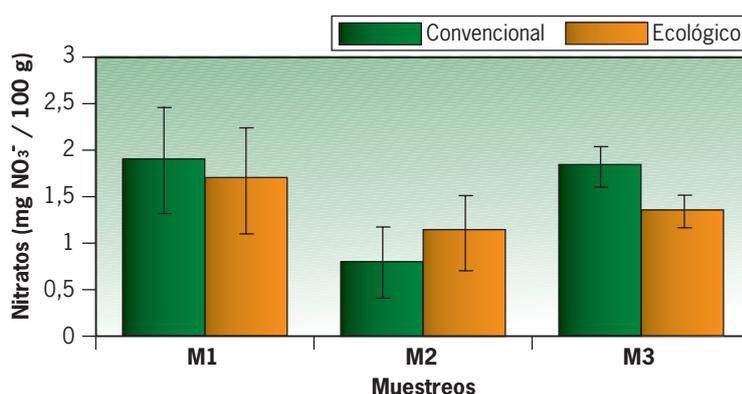
En cuanto al contenido en nitratos del material vegetal teniendo en cuenta el sistema de cultivo (ecológico y convencional) y diferente parte vegetativa de la planta a las hojas (tallo y bulbo, por ejemplo en hinojo), se observan diferencias significativas para el bulbo siendo mucho menor la concentración de nitratos cuando se trata de cultivo ecológico, mientras que en lo que respecta al tallo las diferencias son mínimas (Fig. 5.11). Las concentraciones de nitratos en las secciones vegetales (tallo y bulbo) del hinojo en cultivo convencional son similares, mientras que en cultivo ecológico los niveles son significativamente superiores en el tallo. Dado que el mayor valor comercial de este cultivo se debe a la comercialización del bulbo, estas diferencias tienen mayor interés, por presentar el bulbo de hinojo ecológico menor concentración de nitratos.



**Figura 5.11.** Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico, convencional) y de la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo con riego por goteo. Intervalos LSD al 95%.

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

Los nitratos se acumulan también en los bulbos y en función del momento del ciclo de cultivo, disminuyendo la concentración en los momentos de madurez fisiológica, si no se realizan aportes fertilizantes al suelo. En un estudio de cebollas babosas recolectadas en tres momentos diferentes del periodo de producción, la mayor concentración en nitratos se encontró en el material vegetal procedente del cultivo convencional (Fig. 5.12) en los momentos 1 (M1) (con un 12% más que en el cultivo ecológico) y en el momento de la recolección para el mercado (momento 3, M3), donde los bulbos de cebollas convencionales presentaban un 26% más de nitratos que los bulbos ecológicos. En cambio, en el momento 2 (M2) las cebollas procedentes del cultivo ecológico fueron las que presentaron un mayor contenido en nitratos con un 29% más respecto al cultivo convencional. La causa de estas diferencias en la concentración en nitratos puede ser debida tanto a factores de fertilización, como factores ambientales (de iluminación), o de aporte de agua. No se observan diferencias estadísticamente significativas en el contenido de nitratos para los momentos 1 y 2, por el contrario en el momento 3, las diferencias encontradas en función de los dos sistemas productivos son estadísticamente significativas al 95% de confianza.



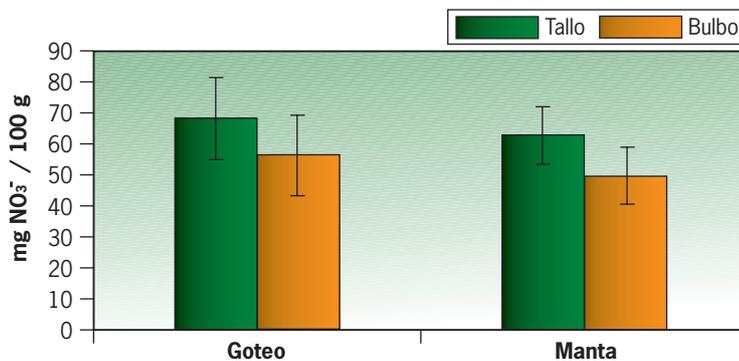
**Figura 5.12. Valores de nitratos (mg/100 g de materia fresca) en cebolla babosa según el tipo de cultivo (ecológico, convencional) y el momento de recolección. Intervalos LSD al 95%.**

El riego es la acción de aportar de manera artificial, agua en la zona radicular de los cultivos, en las condiciones de utilización más favorables, para garantizar su suministro a la planta y conseguir su máximo potencial de producción. El riego permite suministrar la humedad necesaria para el crecimiento de las plantas, así como, facilitar el transporte de nutrientes y diluir las sales existentes en el suelo. Además, el riego disminuye las temperaturas del suelo y del ambiente en las épocas cálidas y en las frías retarda las heladas.

El desequilibrio entre la evapotranspiración de los cultivos y la precipitación atmosférica provoca en muchas regiones un déficit de humedad, que con un adecuado uso del riego se intenta suplir, además, es una herramienta eficaz de producción que se mantiene elevada al combinarse con técnicas de cultivo adecuadas. Al estudiar la acumulación de nitratos en las plantas de hinojo, bajo el mismo tipo de producción ecológica, pero atendiendo al sistema de riego (goteo y por superficie) y a la parte de la planta (tallo y bulbo), no se observan diferencias significativas (Fig. 5.13), siendo el contenido en nitratos sensiblemente inferior

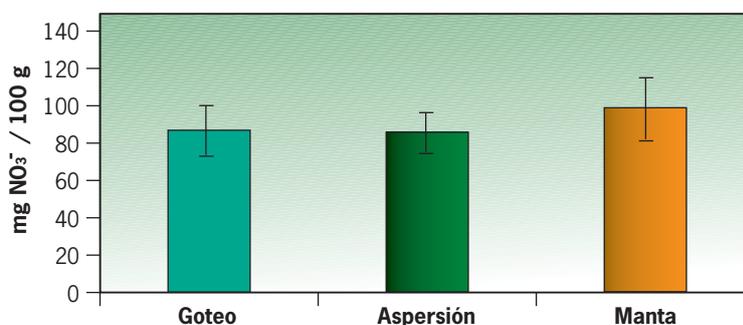
### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

en el caso del sistema de riego a manta o por superficie. Posiblemente la mayor disponibilidad de agua de riego, repercuta en una mayor concentración de nitratos en ambas secciones de la planta.



**Figura 5.13.** Contenido en nitratos (mg/100 g de materia fresca) en función del sistema de riego (goteo y manta) y la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo de cultivo ecológico. Intervalos LSD al 95%.

Resultados similares se han obtenido al estudiar el efecto de la acumulación de nitratos en las hojas de col china en función exclusivamente de los tres sistemas de riego (goteo, aspersión y a manta). Aunque existe una tendencia a la mayor acumulación de nitratos en los sistemas de riego por inundación (Fig. 5.14), independientemente del sistema de producción (ecológico, convencional), no se observan diferencias en la concentración de nitratos en la planta, atendiendo a los distintos sistemas ensayados en la distribución del agua de riego.

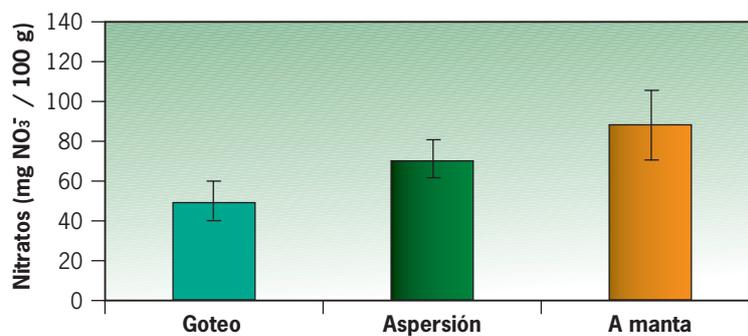


**Figura 5.14.** Contenido de nitratos (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g de materia fresca) en col china, en función del sistema de riego. Intervalos LSD al 95%.

La manera de acumular nitratos, en función del tipo de riego al que está sometido el cultivo, sigue una tendencia similar en un estudio paralelo de lechuga (Fig. 5.15). No obstante, existe una contradicción, debido a que los nitratos son muy solubles, y se deberían acumular en las plantas con una mayor disponibilidad en agua, como ocurre en el riego por goteo

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

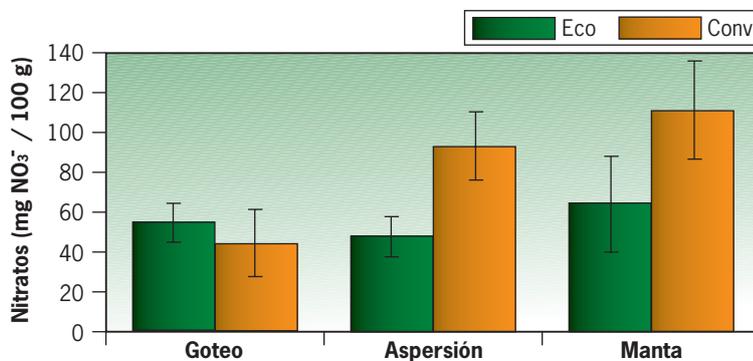
donde el suministro se realiza con mayor frecuencia, en la zona del bulbo húmedo. En el ensayo con lechugas, las plantas sufrieron un gradiente positivo de temperatura bastante alto y los riegos a manta se realizaron en horarios con altas temperaturas, por cuestiones de calendarios de riego; además, los contenidos en nitratos existentes en el agua de riego fueron alrededor de 200 mg por litro; así pues, se deduce que la velocidad de absorción de la planta en estas condiciones es mucho más elevada, hecho que provoca un aumento de la respiración, con la consiguiente pérdida de agua, descenso de humedad y una mayor acumulación de nitratos en el material vegetal regado por un sistema de inundación en superficie, que en un sistema de riego por goteo, donde la humedad en la zona de las raíces es más constante. No obstante, De Silguy (1999) indica que en el cultivo de lechugas, la humedad del suelo, ha de ser constante hasta el momento de la cosecha. Si por el contrario, el suelo se dejara seco durante algunos días, para regarlo abundantemente días antes de la cosecha, la concentración de nitratos en el material vegetal podría ser elevadamente significativa.



**Figura 5.15.** Contenido de nitratos (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g de materia fresca) en lechuga, en función del sistema de riego. Intervalos LSD al 95%.

Al estudiar el contenido en nitratos de las hojas de lechuga según el tipo de riego y en función del sistema de producción (ecológico y convencional) (Fig. 5.16), se observa que en el material vegetal procedente de cultivo ecológico no existen diferencias significativas; por tanto, se deduce que lo comentado anteriormente depende exclusivamente de las plantas cultivadas mediante técnicas convencionales, debido al efecto del uso abusivo de los abonos nitrogenados, aunque en el material ecológico, las concentraciones de nitratos en las plantas con riego a manta también son ligeramente superiores.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 5.16. Contenido de nitratos (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g de materia fresca) en función del sistema de riego y el tipo de producción. Intervalos LSD al 95%.**

Una de las técnicas más utilizadas en AE es la asociación de cultivos o cultivos acompañantes, que consiste en hacer coincidir en el tiempo y el espacio más de un cultivo. Las asociaciones basan sus efectos, entre otras causas, en fenómenos de interrelaciones entre las plantas, ya que éstas segregan por sus raíces sustancias que favorecen o rechazan las plantas vecinas, para influir sobre la disponibilidad de los nutrientes, el agua y el control de plagas y enfermedades, dándose de esta manera, acciones favorables ó desfavorables entre las plantas de la asociación (Cuadro 5.1).

En las asociaciones de cultivos han de cuidarse algunos detalles técnicos, tales como:

- Los datos de siembra, que han de coincidir para facilitar el trabajo. Se puede practicar una recolección escalonada.
- Siembra de plantas diversas en la misma línea, diversas plantas en líneas alternas y bandas ó franjas de diferentes cultivos.
- El porte de la planta, tanto en su parte aérea, como radicular.
- La posible polinización cruzada. Pueden formarse mezclas que incluyan decenas de especies de distinto porte y aprovechamiento, llegando a la siembra y cosecha permanente.

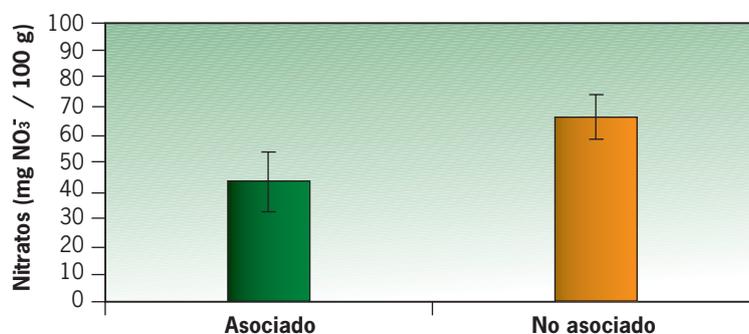
## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

Cuadro 5.1. Asociaciones en hortalizas.

ASOCIACIONES FAVORABLES			
HORTALIZAS	ESTIMULACIÓN	ACCIÓN PARTICULAR	ASOCIACIONES DESFAVORABLES
Ajo	Remolacha, lechuga y tomate. La presencia de ajo favorece los rosales		Judía, guisante
Berenjena	Judía y caléndulas	Las judías sembradas alrededor alejan al escarabajo de la patata	
Espárrago	Tomate, perejil, manzanos y perales		
Albahaca	Tomate y pimiento	Repelente a moscas	
Acelga			Ajo porro
Remolacha	Judía enana, cebolla y soja		
Zanahoria	Lechuga, rábano, judía y cebolla	Las cebollas, los romeros y los ajos porros protegen a la zanahoria contra la mosca	
Apio	Ajo porro, tomate, col lombarda y col-rábano		
Col	Patata, apio, remolacha y cebolla	Unas líneas de cáñamo alejan la mariposa de la col, del mismo modo la menta, el tomate y el romero	Tomate y fresa
Col-nabo	Remolacha y cebolla		
Patata	Judía, maíz, col y haba	Las berenjenas en las orillas atraen los escarabajos de la patata	Calabaza, tomate y mora roja
Rábano	Lechuga y zanahoria	La menta aleja el pulgón del rábano.	Patata.
Tomate	Cebolla, espárrago, zanahoria, perejil y col	La albahaca protege y mejora el sabor	Patata, col-nabo, judía e hinojo

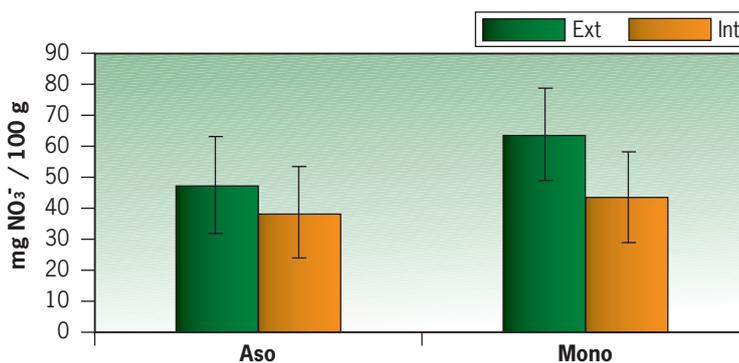
Los niveles de nitratos que se acumulan en el material vegetal en la asociación de lechuga e hinojo, en cultivo de invierno al aire libre (Fig. 5.17), presentan diferencias significativas, siendo las lechugas asociadas con hinojo las que menor cantidad de nitratos acumulan. La posible competencia entre los diferentes cultivos que forman la asociación podría ser la causa de mayor acumulación de nitratos en las plantas no asociadas o de monocultivo. Por esta razón, la asociación podría ser una práctica idónea, ya que genera alimentos de menor concentración de nitratos.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 5.17. Efecto de la asociación del cultivo de lechuga con hinojo en la acumulación de nitratos (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100 g de material vegetal fresco) de las hojas. Intervalos LSD al 95%.**

La acumulación de nitratos también es menor en las hojas de escarola de producción ecológica asociada (Fig. 5.18), observándose mayores diferencias, cuando se trata de las hojas de la parte externas y en monocultivo.



**Figura 5.18. Contenido en nitratos (mg/100g de materia fresca) de escarola en función de la asociación de cultivos. Intervalos LSD al 95%.**

En cambio a la planta de hinojo en condiciones de producción ecológica, le ocurre lo contrario, es decir, acumula mayor cantidad de nitratos al estar asociado que cuando se encuentra en monocultivo (Fig. 5.19), aunque estas diferencias no son en ningún caso significativas, ni tampoco las concentraciones de estas sustancias químicas son elevadas.

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

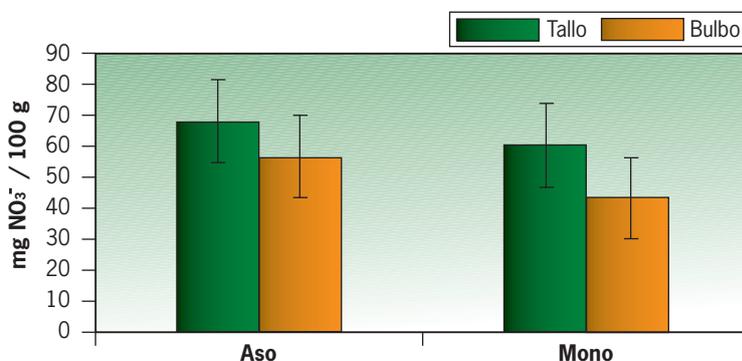


Figura 5.19. Contenido en nitratos (mg/100g de materia fresca) de hinojo en función de la asociación de cultivos. Intervalos LSD al 95%.

**Análisis de las relaciones entre los parámetros que influyen en la concentración de nitratos:** Teniendo en cuenta la gran influencia que tiene la actividad de la enzima nitrato reductasa en la acumulación de nitratos en el material vegetal, se planteó un ensayo en el cual se determinó la actividad máxima de esta enzima, así como el análisis y relaciones entre los factores que influyen en la acumulación de nitratos en el material vegetal. La tendencia observada para la actividad máxima de la nitrato reductasa en el material vegetal (cultivo de lechugas en conversión, ecológico y convencional) (Fig. 5.20) pone de manifiesto que en las hojas de lechuga de procedencia ecológica, la actividad de la enzima es mayor que cuando se trata de lechuga en conversión o en sistema de producción convencional, además esta actividad en la lechuga ecológica es mayor para las hojas internas, lo que se traduce que a mayor actividad, se produce menor concentración de nitratos, porque estos iones se reducen hacia las formas proteicas (Fig. 5.21).

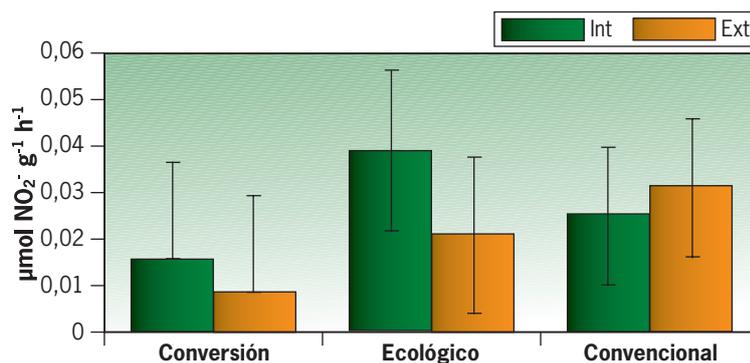
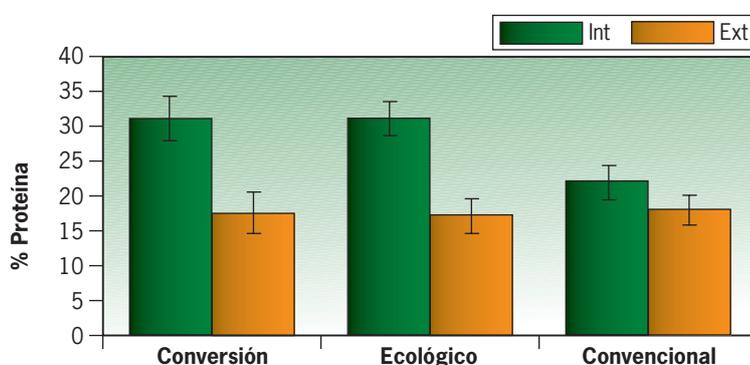


Figura 5.20. Actividad máxima de la nitrato reductasa (µmol NO<sub>2</sub><sup>-</sup> g<sup>-1</sup> mf h<sup>-1</sup>) de las lechugas romanas en cultivo en reconversión, ecológico y convencional en función de parte analizada. Intervalos LSD al 95%.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 5.21. Contenido (%) de proteína en las lechugas de cultivo en conversión, ecológico y convencional en función de la parte estudiada. Intervalos LSD al 95%.**

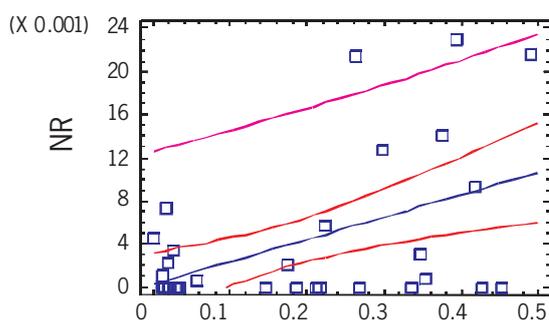
En este ensayo, el material vegetal procedente del cultivo en conversión posee el mayor contenido en nitratos, y la menor actividad máxima de la nitrato reductasa, junto con el menor contenido en nitritos de los tres tipos de cultivo. Por otra parte, la cantidad de nitrógeno total en el material vegetal es elevada (3.91%), luego en su conjunto el proceso de transformación desde el nitrógeno adsorbido por las raíces hasta la formación de proteínas está siendo efectivo, lo que parece indicar que también la actividad de la nitrato reductasa está siendo elevada. El alto contenido en nitratos puede ser consecuencia de los abonados de fondo que se incorporan en los días previos a la recolección en los sistemas intensivos, o bien porque la velocidad de absorción es mayor que la de transformación.

En el material vegetal procedente de cultivos ecológicos el contenido en nitratos es bajo, en relación a los otros sistemas agronómicos, y como consecuencia, a pesar de que la máxima actividad del enzima es la más elevada. Tampoco se observa una acumulación de nitritos importante (0.26 mg de  $\text{NO}_2^-$  por cada 100 g de material vegetal fresco). Por otra parte, el contenido en nitrógeno total es elevado (3.8%), lo que indica que el rendimiento del proceso de transformación hasta proteínas está siendo eficaz. Es decir, en el cultivo ecológico, a diferencia de lo que ocurre en los otros sistemas de producción, se obtiene un alto contenido en proteínas, junto con un bajo contenido en nitratos. Probablemente, si la recolección se hubiera retrasado, la conversión de los nitritos se hubiera completado.

En el caso del material vegetal procedente de técnicas convencionales se observa un contenido medio en nitratos. La nitrato reductasa en estas lechugas y en esas condiciones posee la mayor actividad observada y en consecuencia la mayor concentración de nitritos. La actividad máxima de la nitrato reductasa es elevada, a pesar de lo cual el contenido en nitrógeno total (proteína) es el más bajo observado (3.2%), lo que significa que la nitrato reductasa no está actuando adecuadamente. Los mayores contenidos de nitritos y nitratos en estas lechugas, podrían acarrear problemas en el caso de una elevada ingesta de las mismas en la dieta.

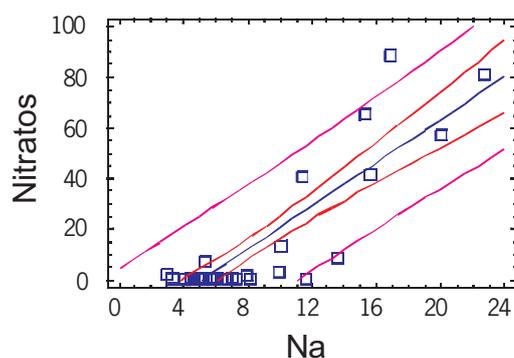
## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

Para verificar posibles asociaciones entre las variables que influyen en la acumulación de nitratos en el material vegetal, se ha aplicado el test de relaciones de variables. Como se observa en la Fig. 5.22, los resultados obtenidos indican que a mayor cantidad de hierro, la actividad de la nitrato reductasa aumenta, en todo el material vegetal, independientemente de su procedencia. El coeficiente de correlación obtenido es de 0.504, lo que indica una relación moderada entre ambos factores.



**Figura 5.22. Correlación entre la nitrato reductasa y el contenido en hierro.**

Una elevada concentración de sodio limita la reducción de nitritos a amoníaco, acumulando así, el exceso de nitratos en la vacuola de las células vegetales. Además existe un efecto negativo entre la concentración de NaCl y la absorción de  $\text{NO}_3^-$ . Se ha encontrado una relación positiva entre el contenido de nitratos y de sodio (Fig. 5.23), corroborada tanto por el nivel de significación obtenido, como por el valor del coeficiente de correlación (0.867).



**Figura 5.23. Correlación entre el contenido en nitratos y en sodio.**

Si con la alta concentración de sodio en el material vegetal se establece un incremento de la actividad de la nitrato reductasa, se incrementan los efectos negativos, ya que puede causar una acumulación de nitritos en la planta originando efectos tóxicos y en consecuencia una mayor acumulación de nitratos en la planta. Este hecho cobra mayor importancia cuan-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

do el contenido en sodio y la actividad de la enzima de la nitrato reductasa poseen una correlación positiva (Fig. 5.24).

Por otra parte, se ha encontrado una correlación negativa entre el nitrógeno total (proteína) y la concentración de sodio (Fig. 5.25). Es decir, cuanto mayor es la concentración de sodio, menor es la cantidad de nitrógeno total y en consecuencia menor cantidad de proteína, por lo que la mayor acumulación de sodio en el material vegetal se traduce en un menor nivel de proteínas en el alimento.

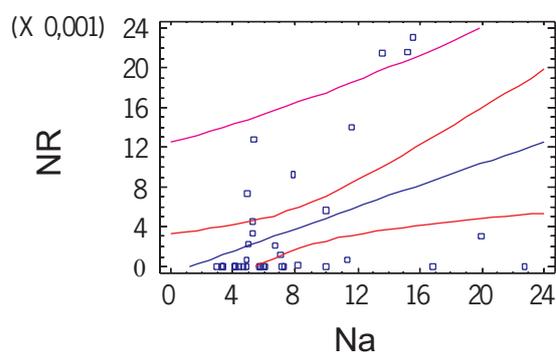


Figura 5.24. Correlación entre la actividad de la nitrato reductasa y el contenido en sodio.

