



*** La capacidad antioxidante
de la dieta española
la "rueda de los alimentos" antioxidantes**

- Autor:

**Jesús Román Martínez Álvarez
M^a Izquierdo Pulido**

- Polifenoles y salud

A continuación revisamos, de la bibliografía actual, los posibles efectos de los polifenoles sobre la salud que hasta estos momentos se han descrito. Así, podemos encontrar referencias sobre:

Dieta rica en polifenoles. La ingestión, en el contexto de una dieta equilibrada, de alimentos ricos en polifenoles parece guardar una estrecha relación con una mejor salud. Referencias globales de este tipo se encuentran, por ejemplo, en el estudio epidemiológico de Zutphen, realizado en 552 ancianos entre 50 y 69 años durante un período de 5 años, en el que se observó como la ingesta de flavonoides estaba inversamente correlacionada con la mortalidad producida por enfermedades cardíacas y con la incidencia de ataques cardíacos. De este modo, se observó un 60% menos de mortalidad entre la población que ingería un mayor contenido de flavonoides en su dieta (Hertog et al, 1993)

Polifenoles y actividad antioxidante. Los efectos beneficiosos de la ingesta de un elevado número de alimentos ricos en compuestos fenólicos como fresas, espinacas, vino tinto... se pueden evaluar a corto plazo ya que aumentan la capacidad antioxidante en suero (Cao et al, 1998; Velioglu et al, 1998; Kähkönen et al, 1999), lo que avala el creciente interés por el consumo de alimentos ricos en estos compuestos (Hertog et al, 1995)

La relación entre la capacidad antioxidante total de la dieta y los marcadores de inflamación apenas ha sido estudiados in vivo. De entre los datos disponibles, señalamos que parece haber una relación significativa inversa entre la proteína C reactiva del plasma y los antioxidantes totales de la dieta ingeridos. La relación es más estrecha precisamente en aquellos sujetos que padecen hipertensión. Además, el valor antioxidante total de la dieta es significativamente mayor en aquellos sujetos que tienen cifras plasmáticas de proteína C reactiva bajas en comparación con los que las tienen más altas. La conclusión de que la capacidad antioxidante total de la dieta está inversa e independientemente relacionada con las concentraciones plasmáticas de proteína C reactiva, que podría ser uno de los mecanismos que explicaría el efecto protector frente a las enfermedades cardiovasculares de

una dieta rica en antioxidantes. Esto, en definitiva, podría ser especialmente significativo para sujetos con hipertensión (Brighenti et al, 2005)

En lo que respecta a la capacidad antioxidante total del suero (CAT) en diversas patologías, se ha visto que a menudo disminuye significativamente (por ejemplo, hasta un 24% en la anorexia nerviosa, un 20% en la encefalopatía VIH, un 13% en la polineuropatía diabética y un 17% en la cardiomiopatía) Sin embargo, en el suero de los pacientes afectados por enfermedades renales, la capacidad antioxidante está significativamente elevada. Los datos indican que un estrés oxidativo aumentado puede relacionarse con la patogénesis ó la progresión de la polineuropatía diabética así como de la cardiomiopatía. La disminución de la capacidad antioxidante del suero en pacientes con anorexia nerviosa o con encefalopatía VIH se debe, probablemente, en primer lugar a la malnutrición y en segundo lugar a la insuficiencia inmune y a la disminución de la capacidad antioxidante. En la enfermedad renal, sin embargo, la acumulación de urea en plasma parece ser la responsable de esta alta capacidad antioxidante. En contraste, otros autores no han hallado cambios en el valor antioxidante del plasma en la enfermedad de Parkinson, en Alzheimer, en el síndrome depresivo ni en la esquizofrenia (Sofic et al, 2002)

Polifenoles y cáncer. Desde un punto de vista bioquímico, los compuestos fenólicos revisten un especial interés debido a su potencial anticarcinógeno, bien por estimular el bombeo de ciertos agentes cancerígenos hacia el exterior de las células o bien por actuar mediante la inducción de enzimas de detoxificación (Mazza, 2000). En la bibliografía científica, son múltiples las referencias que demuestran que los flavonoides tienen efectos citostáticos en varios sistemas *in vitro* y que son capaces de regular ciertos procesos importantes en el desarrollo del cáncer. Los flavonoides tienen actividad antipromotora, efecto antiinvasivo, e inhiben enzimas como la tirosina proteinkinasa, la ornitina descarboxilasa TPA-dependiente y la DNA topoisomerasa. Numerosos trabajos de investigación demuestran que los isoflavonoides de la soja, especialmente la genisteína, pueden tener efecto protector frente a diferentes tipos de cáncer (mama, colon y piel). Este hecho, se ha relacionado con el efecto estrogénico de los isoflavonoides, mediante diferentes mecanismos bioquímicos (Barnes, 1995; Herman y col, 1995).