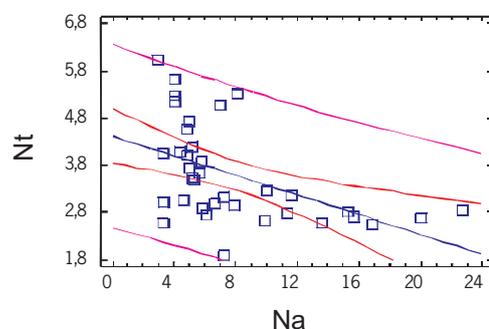
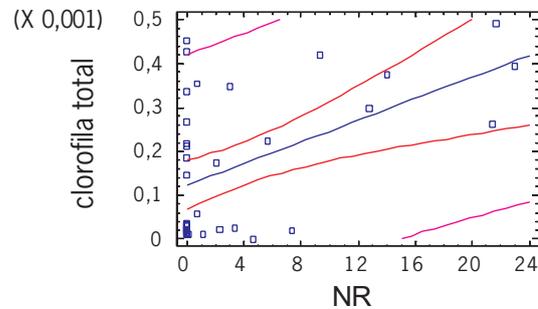


Figura 5.25. Correlación entre el contenido en nitrógeno total y en sodio.

En la reducción del nitrato es indispensable la energía obtenida en la fotosíntesis, por ello existe una correlación positiva entre la clorofila y la actividad de la nitrato reductasa. Por tanto, a mayor contenido en clorofilas (mayor actividad fotosintética), mayor actividad de la nitrato reductasa. En la Fig. 5.26 se muestran los resultados de una relación estadísticamente significativa entre la clorofila total y el nitrógeno total. El coeficiente de correlación obtenido (0.663) pone de manifiesto una relación moderadamente significativa.

## 5. DISMINUCIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS: NITRATOS

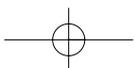
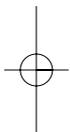


**Figura 5.26. Correlación entre el contenido en clorofila total y la actividad de la nitrato reductasa.**

Las translocaciones de nitratos y la correspondencia a proteína de la parte vegetal de nueva brotación y las raíces, así como los factores que pueden influir en la formación de proteína y su movilidad para un grupo de plantas han sido debatidas ampliamente por Andrews *et al.* (2006).

Como conclusión a este capítulo hay que señalar que la acumulación de nitratos se produce según el tipo de planta (especie, variedad, edad, parte, etc.) y de las condiciones de cultivo (temperatura, luz, riego, tipo de abonado y cantidad, momento de recolección, tratamientos post-cosecha, etc.). De los factores climáticos, la radiación luminosa es el más importante, ya que reduciendo la intensidad lumínica o la duración del fotoperíodo disminuye también la velocidad del proceso de fotosíntesis, favoreciendo por tanto la acumulación de iones nitrato en el material vegetal. De ahí que una fertilización ecológica equilibrada, pueda ser la opción más interesante para lograr cultivos hortícolas con menor contenido en nitratos que una fertilización química nitrogenada.

Los mayores niveles de la actividad máxima de la nitrato reductasa en el material vegetal de origen ecológico pone de manifiesto, la mayor viabilidad de estos alimentos para agilizar las cinéticas de transformación de las formas oxigenadas del nitrógeno, hacia las formas reducidas y por tanto, hacia la formación de formas proteicas del nitrógeno, disminuyendo con ello la concentración de nitratos en el material vegetal.

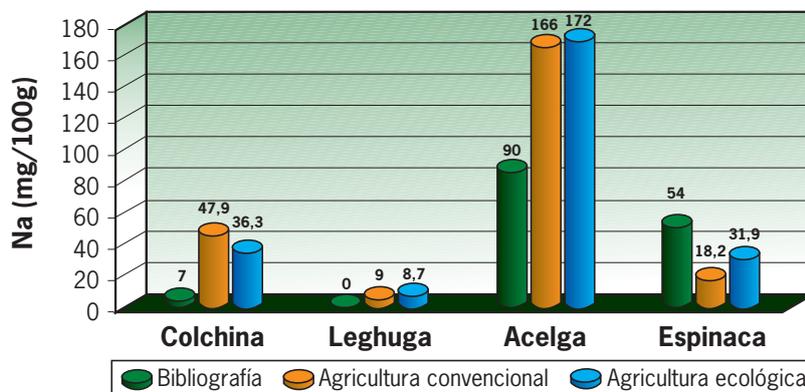


## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

### 6.1. Niveles de sodio, potasio, calcio y magnesio

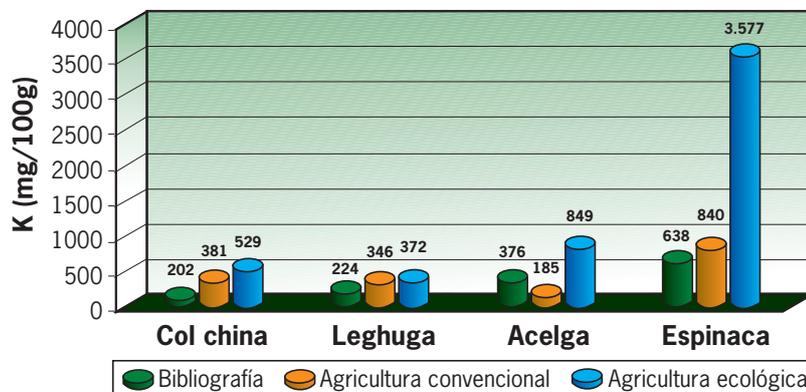
El sodio y el potasio son dos macroelementos que actúan en conjunto para regular los líquidos del cuerpo y la retención de agua. El potasio además, forma parte del sistema hormonal. El cuerpo humano contiene un 1.5% en peso de calcio y el 99% forma parte de los huesos y dientes. Una pequeña parte circula por la sangre, ya que es necesario para su coagulación, para la contracción muscular y para el funcionamiento de los nervios. Por otra parte, los valores muy altos de sodio se relacionan negativamente con la productividad y calidad de los alimentos obtenidos, sin embargo la respuesta depende de cada especie. La cantidad de sodio recomendada para cada día en una persona adulta es de 1 g. La cantidad de potasio recomendada es de 3 a 4 g. La cantidad de calcio recomendada para cada día en una persona adulta es de 800 mg.

Las Fig. 6.1, 6.2 y 6.3 muestran el contenido en sodio, potasio y calcio (mg/100 g de material vegetal), respectivamente para diferentes especies hortícolas de hoja ancha cultivadas en invierno al aire libre. Además se muestran los valores de dichos minerales registrados en la bibliografía.

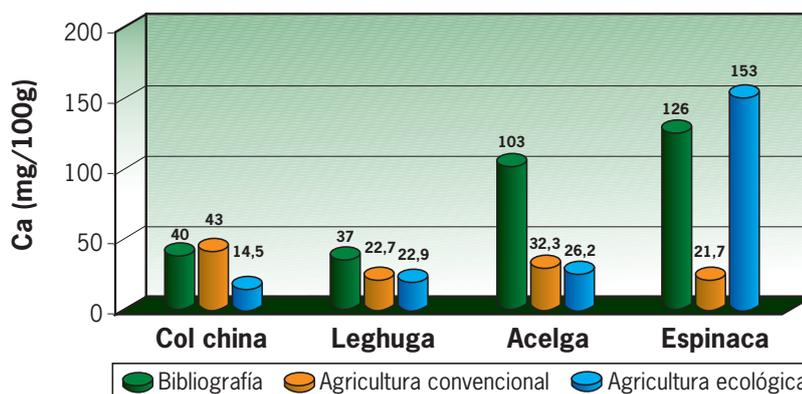


**Figura 6.1.** Contenidos medios comparativos de Na (mg/100 g de material vegetal) en col china, lechuga, acelga y espinaca.

**Alimentos ecológicos, calidad y salud.**



**Figura 6.2. Contenidos medios comparativos de K (mg/100 g de material vegetal) en col china, lechuga, acelga y espinaca.**



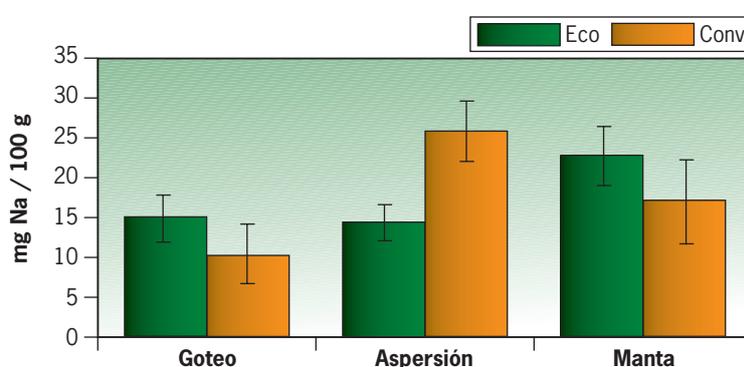
**Figura 6.3. Contenidos medios comparativos de Ca (mg/100 g de material vegetal) en col china, lechuga, acelga y espinaca.**

Al consumir por ejemplo acelgas, la cantidad de sodio recomendada al día en una persona adulta se podría obtener con aproximadamente 600 g de acelga ecológica fresca. La cantidad de potasio recomendada se alcanzaría con una ingesta de 100 g de acelga ecológica fresca. Los niveles de K en todas las especies estudiadas son superiores para los productos ecológicos. La cantidad de calcio recomendada para cada día en una persona adulta se podría conseguir al consumir aproximadamente 500 g de acelga ecológica fresca.

En otros trabajos donde se estudian las composiciones relativas de verduras (lechuga romana, col china, escarola e hinojo) cultivadas bajo técnicas de AE y convencional, se han obtenido concentraciones en potasio y calcio entre un 20 y 30% superiores en las hojas de las plantas procedentes de AE. Por el contrario las concentraciones en sodio son significativamente inferiores. Aunque los niveles han variado en función de la especie, la parte de la planta analizada y el sistema de riego empleado.

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Así, al estudiar el efecto de la acumulación del sodio en las hojas de col china, en función del tipo de cultivo y del sistema de riego (Fig. 6.4), se observa que, en promedio, empleando sistemas de riego por inundación (a manta o en superficie), se acumula mayor concentración de sodio, independientemente del tipo de cultivo, aunque las diferencias no son significativas. Por otra parte, las coles regadas por aspersión y cultivadas bajo técnicas convencionales, han acumulado mayor concentración de sodio, presentando diferencias significativas, respecto a las ecológicas y a las regadas por goteo, esto puede ser debido a la elevada disponibilidad del agua por la planta, ya que, en ocasiones el sodio puede reemplazar al potasio, participando en las funciones de turgencia y regulación de la presión osmótica.

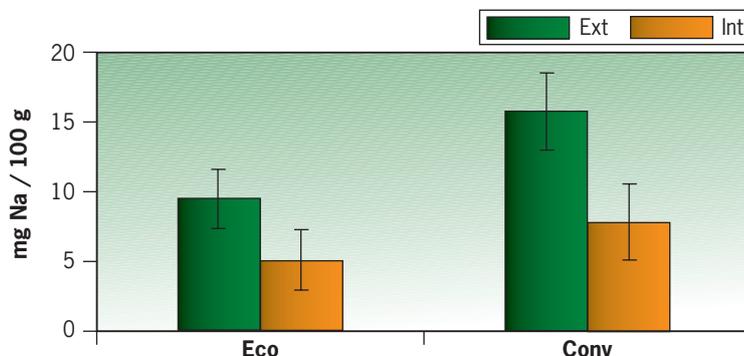


**Figura 6.4.** Contenido en sodio en col china (mg Na/100 g de materia fresca) en función del cultivo (ecológico, convencional) y el sistema de riego. Intervalos LSD al 95%.

Algunos autores (Nowakowski, 1971) han señalado el aumento de la concentración de sodio y el incremento de la actividad de la nitrato reductasa y la consecuente acumulación de nitritos en la planta, lo cual origina efectos tóxicos. Por otro lado, en plantas en las que se considera elemento esencial, regula ciertos procesos respiratorios y glucolíticos (Blankemeyer *et al.*, 1995). Además, se ha observado que durante los periodos de sequedad el sodio retrasa el marchitamiento de la planta, manteniendo el potencial osmótico celular, por último, proporciona mayor color y aroma a las coles (Navarro García y Navarro Blaya, 2000), por lo que el equilibrio en la concentración de este elemento en las hojas de col es esencial.

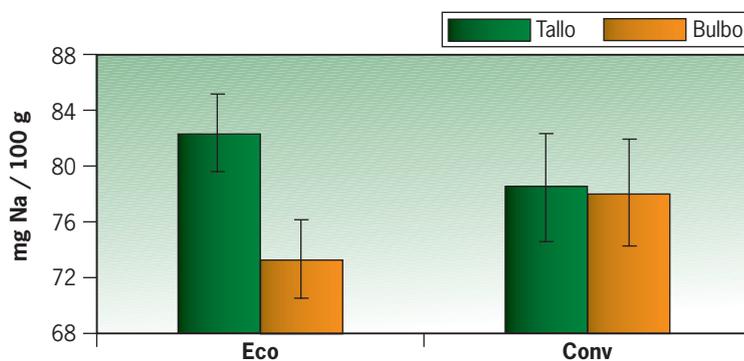
Analizando el contenido de sodio en las dos partes diferenciadas de lechuga romana (externa e interna), se observa que la mayor concentración de sodio se produce en las hojas externas, en los dos sistemas de producción (Fig. 6.5), independientemente del sistema de riego empleado. Resultados similares se obtienen también en cultivo de escarola (Moreno Peris, 2002).

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 6.5.** Contenido en sodio en lechuga romana (mg Na/100 g de materia fresca) en función del sistema de producción y de la parte analizada la planta. Intervalos LSD al 95%.

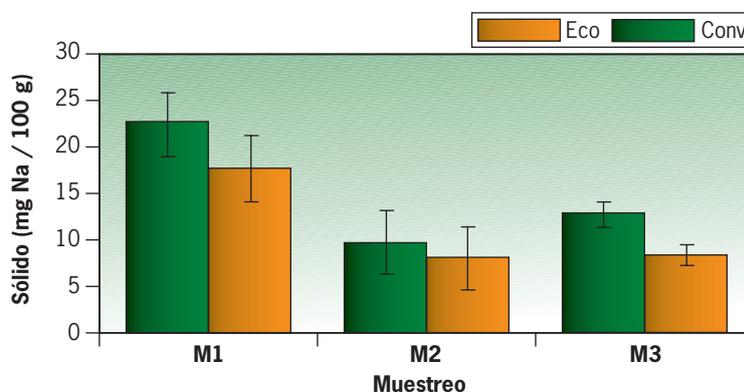
Al estudiar el contenido de sodio en el hinojo en función del tipo de producción y la parte de la planta (Fig. 6.6), se observa que para el tallo la concentración es mayor en ecológico, pero en cambio en el bulbo es mayor en convencional. Únicamente se observan diferencias significativas para el cultivo ecológico, donde los contenidos en sodio son claramente superiores para el tallo.



**Figura 6.6.** Contenido en sodio (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico y convencional) y de la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo con riego por goteo. Intervalos LSD al 95%.

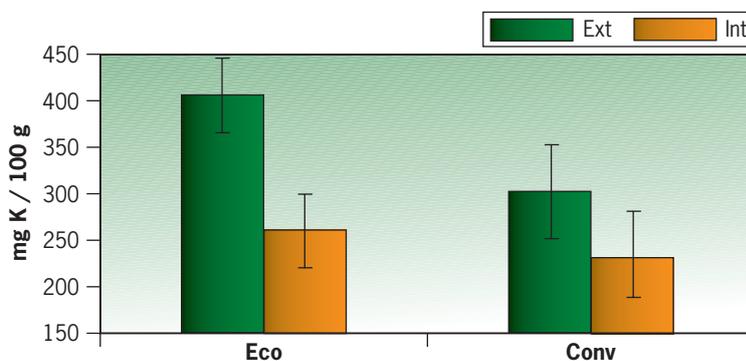
Cuando se analiza el contenido en sodio, a lo largo del ciclo de cultivo de las cebollas (Fig. 6.7), se observa que en todos los casos la concentración de este elemento es superior para los bulbos de cebollas procedentes de cultivo convencional, ello puede deberse al manejo del cultivo y principalmente a la aplicación de fertilizantes minerales en forma de nitratos. Las diferencias observadas sólo son estadísticamente significativas en el momento de la recolección (M3). Diversos autores han encontrado en diferentes verduras cultivadas por técnicas convencionales, niveles de sodio con un 12% inferior que en las cultivadas mediante sistemas ecológicos.

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL



**Figura 6.7. Valores de sodio (mg Na/100 g) en cebolla babosa según el tipo de cultivo y el momento de recolección. Intervalos LSD al 95%.**

Por otra parte, el potasio se concentra también en las hojas externas de lechuga (Fig. 6.8). Aparece una cierta tendencia a la acumulación de potasio en las plantas donde existe gran movimiento de agua desde las raíces hasta las partes aéreas de las lechugas, siendo mayor en el riego por inundación y ligeramente inferior en el sistema de riego por goteo, ya que, el potasio participa activamente en la fotosíntesis y en la respiración de las plantas, y las condiciones de altas temperaturas ambientales han podido producir en la planta elevados índices de transpiración, absorbiendo importantes contenidos de agua y minerales y produciéndose una gran pérdida de agua, vía estomatal y mayor concentración de este elemento mineral.

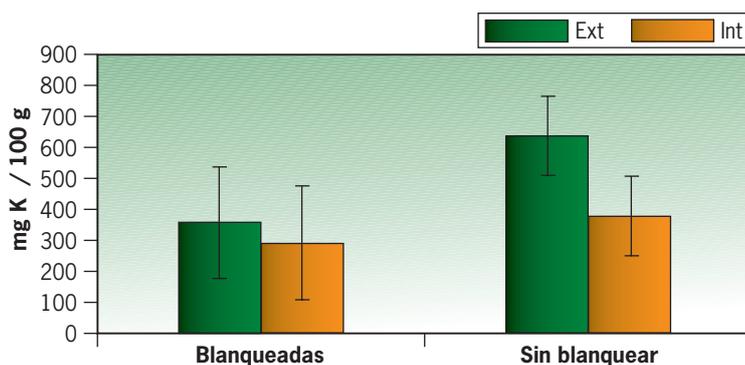


**Figura 6.8. Contenido en potasio en lechuga (mg K/100 g de materia fresca) en función del tipo de cultivo y la parte de la planta (externa, interna). Intervalos LSD al 95%.**

Los resultados son muy similares en el caso de la escarola. Cuando sobre ésta hortaliza se realiza el atado para producir el blanqueo sobre las hojas, se observa que globalmente no influye en el contenido de potasio, aunque se encontró un mayor contenido de este elemento en las escarolas donde no se ataban, sobre todo en las hojas de la parte externa (Fig.

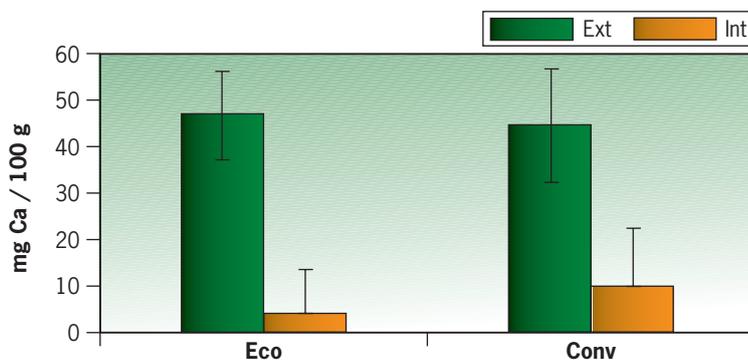
### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

6.9). Demostrándose así que el potasio interviene en el proceso de la fotosíntesis, encontrándose en aquellas hojas que tienen la posibilidad de realizarla, estando en menor proporción en las hojas de las escarolas que se sometieron al blanqueo.



**Figura 6.9.** Contenido en potasio (mg/100 g de materia fresca) en función de la parte de la planta (externa o interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%.

Los niveles de calcio en las hojas de las hortalizas estudiadas han sido muy similares en los dos tipos de producción (ecológica y convencional). Respecto a la concentración de calcio en las hojas de lechuga (romana y escarola) y col china, en función de la localización de la hoja, se observa que existen diferencias significativas entre el contenido de este elemento en las hojas exteriores e interiores, siendo las hojas externas las que presentan mayor concentración (Fig. 6.10).



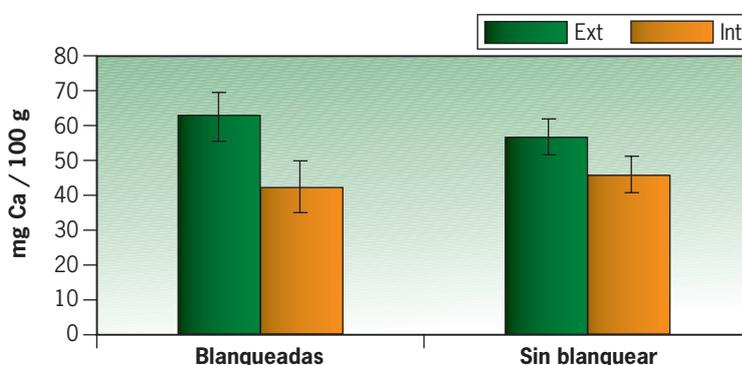
**Figura 6.10.** Contenido en calcio en lechugas (mg Ca/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción y de la parte analizada de la planta. Intervalos LSD al 95%.

El desplazamiento del calcio en la planta es lento, por tanto, es fácil que en cultivos hortícolas con un crecimiento rápido, aparezcan carencias, sobre todo en las hojas internas. Además, la deficiente translocación del calcio en la planta, se asocia con el movimiento de agua en su interior (Palzkill *et al.*, 1976); cuando sobre la planta existe un predominio de la

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

transpiración sobre la presión radicular, el fluido de agua y de calcio se dirige hacia las hojas externas, que transpiran con mayor intensidad y se fijan en éstas sin llegar a las hojas más jóvenes. La concentración de calcio en las plantas regadas por sistemas de riego de alta frecuencia (goteo y aspersión) es mayor que en las regadas por inundación, ya que el calcio se desplaza lentamente por la planta y las plantas regadas con sistemas de alta frecuencia sufren menos el estrés ambiental, obteniendo así un crecimiento más regular del material vegetal.

Resultados similares se obtienen al atar las plantas de escarola para su blanqueo, donde se observa que en las escarolas blanqueadas disminuye significativamente el contenido en calcio de sus hojas internas (Fig. 6.11).



**Figura 6.11.** Contenido en calcio (mg/100 g de materia fresca) en función de la parte de la planta (externa o interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%.

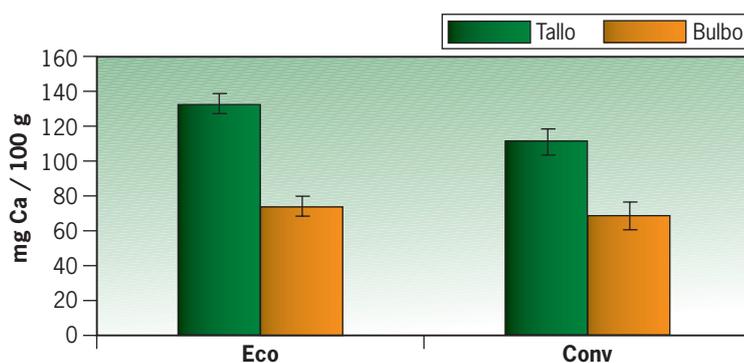
En el caso del cultivo de hinojo, se obtienen mayores concentraciones de calcio en el tallo, esto puede deberse a la translocación del calcio, ya que una vez absorbido por las raíces, es transportado vía xilema hacia la parte aérea, concentrándose mayormente en otras partes de la planta. La acumulación de calcio se ve influenciada por el tipo de producción, siendo estadísticamente superior para el caso del hinojo producido ecológicamente (Fig. 6.12).

Las frutas frescas son también una fuente principal de minerales para la dieta. Las frutas de producción ecológica han presentado, en este sentido mayor contenido mineral que las de producción convencional. Un caso destacable ha estado en el estudio nutricional de la manzana, y para el caso concreto del contenido en magnesio.

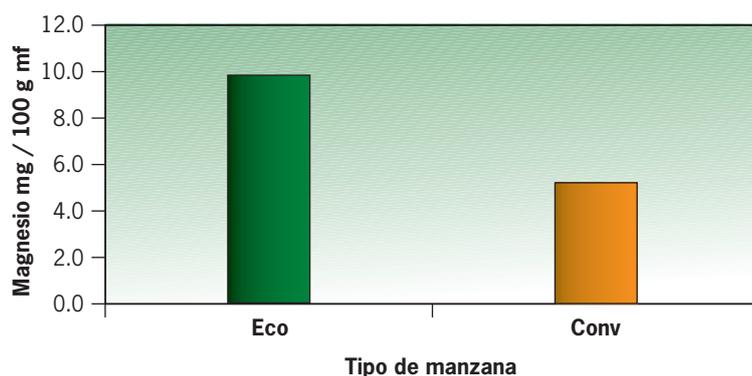
Se ha encontrado que los frutos de procedencia ecológica, de la misma variedad y cultivados en zonas del interior de la provincia de Castellón (España), presentan más del doble de magnesio que los frutos convencionales, de la misma zona productora (Fig. 6.13). Se consideran alimentos especialmente ricos en magnesio aquellos que con una ración cubren al menos un 10% del aporte recomendado para una persona adulta de este elemento, que para el hombre está entre 350 y 450 mg. Estos datos ponen de manifiesto que entre 3 y 4 raciones de 100 g de manzana ecológica de esta procedencia, sería clasificada como ali-

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

mento rico en magnesio, mientras que para las manzanas convencionales, la cifra habría que duplicarla (entre 6 y 8 raciones, cantidad tremendamente elevada para el consumo de una única fruta).



**Figura 6.12.** Contenido en calcio (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico y convencional) y de la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo con riego por goteo. Intervalos LSD al 95%.



**Figura 6.13.** Contenido en magnesio en manzanas (mg/100 g de materia fresca) en función del tipo de producción (ecológico y convencional).

Como conclusión a este capítulo hay que señalar que los fertilizantes de síntesis usados en la agricultura convencional conducen a respuestas productivas muy importantes, sobre todo en condiciones de regadío, pero influyen en una disminución de los contenidos de los elementos minerales (potasio y calcio, principalmente). El exceso de fertilizantes nitrogenados solubles, por otra parte, puede inducir al crecimiento demasiado exuberante, y como consecuencia a diferencias en las concentraciones de calcio entre las hojas internas y externas de las hortalizas de hoja ancha, estas translocaciones del calcio repercuten en plantas más susceptibles a acentuar la aparición de determinadas fisiopatías como por ejemplo el *tip burn* (Raigón *et al.*, 2002b).