Polifenoles y salud cardiovascular. Los compuestos fenólicos protegen de la oxidación a las lipoproteínas de baja densidad (LDL) desempeñando un papel clave para prevenir la aterosclerosis. También pueden prevenir la trombosis, inhibiendo la agregación plaquetaria, la permeabilidad y fragilidad capilar (Mazza, 2000). Este efecto se ha demostrado mediante experimentos con animales *in vitro* e *in vivo*. En muchos casos, se inhibe la AMP cíclico fosfodiesterasa y como resultado se incrementan los niveles de cAMP. Asimismo, se reduce el nivel de calcio, se inhibe el "factor de activación plaquetario", la captación de radicales libres y se reduce la liberación de enzimas que favorecen la agregación plaquetaria (Meltzer y Malterud, 1997; Craig, 1996)

Polifenoles e inmunidad. Los compuestos fenólicos también son considerados como reguladores del sistema inmune y como antiinflamatorios, probablemente debido a la modulación del metabolismo del ácido araquidónico, reduciendo los niveles de tromboxano. También modulan la actividad enzimática de la ciclooxigenasa, lipoxigenasa, fosfolipasa A2, hialuronidasa, e inhiben la acción de la angiotensina convertasa, mieloperoxidasa (que produce el hipoclorito y otros prooxidantes) y xantinaoxidasa (que produce los radicales superóxido), entre otras. Dichos efectos les otorgan un amplio potencial para su utilización con fines médicos (Craig, 1996). Son numerosos los estudios que han mostrado que este tipo de compuestos poseen propiedades antioxidantes, inhibiendo la peroxidación lipídica y captando radicales libres como hidroxilo, superóxido y alcoxi radical (Sichel et al, 1991)

Polifenoles e infección. También se han descrito efectos antivíricos, antibacterianos y antifúngicos. Se ha observado *in vitro* el potencial de la epicatequina como agente antivírico y las antocianidinas pueden inhibir los enzimas que intervienen en la replicación del rinovirus y del virus de la inmunodeficiencia humana (HIV) (Hocman, 1989)

Polifenoles y salud ósea. Numerosos estudios señalan el papel protector de los polifenoles frente a la osteopenia. Así, se ha encontrado que la rutina inhibe la pérdida de travéculas óseas en ratas ovariectomizadas por diferentes causas: a) por reducir la resorción ósea y b) por aumentar la actividad osteoblástica (Horcajada-Molteni et al, 2000)

Polifenoles y menopausia. Es conocida desde hace tiempo la probable protección ante la aparición de patologías postmenopáusicas (ECV, osteoporosis...) cuando se suplementa la

dieta con fitoestrógenos (Keller et al, 1999) Estudios más recientes apoyan la teoría de que los fitoestrógenos (isoflavonas y lignanos entre ellos) podrían tener un papel en la prevención de la osteoporosis tras la menopausia, especialmente en el caso de la soja, las semillas de lino y las ciruelas (Arjmandi, 2001). Estos **fitoestrógenos** son compuestos de origen vegetal (judías, coles, espinacas, soja, cereales, lúpulo...) con actividad estrogénica o antiestrogénica. Los principales componentes presentes en los alimentos y que tienen esta actividad son los isoflavonoides, los flavonoides y los lignanos.

Sin embargo, actualmente no hay evidencias que sugieran beneficios consiguientes a la promoción de modificaciones dietéticas en este sentido. Asimismo, cabe destacar que los fitoestrógenos han producido efectos secundarios negativos en animales de experimentación, como por ejemplo sobre la diferenciación cerebral durante el crecimiento. Tampoco conocemos las posibles dosis tóxicas cuando se ingieren por niños ó por adultos.

- Cacao, polifenoles y salud

Capacidad antioxidante. Hay numerosos datos que confirman el potencial antioxidante de los polifenoles del cacao y de su biodisponibilidad. Por ejemplo, los eritrocitos de personas que consumen cacao rico en flavonoides muestran una reducida susceptibilidad a la hemólisis inducida por los radicales libres (Zhu et al, 2005)

La ingestión reducida, o la insuficiente disponibilidad de los antioxidantes de la dieta (entre los que se incluyen las vitaminas E y C, los carotenoides, los polifenoles y otros micronutrientes como el selenio), debilita la capacidad antioxidante del organismo. El estrés oxidativo postprandial, como una forma del estrés oxidativo nutricional, tiene lugar como consecuencia de la hiperlipidemia y/o hiperglucemia sostenida tras la ingesta, asociándose con un mayor riesgo de arterioesclerosis, diabetes y obesidad. Los ácidos grasos insaturados que se incorporan a las LDL y a las LDL oxidadas son un factor aterogénico. Los hidroperóxidos de los lípidos de la dieta, se absorben contribuyendo a la carga total pro oxidante. En individuos hiperlipémicos e hiperglucémicos, la vasodilatación dependiente del endotelio está disminuida en la fase postprandial, convirtiendo este estrés oxidativo

postprandial en un importante factor que modula el riesgo cardiovascular. El estrés oxidativo postprandial está atenuado cuando hay antioxidantes en la dieta ingeridos junto con alimentos ricos en grasas oxidadas u oxidables. La ingestión de polifenoles en la dieta, por ejemplo vino, cacao, té... (Sies H, Schewe T et al, 2005) puede mejorar la disfunción endotelial al disminuir la susceptibilidad a la oxidación de los lípidos ligados a las LDL. Los polifenoles afectan a la función endotelial no únicamente en su papel de antioxidantes, sino también como moduladores de las moléculas mediadoras.