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

## 6.2. Niveles de hierro y fósforo

La concentración de hierro en las lechugas romanas de producción ecológica ha sido, en promedio, un 12% superior que en las de producción convencional. Para el caso de las coles chinas las diferencias son aproximadamente de un 10% (Cuadro 6.1). La mayor concentración de hierro en las hortalizas ecológicas puede ser una de las razones para que se produzcan una reducción en la acumulación de nitratos en las plantas, debido a la mayor concentración de ferredoxina y su contribución en la reducción de los nitratos a iones amonio. Para el caso de la escarola ecológica, los niveles de hierro en las hojas son aproximadamente el doble de lo que aparece en la bibliografía, algo que también ha ocurrido para el caso del hinojo, donde además las mayores concentraciones se sitúan en la parte del tallo (Cuadro 6.2).

Cuadro 6.1. Concentraciones de Fe (mg/100 g de materia fresca) en diferentes hojas (externas e internas) de col china y lechuga romana en función de la procedencia (ecológica, convencional) y el sistema de riego.

Cultivo	Lechuga romana						Col china					
	Goteo		Aspersión		Superficie		Goteo		Aspersión		Superficie	
Tipo de riego	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.
<b>Parte de la hoja</b>												
<b>Ecológico</b>	1.19	1.13	1.05	1.22	1.42	0.92	1.62	1.12	1.71	1.58	2.90	3.34
<b>Convencional</b>	1.17	1.19	1.0	0.88	0.88	0.95	2.31	1.64	2.22	2.26	1.22	0.71

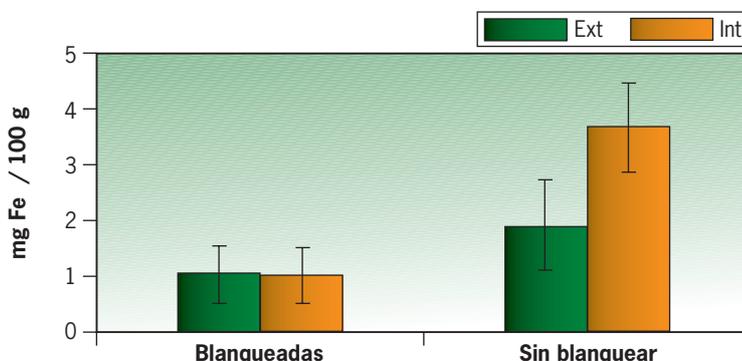
Cuadro 6.2. Concentraciones de Fe (mg/100 g de materia fresca) en hinojo (tallo y bulbo) en función de la procedencia (ecológica, convencional) y el sistema de riego.

Cultivo	Hinojo			
	Goteo		Superficie	
Tipo de riego	Tallo	Bulbo	Tallo	Bulbo
<b>Parte de la planta</b>				
Ecológico	2.61	1.37	0.59	0.28
Convencional	2.17	1.05	0.96	0.76

El contenido en hierro en el material vegetal ecológico no varía en función del tipo de riego. En cambio, en el sistema de producción convencional existe una tendencia a aumentar la concentración de hierro en las plantas regadas por goteo, esto puede ser debido a una disminución del pH de la rizosfera, facilitando así, la absorción de hierro como consecuencia de un menor bloqueo de este elemento en el suelo, de características calcáreas.

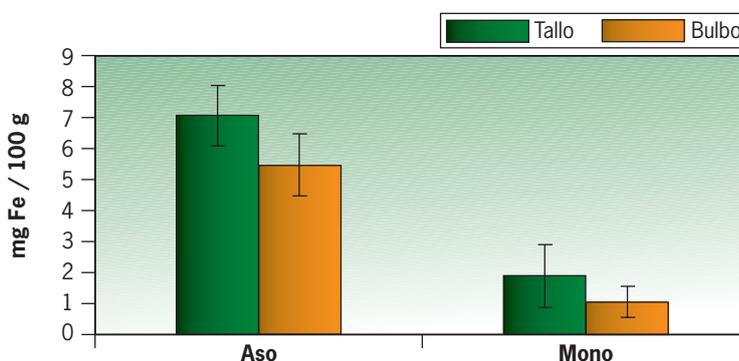
Se ha observado que el hierro se distribuye de forma homogénea entre las hojas internas y externas de las hortalizas, independientemente del sistema de producción, excepto para el caso de la escarola ecológica, donde se ha observado una mayor acumulación de hierro en las hojas internas, acentuada además, por el hecho de no atar las hojas para no blanquear las hojas internas (Fig. 6.14).

**Alimentos ecológicos, calidad y salud.**



**Figura 6.14.** Contenido en hierro (mg/100 g de materia fresca) en función de la parte de la planta (externa o interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%.

Al estudiar el efecto de la asociación de cultivos (hinojo-escarola) sobre el contenido en hierro en el material vegetal producido bajo técnicas ecológicas se observa que para ambas especies es beneficiosa la asociación, ya que se acumula mayor concentración de hierro, aunque para el caso del hinojo la incidencia es estadísticamente superior, independientemente de la parte de la planta analizada (Fig. 6.15).

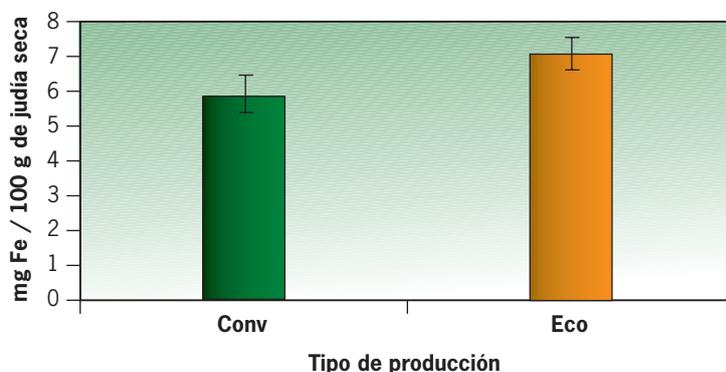


**Figura 6.15.** Contenido en hierro (mg/100g de materia fresca) de hinojo en función de la asociación de cultivos. Intervalos LSD al 95%.

El contenido en hierro también ha sido estudiado en 21 variedades seleccionadas de semilla de judías que presentaban diferentes caracteres de color y forma. El interés de este estudio se debe a que una posible estrategia tecnológica para combatir la deficiencia de hierro en humanos incluye varias tácticas como son la promoción del consumo de alimentos fortificados (como las judías) y maximizar la biodisponibilidad del hierro intrínseco en los alimentos de origen vegetal, mediante técnicas de producción ecológica, ya que en promedio, los contenidos de hierro en los granos convencionales son de aproximadamente 6 mg por cada 100 g, mientras que los de producción ecológica son de 7.12 mg, siendo las dife-

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

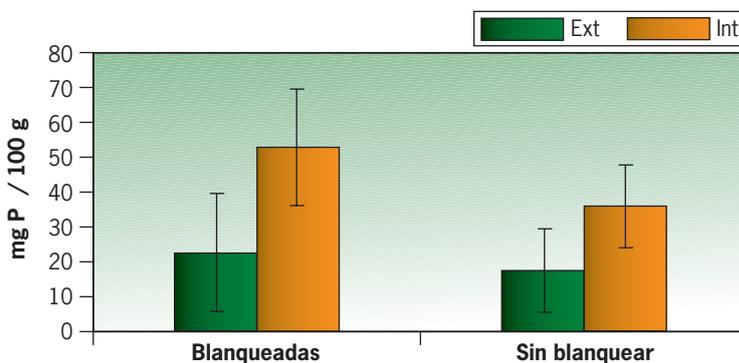
rencias significativas al 95% de confianza (Fig. 6.16). Estos datos ponen de manifiesto que los granos de judía ecológica aportan un 15.7% más de hierro que las convencionales.



**Figura 6.16.** Contenido en Fe (mg/100 g de materia seca) del grano de judía ecológica y convencional.

Teniendo en cuenta que la dosis de hierro diaria recomendada está alrededor de 12.5 mg y que la pérdida de este elemento en la cocción tradicional se estima en un 31% se precisarían aproximadamente 250 g de judía ecológica para alcanzar los niveles recomendados, mientras que de la convencional se necesitaría unos 300 g de la judía, además el equilibrio mineral y biológico del producto ecológico favorece la absorción del hierro, lo que provoca una mejora en la eficiencia de la absorción del hierro por el organismo.

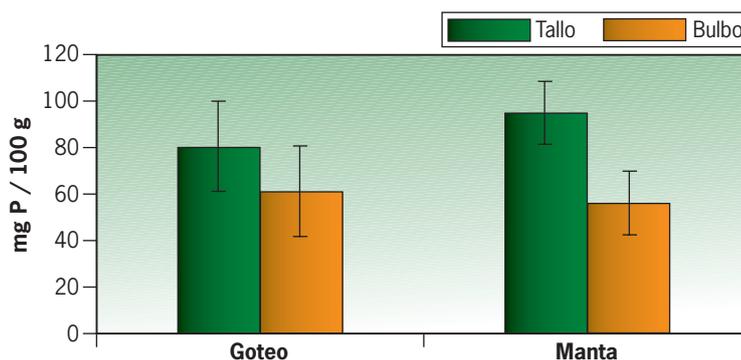
El fósforo es fundamental para el crecimiento de las plantas y se encuentra en los meristemos; además participa activamente en diversas reacciones enzimáticas como la fotosíntesis, la respiración y el transporte. La concentración de fósforo en las lechugas romanas de producción ecológica ha sido un 13.7% superior que en las obtenidas por técnicas convencionales, para el caso de las coles chinas el contenido en fósforo ha sido un 20% más en las plantas cultivadas bajo técnicas ecológicas. Siendo las hojas internas de estas especies donde mayor se concentra este mineral. Este efecto también se ha demostrado en las escarolas de producción ecológica y se acentúa con el hecho de atar las plantas para su blanqueo (Fig. 6.17).



**Figura 6.17.** Contenido en fósforo (mg/100 g de materia fresca) en función de la parte de la planta (externa o interna) y la técnica de blanqueo en cultivo ecológico de escarola. Intervalos LSD al 95%.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Existe una interacción clara en la acumulación de fósforo en las plantas de col china y lechuga romana, entre el sistema de producción y el sistema de riego, ya que en las plantas de producción ecológica se concentra mayor cantidad de este mineral cuando el sistema de riego es por inundación. En este sentido, las plantas de hinojo tienen un comportamiento parecido, ya que la mayor concentración de fósforo se produce en la parte del tallo, cuando el sistema de riego es a manta (Fig. 6.18).



**Figura 6.18.** Contenido en fósforo (mg/100 g de materia fresca) en función del sistema de riego y de la parte de la planta (tallo y bulbo) en hinojo de cultivo ecológico. Intervalos LSD al 95%.

Como conclusión a este capítulo, indicar que los sistemas de agricultura ecológica producen plantas con mayor contenido en elementos esenciales para la dieta humana como son el hierro y el fósforo. Además algunas técnicas como la asociación de cultivos o el atado de lechugas repercuten en una mayor concentración de estos elementos minerales en las hortalizas. Además, las verduras producidas por métodos ecológicos mantienen un equilibrio en los contenidos de las sustancias que intervienen secundariamente en su composición, generando alimentos cuyos minerales presentan mayor bioasimilación por el organismo (Raigón *et al.*, 2003).

### 6.3. Niveles de proteína, grasa y ácidos grasos

La ración de proteínas recomendada por la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, para un adulto sano es de 0.8 g por kg de peso y día. Estas proteínas deben ser de buena calidad, al menos un 40% de ellas, y aportar entre un 12-15% del valor calórico total de la dieta que se ingiere, hay que tener en cuenta que este consumo, si se realiza con base a fuentes animales, puede incrementar el nivel de grasa y colesterol de la dieta. Los síntomas que se observan, sobre todo cuando la ingesta de proteínas puede ser muy baja, son estatura baja, musculatura escasa, cabello fino y frágil, lesiones cutáneas, edema o hinchazón generalizado y cambios en la sangre como disminución de los niveles de albúmina, que es la proteína mayoritaria circulante en la sangre, y desequilibrios hormonales. Aunque, en el momento actual, y en los países desarrollados, el consumo de proteína está muy por encima de las recomendaciones oficiales.

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

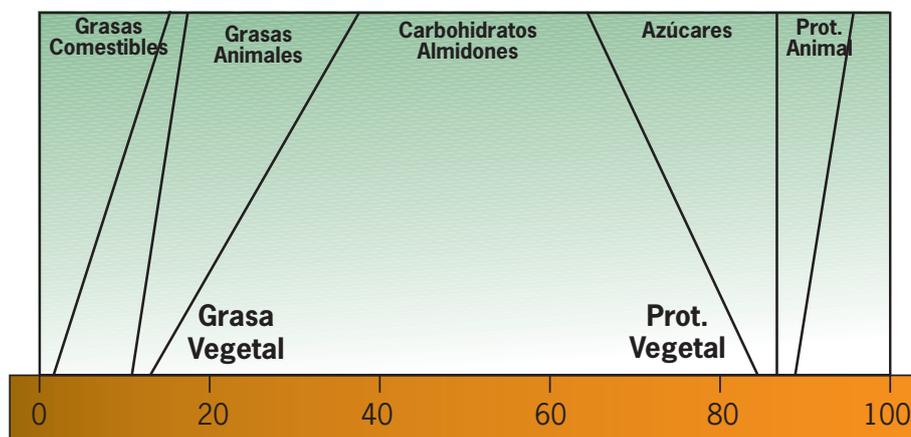
Los cambios en la dieta son muy similares en todos los países y las pautas generales que conllevan estos cambios son:

- Aumento de la energía total consumida.
- Aumento en el porcentaje de energía derivada de grasas.
- Disminución en el consumo de carbohidratos complejos, etc.
- Aumento de la ingesta de carbohidratos simples (como la sacarosa, etc.)
- Aumento de la ingesta de proteína animal a costa de la disminución de la ingesta de proteína vegetal. El total de proteína se mantiene constante.

En los países desarrollados, las dietas han ido cambiando sustancialmente con el transcurso del tiempo, de forma similar. Los cambios más significativos se han producido, en los últimos 50 años. En el promedio de 85 países (Perissé *et al.*, 1988), al representar el consumo doméstico por persona y año en ordenadas y en abscisas el nivel de los tres macronutrientes para obtener el 100% de la dieta (Fig. 6.19), se observa que los cambios más significativos producidos en la alimentación se concretan en el reemplazo de una dieta basada principalmente en alimentos de origen vegetal, bajos en grasas y poco refinados, por una dieta basada en alimentos altamente refinados (más azúcares y almidones) y con un incremento en el consumo de grasas de procedencia animal. De la misma manera se observa que el nivel en el consumo de proteínas totales es prácticamente estable, es decir, en la actualidad se consumen, el mismo nivel de proteínas que hace 50 años (el valor de la arista "cantidad de nutriente" es similar al inicio y final del tiempo).

Aunque se aprecia que la cantidad total de proteína que se consume, en la actualidad, es idéntica a la que se consumía hace 50 años, lo que sí ha variado es su origen, siendo la procedencia vegetal, la principal fuente proteica hace 50 años, mientras que en la actualidad, la práctica totalidad de la proteína que se consume procede de origen animal. Estos datos indican que hace 50 años, aproximadamente el 15% de los nutrientes ingeridos eran proteínas vegetales, mientras que en la actualidad ese valor, en promedio, no sobrepasa el 6%.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 6.19. Evolución en el tiempo del consumo de macronutrientes.**

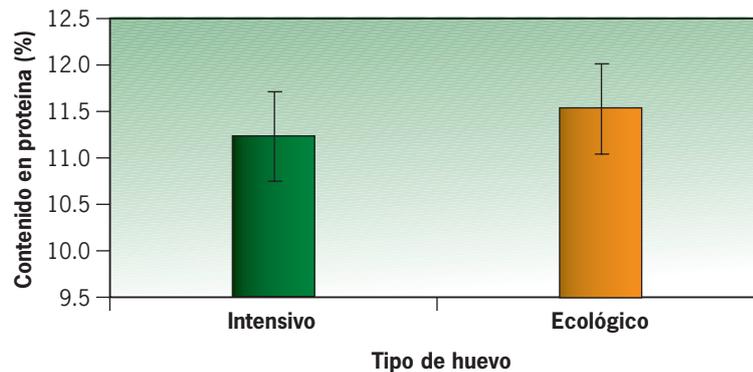
El huevo es uno de los alimentos más completos que existe en el mercado, y uno de los principales en la dieta humana. En España se consumen una media de 223 huevos por persona al año, incluidos los huevos enteros y los subproductos, lo que demuestra que es un pilar fundamental de la alimentación.

El huevo es un alimento sano y muy completo. Tanto por la variedad de nutrientes que contiene, como por el elevado grado de utilización por el organismo, además es un alimento que puede ser consumido prácticamente por todos los grupos poblacionales y tendencias dietéticas. El contenido nutricional de los huevos es de elevada importancia porque en su composición se encuentran aproximadamente, de ocho a doce gramos de proteína por huevo. Las proteínas del huevo, que se encuentran en la clara, son de alto valor biológico y muy buena digestibilidad. Pero se ha de controlar el consumo de huevos, porque su contenido en grasas saturadas y de colesterol (presente en la yema) es relativamente alto. El consumo diario de un huevo, es factor de riesgo para personas con enfermedades cardiovasculares, especialmente si el resto de la dieta incluye más alimentos grasos. De acuerdo con la dieta mediterránea, la cantidad de huevos aceptable es de hasta cuatro por semana y persona. Los huevos son un alimento muy nutritivo que, para conseguir una dieta equilibrada, debe combinarse con vegetales (verduras, legumbres, cereales y frutas) y otras fuentes de proteína, como carnes, pescado y leche.

La industria europea productora de huevos tiene que encontrar medios para incrementar la demanda de los consumidores y una forma de hacerlo es ofreciendo mayor calidad y seguridad alimentaria en sus productos. La Fig. 6.20 muestra los niveles de proteína en huevos de producción ecológica y de producción intensiva o tradicional. Se observa que los niveles totales de proteína que aportan los huevos de producción ecológica son superiores a los procedentes de explotaciones intensivas, aunque las diferencias no son estadísticamente

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

te significativas. Estos datos ponen de manifiesto que por cada 100 g de huevo consumido, se ingiere aproximadamente un 5.5% más de proteína, si el huevo procede de producción ecológica.

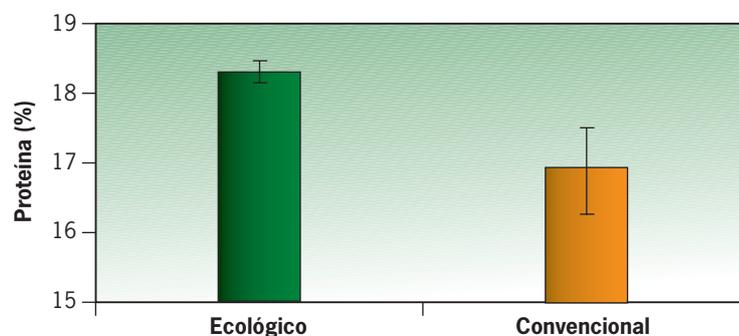


**Figura 6.20. Contenido en proteína (g/100 g) en huevos procedentes de producción ecológica e intensiva.**

Resultados similares se han obtenido al evaluar el contenido en proteína de la carne de conejo (Fig. 6.21). En este caso, se ha analizado el contenido en proteína presente en el muslo izquierdo, de conejos criados mediante prácticas de cunicultura ecológica y de producción intensiva. En cualquier caso han sido animales de la misma raza, pero que han sido sacrificados en distinto momento (a los 60 días para los intensivos y a los 90-95 días para los ecológicos), ya que la normativa de cunicultura ecológica obliga a una mayor edad de sacrificio del animal. La carne analizada ha sido manipulada de idéntica manera, para que las acciones externas no influyan. Los resultados indican que al consumir esta pieza del conejo producida ecológicamente, el nivel de proteína es estadísticamente superior en un 7.75%, frente a la carne de producción intensiva. Este mayor nivel de proteína puede estar afectado por muchos factores diferenciadores, por un lado el manejo, como puede ser la mayor movilidad del animal ecológico, es decir, el mayor nivel de ejercicio y por tanto la mayor, producción de proteína, la mayor edad de sacrificio, y evidentemente la diferencia de dieta de unos conejos a otros.

Los valores promedio de proteína obtenidos en el muslo de las canales de conejo ecológicas fue del 18.33% y en las canales convencionales del 16.92%, lo que significa que por cada 100 g de esta carne de conejo consumida, se ingieren 1.41 g más de proteína, si la carne procede de ganadería ecológica. Además se concluye que los animales de producción ecológica realizan una mejor transformación de su ingesta, ya que la composición de la dieta en proteína es menor, por lo que el animal realiza un mejor aprovechamiento de la proteína ingerida, respecto a los animales de producción intensiva, que aún teniendo mayor proporción de proteína en la dieta, esto se traduce en menor contenido de proteína en la carne comercial.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 6.21. Contenido en proteína (g/100 g) en carne de conejo procedente de producción ecológica e intensiva.**

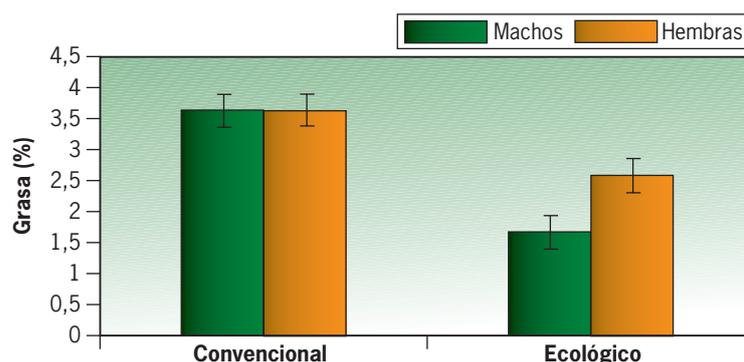
Los niveles de proteína (a partir de los datos del nitrógeno total) en el material vegetal, no presentan tantas diferencias entre los dos sistemas de producción (ecológica y convencional). A modo de ejemplo, los resultados para el estudio nutricional de lechugas romanas, pone de manifiesto que el nitrógeno total en las hojas del material vegetal, presenta un valor promedio de 3.14%. No se han obtenido diferencias significativas entre ambos sistemas de producción; del mismo modo, en función del tipo de riego empleado tampoco se han encontrado diferencias significativas. En cambio, respecto a la parte de la planta estudiada (interna ó externa), el contenido en nitrógeno total de las hojas internas ha sido significativamente superior. Para los alimentos de origen vegetal, la relación más importante es la establecida entre el contenido en proteína y el nitrógeno nítrico, que teniendo en cuenta lo expuesto en el capítulo 5, es mayor en las plantas cultivadas bajo técnicas ecológicas, aunque estas relaciones se minimizan cuando existen situaciones de baja intensidad lumínica.

Las grasas son los nutrientes que más variación porcentual presentan en la carne, dependiendo de la especie zoológica, de su alimentación y estilo de vida. Las grasas animales también contribuyen al sabor y textura de los productos cárnicos. La carne de conejo se caracteriza por una baja proporción de grasa en su composición porcentual, esto le proporciona desde el punto de vista dietético y nutricional un valor añadido a este tipo de carne, al ser una fuente de proteína de origen animal con bajo contenido en grasas. La Fig. 6.22 muestra los niveles de grasa, en porcentaje, obtenida en la carne del muslo de los conejos convencionales y en los ecológicos, diferenciando entre el género del animal.

La cantidad de grasa total obtenida por cada 100 g de parte comestible cruda de carne de conejo es en promedio de 3.7 g, en carnes de procedencia intensiva o convencional, sin diferencias entre la procedente del macho o la hembra. En cambio, la cantidad de grasa es menor cuando la carne es de procedencia ecológica, y además diferente en función del género del animal, ya que las hembras acumulan mayores niveles de grasa en la carne. Al diferenciar entre las concentraciones de grasa, en función del sexo del animal, se observa que para los de procedencia convencional, no se encuentran diferencias (3.64% en machos

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

y 3.63% en hembras), pero para los ecológicos la cantidad de grasa obtenida en las canales de los machos es de 1.66%, inferior al 2.58% obtenido en las canales de las hembras. Estas diferencias responden a una diferenciación fisiológica de la composición de la carne en función del género, pero también a las diferencias en la edad de sacrificio, ya que a los animales ecológicos se les respeta el ciclo de vida y ello repercute en que los animales realizan una diferenciación de la grasa, en función de la edad y del género.



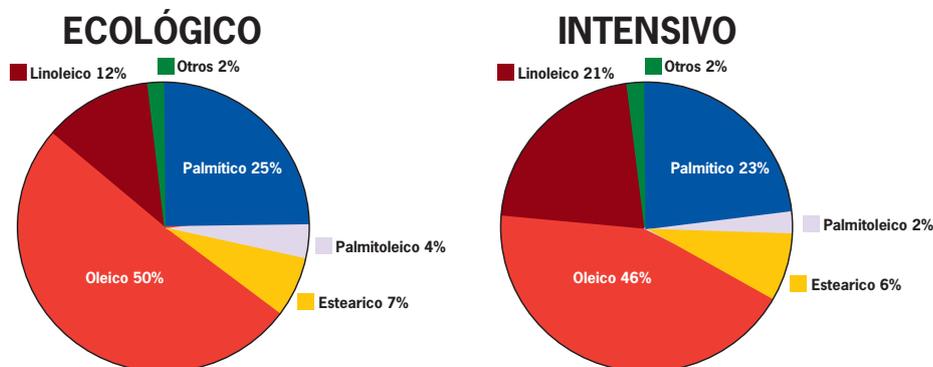
**Figura 6.22. Niveles de grasa (%) en carne de conejo, según procedencia de producción y sexo. Valores de significación al 95% de confianza.**

Los huevos, además del nivel de proteínas de alto valor biológico y buena digestibilidad, son alimentos con un valioso nivel de vitaminas y minerales, y altamente energéticos. En un ensayo comparativo, entre huevos de producción ecológica e intensiva, para determinar el contenido graso, así como su composición en ácidos grasos, se observó que el huevo de producción intensiva contiene aproximadamente un 15.2% de grasa, sobre la fracción comestible, mientras que el ecológico aporta casi un 16.1% de grasa, esto puede ser debido a que los huevos obtenidos de gallinas ponederas de producción ecológica presentan mayor proporción de yema, siendo esta parte del huevo, una fuente importante de grasa. Aunque se trata de un alimento de alto contenido graso, y su ingesta debe ser limitada, sobretudo para personas con problemas cardiovasculares, la composición en ácidos grasos revela que se trata de ácidos grasos saludables.

La importancia en la composición química en ácidos grasos insaturados y poliinsaturados radica en que forman parte de las paredes celulares y aseguran su estabilidad, son materia prima para las síntesis de otros ácidos grasos insaturados y porque son precursores de las prostaglandinas (moléculas de vida corta que actúan como mensajeros locales que regulan diversas actividades).

En la Fig. 6.23 se observa la proporción de ácidos grasos para los huevos ecológicos e intensivos.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 6.23.** Composición de la fracción de ácidos grasos del huevo procedente de producción ecológica e intensiva.

Se observa que en los huevos de producción ecológica la fracción de ácidos grasos monoinsaturados, representada por el oleico, es mayor que en los huevos de producción intensiva, mientras que la fracción del linoleico (principal de los poliinsaturados) es mayor para los intensivos.

La influencia de la alimentación de la gallina ponedora puede repercutir decisivamente en la composición de los ácidos grasos del huevo, sobretodo teniendo en cuenta la tendencia actual a incorporar en la dieta de las ponedoras harinas de pescado (aproximadamente un tercio de la pesca actual se envía y utiliza para la fabricación de harinas alimentarias). Estos cambios en la alimentación de las gallinas ponedoras, que son alimentadas con estas harinas, pueden modificar el perfil de ácidos grasos, ya que consumen, incorporado al pienso, aceites de pescado, algas o semillas de lino, para conseguir en los huevos una mayor proporción de ácidos grasos  $\omega$ -3. Ésta podría ser la explicación a la mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados presentes en los huevos de producción intensiva o convencional frente a los de producción ecológica.

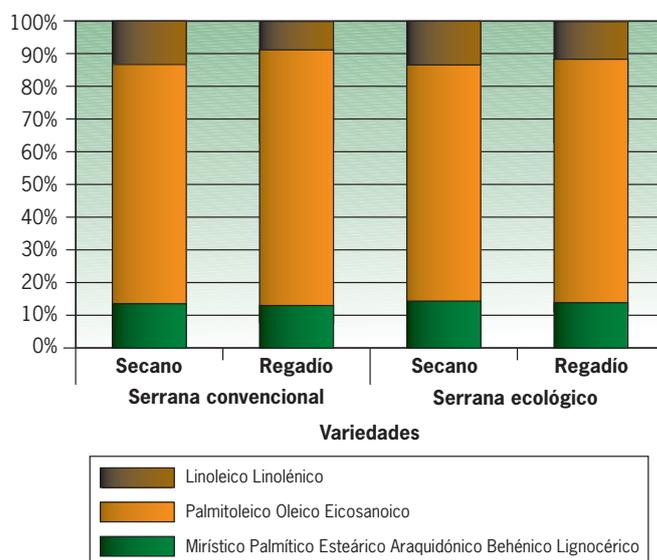
La composición en ácidos grasos del aceite de oliva es bastante simple, seis ácidos son los mayoritarios (palmitico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico y linoléico) y otros están presentes en menor cantidad, a veces tan pequeña que incluso no llegan a detectarse (mirístico, heptadecanoico, heptadecenoico, margárico, margaroleico, aráquico, behénico y lignocérico). La composición de los ácidos grasos difiere de una muestra a otra, dependiendo de la zona de producción del aceite de oliva. Los factores principales que afectan a la composición en ácidos grasos son la latitud, condiciones climáticas, variedad y grado de madurez de las aceitunas recogidas.

En un estudio donde se evaluó la fracción lipídica del aceite de oliva virgen extra de la variedad Serrana de Espadán (variedad local de la zona de interior de la provincia de Castellón, España) en olivos sometidos a riego y a condiciones de secano, tanto en ecológico como en convencional, se observó (Fig. 6.24) que la fracción de ácidos grasos saturados es muy similar en todos los casos y que el contenido en ácido oleico, componente principal de la

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

fracción de ácidos grasos monoinsaturados, en condiciones de cultivo convencional en regadío, presenta la mayor concentración, siendo su valor de 76.45%, aunque los contenidos en ácido oleico de los aceites en ecológico alcanza valores próximos al 72%. No existen diferencias estadísticamente significativas entre el contenido del ácido oleico entre el cultivo convencional y ecológico. Tanto en convencional como en ecológico los contenidos en ácido oleico de la variedad Serrana de Espadán se encuentran dentro de los límites establecidos por el DOCE (2003).

Los porcentajes de oleico y de linoleico y la relación entre ambos son parámetros que pueden definir a los aceites de oliva. Cuando la relación es más alta, mayor es la estabilidad de los aceites, es decir, mayor es su resistencia al enranciamiento. En todos los casos y por tanto en los aceites ecológicos se trata de aceites muy estables y con resistencia al enranciamiento.



**Figura 6.24. Proporción en ácidos grasos (%) en los aceites de oliva de la variedad Serrana de Espadán en condiciones de regadío y secano, en ecológico y convencional.**

Como conclusión de este capítulo se puede indicar que las gallinas de puesta bajo técnicas ecológicas generan mayor contenido en lípidos, aún cuando la ingesta lipídica en la ración de las gallinas intensivas es mayor, lo que indica un mejor aprovechamiento lipídico en la asimilación de nutrientes en las gallinas de producción ecológica. La fracción lipídica más importante del huevo es la correspondiente a la totalidad de los ácidos grasos monoinsaturados, con un valor que ronda el 50%. Entre los ácidos grasos monoinsaturados, el principal representante es el oleico. Las concentraciones de ácido oleico en los huevos ecológicos son aproximadamente un 11% superiores a la de los huevos convencionales. Una mayor concentración de ácido oleico en la dieta humana, puede repercutir en mayor resistencia a las modificaciones oxidativas en el organismo y por tanto en un mayor estado de salud.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Aún cuando existen limitaciones para la obtención de fuentes idóneas de proteína en la composición del pienso de las gallinas de puesta de producción ecológica, el contenido en proteína de los huevos ecológicos es superior al que contienen los huevos intensivos, aunque sin diferencias estadísticamente significativas, por lo que el aprovechamiento proteico de la gallina ecológica es mejor. Estas mismas conclusiones son aplicables a la valoración proteica de la carne de conejo.

El porcentaje de grasa escapular y perirrenal en la carne de conejo es mucho menor en canales ecológicas que en las intensivas. Esto puede ser debido a la mayor actividad física que realizan los animales de producción ecológica, por disponer de mayor superficie para realizar su movimiento y por lo tanto para utilizar sus reservas energéticas.

### 6.4. Niveles de agua y materia seca

Aunque el agua se excluye a menudo de las listas de nutrientes, es un componente esencial para el mantenimiento de la vida que debe ser aportado por la dieta en cantidades muy superiores a las que se producen en el metabolismo. El agua debe pues considerarse como un verdadero nutriente.

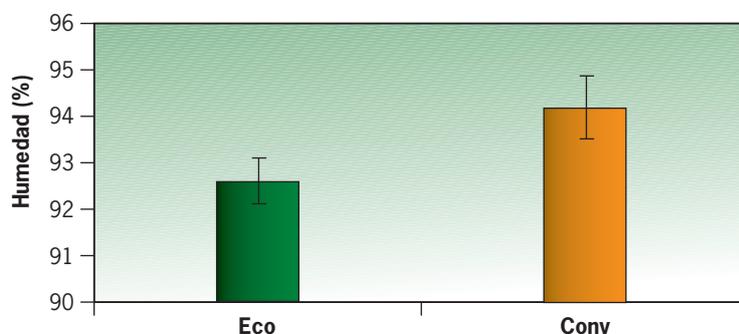
El agua constituye el componente químico más importante, se trata de una sustancia esencial en la nutrición de plantas y animales, formando parte de todas las células de los tejidos de estos organismos. Por su mayoritaria presencia en todos los tejidos, el agua es parte fundamental en la composición de los alimentos, por lo que el agua ingerida es la suma del agua de bebida y del agua incorporada al comer cualquier alimento. Desde el punto de vista nutricional, el agua no aporta calorías al organismo al momento de ingerirla en cualquier cantidad, excepto cuando esté acompañada de azúcares u otros componentes.

El contenido de agua de los alimentos es muy variable. Es prácticamente inexistente en los azúcares y las grasas, del 10-15% en harinas y legumbres, del 70-80% en pescados y carnes y del 90% en frutas y verduras.

Los sistemas de producción convencional emplean para la nutrición nitrogenada de las plantas, fertilizantes nitrogenados de síntesis cuya consecuencia inmediata sobre los alimentos frescos es la reducción del contenido de materia seca por aumento de la cantidad de agua en el protoplasma celular. Según El Madfa (1998), el contenido de agua en los alimentos frescos por el empleo de abonos nitrogenados, puede variar entre el 5 y 30% más que en los alimentos ecológicos.

Para el caso de la producción de lechuga romana, el contenido en agua de las hojas de la planta del cultivo ecológico es del 92.5% y para el caso del cultivo convencional el 94.3% (Fig. 6.25). De manera que con los sistemas de producción convencionales las plantas de lechuga acumulan en promedio un 1.95% más de agua. Para el caso de la col china los valores se encuentran sobre el 1.1%, del 2.6% para el caso de las acelgas y casi del 10% para el caso de las espinacas (Raigón *et al.*, 2002a).

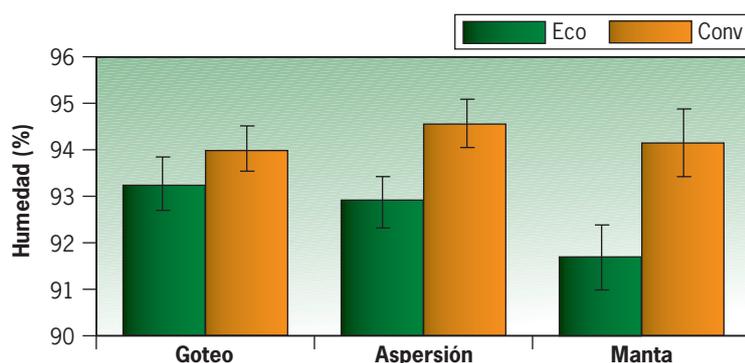
## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL



**Figura 6.25.** Contenido en humedad (%) en lechugas de cultivo ecológico (eco) y convencional (conv). Intervalos LSD al 95%.

Estos resultados ponen de manifiesto que por cada 6 kg de hortalizas producidas en agricultura convencional se consigue, aproximadamente 1 kg de agua más que los productos en fresco obtenidos ecológicamente. Lo que implica también que la relación en materia seca es significativamente mayor en las hortalizas ecológicas y por ello, la concentración y proporción de nutrientes es mayor.

El sistema de riego, también puede influir en el contenido de agua en el material vegetal. Los riegos de alta frecuencia (goteo y aspersión) proporcionan el agua en la zona de máxima absorción y por tanto, con mayor aprovechamiento para la planta. Cuando las lechugas romanas se riegan por goteo, se observa que no existen diferencias significativas respecto a la cantidad de agua acumulada en las plantas, pero en los sistemas de riego donde el cultivo tiene a disposición mayor cantidad de agua (manta o superficie), las lechugas cultivadas mediante técnicas ecológicas, acumulan menor cantidad de agua, diferenciándose significativamente del contenido en agua de las lechugas cultivadas por técnicas convencionales (Fig. 6.26).

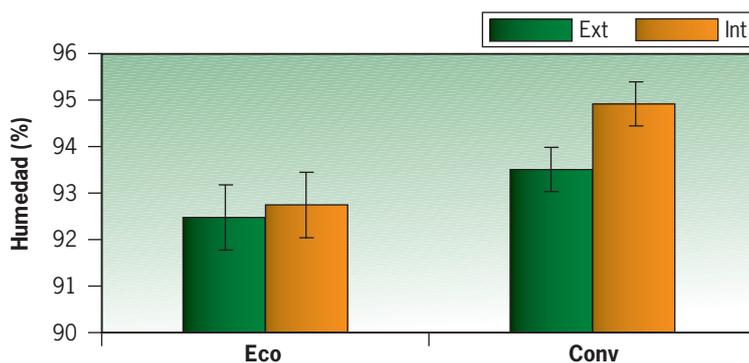


**Figura 6.26.** Contenido en humedad (%) en lechugas en función del sistema de riego y el tipo de producción. Intervalos LSD al 95%.

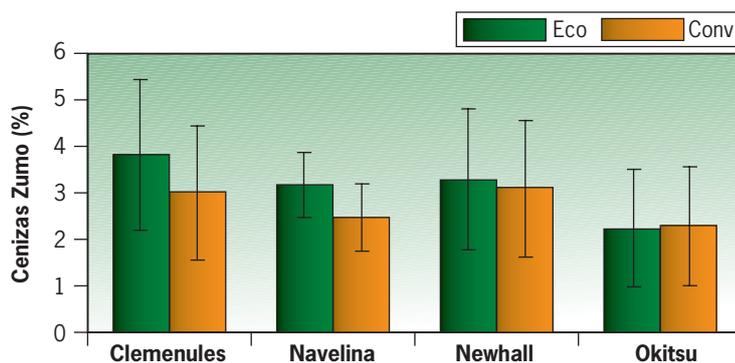
**Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

Respecto al contenido en humedad presente en el material vegetal en función de la parte de la hoja analizada, parte externa (ext.) ó parte interna (int.) (Fig. 6.27), no se observan diferencias significativas en el contenido de humedad de las diferentes hojas procedentes de cultivo ecológico, aunque en ambos casos, las hojas internas de la lechuga son las que mayores contenidos de agua acumulan, las diferencias son significativas al 95% de confianza cuando se cultivan bajo sistemas agrícolas convencionales. Esto indica que con las técnicas ecológicas la distribución del agua en las plantas es más uniforme que con los sistemas de producción convencionales, por lo que los alimentos tendrán una distribución nutricional más homogénea.

Resultados similares se han obtenido para el contenido en agua de la corteza de los frutos cítricos de las variedades clemenules, navelina, newhall y okitsu, donde el nivel de humedad en la corteza de los frutos ecológicos es aproximadamente un 5% inferior que la de los frutos convencionales, por lo tanto la sustancia seca en la corteza de los frutos ecológicos es mayor, ya que la sustancia seca está inversamente relacionada con la humedad. Por otra parte, la humedad de la pulpa y del zumo es ligeramente superior en los frutos ecológicos, aunque las diferencias no alcanzan el nivel de significación estadística, pero el contenido mineral en el zumo y la pulpa de los frutos ecológicos es superior (Fig. 6.28).



**Figura 6.27. Contenido en humedad (%) de lechuga en función del sistema de cultivo y de la parte de la planta. Intervalos LSD al 95%.**



**Figura 6.28. Contenido mineral (%) del zumo en las muestras de frutos cítricos en función del tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza.**

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

En el período de conservación tiene vital reseña la cantidad de agua que tenga el alimento, productos con un 21% o menor fracción de agua, tienen una conservación sencilla porque los microorganismos no pueden vivir con esa pequeña proporción de agua, por el contrario, si la cantidad supera el 21% hay que aplicar al alimento alguna técnica de conservación para impedir la autólisis o el ataque microbiano. Un ejemplo clásico son los granos de cereales, que poseen un bajo contenido de agua y normalmente se conservan bien. La menor cantidad de agua en los alimentos de origen vegetal y de producción ecológica es una ventaja en la industria de transformación, facilitando los procesos de secado y conservación de estos alimentos procesados, así lo han demostrado Sacilik y Elicin (2006) para el caso de secado industrial de manzanas.

Cuanto mayor es la cantidad de agua de un alimento más fácil es que se descomponga, ya que es el medio adecuado para que se produzcan reacciones enzimáticas y proliferen los microorganismos. Por lo que el exceso de agua en frutas y hortalizas frescas empeora la conservación en postcosecha, debido a la mayor facilidad de pudrición.

En los ensayos con col china, realizados para estudiar el efecto de la conservación en condiciones ambientales (con temperaturas variables entre 16 y 18 °C) y con las especies vegetales recolectadas en campo y sin aplicación de tratamiento de conservación, se observó que las coles procedentes de agricultura convencional a los 15 días de su recolección presentaban síntomas graves de pudrición en su parte externa, mientras que la parte interna comenzó la pudrición a los 24 días después de la recolección. En contraposición, el producto ecológico presentó mejores condiciones de conservación, ya que a partir de los 36 días se detectaron los síntomas graves de pudrición externa, mientras que la parte interna mostró frescura hasta los 45 días después de la recolección. En el cuadro 6.3 se resume la conservación del producto en este estudio. En la Fig. 6.29 se observa el estado de las coles en el momento de pudrición máxima de las hojas externas, observándose que las ecológicas presentan más del doble de tiempo de conservación que las convencionales. Se observa también como las hojas internas de las coles convencionales presentan, por los extremos, síntomas de necrosis a los quince días de iniciado el ensayo de conservación, mientras que las hojas internas de las coles ecológicas tienen frescura y por lo tanto validez comercial, incluso 45 días después de la fecha de recolección. Un período tan largo no es usual ni durante la comercialización de las coles, ni durante el almacenamiento doméstico, ya que se procesa mucho antes, pero estos resultados son un indicativo de la vitalidad de los productos ecológicos a la conservación, frente a los convencionales, siempre y cuando no hayan sido tratados.

Estos resultados confirman las buenas condiciones del producto ecológico para la conservación, ya que según Maroto (1986) en condiciones controladas de conservación, entre 0-1 °C y 90-95% de humedad relativa, la col china se mantiene durante un período de tres o cuatro semanas. En este estudio el producto ecológico en condiciones ambientales normales, ha superado en más de 15 días el período de conservación citado.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Cuadro 6.3. Período de conservación y estado de la col china.

Días después de la recolección	Coles ecológicas	Coles convencionales
6	Exterior: Frescura Interior: Frescura	Exterior: Síntomas de necrosis Interior: Frescura
15	Exterior: Frescura Interior: Frescura	Exterior: Pudrición total Interior: Frescura
24	Exterior: Síntomas de necrosis Interior: Frescura	Exterior: — Interior: Síntomas de necrosis
36	Exterior: Pudrición total Interior: Frescura	Exterior: — Interior: Pudrición total
45	Exterior: — Interior: Frescura	Exterior: — Interior: —



Figura 6.29. Observación de la pudrición de las hojas de col china.

El exceso de agua en el producto vegetal es uno de los factores de más repercusión sobre la conservación de estos alimentos en postcosecha, debido a la mayor facilidad de pudrición que presentan. Pero también influye la disminución del contenido en vitaminas o sustancias antioxidantes capaces, de proteger a las células de los efectos oxidantes producidos por los radicales libres y que pueden producir una peor conservación (Dittrich y Leitzmann, 1998). En este sentido, se observa que las hojas de vegetales sometidas a un marchitamiento pueden llegar a perder hasta un 50% de  $\beta$ -caroteno después de 4 días a temperatura ambiente, aún cuando este compuesto es relativamente estable en algunos vegetales (Heinze, 1973).

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Aspectos similares sobre el marchitamiento celular se observan en la conservación de los frutos cítricos y la evaluación de la calidad externa, en función del tipo de producción. Las figuras siguientes muestran el aspecto físico seguido en la evolución, de los frutos cítricos de la variedad navelina producidos mediante AE y convencional, y conservados a temperatura ambiente, y sin aplicación de tratamientos de conservación en postcosecha, a la primera semana de la conservación, a la octava semana (cuando comienza la necrosis de la corteza de naranja de producción convencional y por tanto su devaluación comercial) y transcurridas 13 semanas de conservación (cuando comienza la degradación de los frutos ecológicos). Se observa que las navelinas de producción ecológica tienen 5 semanas de vida media más que los frutos de producción convencional (Fig. 6.30).

### CULTIVO ECOLÓGICO



1ª SEMANA



8ª SEMANA



13ª SEMANA

### CULTIVO CONVENCIONAL

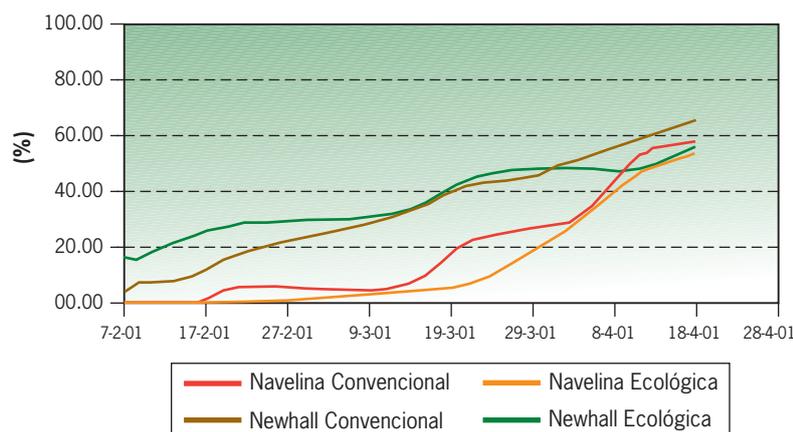


Figura 6.30. Observación de la conservación de frutos cítricos.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

El efecto que los distintos métodos de producción (ecológica y convencional) tienen sobre la incidencia, en el desarrollo de determinadas alteraciones fisiológicas, durante el período de postcosecha de frutos cítricos ha sido también estudiado para las variedades navelina y newhall, durante 10 semanas, analizando la repercusión sobre la calidad en la conservación de los frutos. Los resultados indican que, por término medio, los frutos cítricos ecológicos son más resistentes a la incidencia de alteraciones durante el período de postcosecha (Fig. 6.31).

Los frutos de las dos variedades procedentes de cultivo convencional, al final del estudio, tienen un porcentaje mayor de pudriciones que en las variedades ecológicas. Esto puede ser debido a la elevada proporción de agua en los frutos convencionales, respecto a los ecológicos y corrobora las consecuencias que se producen al aplicar fertilizantes minerales de síntesis, ya que se reduce la capacidad de almacenamiento, al aparecer mayor nivel de pudriciones en las frutas, lo que confirma la mayor actividad enzimática en la piel de estos frutos.



**Figura 6.31. Variación en el tiempo de los niveles de pudrición (%) de los frutos, por variedad y tipo de cultivo.**

Como conclusión a este apartado se puede decir que el empleo de fertilizantes de síntesis en agricultura convencional altera el valor nutritivo de las frutas y verduras frescas, al modificar la cantidad de materia seca de los vegetales y aumentar la cantidad de agua retenida en las células vegetales. Además, los procesos relacionados con el almacenamiento en postcosecha de frutas y hortalizas, como pueden ser, la velocidad de respiración y la actividad enzimática a temperatura ambiente, se ralentizan en los productos frescos de producción ecológica, lo que indica que las pérdidas y la devaluación del producto durante este período son menores cuando las frutas y verduras proceden de explotaciones donde se practican técnicas de producción ecológicas, aumentando la calidad final que se ofrece para estos productos.

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Por otra parte, el mayor contenido en agua de los alimentos de producción convencional, influye directamente sobre el coste de la cesta de la compra, ya que por el precio de frutas y hortalizas convencionales se paga el alto contenido en agua, mientras que en los alimentos ecológicos, la cantidad de agua es significativamente menor y como consecuencia se obtienen alimentos de mayor contenido mineral y orgánico.

### 6.5 Niveles de vitamina C y antioxidantes

Los vegetales proporcionan casi la totalidad de las vitaminas y minerales esenciales, además de un número importante de fitoquímicos promotores de la salud, ya que su función antioxidante previene de diversas patologías como inmunodeficiencias, cataratas, neuropatías, vasculopatías o cáncer.

Los fitoquímicos son compuestos químicos existentes en las plantas, a los que se les relaciona con los pigmentos por lo que se encuentran en frutas y verduras de colores brillantes como el amarillo, naranja, rojo, verde y violeta. Su actuación sobre procesos degenerativos como es el retraso del envejecimiento o la reducción del riesgo de contraer diferentes enfermedades como el cáncer, enfermedades cardíacas, hipertensión, cataratas, osteoporosis o infecciones del tracto urinario, atribuyéndoles propiedades antioxidantes, reguladoras de enzimas, desintoxicantes, estimuladoras del sistema inmunitario, reguladoras del sistema hormonal y de la actividad antibacteriana y antiviral ha sido ampliamente estudiada (Vattem y Shetty, 2005).

Los antioxidantes son sustancias naturales que, presentes en bajas concentraciones respecto a las de un sustrato oxidable (biomolécula), retardan o previenen su oxidación. Se encuentran en abundancia en gran variedad de alimentos, tales como frutas, verduras y cereales, destacando entre los más conocidos la vitamina A (y en su forma de  $\beta$ -caroteno), la vitamina C, el mineral selenio, los polifenoles, y dentro de ellos, los bioflavonoides. Los antioxidantes actúan retardando el comienzo o disminuyendo la velocidad de oxidación de la materia autooxidable. Así se conseguirá retardar la reacción de oxidación al inhibir la formación de radicales libres.

El ácido ascórbico o vitamina C, es un antioxidante hidrosoluble. A la vitamina C se le han reconocido muchas propiedades antioxidantes incluyendo sus efectos protectores contra los daños oxidativos. Se encuentra en casi todas las frutas y hortalizas, estando en mayor concentración en cítricos, pimientos y bayas, aunque un consumo continuado y alternado con otros productos como el té (especialmente el té verde), con concentraciones significativas de vitamina C o las patatas, con cantidades no tan importantes de esta vitamina pueden aportar una buena cantidad de la misma.

Según indica Mozafar (1993), los fertilizantes nitrogenados, especialmente en dosis elevadas, disminuyen la concentración de la vitamina C en diversas frutas como los cítricos, y hortalizas como patatas y tomates. Como el abuso de los fertilizantes nitrogenados conlleva un incremento en la concentración de iones nitrato en las plantas, y simultáneamente la

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

disminución del ácido ascórbico (inhibidor en la formación de compuestos nitrosos carcinógenos), el resultado final sobre la calidad de estos vegetales, producidos con altas dosis de fertilizantes nitrogenados es doblemente negativo.

Los polifenoles son poderosos antioxidantes que se encuentran muy distribuidos en los alimentos, principalmente en las frutas y verduras, principalmente en las capas más superficiales de frutas, verduras, cereales y otras semillas. Existen muchos tipos de polifenoles, encontrándose entre estos pigmentos polifenólicos; los flavonoides (o bioflavonoides), carotenoides, antocianinas y antoxantinas. Los compuestos fenólicos proporcionan el color y una gran parte del sabor característico de las frutas y verduras.

Los polifenoles actúan frente a la salud, como anticoagulantes, son protectores contra el cáncer, regulan la presión arterial y la glucemia, tienen efectos antimicrobianos e inmunestimulantes, además de su efecto protector frente a los radicales libres (Velioglu *et al.*, 1998). De hecho, la mayor capacidad antioxidante no corresponde a compuestos vitamínicos (vitamina A, C o E), sino a sustancias polifenólicas como los flavonoides, con capacidades antioxidantes mucho mayores, de ahí la relación entre el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante.

Los niveles promedio de vitamina C contenidos en una serie de frutas rojas (fresas de producción integrada (P.I.), convencionales y ecológicas; frambuesas de producción integrada y convencionales; y zarzamora de producción ecológica y convencional) se muestra en la Fig. 6.32. Se observa que por término medio, la zarzamora ecológica es la fruta que mayores contenidos en vitamina C presenta, seguida de la fresa convencional.

Los valores bajos de vitamina C encontrados en las fresas de producción ecológica pueden ser debidos a varias causas, como las diferencias en el cultivar, condiciones edafoclimáticas y principalmente a que la recolección de la fruta ecológica se realizó antes de que la misma alcanzara la madurez óptima, en la que la cantidad de vitamina C debería ser más elevada. Estudios realizados por Rinallo y Mori (2000) en distintas frutas tipo bayas indican que los niveles de ácido ascórbico durante la maduración del fruto aumentan, aunque disminuyen durante la conservación del alimento. En cambio, las cantidades de vitamina C para las zarzamoras ecológicas son significativamente superiores a los presentes en las de procedencia convencional.

6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

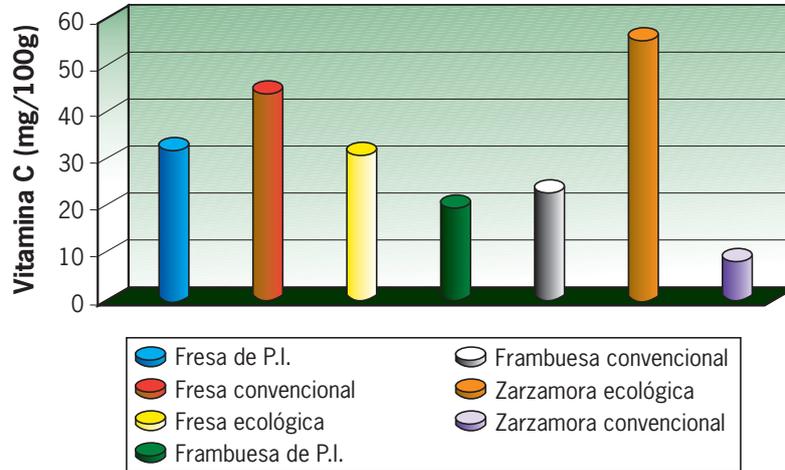


Figura 6.32. Contenido de vitamina C (mg/100 g) en las frutas rojas.

Para el caso de los cítricos, el contenido en ácido ascórbico del zumo obtenido a partir de los frutos ecológicos es estadísticamente superior al procedente de frutos convencionales (Fig. 6.33). Los resultados indican que en promedio los frutos cítricos ecológicos presentan un 28% más de vitamina C que los convencionales.

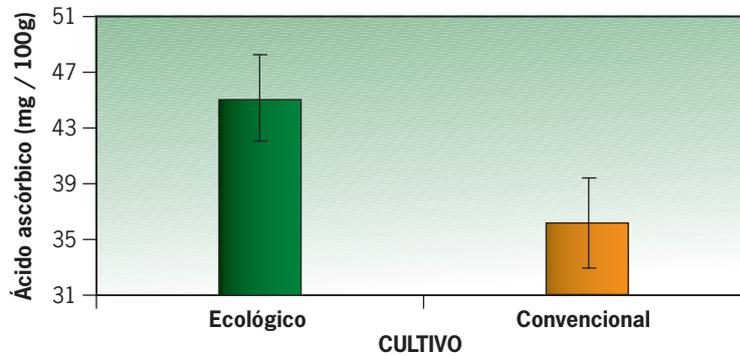


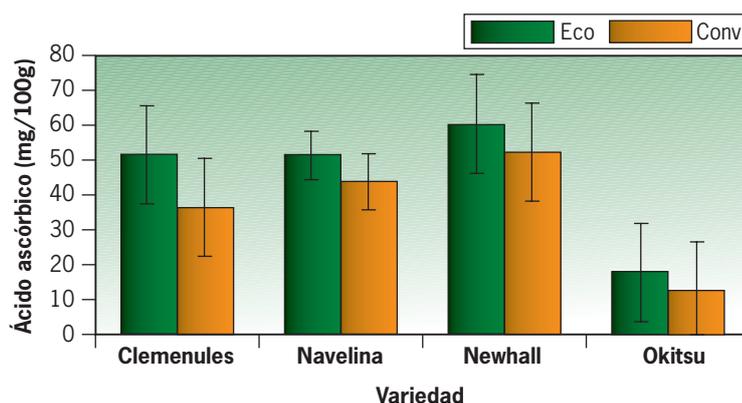
Figura 6.33. Contenido en ácido ascórbico (mg/100g) del zumo en las muestras de frutos cítricos en función del tipo de cultivo. Intervalos LSD al 95% de confianza.

Las recomendaciones sobre la dosis diaria de ingesta de vitamina C para adultos en edades comprendidas entre 20-75 años son de 60 mg/día, por lo que de forma general esta cantidad podría ser alcanzada con la ingesta de 100 g de zumo procedente de naranjas ecológicas o de 200 g de zumo de mandarinas ecológicas, mientras que estas cantidades aumentan cuando se trata de frutos convencionales (150 g para las naranjas y 250 g para las mandarinas).

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Los frutos ecológicos, aunque han presentado menor volumen total de zumo, cada unidad de fruto ha mostrado mayor calibre, menor contenido en corteza, mayor en pulpa, y además el zumo de frutos cítricos ecológicos ha sido de mayor densidad. Por todo ello, los frutos ecológicos presentan mejores cualidades nutricionales al contener valores significativamente superiores de pulpa en su composición, aportando más cantidad de fibra beneficiosa a la dieta. Además, la pulpa de los frutos de producción ecológica es mucho más jugosa y nutritiva que la de los de producción convencional, atendiendo al mayor contenido en humedad que presenta.

En promedio, la ingesta de una única pieza de fruta cítrica ecológica, de las variedades clemenules, navelina o newhall sería suficiente para cubrir las necesidades en vitamina C de una persona adulta (Fig. 6.34), por lo que la valoración de la calidad final de los frutos cítricos ecológicos es superior a la de los convencionales, atendiendo al mayor contenido en ácido ascórbico que presentan estas variedades de frutos, lo que pone de manifiesto que la ingesta de estos productos tiene repercusiones más favorables sobre la salud.



**Figura 6.34.** Contenido en ácido ascórbico (mg/100g) del zumo en las muestras de frutos cítricos en función del tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza.

La Fig. 6.35 muestra la cantidad de polifenoles totales encontrados en las frutas rojas. Las cantidades de polifenoles totales en las fresas varían entre 868.06 mg kg<sup>-1</sup> y 1231.86 mg kg<sup>-1</sup>. No se han encontrado grandes diferencias entre los valores de polifenoles totales para las fresas frescas de producción integrada y convencional, pero sí entre éstas y las fresas producidas ecológicamente. Las fresas ecológicas son las que contienen mayor cantidad de polifenoles, debido presumiblemente a las prácticas culturales y de fertilización orgánica que se han llevado a cabo. Por último, las cantidades de polifenoles en las zarzamoras ecológicas son también superiores que las de producción convencional (1452.52 mg kg<sup>-1</sup> frente a 939.24 mg kg<sup>-1</sup>).

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

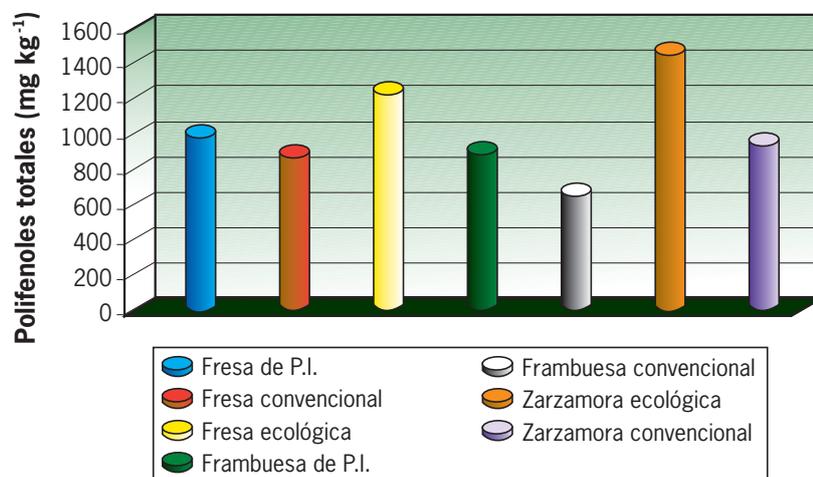


Figura 6.35. Contenido de polifenoles totales (mg kg<sup>-1</sup>) en las frutas rojas.

Las frutas, junto con las verduras son una excelente fuente de antioxidantes. Cao *et al.* (1998) en un estudio sobre nutrición, encuentran una elevada relación entre el consumo de diversos alimentos de alto contenido en antioxidantes, entre los que se encuentran las fresas, y los niveles de estas sustancias en diversas partes del organismo. La cantidad total de antioxidante de un alimento se puede medir a través de la determinación de actividad de la peroxidasa. En la incubación de peroxidasa y peróxido de hidrógeno se produce un radical al que se llama ABTS<sup>•+</sup>. Dicho catión es de color verde-azulado y se detecta a 600 nm. Los antioxidantes presentes en las muestras inhiben la reacción y el desarrollo del color del catión nombrado. El grado de inhibición es proporcional a la concentración de antioxidantes presentes en las muestras.

En los últimos años, la cantidad de los antioxidantes totales (TAS) está siendo estudiada en diversos alimentos, entre los que cabe resaltar el de zumo de arándanos (3.29 mmol L<sup>-1</sup>), zumos de naranja (1.15-0.79 mmol L<sup>-1</sup>), kiwi (2.48 mmol L<sup>-1</sup>), tomate (0.45 mmol L<sup>-1</sup>), etc. Los resultados para los contenidos en antioxidantes totales para las frutas rojas, que incluyen datos en ecológico se muestran en la Fig. 6.36.

Las fresas son, de las frutas rojas estudiadas, las que presentan en conjunto, mayores valores de antioxidantes totales (TAS), oscilando entre valores de 7.57 y 10.43 mmol kg<sup>-1</sup>, siendo las fresas producidas por técnicas ecológicas las que mayores niveles de TAS aportan. Las frambuesas tienen valores más bajos (7.77-6.82 mmol kg<sup>-1</sup>), sin apreciarse grandes diferencias entre los valores de la fruta de producción integrada y convencional. Por último, los valores de TAS de la zarzamora convencionales, son los menores de todo el estudio, los valores de las zarzamoras oscilan entre 8.68 y 5.14 mmol kg<sup>-1</sup>.

Las fresas ecológicas son las que proporcionan mayor contenido en antioxidantes totales, seguidas de las fresas de producción integrada y de la zarzamora ecológica, por lo que hay que concluir que la ingesta de estos frutos de origen ecológico, aporta un elevado nivel de

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

sustancias antioxidantes al organismo. En este sentido, Wang *et al.* (1996) midieron la capacidad que tienen ciertas frutas para absorber los radicales libres (ORAC) y llegaron a la conclusión que la fresa es la que posee mayor ORAC. Así la capacidad antioxidante de las fresas es 2 veces la capacidad medida en las naranjas, 7 veces la capacidad medida en las manzanas y plátanos, 11 veces la capacidad medida en peras y 16 veces la capacidad medida en el melón.

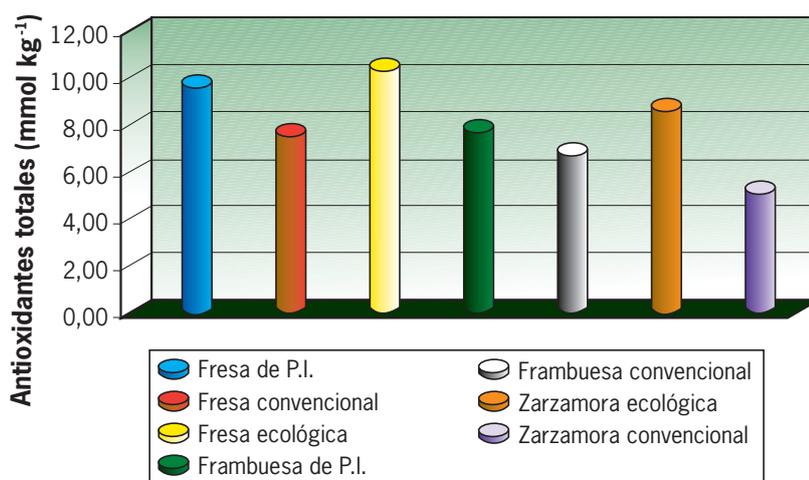


Figura 6.36. Contenido de antioxidantes totales (mmol kg<sup>-1</sup>) en las frutas rojas.

En otro tipo de bayas (uva de mesa de la variedad Moscatel) se determinó también el índice de polifenoles totales (Fig. 6.37) y los resultados fueron similares, concluyéndose que los frutos de producción ecológica proporcionan mayores niveles de sustancias antioxidantes.

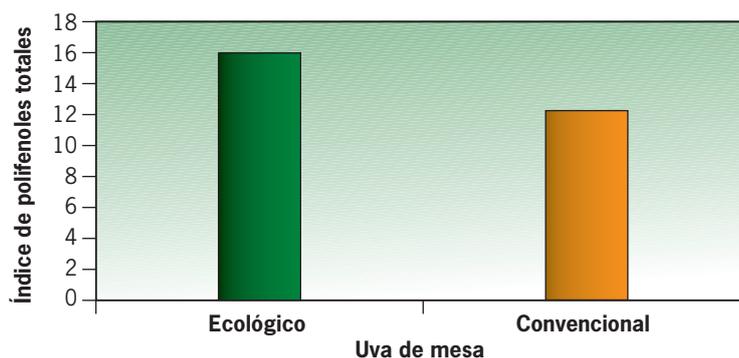
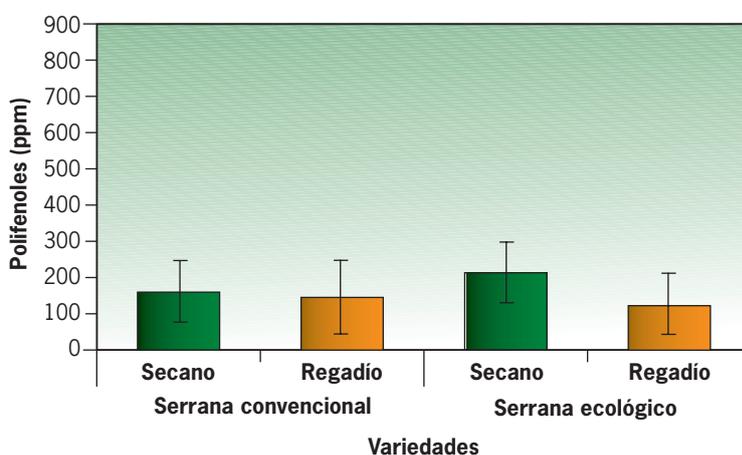


Figura 6.37. Índice de polifenoles totales en uvas de la variedad Moscatel.

## 6. AUMENTO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

En el caso del aceite de oliva, los polifenoles son transferidos al aceite durante el proceso de extracción del fruto al aceite. El nivel de polifenoles en los aceites de oliva virgen es más alto que en otros tipos de aceite y puede alcanzar los 500 mg L<sup>-1</sup> de aceite, expresados como equivalentes de ácido cafeico. La presencia de polifenoles en el aceite de oliva virgen, además de las repercusiones sobre la salud, está relacionada con la estabilidad oxidativa y el nivel del amargo y la astringencia. Niveles altos de polifenoles indican gran calidad.

El nivel de polifenoles en el aceite, depende de factores tales como la variedad de la aceituna, la madurez del fruto y la técnica de extracción del aceite, fundamentalmente la molienda. En la Fig. 6.38 se muestran los valores promedio de polifenoles para aceites de oliva virgen extra de la variedad Serrana de Espadán, procedentes de olivos sometidos a riego y a condiciones de secano, tanto en ecológico como en convencional.



**Figura 6.38. Valores de polifenoles (mg de ácido cafeico/kg) en los aceites de la variedad Serrana de Espadán.**

Se observa que aunque estadísticamente no existen diferencias significativas (al 95% de confianza) entre los valores de polifenoles totales de los aceites procedentes de frutos de cultivo convencional y ecológico de la variedad Serrana de Espadán, el mayor contenido se encuentra en el caso de la procedencia de cultivo ecológico y bajo condiciones de secano.

En el caso del estudio del contenido en polifenoles totales de especies hortícolas, se analizó en cebollas y los resultados indican que los niveles en los bulbos procedentes de cultivo ecológico, no se diferencian de los obtenidos para el caso de los de procedencia convencional (Cuadro 6.4), aunque las diferencias varían en función del momento del ciclo vegetativo del bulbo. Los niveles de polifenoles son superiores en los momentos iniciales del cultivo y se diferencian a favor del ecológico en el punto intermedio, para igualarse en el momento óptimo de recolección comercial.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

Cuadro 6.4. Contenido en polifenoles (mg ácido cafeico/100 g m.f.) de cebolla babosa según el tipo de cultivo y el momento de recolección.

Polifenoles (mg ácido cafeico/100 g m.f.)			
Muestra	Momento 1	Momento 2	Momento 3
<b>Convencional</b>	761.140	263.285	712.171
<b>Ecológico</b>	823.230	333.276	705.866

Como conclusión a este apartado indicar que el contenido de vitaminas es una característica principal para valorar la calidad del alimento, ya que incide de una manera directa al organismo humano. Además el contenido en antioxidantes totales en las frutas rojas permite identificar y encuadrar a estas frutas como productos de alta eficacia terapéutica. Su ingesta como suplemento dietético en individuos con deficiencias en antioxidantes, reduce la incidencia de enfermedades cardiovasculares y potencia su efecto protector contra el cáncer. Los productos hortícolas, los frutos cítricos y las frutas rojas de origen ecológico se han presentado como los más beneficiosos para la salud, atendiendo a los elevados contenidos en vitamina C, polifenoles y contenido en antioxidantes totales. Así, la ingesta de 100 g de zarzamora ecológica, aporta la dosis diaria de vitamina C que requiere un adulto, con un complemento colateral en otras sustancias antioxidantes. Esta misma dosis se podría alcanzar con el consumo diario de 135 g de fresa convencional o con 300 g de frambuesa de la misma procedencia. Otros alimentos como las cebollas y el aceite de oliva, contribuyen positivamente en el aporte de sustancias antioxidantes a la dieta.

La polémica sobre el sobrepeso que alcanzan los alimentos ecológicos, podría verse falta de criterios, si a la hora de cuantificar el precio se valorase el aporte de nutrientes por unidad de peso. En este sentido, para alcanzar la dosis diaria recomendada de vitamina C a través de la ingesta de zumo de frutos cítricos recién exprimidos, habría que aumentar la cantidad de zumo convencional en 1.5, lo que implica un precio mínimo de compra 1.5 veces superior.

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR

La calidad ha sido un concepto intuitivo que se atribuía a la táctica seguida por expertos y profesionales en el campo de la producción, manipulación y venta de alimentos. Un avance en la definición de calidad, incluyó la adopción de métodos físicos y químicos para controlar la calidad en la industria, pero sin ninguna relación estudiada con la calidad sensorial. En un segundo avance, se incluyen parámetros sensoriales y se miden correctamente utilizando equipos de catadores como instrumento analítico. Por último, se dinamiza más el concepto, ya que se demuestran las limitaciones del análisis y se recurre a los estudios de mercado. Según la Real Academia de la Lengua, calidad se entiende como “el conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permitan apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”.

Otras definiciones del concepto de calidad clásica es la dada por Kramer y Twigg (1970) que dice: “La calidad es el conjunto de características que diferencian las unidades individuales del producto y determinan el grado de aceptabilidad de estas unidades por el usuario o consumidor”, o la indicada por Mirandola *et al.* (1992), que define el concepto de calidad como “El conjunto de las propiedades y de las características que proporcionan al producto la capacidad de satisfacer exigencias explícitas (requisitos organolépticos y técnico-comerciales) o intrínsecas (requisitos nutricionales y de seguridad)”.

Los mismos autores clasifican los posibles atributos presentes en dos grupos, los atributos sensoriales y los atributos ocultos.

Los atributos sensoriales se pueden desglosar en:

- Sensibilidad gustativa y olfativa.
- Sensibilidad química.
- Sensibilidad auditiva y visual.
- Sensibilidad somestésica (sensaciones del cuerpo).

Los atributos ocultos son los relacionados con:

- Valor nutricional.
- Toxicidad.
- Ausencia de adulterantes.

## **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

**Atributos de sensibilidad química externa (gustativa y olfativa):** El gusto o sabor de los alimentos es una combinación de sensaciones químicas percibidas por las papilas gustativas de la lengua. El olor es la sensación que se produce por interacción física entre un compuesto aromático y el receptor correspondiente. El sabor característico de un alimento puede, relacionarse con un determinado compuesto, en tanto que el olor es atribuible a la combinación de numerosos compuestos volátiles cada uno de los cuales huele de forma diferente.

Por flavor se entiende la sensación percibida, principalmente por los sentidos del gusto y el olfato, producida cuando se ingiere un alimento. Por ejemplo al ingerir una fresa se producen una serie de sensaciones gustativas relacionadas con su carácter ácido y dulce, a la vez que se generan sensaciones aromáticas, producidas por los componentes volátiles de la fresa. El flavor de la fresa se corresponde con la sensación global percibida por el gusto y el olor de la fresa al ser ingerida. En las frutas y hortalizas, los aceites esenciales son los componentes más importantes del flavor.

**Atributos de sensibilidad química común (auditiva y visual):** El oído es el órgano menos importante, aunque también interviene en la valoración global del alimento. Por ejemplo, en algunas bebidas, se puede captar el desprendimiento de carbónico, el sonido del líquido puede informar sobre la densidad, ligereza, untuosidad, etc. Otros sonidos pueden advertir sobre la frescura y textura, por ejemplo, el sonido de un mordisco en una manzana, la fractura de una zanahoria, el corte de una patata, etc.

Los compuestos responsables del color de los alimentos se caracterizan por ser un grupo de sustancias con diversas propiedades físicas y químicas. Los compuestos coloreados pueden clasificarse en dos grupos, el primero, que contiene grupos cromóforos (carotenoides, antocianinas, betalainas, caramelo, colorantes artificiales y lacas) y el segundo que lo forman sustancias coordinadas con metales (mioglobina, clorofila, etc.). Los colores de los alimentos han de ser los típicos de la especie y la variedad. Las variaciones del color típico pueden indicar momentos de maduración adelantados, retrasados o alteraciones en la conservación. Los alimentos naturales tienen su propio color, por lo que en principio parecería como ideal su mantenimiento a lo largo del proceso de transformación por acción del calor, acidez, luz, conservantes, etc. Sin embargo, los consumidores prefieren en determinados alimentos un color constante, que no varíe entre los diferentes lotes de fabricación de un producto. La variabilidad natural de las materias primas hace que este color normalizado solo pueda obtenerse modificándolo de forma artificial.

**Atributos relacionados con factores medioambientales y socioeconómicos:** En agricultura y ganadería, como base de producción de alimentos, no solamente se conjugan aspectos técnicos, sino también aspectos medioambientales, sociales y económicos. Existe un efecto de la actividad agrícola intensiva, sobre el medio ambiente que se manifiesta en la deforestación, la erosión del suelo, la pérdida de la biodiversidad, acumulación de metales pesados en el suelo, etc.

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR

**Atributos de sensibilidad somestésica:** La sensibilidad somestésica está relacionada con las sensaciones que los alimentos ejercen sobre la persona individual. Por ejemplo, el olor y sabor de algunos quesos produce sensaciones dispares en los individuos, originando tanto emociones agradables, como desagradables. El olor de un pan recién hecho provoca sensaciones, generalmente agradables que invitan a su consumo. El sonido del crujido de una galleta o unos cereales, estimula a su consumo. Alimentos, como los caramelos, o como los productos de alta tecnología aparecidos recientemente en el mercado como imitaciones de mariscos, no tienen ningún color propio, y para hacerlos más atractivos deben colorearse artificialmente.

Las respuestas emocionales residen en la amígdala del sistema límbico. El equilibrio emocional depende entre otros factores del equilibrio alimenticio. Por ejemplo, algunos aminoácidos procedentes de las proteínas dan lugar a neurotransmisores, otros a neuropéptidos, que modulan estos intercambios, sin zinc se carecería de olfato, el desequilibrio de ácidos grasos perturba la visión, sin glucosa no hay energía, sin sodio no hay transmisión nerviosa, etc.

Olores, colores, sabores y texturas son propiedades que influyen marcadamente en la aceptación o rechazo de los alimentos por parte de los consumidores. A través de la valoración sensorial u organoléptica, se miden, analizan e interpretan las reacciones que provocan los atributos o características de los alimentos susceptibles de estimular a los sentidos del olfato, la vista, el gusto, el tacto y el oído.

La percepción de un atributo sensorial consta de dos fases; la fase preatentiva, donde se detecta la información sensorial y se analiza, y la fase donde se construye el percepto. Intervienen, por tanto, no sólo la información recogida por los sentidos, sino la propia fisiología y las experiencias vividas que han podido modelar las motivaciones y las expectativas y que determinan qué información se procesa, qué patrones de búsqueda para encontrarla, etc. De aquí que no exista la posibilidad de que dos valoraciones sean idénticas.

Todo proceso de valoración organoléptica de un alimento lleva implícito (Fig. 7.1) cuatro fases o niveles de medida (física, sensorial, perceptual y hedónica). En la etapa física, el alimento es aceptado o desechado, exclusivamente por la apariencia exterior. En la etapa sensorial, los alimentos son valorados por los diferentes órganos sensoriales, de esta etapa se pasa a la fase de percepción, donde se recurre a los registros existentes sobre el alimento y éste se juzga, aceptándolo o desechándolo, en función de unos determinados atributos valorados. Esta última fase de la aceptación o no del alimento es la denominada hedónica, donde se conjuga la parte de satisfacción que el alimento va a ocasionar sobre el consumidor.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.

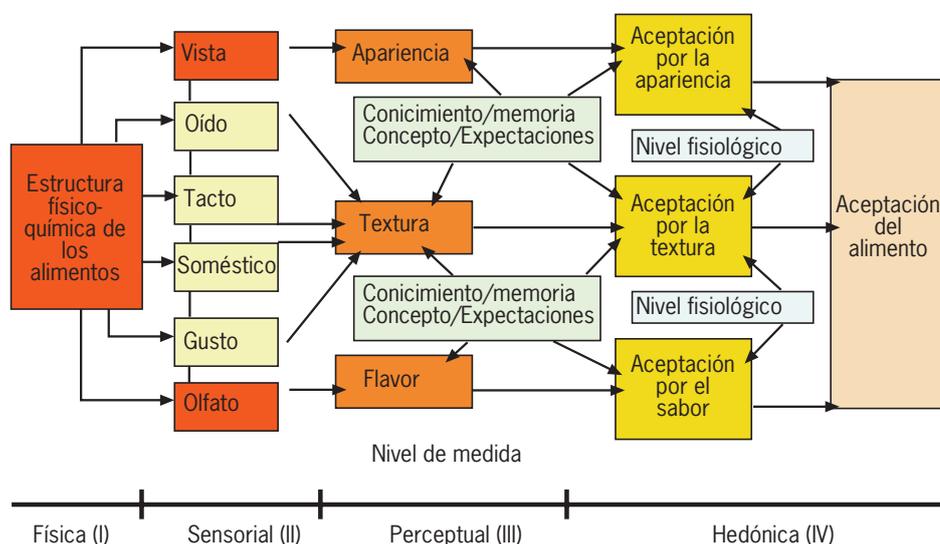


Figura 7.1. Fases o niveles de medida organoléptica.

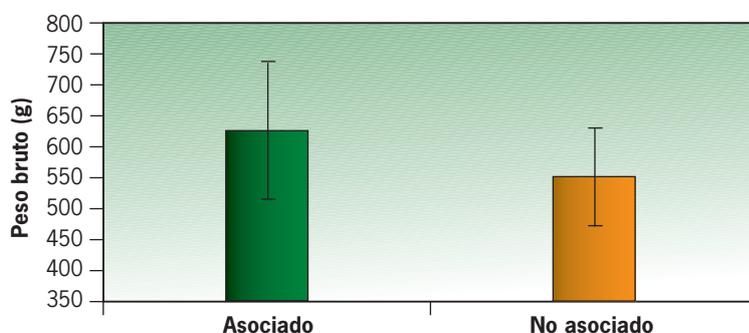
**Tamaño y calibre.** La apariencia externa, para la mayoría de los consumidores es el atributo más obvio para definir la calidad. El sentido de la vista permite valorar dos cualidades importantes del alimento, su color y su aspecto. Ambas son las primeras sensaciones organolépticas que el consumidor aprecia y que a menudo, le incitan o le desaniman para la compra de un alimento. A este respecto, los productos obtenidos por técnicas ecológicas, especialmente frutas y verduras, algunas veces desmerecen frente a las convencionales, al enfrentarse a la imperfección alcanzada por la no aplicación de productos fitosanitarios, lo que podría dar lugar por ejemplo, a frutas manchadas, con color no uniforme, etc. Además, los productos ecológicos, en fresco en general y a no ser que estén clasificados comercialmente, no presentan un tamaño y calibre uniforme y pueden presentar una apariencia menos vistosa que los convencionales.

En las valoraciones realizadas a hortalizas frescas de hoja ancha, se muestra que las obtenidas por técnicas de producción ecológicas presentan mayor calibre y colores verdes más intensos, como consecuencia de los aportes de fertilizantes nitrogenados de síntesis. El mayor calibre de los vegetales de producción convencional, en ocasiones es un síntoma de no calidad, ya que como se ha expuesto anteriormente, se trata de plantas con elevado contenido en agua y escaso contenido en materia seca y como consecuencia menor proporción mineral. En el ensayo realizado a un total de 50 muestras correspondientes a col china, el valor promedio del peso bruto total fue de 1154.3 g para las ecológicas y de 2041.8 g para las convencionales, es decir, en promedio el producto convencional presenta un 76.9% más de peso que el producto ecológico. Esta diferencia puede ser también ventajosa para la AE, ya que el consumidor en ocasiones, prefiere la compra de piezas de coles completas cuyo peso aproximado sea de 1000 g, de forma que este calibre idóneo permita realizar el consumo único de toda la verdura, sin necesidad de seccionarla. Por lo que el exce-

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR

sivo tamaño de las hortalizas, a veces, se convierte en un atributo de calidad negativo. En muestras de lechuga romana también se produce el mismo efecto, donde las de procedencia convencional presentan en promedio un 37.5% más de peso que las ecológicas.

Una metodología ecológica para aumentar el peso de las hortalizas de hoja ancha es mediante la asociación de cultivos. La lechuga romana asociada con hinojo ha presentado mayor peso bruto, aunque sin existir diferencias significativas (Fig. 7.2), esto puede ser debido a que las plantas asociadas, poseen mayor superficie de suelo y por tanto menor competencia radical, por otra parte, pueden existir efectos sinérgicos en la asociación, que provocan que la nutrición vegetal sea más efectiva. Además, se corresponde un mayor contenido en agua con una disminución del peso bruto, de manera que las lechugas asociadas poseen mayores propiedades nutritivas, ya que un mayor peso se corresponde con un mayor contenido mineral.



**Figura 7.2. Efecto de la asociación del cultivo de lechuga con hinojo sobre el peso bruto (g). Intervalos LSD al 95%.**

Para el caso de los frutos cítricos, se observa que en general, los frutos del cultivo ecológico presentan valores de peso unitario ligeramente superiores a los convencionales. En este sentido El Kobbia (1999) encontró en un estudio con naranjas de la variedad Washington navel que el peso del fruto aumentaba con la fertilización orgánica.

Aunque exista mucha variabilidad respecto al peso unitario de los frutos y los factores influyentes sean múltiples, en promedio para la variedad de cítricos clemenules, los valores de los frutos convencionales están alrededor de los 80 g, mientras que los ecológicos alcanzan los 125 g por fruto. Para el resto de variedades estudiadas (navelina, newhall y okitsu), no se observan diferencias significativas respecto al peso unitario de la fruta, aunque sí existe una ligera tendencia al aumento del tamaño en los frutos de producción ecológica (Fig. 7.3).

En otro ensayo llevado a cabo con judía grano (*Phaseolus vulgaris* L.) para evaluar las mejores condiciones para la producción en condiciones mediterráneas, se ensayaron 50 ecotipos diferentes y se comparó el cultivo bajo los dos sistemas de producción. Además de los parámetros nutricionales también se realizaron otras cuantificaciones relacionadas con el

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

peso unitario de la semilla, el valor promedio de semillas por vaina, el número de vainas por planta, el número de lóculos por vaina, la eficacia de llenado de la vaina y el peso total de semillas por planta. Los resultados ponen de manifiesto que las condiciones ecológicas para la producción de judía grano son más adecuadas (Palomares *et al.*, 2003). En cuanto al peso unitario de la semilla se concluyó que independientemente del genotipo estudiado, el peso unitario de las semillas de judía fue aproximadamente un 15% superior cuando las técnicas de producción fueron las ecológicas (Figura 7.4). Además, el número de semillas por vaina fue también superior, la eficacia en el llenado de las vainas, así como la producción total de semillas por planta y por tanto por unidad de superficie.

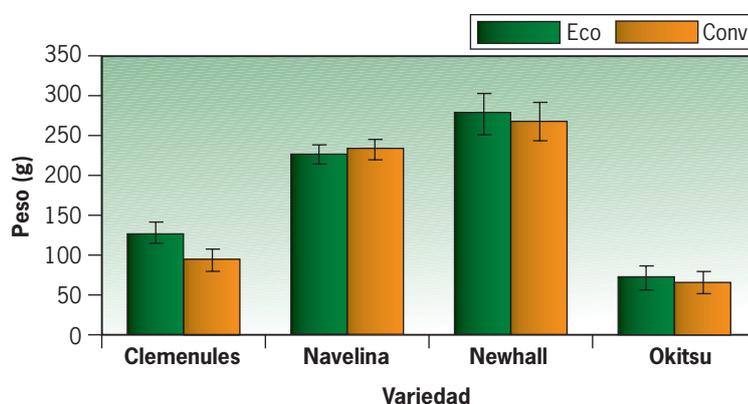


Figura 7.3. Valores del peso individual del fruto cítrico en función del tipo de cultivo y la variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza.

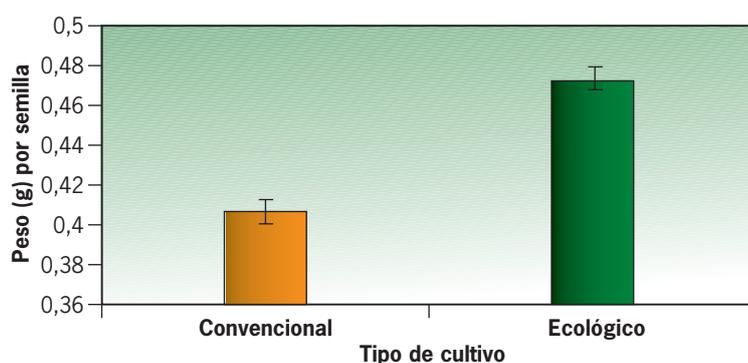


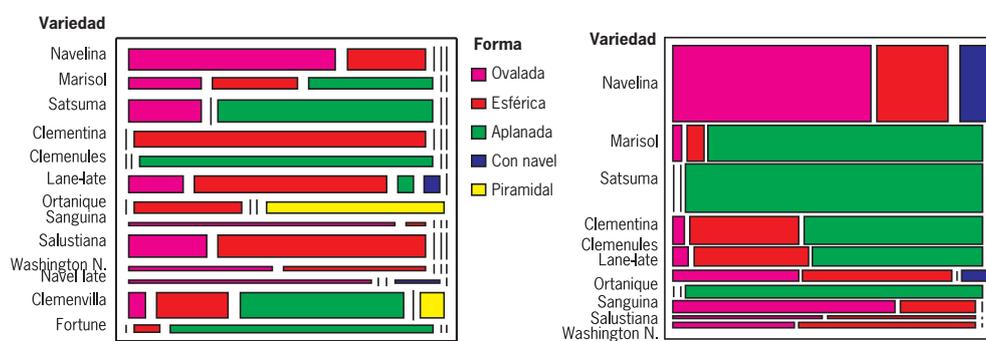
Figura 7.4. Valores promedio del peso unitario de la semilla en judía grano en función del sistema de producción (ecológico y convencional). Intervalos LSD al 95% de confianza.

**Forma.** Las formas de los alimentos frescos no procesados atienden a una diversidad que está en función de la variedad, técnicas de cultivo, condiciones agroclimáticas, etc. Pero parece lógico que el consumidor asocie determinadas formas convencionales a cada ali-

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR

mento. En este sentido es curioso estudiar como los productos ecológicos pueden presentar formas más coherentes con el tipo de alimento y con la variedad del mismo.

Las gráficas de mosaico, muestran mediante rectángulos con área proporcional a la frecuencia de cada tipo de forma por la variedad. La altura de los rectángulos (eje de ordenadas) es proporcional a la distribución de porcentajes de la variable correspondiente y la base del rectángulo (eje de abscisas) es proporcional a la distribución de porcentajes de las otras variables. La Fig. 7.5 muestra el mosaico entre la forma del fruto cítrico y la variedad para el cultivo ecológico (derecha) y convencional (izquierda).



**Figura 7.5. Distribución de formas de los frutos cítricos ecológicos (derecha) y convencionales (izquierda).**

Se observa, que la forma de los frutos cítricos ecológicos y convencionales es, en la mayoría de los casos, la característica a cada variedad. Las formas ovalada (para el grupo de las naranjas) y aplanada (para el grupo de las mandarinas) son las de mayor incidencia en la mayoría de variedades. Los frutos con ombligo, independientemente de las variedades que lo caracterizan, tienen una mayor incidencia en los de producción ecológica. Las pequeñas anomalías en la forma de los frutos cítricos se encuentran en los de producción convencional para las variedades Ortanique y Clemenvilla, donde se han localizado deformaciones, en concreto formas piramidales, que podrían estar relacionadas con las aplicaciones de productos fitosanitarios. Estas malformaciones en los frutos cítricos podrían ocasionar una depreciación del fruto convencional, por desviarse de las formas clásicas del fruto.

Se ha estudiado la variación del índice de forma en huevos de gallina, (relación entre el ancho y largo del huevo) por ser uno de los parámetros de calidad física en este tipo de alimentos. Desde el punto de vista comercial un huevo alargado o excesivamente ancho no es aceptado en el mercado. Los alargados presentan una mayor predisposición a sufrir roturas o fisuras que desmerecen la calidad final del huevo. Los excesivamente redondeados, no son agradables a la vista, dan un aspecto poco aceptado y no son bien recibidos en el

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

mercado. La forma más idónea es la que se encuentra en el intervalo de 73 a 75. La Fig. 7.6 muestra el valor observado para el estudio del huevo, donde los de producción intensiva o convencional presentan valores muy alargados, con depreciación de su calidad, mientras que los huevos ecológicos presentan una forma óptima para el mercado.

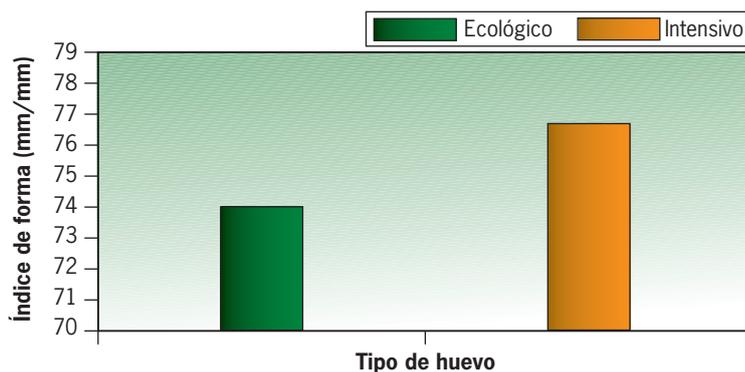


Figura 7.6. Valores del índice de forma del huevo ecológico e intensivo. Intervalos de confianza al 95%.

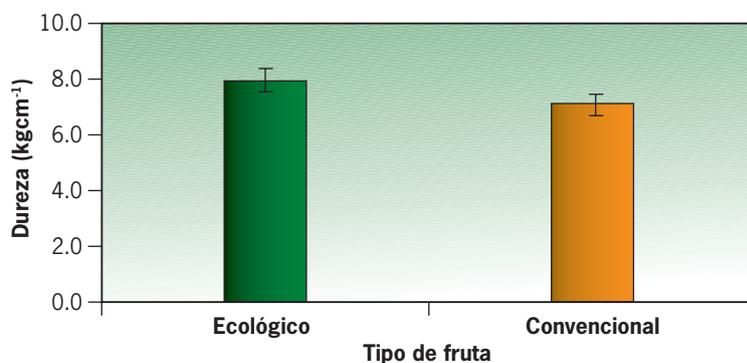
**Dureza o textura:** Al masticar un alimento se produce un acto de apreciación textural de los alimentos, el cual permite definir a los mismos como crujientes, si resultan de la fractura frágil y con poco esfuerzo. Los materiales celulares son más crujientes cuanto mayor es el tamaño de sus células y más gruesas son las paredes. El carácter crujiente y firme de las frutas y verduras se asocia con la turgencia de las células, pero la adherencia entre ellas también es responsable de la dureza. La firmeza y el carácter crujiente desaparecen si se pierde la adherencia entre las células, cuando esto sucede por ejemplo en las manzanas, se dice que tienen una textura harinosa.

Las valoraciones basadas en la sensación de la textura de los alimentos (carácter crujiente, duro, etc.) son el resultado de diversas pautas en las que intervienen el epitelio gustativo, la lengua, los dientes, la saliva, señales auditivas y el propio alimento sometido a deformaciones, por todo ello no es de extrañar que los intentos de correlacionar estas sensaciones con ensayos mecánicos simples sean, con frecuencia, poco satisfactorios. El cerebro integra eficazmente todas las sensaciones y da la percepción de un bocado crujiente o granuloso. La evaluación técnica de este parámetro se obtiene mediante el uso de un penetrómetro, presionando sobre el alimento y midiendo la fuerza ejercida y la huella que deja sobre el mismo.

En la industria de las manzanas, la textura se mide utilizando un penetrómetro esférico de 8 mm de diámetro y se registra la fuerza ejercida y la profundidad de la penetración. De esta manera se midió la dureza de un grupo de manzanas ecológicas y convencionales de la misma zona de producción (Fig. 7.7). Los resultados ponen de manifiesto que las frutas de procedencia ecológica, presentan significativamente mayor dureza que la de producción

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR

convencional, por lo que la sensación de crujiente, que sería un atributo positivo, está más acusado en las manzanas de producción ecológica.



**Figura 7.7. Valores del dureza (kg cm<sup>-1</sup>) en manzanas ecológicas y convencionales. Intervalos de confianza al 95%.**

**Color.** El color ocupa un lugar importante entre los factores que definen la calidad de los alimentos ya que un cambio de este atributo puede denotar la utilización de una tecnología incorrecta, o poner de manifiesto procesos de alteración de un alimento. El color es la primera sensación que se percibe y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor. En determinadas ocasiones cuando no se observa color, existen problemas para identificar los sabores. Por todo ello, la aceptación de un alimento por parte del consumidor depende en buena medida de su apariencia y, por tanto, también de su color.

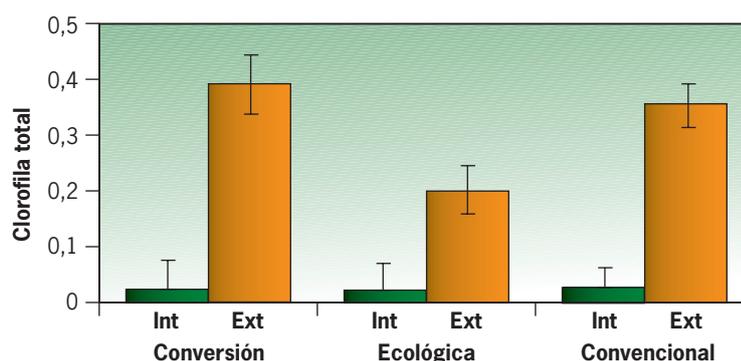
En el cultivo comparativo de lechugas se ha observado que las de producción convencional presentan un color verde en las hojas de esta especie, mucho más intenso que las de producción ecológica (Fig. 7.8). Estas diferencias son debidas al abuso en el empleo de fertilizantes nitrogenados de síntesis en los sistemas de producción convencional. Merece la pena señalar que para algunos productos, como por ejemplo las lechugas, este atributo de intensificación del color es despreciativo, ya que el consumidor desecha las hojas intensamente coloreadas de verde.



**Figura 7.8. Apreciación visual del color de lechugas ecológicas y convencionales.**

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

La valoración del color en las lechugas se corresponde también con los niveles de clorofilas presentes en las hojas. Los resultados indican que las lechugas de producción ecológica contienen menor nivel de clorofilas totales que las de procedencia convencional y en período de reconversión (Fig. 7.9), siendo las responsables de los niveles de clorofilas, las hojas externas de las lechugas.



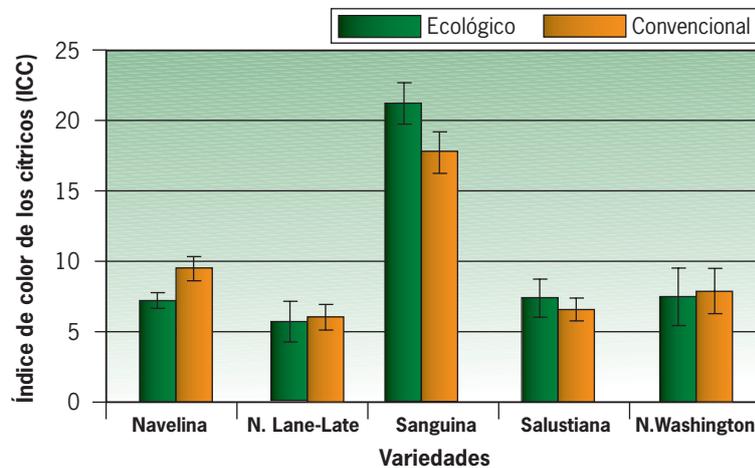
**Figura 7.9. Contenido en clorofila total (mg/g de materia fresca) en lechuga romana de cultivo en conversión, ecológico y convencional en función de la parte de la hoja. Intervalos LSD al 95%.**

En el estudio comparativo de frutos cítricos, el índice de color del flavedo es significativamente mayor para los de cultivo convencional, este aumento de color puede estar ocasionado por las diferencias en la fecha de recolección, y por lo tanto en su estado de madurez. Hay que señalar que para la determinación del color en los frutos cítricos, en todos los casos, se trata de frutos recolectados en campo, que no han estado sometidos a desverdización en cámaras, práctica usualmente utilizada en producción convencional, pero no admitida en citricultura ecológica, donde los frutos son recolectados en su momento óptimo de maduración, ello puede ocasionar colores menos intensos y por lo tanto poco atractivos para el consumidor, que se ha acostumbrado a los frutos cítricos de elevada intensidad de color en la corteza. Las diferencias observadas en la corteza de los frutos son traducibles también al color del zumo de los frutos.

Es de destacar que variedades de frutos cítricos como la Sanguina, en la cual se produce más síntesis de sustancias polifenólicas, el índice de color es estadísticamente superior en los cítricos de producción ecológica, por lo que la síntesis, por parte de los frutos, de compuestos antioxidantes es mayor en el caso de los ecológicos (Fig. 7.10).

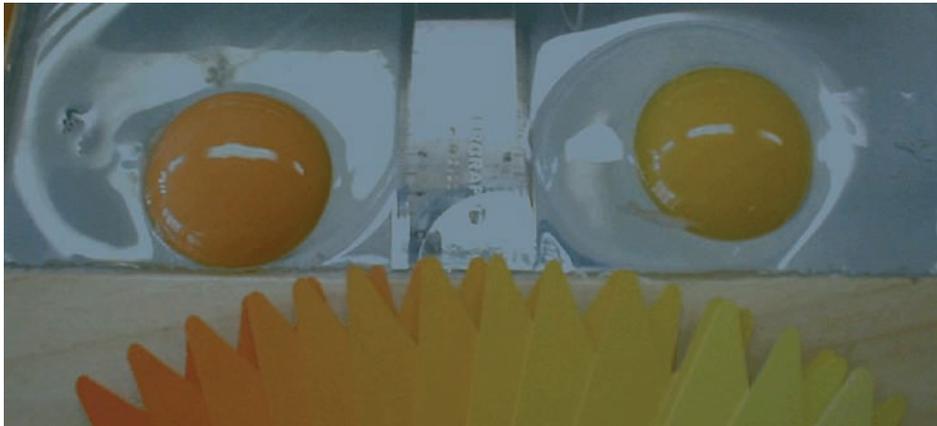
Por otra parte cuando se juzga mediante cata o análisis sensorial el color de los zumos, el catador ha valorado mejor los zumos procedentes de frutos cítricos ecológicos. Las preferencias de los catadores fueron hacia los zumos con el color más anaranjado vivo que presentan los ecológicos, frente a los pálidos de los convencionales.

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR



**Figura 7.10. Índice de color de los cítricos (ecológicos y convencionales) del grupo de las naranjas. Intervalos de confianza al 95%.**

Uno de los parámetros de calidad de la yema del huevo viene determinada por el valor del color, medido según los criterios de la escala Roche. Los gustos de los consumidores tienden a la busca de colores altos en la escala Roche, cercanos a los 13-14 puntos. En la Fig. 7.11 se muestra los niveles de color de la yema de los huevos, en función del sistema de producción. Se observan diferencias significativas respecto al color de la yema, presentando los huevos de producción intensiva una valoración cromática de la yema superior (11.585) a los de producción ecológica (9.819).



**Figura 7.11. Comparación del color de la yema del huevo.**

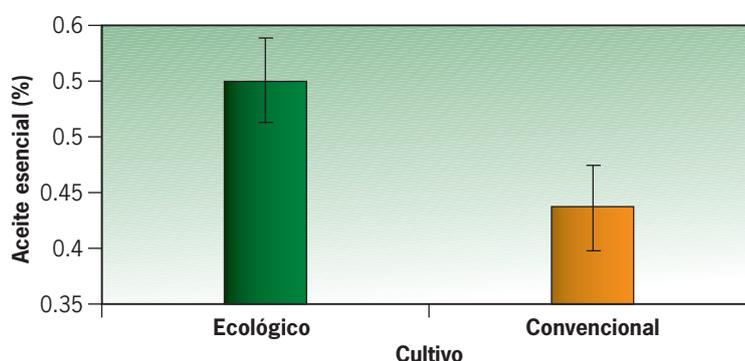
La formulación del pienso en la dieta de las gallinas de producción intensiva presenta en su composición luteína y cantaxantina, que son carotenoides pigmentantes, utilizados como aditivos alimentarios para modificar la coloración original de la yema, de manera que las

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

diferencias mostradas entre los dos grupos de huevos ensayados, pueden ser debidas a la ingesta de estos colorantes, por las gallinas de producción intensiva.

Algunos estudios han puesto de manifiesto que una ingestión elevada de cantaxantina produce una acumulación de pigmentos en la retina que puede afectar a la visión. Las diferencias de color en la yema debidas a la presencia de colorantes en la dieta de las gallinas del sistema intensivo, ponen de manifiesto la mayor ventaja en la calidad de los huevos de producción ecológica y el mayor valor biológico de estos huevos, al no presentar en su composición este tipo de colorantes, introducidos en el pienso de las gallinas de producción intensiva.

**Olor.** El aroma de los alimentos frescos, no elaborados, viene determinado por el contenido en compuestos aromáticos que presentan, y en definitiva por el contenido de aceites esenciales que contengan, ya que los compuestos aromáticos están presentes en ellos. El rendimiento de aceite esencial de la corteza de frutos cítricos en función del tipo de cultivo (Fig. 7.12) indica el mayor nivel de aromas externos que presentan los frutos ecológicos, atendiendo a las diferencias estadísticamente significativas encontradas. Además, en conjunto, se ha observado que existe una relación directa entre el rendimiento en esencia y el contenido mineral (mayor en los frutos ecológicos) y humedad (menor en los frutos ecológicos) de la corteza de los frutos.



**Figura 7.12. Rendimiento (%) de aceite esencial de la corteza de frutos cítricos en función del tipo de cultivo. Intervalos LSD al 95% de confianza.**

Los aceites esenciales o esencias son productos líquidos volátiles, obtenidos a partir de una materia prima vegetal, por arrastre en corriente de vapor de agua, dotados de olor generalmente agradable que se encuentran en los vegetales en composición compleja. Forman parte de ellos un gran número de componentes, identificándose en muchos de ellos entre 100 y 150 compuestos, formando químicamente parte de un grupo bastante heterogéneo (Primo Yúfera, 1995). Generalmente están formados por mezclas de hidrocarburos o derivados oxigenados de hidrocarburos. Los grupos más importantes son terpenos o sesquiterpenos, alcoholes y ésteres, aldehídos, cetonas, fenoles, éteres y peróxidos.

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR

Las esencias se producen en las células glandulares especiales, vasos secretores, glándulas superficiales o pelos glandulares que se encuentran situados en varios órganos (hoja, flor o parte de ella, fruto, yema, tallo o corteza, raíz, semillas, etc.). El aceite esencial acostumbra a estar contenido en las células vegetales en forma de glóbulos. Si toda la planta contiene aceites esenciales es muy probable que cada órgano posea uno de diferente calidad y composición química.

Mayor rendimiento en esencias se ha obtenido en el caso, tanto de la parte vegetativa como de las semillas de hinojo de procedencia ecológica (Cuadro 7.1). Además las semillas acumulan una proporción elevada de aceite esencial, frente al acumulado en la parte herbácea.

**Cuadro 7.1. Rendimientos en aceites esenciales de semilla y parte herbácea del hinojo ecológico y convencional.**

MATERIAL VEGETAL	Peso muestra (g)	Peso aceite (g)	Rendimiento (%)
Parte herbácea. Cultivo convencional.	5200	1.38	0.027
Parte herbácea. Cultivo ecológico.	5400	2.14	0.040
Semillas. Cultivo convencional.	4200	18.5	0.44
Semillas. Cultivo ecológico.	4000	19.6	0.49

Por lo que se concluye que la planta de hinojo cultivada bajo técnicas de AE es más aromática que la correspondiente en cultivo convencional ya que el contenido en aceite esencial de la parte herbácea del hinojo ecológico es un 32% más que en la planta cultivada bajo técnicas convencionales. A la par, la capacidad de reserva de nutrientes es mayor en las semillas ecológicas, ya que el rendimiento en esencia es un 10% superior.

Tanto sobre la composición de la esencia, como sobre el rendimiento de la misma, los factores ambientales (altitud, suelo, condiciones climáticas, año meteorológico), la parte de la planta, variedad, edad de las plantas, ecotipo, clon artificial seleccionado, labores culturales, fertilizantes, momento de la siega y sistemas de extracción, son determinantes para la variabilidad de la misma, teniendo en cuenta que se han controlado todos los factores, excepto los dependientes al sistema de producción, se puede ultimar que las diferencias observadas son debidas a las técnicas agronómicas ecológicas y convencionales.

La característica principal de ambos aceites es su alto contenido de éter-anetol fenólico, que es la base del sabor anisado o licoroso. Por consiguiente, estos aceites se utilizan a veces en licores, confitería, productos farmacéuticos en los que se precisa ese sabor. El

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

hinojo tiene una marcada acción antiséptica debida a la fenchona, y carminativa (eliminación de gases) por el anetol, además de eupéptica (digestiva).

Del análisis de los componentes de los aceites y su posterior identificación, mediante cromatografía de gases-masas, se concluye que en los aceites esenciales del hinojo, el componente mayoritario es, en todos los casos el acetol (Cuadro 7.2). Siendo este componente un 20% superior en el caso del aceite de semilla ecológica. El hecho de presentar mayor concentración del componente mayoritario, valora más positivamente la calidad de estos aceites, ya que una de las cualidades más apreciadas en los aceites esenciales es que el componente mayoritario, presente un elevado grado de pureza. Ello permite que la industria pueda utilizar aceites esenciales naturales, fácilmente purificables.

Cuadro 7.2. Composición porcentual mayoritaria de los aceites esenciales de semilla y parte herbácea del hinojo ecológico y convencional.

Componente	t <sub>R</sub> (minutos)	HERBÁCEA ECOLÓGICA	HERBÁCEA CONVENCIONAL	SEMILLA ECOLÓGICA	SEMILLA CONVENCIONAL
		% DE ÁREA TOTAL	% DE ÁREA TOTAL	% DE ÁREA TOTAL	% DE ÁREA TOTAL
<b>Anetol</b>	10.968	66.296	67.130	79.831	67.620
<b>Anisaldehido</b>	10.463	9.036	6.346	-	7.523
<b>Limoneno</b>	6.756	8.532	11.911	4.730	5.774
<b>Estragol</b>	9.592	4.033	4.019	7.964	7.759
<b>Fenchol</b>	10.142	3.075	3.337	-	-
<b>Fenchona</b>	7.811	1.158	1.174	5.888	5.584
<b>Fitol</b>	20.163	1.141	2.099	-	-
<b>Otros</b>		6.459	3.984	1.587	2.740

En el estudio de componentes de los aceites esenciales procedentes de las cortezas de frutos cítricos, en concreto de los frutos de la variedad lane-late. Se han identificado 21 componentes para los aceites de los frutos ecológicos y 23 componentes para los aceites de los frutos convencionales. De ellos, existen 8 componentes identificados que presentan una concentración superior al 1%, para los aceites de cortezas de cítricos convencionales que constituyen el 91.56% de la fracción volátil de las cortezas de estos frutos. De los frutos ecológicos se han identificado 6 componentes mayoritarios (>1%) que presentan el 96.26% de esta fracción volátil (Fig. 7.13).

Entre los componentes, el limoneno constituye el mayoritario del aceite esencial de naranja, pero como hidrocarburo, no contribuye a su aroma, éste es debido a componentes oxigenados, principalmente aldehídos. El contenido de d-limoneno para los aceites de cítricos de la variedad convencional es de un 65% frente a la ecológica con un 83%. En el caso del

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR

linalool es al contrario, existe más cantidad en la convencional con un 9.8% frente a la ecológica que apenas llega al 3%. El octanal y el anetol se identifican solo en los aceites ecológicos, con concentraciones entre 2.8-3.4%, respectivamente. En la variedad convencional se observa la identificación de más componentes, destacando la presencia del  $\alpha$ -terpineol, acetato de terpineol, decanal, 2-careen-4-ol, limonenodiol y TD-1, que rondan valores alrededor del 1.2% hasta el 3.6%, destacando los 5.2% de la carvona.

La composición de los aceites de cortezas de cítricos, además de los factores externos, dependerá de los factores intrínsecos a la variedad. Por ello, en la Fig. 7.14 se muestra la comparación entre la composición de los aceites esenciales de la corteza de frutos de la variedad navel convencional y ecológica, que difiere, de la analizada para la variedad lane-late. Entre los componentes mayoritarios para el aceite de cortezas de navel, destaca el d-limoneno, en proporciones muy similares para los dos tipos de aceites (convencional y ecológico). El  $\alpha$ -tuyeno, segundo compuesto en importancia presenta también fracciones muy similares para ambos tipos de aceites. Por otra parte el linalool está más presente en el aceite convencional (2.12% frente al 1.5% obtenido en el aceite ecológico). Por último destacar que entre los aldehídos, en el aceite convencional aparece el octanal, mientras que en el aceite ecológico es el decanal el compuesto que aparece mayoritariamente. Según Sánchez y Pino (1997), desde el punto de vista comercial, la calidad del aceite de naranja se juzga principalmente por el contenido en decanal, por lo que el aceite ecológico obtenido de la variedad navel, presenta buenas características cualitativas, atendiendo a su contenido en decanal.

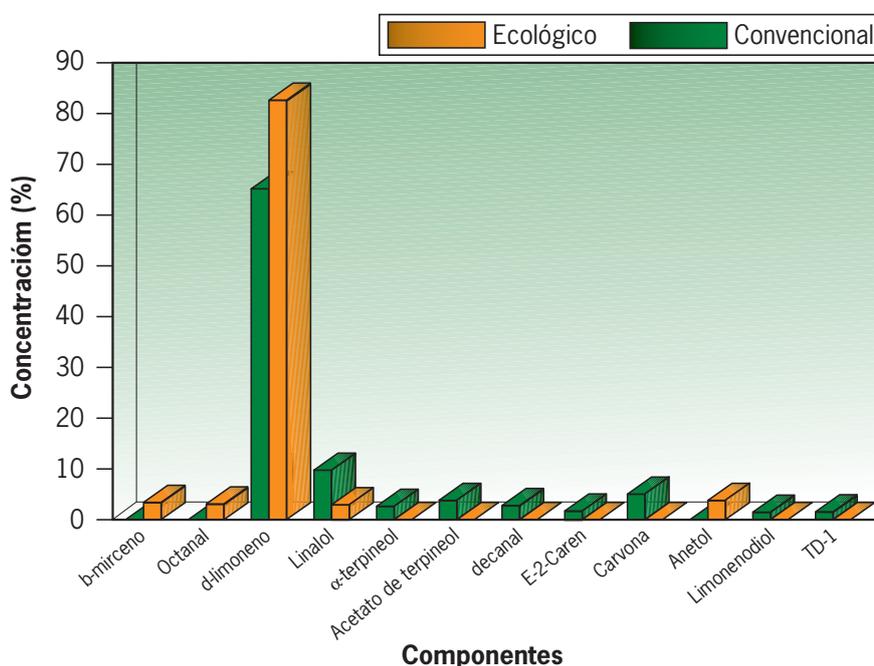
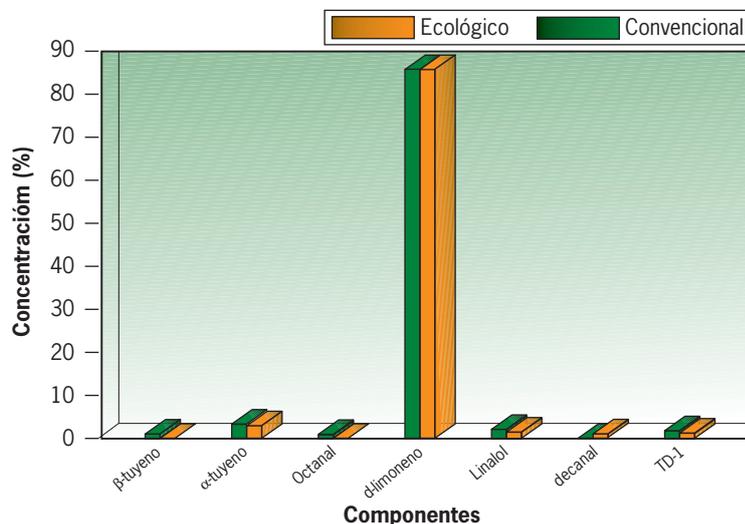


Figura 7.13. Composición porcentual del aceite esencial de corteza de lane-late convencional y ecológico.

## Alimentos ecológicos, calidad y salud.



**Figura 7.14. Composición porcentual del aceite esencial de corteza de navel convencional y ecológica.**

Se podría concluir que los productos de producción ecológica, son alimentos más aromáticos, por contener una fracción en aceites esenciales mayor. Por otra parte, la composición de los aceites esenciales va a depender fundamentalmente de la especie, parte analizada, variedad, condiciones edafoclimáticas, y prácticas de cultivo. Por lo que respecta a estas últimas, parece que los aceites obtenidos de especies producidas por técnicas de AE, contienen los componentes mayoritarios en proporción significativamente superior, más puros y con un valor cualitativo diferencial.

**Valoración sensorial.** En el estudio comparativo de huevos se realizó una valoración sensorial relativa, con un total de 10 catadores que desconocían el origen de las muestras. La valoración se realizó sobre huevos cocidos (Fig. 7.15) (ambos tipos de huevos se cocieron por separado con la misma cantidad de agua, igual temperatura de cocción e iguales tiempos) y sobre tortilla, (Fig. 7.16) que se elaboró de forma independiente, batiendo los huevos enteros por separado, se cocinaron con la misma cantidad de sal y de aceite y bajo los mismos tiempos de cocción y la temperatura, a un lado y a otro.

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR



Figura 7.15. Huevos cocidos intensivos (izquierda) y ecológicos (derecha).



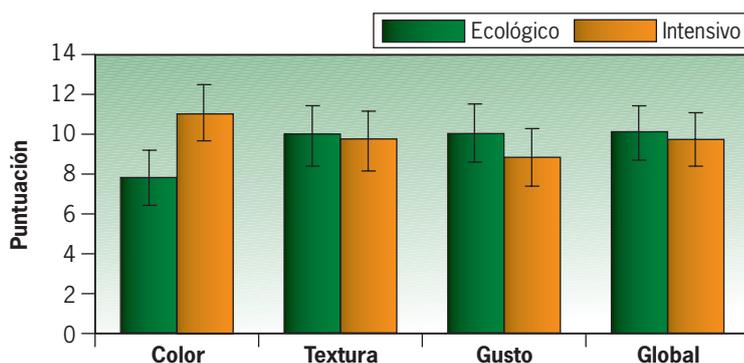
Figura 7.16. Tortilla de huevo intensivo (izquierda) y ecológica (derecha).

El color de los huevos cocidos fue un atributo valorado peor en los de procedencia ecológica (Fig. 7.17), ya que los huevos ecológicos tienen un color más amarillo que en los huevos de producción intensiva que son más anaranjados, incluso después de cocinarlos. Algunos estudios de mercado, como el de Roche (Hernandez *et al.*, 2001), indican que los consumidores buscan huevos de colores rojizos o naranjas muy fuerte, por lo que los tonos amarillentos muy brillantes de los huevos de producción ecológica no se asocian con un huevo de colores aceptables, debido a que la apreciación del consumidor está modificada por los patrones de venta de los huevos de producción intensiva, cuyo color de la yema puede ser modificado con colorantes, añadidos con el pienso.

La textura o sensación que produce la estructura o disposición de los componentes del alimento, el gusto o sabor y la valoración global de los huevos cocidos ha sido cuantificada

**Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

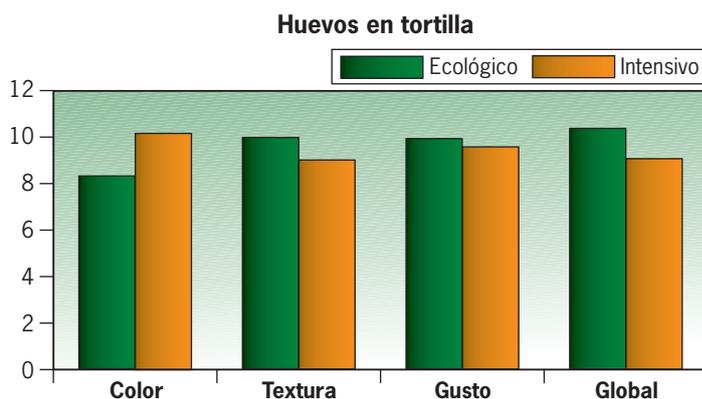
de forma similar para ambos tipos de huevos, aunque los de producción ecológica se han valorado con niveles superiores, es decir, el catador se decanta hacia los atributos de textura, gusto y valoración global que presentan los huevos cocidos procedentes de gallinas ponedoras de ganadería ecológica.



**Figura 7.17. Resultados de la valoración sensorial en el huevo cocido.**

En el caso de la valoración de la tortilla, se observa que el catador aprecia menos el color de las tortillas de huevos ecológicos que las de los huevos intensivos (Fig. 7.18), debido a preferencias marcadas por la costumbre y la asociación del color intenso, a un huevo de calidad. Además es posible que los colorantes del huevo intensivo sufran degradación, por el efecto de la temperatura aplicada en el proceso de elaboración y que modifica la apreciación visual del color de la tortilla.

Los catadores aprecian también con mayor puntuación la textura y el gusto de las tortillas de huevos ecológicos, al igual que en el caso de los huevos cocidos, tienen mejor palatabilidad y son huevos con muchos más matices de sabor que los huevos procedentes de la avicultura intensiva. La apreciación final indica que las tortillas que provienen de huevos ecológicos están más aceptadas, que las intensivas.

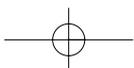
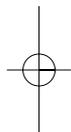
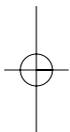


**Figura 7.18. Resultados de la valoración sensorial en la tortilla.**

## 7. AUMENTO DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE CALIDAD: ASPECTO, TEXTURA Y FLAVOR

Aunque el color de los huevos ecológicos tiene una aceptación menor valorada, por el momento, debido a los cánones establecidos por el mercado, la mayor palatabilidad y mayor gama de sabores le otorgan a los huevos procedentes de la avicultura ecológica un mayor valor de cata global que a los huevos de procedencia intensiva, además del resto de atributos positivos que conllevan todos los alimentos que están producidos bajo el amparo de la agricultura y ganadería ecológica.

Como conclusión a este apartado se podría decir que los alimentos de producción ecológica presentan, en general menores calibres, aunque las formas de los mismos se adaptan más a las típicas de las variedades, sin deformaciones. Los colores sobre todo, los verdes, es decir, los contenidos en clorofilas o los relacionados con la aplicación de fertilizantes nitrogenados de síntesis y la fotosíntesis, son más intensos en los alimentos de hoja de procedencia convencional. La introducción de colorantes en la composición de los piensos de las gallinas de puesta de sistemas convencionales, induce a huevos con mayor intensidad de color de yema, aunque con una repercusión sobre la salud perjudicial, por el alto riesgo en la ingesta de estos aditivos del pienso. Además, los alimentos ecológicos son más aromáticos.

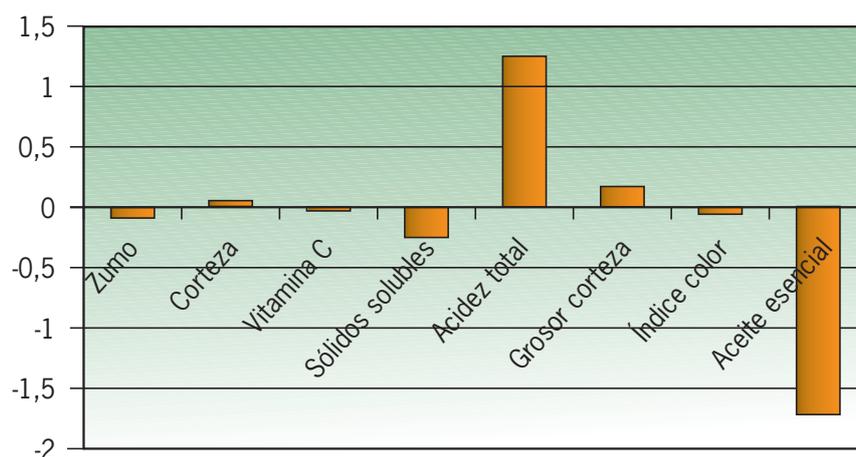


## 8. TIPIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES

El análisis discriminante se utiliza para clasificar o tipificar a distintas observaciones o individuos en grupos alternativos. Esta clasificación se efectúa a partir de los valores de un conjunto de variables medidas sobre los individuos a los que se pretende clasificar. Cada individuo puede pertenecer a un solo grupo. El objetivo principal del análisis discriminante es calcular las combinaciones lineales de las variables clasificadoras que maximicen la diferencia entre grupos. Las funciones obtenidas mediante estas combinaciones lineales son las funciones discriminantes.

Para el análisis discriminante completo que permita clasificar los frutos cítricos en función del tipo de cultivo, se ha utilizado como variables clasificadoras, el contenido en zumo, corteza, vitamina C, sólidos solubles, acidez total, así como el grosor de la corteza, su índice de color y su contenido en aceites esenciales. Para el cálculo de las funciones discriminantes que ayuden a diferenciar entre los dos sistemas de cultivo, se ha trabajado con un total de 99 muestras de cítricos, y cada muestra está formada por 4 frutos. Se ha obtenido una función canónica discriminante, estadísticamente significativa al 95% de confianza, con un alto nivel de correlación y con la que se explica el 100% de la variabilidad.

Se observa que los parámetros que más contribuyen a la clasificación son la acidez total y el contenido en aceite esencial (Fig. 8.1). Mediante esta clasificación se indica que los frutos cítricos de producción ecológica se caracterizan por un mayor nivel de aceites esenciales, y mayor contenido en sólidos solubles, en comparación con los de producción convencional que se caracterizan por presentar mayor acidez, y grosor de la corteza.



**Figura 8.1.** Coeficientes estandarizados de la función discriminante en la clasificación de los frutos cítricos en función del tipo de cultivo.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

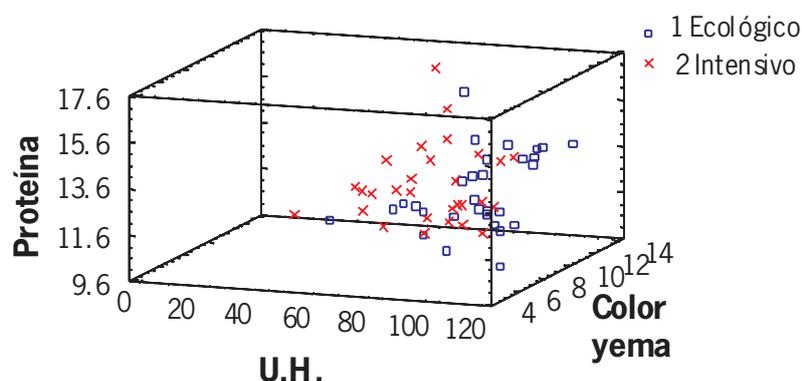
En el estudio del huevo, existe una estrecha relación entre el comportamiento de los parámetros de calidad interna en función de que pertenezca a un sistema de producción ecológico o intensivo. Esta información se obtiene a partir de la matriz de correlaciones de los parámetros que recogen los valores de cada muestra y de su correspondiente sistema de producción. Las variables que están correlacionadas entre sí y que son además suficientemente independientes de otras, se agrupan en factores. Cada factor está constituido por una combinación lineal de un subconjunto de las variables originales y es independiente de los otros factores.

Los resultados indican los tres parámetros que más influyen en la clasificación son las unidades Haugh, el color de la yema y el contenido en proteína (Fig. 8.2), de forma que la función clasificadora sería:

$$0.962052 \text{ Unidades Haugh} - 0.3489 \text{ Roche} - 0.0789 \text{ Proteína.}$$

Se observa que los huevos ecológicos se caracterizan por un mayor valor de las unidades Haugh (siendo este parámetro el de mayor peso específico a la hora de la clasificación), menor valor del color de la yema y un nivel muy similar, a los intensivos, del contenido en proteína (aunque este parámetro es claramente diferenciador).

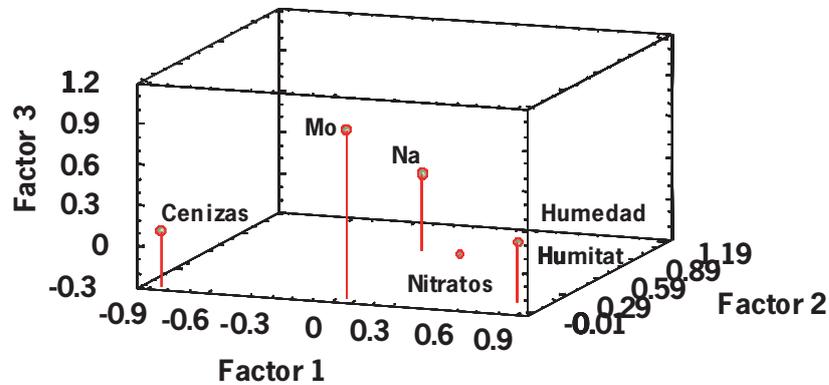
En un estudio de lechuga se realizó el análisis de relaciones mediante un análisis factorial de 5 variantes del material vegetal (humedad, cenizas, nitratos, molibdeno y sodio) con el fin de intentar explicar el mecanismo de la acumulación de nitratos en las hojas del material vegetal (ecológico y convencional), independientemente del sistema de producción y del tipo de riego efectuado, teniendo en cuenta la globalidad de las muestras analizadas.



**Figura 8.2. Clasificación de sistemas de producción de huevos (ecológicos e intensivos) en función de las unidades Haugh, color de yema y contenido en proteína.**

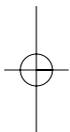
El resultado del análisis factorial indica que existen tres factores principales con los que se consigue explicar el 74.11% de la variabilidad de la totalidad de muestras analizadas (Fig. 8.3).

## 8. TIPIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES



**Figura 8.3. Representación del análisis factorial de (humedad, cenizas, nitratos, molibdeno y sodio) en el material vegetal analizado (ecológico y convencional).**

En vista de los resultados y atendiendo al factor 1 del análisis factorial, se puede concluir que, un aumento de la humedad en las lechugas conduce a una disminución del contenido mineral, independientemente del sistema de producción, siendo más acusado en las lechugas producidas convencionalmente, por lo tanto, una disminución de la calidad nutritiva y menor resistencia al almacenamiento. Del factor 2, se deduce que, un aumento de la concentración en nitratos conlleva a un aumento del contenido en sodio, por tanto, puede generar efectos tóxicos a las plantas si la actividad de la nitrato reductasa es demasiado elevada, produciendo además, acumulación de nitritos. Respecto al factor 3, no se puede decir que un aumento de molibdeno conduzca a una disminución de los nitratos, aunque pueden existir interferencias debido al análisis de la globalidad de todas las muestras vegetales, tanto de producción convencional como ecológica.



## 9. LOS ALIMENTOS SANOS PROVIENEN DE SUELOS SANOS

En el concepto agronómico, el suelo es el conjunto de materiales de superficie que, a lo largo de muchos años, han llegado a ordenarse en capas horizontales, que le confieren una serie de propiedades físicas y químicas, que permiten el desarrollo de la vegetación y de la vida animal. Estas capas u horizontes del suelo, su color, su espesor, y su composición son el resultado de la acción y naturaleza del medio, así como de los organismos que en él habitan.

El suelo debe ser considerado como un ecosistema, en el cual, la acción exterior puede descompensarlo. Esta transformación es llevada a cabo por los factores edáficos, climáticos y biológicos. Sobre los dos primeros el hombre no puede influir, pero en cambio el hombre sí actúa sobre el factor biológico. El factor biológico influye sobre la materia orgánica descomponiéndola en sustancias o compuestos más sencillos y en general solubles, como proteínas, hidratos de carbono o ácidos orgánicos complejos. Los responsables de estas transformaciones son los microorganismos que se encuentran en los suelos.

La biomasa edáfica es el conjunto de microorganismos, microfauna y enzimas extracelulares, que actúan en el suelo sobre la materia orgánica, produciendo las reacciones de humificación y mineralización del suelo. La principal acción de la fauna edáfica es sobre la desintegración, descomposición, mezcla y simplificación de la materia orgánica. Así pues la participación de la fauna en la formación del suelo es indirecta. Los microorganismos actúan sobre la materia orgánica para obtener la energía necesaria para su desarrollo y crecimiento y el carbono para la formación de nuevo material celular, y gracias a la descomposición sufrida por este ataque, el suelo se beneficia de las características que aporta la materia orgánica en los suelos. Por tanto una mala actividad biológica puede descubrirse por un exceso de materia orgánica. Esto puede relacionarse con valores de pH excesivamente extremos con condiciones asfixiantes por una deficiente estructura esencialmente deficiencia de Ca, exceso de  $\text{N-NH}_4^+$ , texturas con abundantes limos y arenas finas, inundaciones temporales, conductividad eléctrica muy baja y relaciones C/N elevadas.

Las prácticas de agricultura intensiva o convencional modifican los equilibrios naturales del suelo, disminuyendo los contenidos de materia orgánica, aumentando la presencia de residuos, incrementando la erosión, etc. Por ejemplo, un laboreo intensivo produce una erosión del suelo agrícola, que puede alcanzar el 80% de la superficie cultivada (Altieri, 1983), con su posterior empobrecimiento en coloides minerales y orgánicos que afectan paulatinamente a la microfauna y la fertilidad del suelo. También hay que tener en cuenta que un laboreo excesivo rompe la estructura del suelo, predisponiendo a las partículas coloidales a ser transportadas por el agua de escorrentía, favoreciendo así la acumulación en aguas subterráneas y/o superficiales.

La agricultura ecológica, como ya se ha comentado, recupera la cultura agrícola y fundamenta sus principios en la importancia del conocimiento de los procesos naturales, las

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

variedades y razas apropiadas a las condiciones de cada zona, los ciclos de cultivo determinados por el clima y el suelo y el aprovechamiento íntegro y sostenido de los procesos naturales. Esto no significa abandonar los modernos conocimientos técnicos, sino fundamentarse en ellos para comprender mejor la razón de ser de las técnicas tradicionales.

El principal objetivo, y por tanto diferencia, con la agricultura tradicional es la eliminación de productos fitosanitarios y abonos químicos. De este principio se deducen el resto de diferencias entre las dos prácticas agrícolas, ya que al eliminar los productos, que disminuyen la microfauna del suelo, la biomasa edáfica es capaz de producir, a partir de elementos naturales (como la materia orgánica, restos vegetales o animales) los nutrientes necesarios para su sostén y el del cultivo existente, sin necesidad de la aplicación exterior de productos químicos (Van Gestel *et al.*, 1996).

Las principales diferencias entre los sistemas de producción agrícola ecológica y convencional se reflejan en cuadro 9.1.

Al confrontar los suelos de producción ecológica y convencional hay que centrar dicha comparación en los aspectos de fertilidad, es decir en la capacidad del suelo en suministrar nutrientes para el crecimiento de la planta y en la habilidad del suelo para que estos nutrientes estén protegidos de la lixiviación y favorezca la disponibilidad para el cultivo. Se pueden distinguir tres tipos diferentes de fertilidad, dependiendo de la forma en la que se obtienen los nutrientes, es decir la fertilidad física, la química y la biológica.

Cuadro 9.1. Principales diferencias entre los sistemas de producción agrícola ecológica y convencional.

TIPO DE ACTIVIDAD	AGRICULTURA TRADICIONAL	AGRICULTURA ECOLÓGICA
<b>Sistema</b>	Simplificación productiva del sistema.	Diversidad de sistema.
<b>Lindes y cercos</b>	Separación de los árboles, campos, cultivos, ganadería y cultivos especializados.	Integración de los árboles, campos, cultivos, ganadería y cultivos especializados
<b>Nutrición</b>	Fertilidad mediante fertilizantes y biocidas.	Fertilidad mediante una gran biomasa en rotación.
<b>Maquinaria</b>	Mecanización alta.	Mecanización moderada.
<b>Suelo</b>	Control mecánico de la erosión.	Control biológico de la erosión.
<b>Cultivos</b>	Monocultivos y especialización	Cultivos mixtos y diversidad productiva.
<b>Control de fitosanitarios</b>	Eliminación con productos químicos.	Equilibrio nutricional, diversidad, métodos naturales.
<b>Costes</b>	Eficiencia energética baja e <i>inputs</i> elevados.	Eficiencia energética alta e <i>inputs</i> bajos.
<b>Productividad</b>	Variedades altamente productivas.	Variedades medianamente productivas.

## 9. LOS ALIMENTOS SANOS PROVIENEN DE SUELOS SANOS

La **fertilidad física** del suelo se refiere a aquellos parámetros que permiten, y de los que depende, la existencia de los nutrientes en el suelo. Estos parámetros son capacidad de intercambio catiónico, suministro de energía, retención de humedad, pH, etc. Estos parámetros dependen en general de la materia orgánica del suelo, principal responsable de la formación y estabilidad de los agregados por la acción de las sustancias húmicas.

La **fertilidad química** del suelo es la consecuencia de las aportaciones de los elementos a través de productos químicos de síntesis, fertilizantes, y es lo que se conoce como fertilización. El principio básico de la fertilización es la restitución al suelo de tres elementos fundamentales para el desarrollo del cultivo (N/K/P), en agricultura convencional en forma de abonos químicos solubles con la dosis de aplicación calculada de forma científica, acorde a las necesidades del cultivo. En AE, esta fertilización también se puede conseguir con la aplicación de materia orgánica si se asegura su evolución hasta humus. Además con esta incorporación se consigue aumentar los niveles de microelementos y de organismos vivos al suelo.

La **fertilidad biológica** del suelo es ocasionada por la acción de los organismos vivos del mismo sobre los elementos que se encuentran en él, obteniendo como resultado sustancias necesarias tanto para su desarrollo como para el del cultivo. Cinco características demuestran que el suelo es un organismo vivo: movimiento, respiración, generación de calor, digestión y evolución.

Con el objetivo de tipificar y encontrar parámetros diferenciadores en los suelos ecológicos, se llevaron a cabo estudios en los cuales se cuantificaron los niveles de fertilidad física, química y biológica de diferentes suelos ecológicos y convencionales ubicados en zonas de producción hortícola de la provincia de Valencia (España), plantados en ese momento de col china. Los parámetros analizados en los diferentes suelos sirvieron como variables clasificadoras para el análisis discriminante, eliminándose después del estudio previo, aquellas que menos contribuyeron a la clasificación, quedando como variables clasificadoras, y por lo tanto como las que más contribuyen a la clasificación, el valor del pH en KCl o pH potencial, el contenido en fósforo asimilable y la actividad enzimática.

También se observó una clara relación entre el comportamiento de los parámetros analizados en cada muestra de suelo en función de su procedencia (ecológico o convencional), por lo que se llevó a cabo un análisis factorial con el objetivo de obtener un número reducido de factores comunes independientes e interpretables que recojan la mayor parte de la información original sobre los suelos. Los resultados indican la existencia de cuatro factores principales con los cuales se consigue explicar el 88.07% de la variabilidad de los resultados originales (Cuadro 9.2). Se observa que para el primer factor los parámetros con mayor peso dentro del análisis factorial son la concentración en potasio asimilable, el pH en KCl, la concentración en iones nitritos, el contenido mineral total, materia orgánica y humedad y la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$ , respectivamente. Por otra parte, el factor 4 separa la actividad enzimática del resto de parámetros, lo que indica que los valores de la actividad enzimática son lo suficientemente robustos como para constituir un factor independiente en el análisis factorial que analiza los suelos ecológicos y convencionales. Atendiendo al factor 1 del

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

análisis factorial, se puede concluir que un aumento en el contenido en materia orgánica en los suelos estudiados, repercute en un aumento del contenido en material mineral, en un aumento en la humedad, es decir, del contenido en agua adherida a las partículas del suelo, y un aumento del contenido de los iones intercambiables ( $K^+$  y  $Ca^{2+}$ ), además se observa que se produce una disminución del pH potencial (en KCl), lo que pone de manifiesto que la realización de enmiendas orgánicas, mejora la estructura y composición de los suelos (tanto ecológicos como convencionales).

El trabajo se repitió en otra zona productora, dos campañas más tarde. En este caso se realizó un análisis factorial seleccionando un número reducido de factores comunes, independientes e interpretables, que recogen la mayor parte de la información original. Obteniéndose tres factores principales con los que se consigue explicar el 85.80% de la variabilidad de los resultados obtenidos.

El cuadro 9.3 muestra el peso que cada uno de los parámetros tiene en los factores. Se observa que para el primer factor los parámetros con mayor peso dentro del análisis factorial son; la materia orgánica, la actividad enzimática y el contenido en fósforo y en potasio. En el segundo factor, las variables con mayor peso son; la humedad, el contenido en nitratos y sus formas reducidas (nitritos y amonio). El tercer factor es la concentración en el ion sodio con un 12% de la variabilidad de las muestras analizadas. Se observa que no existe ninguna relación con los demás parámetros estudiados, es decir, se trata de un factor independiente dentro del análisis factorial.

Atendiendo al factor 1 del análisis factorial, se puede concluir que un aumento de materia orgánica genera mayor actividad enzimática y mayor concentración de fósforo y potasio asimilables y disponibles en el suelo para ser absorbidos por el material vegetal. El segundo factor importante obtenido, está formado por una combinación donde el mayor peso lo tienen los parámetros de humedad, nitratos y sus formas reducidas. Se deduce, que un aumento de la humedad genera mayor concentración de nitratos. Los suelos que posean valores elevados del factor 1 y más bajos del factor 2, obtienen mejores condiciones agronómicas, tal y como se corresponde con los suelos ecológicos, y por contra en los suelos convencionales se obtiene mayor significatividad del factor 2. El factor 3, no define ningún tipo de suelo analizado, además, el sodio es el único parámetro que aparece como fundamental sin ninguna relación con otro, por tanto, se trata de un factor importante a tener en cuenta en los suelos (ecológicos ó convencionales). Es probable que un aumento de sodio en un suelo disminuya la actividad enzimática y en consecuencia una disminución de la actividad reductora de los nitritos a amonio.

## 9. LOS ALIMENTOS SANOS PROVIENEN DE SUELOS SANOS

Cuadro 9.2. Valores estandarizados de los parámetros del suelo en el análisis factorial.

Parámetro	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Cenizas (%)	<b>0.83858*</b>	0.48700	-0.00583	0.06239
Humedad (%)	<b>0.79820</b>	0.55820	-0.08687	0.00209
pH en agua	-0.25146	<b>-0.82402</b>	0.07425	-0.38049
pH en KCl	<b>-0.88330</b>	-0.06010	0.05859	-0.34461
Conductividad	0.40262	<b>0.80827</b>	0.28788	-0.06199
M. O. (%)	<b>0.83653</b>	-0.06842	0.35887	0.13958
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.18959	<b>0.79836</b>	-0.26471	-0.14707
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	<b>0.85375</b>	0.41871	-0.14659	0.06456
K <sup>+</sup>	<b>0.90889</b>	0.15700	-0.03149	0.15387
Ca <sup>2+</sup>	<b>0.74094</b>	0.45391	-0.36734	-0.18411
Na <sup>+</sup>	0.08983	0.18025	<b>0.73581</b>	-0.46627
Fósforo asimilable	-0.10754	-0.16815	<b>0.92397</b>	0.02399
CaCO <sub>3</sub>	-0.62731	0.63530	0.09161	0.30085
A. enzimática	0.26127	0.09495	-0.12443	<b>0.83748</b>

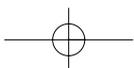
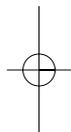
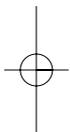
\*en negrita los coeficientes con mayor peso dentro del factor

Del estudio se deduce, que la práctica de incorporar materia orgánica a los suelos como aporte nutricional, repercute en una mejora de la actividad enzimática del suelo y favorece la disponibilidad de fósforo y potasio para la planta. Además, se reduce la acumulación de las formas nitrogenadas solubles en el suelo, que al mismo tiempo se ven favorecidas por un aumento del contenido en humedad del suelo y en consecuencia susceptible de ser lixiviados. Es decir, el aporte de materia orgánica reduce la contaminación derivada de la acumulación de nitratos en suelos y acuíferos. Por otra parte, el ión sodio es muy importante, pero en cantidades elevadas, parece ser, que la vida del suelo se ve afectada y se obtienen suelos con menos capacidad de fertilización para las plantas cultivadas.

Cuadro 9.3. Valores estandarizados de los parámetros después de la rotación Varimax en suelos.

Parámetro	Factor 1	Factor 2	Factor 3
MATERIA ORGÁNICA	<b>0.910195</b>	-0.365327	0.113409
ACTIVIDAD ENZIMÁTICA	<b>0.824629</b>	0.026198	-0.017174
FÓSFORO ASIMILABLE	<b>0.690537</b>	0.421022	0.371834
POTASIO ASIMILABLE	<b>0.867226</b>	0.042051	0.237744
HUMEDAD	0.171779	<b>0.870841</b>	0.039827
NITRATOS	-0.512960	<b>0.703894</b>	0.253436
NITRITOS	0.642016	<b>0.697918</b>	-0.129766
AMONIO	-0.142672	<b>0.965792</b>	-0.019425
SODIO	0.167116	0.014316	<b>0.973245</b>

\*en negrita los coeficientes con mayor peso dentro del factor



## 10. BIBLIOGRAFÍA

**AFSSA. (Agence Francaise de Sécurité Sanitaire des Aliments).** 2003. *Evaluation des risques et bénéfiques nutritionnels et sanitaires des aliments issus de l'agriculture biologique*, 186 pp.

**ALTIERI, M.A.** 1983. *Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa*. Ed. Cetal. Valparaiso.

**ANDREWS, M.; RAVEN, J.A.; LEA, P.J.; SPRENT, J.I.** 2006. *A role for shoot protein in shoot-root dry matter allocation in higher plants*. *Annals of botany* 97, 3-10.

**BBC Mundo.com.** 2003.  
[news.bbc.co.uk/hi/Spanish/science/newsid\\_2001000/20010825](http://news.bbc.co.uk/hi/Spanish/science/newsid_2001000/20010825).

**BAHORUN, T.; LUXIMON-RAMMA, A.; CROZIER, A.; ARUOMA, O.I.** 2004. *Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables*. *Journal of the science of food and agriculture* 84, 1553-1561.

**BLANKEMEYER, J.T.; ATHERTON, R.; FRIEDMAN, M.** 1995. *Effect to potato glycoalkaloids alpha-chaconine and alpa-solanine on sodium active transport in frog skin*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43, 636-639.

**BUZADZIC, B.; KORAC, B.; LAZIC, T.; OBRADOVIC, D.** 2002. *Effect of supplementation with Cu and Zn on antioxidant enzyme activity in the rat tissues*. *Food Res. Int.* 35, 217-220.

**CAC/GL. Comisión del Codex Alimentarius.** 1999. *Directrices para la producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos producidos orgánicamente. Punto 7*.

**CALVO REBOLLAR, M.** 1991. *Aditivos Alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*. Mira Editores, Zaragoza 155 pp.

**CAO, G.; RUSSELL, R.M.; LISCHNER, N.; PRIOR, R.L.** 1998. *Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly women*. *Journal of nutrition* 128, 2383-2390.

**CANTLIFFE, D.J.** 1972. *Nitrate accumulation in vegetable crops as affected by photoperiod and light duration*. *Journal American Society for Horticultural Science* 97, 414-418.

**CEBOLLA CORNEJO, J. SOLER, S. NUEZ, F.** 2002. *Conservación y uso de variedades tradicionales de hortalizas*. En: *Actas V Congreso de la SEAE. I Congreso Iberoamericano de Agroecología*, 529-536.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

**DE SILGUY, C.** 1999. *La Agricultura biológica, técnicas eficaces y no contaminantes*. Ed Acribia, S.A., Zaragoza, 129 pp.

**DITTRICH, K.; LEITZMANN, C.** 1998. *Los alimentos bioactivos*. Editorial Integral, Barcelona, 111 pp.

**DOCE, Diario Oficial de las Comunidades Europeas.** (1991). *Reglamento (CEE) nº 2092/91, del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios*. DO L 198: 1-15. Actualizado en diciembre de 2001.

**DOCE, Diario oficial de las Comunidades Europeas.** 1999. *Reglamento (CE) nº 864/1999 de la Comisión de 26 de abril de 1999 que modifica el Reglamento (CE) nº 194/97 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios*. DO L 108, 16-18.

**DOCE, Diario oficial de las Comunidades Europeas.** 2003. *Reglamento 1989/03 de la Comisión de 6 de Noviembre de 2003 por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis*.

**DORMONT, D.** 2002. *Prions, BSE and food*. International Journal of food Microbiology 78, 181-189.

**EL BAYOUMY, K.; SINHA, R.; PINTO, J.T.; RIVLIN, R.S.** 2006. *Cancer Chemoprevention by Garlic and Garlic-Containing Sulfur and Selenium Compounds*. Journal of nutrition 136, 864S-869S.

**EL KOBBIA, M.** 1999. *Response of Washington navel orange to organic fertilizer "biohumus" and cattle manure application*. Alexandria Journal of Agricultural Research 44, 199-207.

**EL MADFA, I.; AIGN, W.; MUSKAT, E.; FRITZSCHE, D.; CREMER, H-D.** 1998. *La gran guía de la composición de los alimentos*. Editorial Integral, Barcelona, 95 pp.

**FAO-OMS.** 1996a. *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO, Roma, Italia.

**FAO-OMS.** 1996b. *Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture and the Leipzig Declaration*. International Technical Conference on Plant Genetic Resources Leipzig, Germany 17-23 June 1996. FAO, Roma, Italia.

**FAO-OMS.** 1998. *Evaluating the potential contribution of organic agriculture to sustainability goals*. FAO's technical contribution to IFOAM's Scientific Conference. Argentina.

**HAGEN, R.E.; SCHWEIGERT, B.S.** 1983. *Nutrient contents of table ready foods: cooked, processed and stored*. Contempt. Nut. 8: n° 2 General Mills, Minneapolis, 3 pp.

**HAJSLOVA, J.; SCHULZOVA, V.; SLANINA, P.; JANNE, K.; HELLENAS, K.E.; ANDERSSON, C.** 2005. *Quality of organically and conventionally grown potatoes: Four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties*. Food additives and contaminants 22, 514-534.

**HALLIWELL, B.** 2000. *The antioxidant paradox*. The Lancet 355, 1179-1180.

**HEINZE, P.H.** 1973. *Effects of storage, transportation, and marketing conditions on the composition and nutritional values of fresh fruits and vegetables*. USDA Eastern Res. Lab. Publ. 3786, 29-34.

**HERNANDEZ, J.M.; SEEHAWER, J.; HAMELIN, C.; BRUNI, M.; WAKEMAN, W.** 2001. *Calidad del huevo. Expectativas de los consumidores Europeos*. ROCHE. 56 pp.

**IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements).** 2005. Consulta: octubre 2005. <http://www.ifoam.org>

**KAN, C.A.** 2002. *Prevention and control of contaminants of industrial processes and pesticides in the poultry production chain*. Poultry Science Association, 77, 1481-1487.

**KRAMER, A.; TWIGG, B.A.** 1970. *Quality Control for the Food Industry*. 3<sup>rd</sup> ed. AVI, Van Nostrand Reinhold Co., New York.

**LABRADOR, J.; GUIBERTEAU, A.** 1991. *La agricultura ecológica*. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, n° 11/90, 43 pp.

**LEE, C.Y.; STOEWESAND, G.S.; DAWNING, D.L.** 1972. *Nitrate problems in foods*. New York's Food and Life Sciences 5, 8-9.

**MAGA, J.** 1980. *Glycoalkaloid stability during the extrusion of potato flakes*. Journal Food Process Preserv. 4, 291-296.

**MAROTO, J.V.** 1986. *Posibilidades de producción tardía en el litoral valenciano de los cultivos de coles chinas y apios*. CAPA.

**MATT, P.; GEIGER, M.; WALCH LIU, P.; ENGELS, C.; KRAPP, A.; STITT, M.** 2001. *Elevated carbon dioxide increases nitrate uptake and nitrate reductase activity when tobacco is growing on nitrate, but increases ammonium uptake and inhibits nitrate reductase activity when tobacco is growing on ammonium nitrate*. Plant cell. Environ. 24, 1119-1137.

**MERINO, D.C.; ANSORENA, J.** 1993. *Recomendaciones para el cultivo de hortalizas con bajo contenido en nitratos*. Horticultura 90, 11-20.

### Alimentos ecológicos, calidad y salud.

---

- MINETTI, A.C.** 2002. *Marketing de alimentos ecológicos*. Ed. Pirámide. Madrid, 271 pp.
- MIRANDOLA, R.; TUCCOLI, M.; VAGLINI, S.; DE RISI, P.** 1992. *Sistemi qualità*. ETS Editrice. Pisa, 2ª Edición.
- MOZAFAR, A.** 1993. *Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review*. Journal Plant Nutr. 16, 2479-2506.
- MORENO PERIS, E.** 2002. *Influencia del Cultivo Ecológico y del Sistema de Riego Sobre la Calidad del Hinojo y Escarola*. Trabajo Final de Carrera. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia, 139 pp.
- MOURE, A.; CRUZ, J.M.; FRANCO, D.; DOMINGUEZ, J.M.; SINEIRO, J.; DOMINGUEZ, H.; NUNEZ, M.J.; PARAJO, J.C.** 2001. *Natural antioxidants from residual sources*. Food Chem. 72, 145-171.
- NRC. National Research Council (U.S.).** 1985. *Evaluation of cyclamate for carcinogenicity*. Committee on the Evaluation of Cyclamate for Carcinogenicity. National Academy Press XII. Washington, D.C. 196 pp.
- NAVARRO GARCIA, G.; NAVARRO BLAYA, S.** 2000. *Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 488 pp.
- NOWAKOWSKI, T.Z.** 1971. *Effects of potassium and sodium on the contents of soluble carbohydrates and nitrogenous compounds in grass*. Proceedings 8<sup>th</sup> Coil. Int. Potash Inst. Berna.
- PALOMARES, G.; RAIGON, M.D.; ORDOÑO, I.; ORTIZ-PÉREZ, M.** 2003. *The influence of organic cultivation on productive components in dry bean*. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 46, 111-112.
- PALZKILL, D.A.; TIBBITTS, T.W.; WILLIAMS, P.M.** 1976. *Enhancement of calcium transport inner leaves of cabbage for prevention of Tip Burn*. Journal American Society of Horticultural Science 101, 645-648.
- PERISSÉ, J.; SIZARET, F.; FRANCOISE, P.** 1988. *The effect of income on the structure of the diet*. FAO Nutrition Newsletter 7-3, 1-9.
- PRIMO YÚFERA, E.** 1995. *Química orgánica, básica y aplicada. De la molécula a la industria*. Tomo II. Ed. Reverté, Barcelona, 461 pp.
- RAJASEKHAR, VK; OELMULLER, R.** 1987. *Regulation of nitrate reductase and nitrite reductase in higher plants*. Physiologia Plantarum 71, 517-521.

- RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ-GENTO, A.; CAROT-SIERRA, J.M.; VIDAL, E.** 2002a. *Comparación de parámetros de calidad en hortalizas de hoja ancha bajo sistemas de producción ecológica y convencional.* Agrícola Vergel 241, 26-32.
- RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A.; MINGUEZ, M.** 2002b. *Incidencia del Tipburn en Col China cultivada bajo Sistemas de Producción Ecológica y Convencional.* Agrícola Vergel 249, 525-531.
- RAIGÓN, M.D.; PALOMARES, G.; ORTIZ-PÉREZ, M.; ORDOÑO, I.** 2003. *Ca, K, Fe, P and Na Content in different varietals types of dry bean using two growing systems: organic and conventional.* Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 46, 109-110.
- RINALLO, C.; MORI, B.** 2000. *Oxalate and ascorbic acid in kiwifruit during growth and storage.* Italian journal of food science 12, 435-442.
- RUIZ LOZANO, J.M.; AZCÓN, R.** 1996. *Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants.* Agriculture, ecosystems and environment 60, 175-181.
- SACILIK, K.; ELICIN, A.K.** 2006. *The thin layer drying characteristics of organic apple slices.* Journal of food engineering 73, 281-289.
- SÁNCHEZ, M.; PINO, J.** 1997. *Obtención de aceites esenciales de toronja concentrado y estudio de su composición.* Alimentaria 286, 55-58.
- SHEPHERD, R.** 1980. *The European rabbit flea Spilopsyllus cuniculi (Dale) in Australia its use as a vector of myxomatosis.* Proceedings of the International Conference on Fleas, 301-307.
- STEINGOVER, E.; OOSTERHIRIS, R.; WIERINGA, F.** 1982. *Effect of light treatment and nutrition on nitrate accumulation in spinach.* Z. Pflanzenphysiolog 107, 97 pp.
- STONE, W.L.; LECLAIR, I.; PONDER, T.; BAGGS, G.; REIS, B.B.** 2003. *Infants discriminate between natural and synthetic vitamin E.* American journal of clinical nutrition 77, 899-906.
- STOPES, C.; WOODWARD, L.; FORDE, G.; VOGTMANN, H.** 1988. *The nitrate content of vegetable and salad crops offered to the consumer as from organic or conventional production systems.* Biological agriculture and horticulture 5, 215-222.
- THOMASSEN, M.A.; BOER, I.J.M. DE** 2005. *Evaluation of indicators to assess the environmental impact of dairy production systems.* Agriculture, ecosystems and environment 111, 185-199.

### **Alimentos ecológicos, calidad y salud.**

---

**TRUMBO, P.R.** 2005. *The level of evidence for permitting a qualified health claim: FDA's review of the evidence for selenium and cancer and vitamin E and heart disease.* Journal of nutrition 135, 354-356.

**VAN GESTEL, M.; MERCKX, R.; VLASSAK, K.** 1996. *Spatial distribution of microbial biomass in microaggregates of a silty-loam soil and the relation with the resistance of microorganisms to soil drying.* Soil. Biol. Biochem. Exeter. 18, 503-510.

**VATTEM, D.A.; SHETTY, K.** 2005. *Biological functionality of ellagic acid: a review.* Journal of food biochemistry 29, 234-266.

**VELIOGLU, Y.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B. D.** 1998. *Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products.* Journal of agricultural and food chemistry 46, 4113-4117.

**WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L.** 1996. *Total antioxidant capacity of fruits.* Journal of agricultural and food chemistry 44, 701-705.

**WHITE, K.L.M.; CHALMERS, D.M.; MARTIN, I.G.; EVERETT, S.M.; NEVILLE, P.M.; NAYLOR, G.; SUTCLIFFE, A.E.; DIXON, M.F.; TURNER, P.C.; SCHORAH, C.J.** 2002. *Dietary antioxidants and DNA damage in patients on long-term acid-suppression therapy: a randomized controlled study.* Br. Journal Nutr. 88, 265-271.