Salud cardiovascular e inflamación. Hay muchas evidencias del beneficio para la salud derivado del consumo de cacao rico en flavanoles (Fisher ND, Hollenberg NK; 2005) Estas sustancias, presentes de forma natural en bebidas como el vino y el té y en varias frutas, bayas y productos como los ya citados derivados del cacao, podrían en efecto ejercer un papel protector sobre la función vascular y sobre la reactividad de las plaquetas (Keen et al., 2005).

Así, se ha demostrado que el consumo de chocolate rico en flavanoles disminuye la presión arterial y la resistencia a la insulina en sujetos sanos, sugiriendo que pueden existir similares beneficios para pacientes con hipertensión esencial (Grassi D, Necozione S et al, 2005). Equilibrando el total de calorías ingeridas en la dieta, los flavanoles presentes en los productos alimenticios con cacao pueden proporcionar un beneficio cardiovascular, si se incluyen como parte de una dieta saludable, para los pacientes afectados de hipertensión esencial (Grassi D, Lippi C et al, 2005)

A este respecto, y siendo conocida desde hace tiempo la interacción entre las plaquetas y el endotelio, de gran trascendencia en el desarrollo agudo de la trombosis y en la patogénesis de la enfermedad cardiovascular, sabemos que los flavanoles del cacao y del chocolate podrían intervenir en la modulación de la función plaquetaria a través de diferentes vías (Pearson et al, 2005), probablemente asociadas todas ellas al aumento plasmático de las concentraciones de epicatequina (Engler et al, 2004) Se ha identificado, por ejemplo, como la ingestión de chocolate rico en flavonoides disminuye las concentraciones en el plasma de los pro inflamatorios cisteinil leucotrienos, estimándose por otro lado que los polifenoles del cacao también podrían inhibir la 5-lipooxigenasa humana, una enzima clave en la síntesis de

los leucotrienos. En concreto, la epicatequina (y otros flavan-3-oles del cacao) ha probado sobradamente ser inhibitoria a estos niveles enzimáticos. Todo esto, podría suponer una actividad antileucotrieno *in vivo* del cacao. Los flavanoles del cacao pueden, asimismo, reducir los niveles plasmáticos de F(2) isoprostanos, indicadores de la peroxidación lipídica *in vivo* (Wiswedel et al, 2004)

También sabemos que la ingestión de cacao conlleva el aumento en plasma de compuestos nitrosos así como la potenciación de los factores de vasodilatación, incluyendo el óxido nítrico, e inhibiendo la síntesis de vasoconstrictores en las células del endotelio así como la expresión de los dos mayores factores proangiogénicos (Stoclet et al, 2004): a) el factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF) y la metaloproteínasa-2 (MMP-2) en las células musculares lisas. El mecanismo de éstos efectos implica: en las células endoteliales, el aumento de los niveles de calcio (2+) y la activación del fosfoinositido 3 (PI3) kinasa/Akt así como una expresión aumentada de la óxido nítrico sintetasa y b) en las células musculares lisas, la inhibición de la p38 proteinkinasa (p38 MAPK)

Las concentraciones micromolares en plasma de epicatequina, o de otros flavonoides, reducen la peroxidación lipídica de las LDL inducidas por la mieloperoxidasa en presencia de concentraciones fisiológicamente relevantes de nitrito y de otros metabolitos del óxido nítrico (Sies H, Stahl W et al, 2005) En consecuencia, los efectos adversos de los metabolitos del óxido nítrico, por ejemplo el nitrito y el peroxinitrito, se encuentran atenuados (Williamson G, Manach C; 2005).

En lo que respecta a las lipoproteínas sanguíneas, los polifenoles del cacao pueden aumentar la concentración del colesterol HDL así como sus ácidos grasos también pueden modificar la composición en ácidos grasos de las LDL, haciéndolas más resistentes al daño oxidativo (Mursu et al, 2004) En resumen, los estudios realizados a corto plazo han demostrado (Maron, 2004) la existencia de numerosos mecanismos gracias a los cuales los flavonoides del cacao pueden conferir cierta protección cardiovascular:

- a) inhibiendo la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad
- b) reduciendo la trombosis
- c) mejorando la función endotelial

d) reduciendo la inflamación

Sin embargo al día de hoy no existe una recomendación diaria de ingestión de flavonoides, pese a que, con los datos disponibles, perfectamente puede recomendarse una dieta variada que contenga una gran variedad de alimentos y bebidas ricos en estas sustancias.

Diabetes, resistencia a la insulina. Se trata aún de un campo por explorar, pero ciertos autores han señalado como el consumo de chocolate rico en flavanoles podría disminuir la resistencia a la insulina en sujetos sanos (Grassi D, Necozione S, 2005).

Obesidad. Ciertos estudios (Matsui et al, 2005) señalan que la ingestión de cacao podría prevenir la obesidad derivada del consumo de dietas ricas en grasa a través de una modulación del metabolismo lipídico, especialmente al disminuir la síntesis de ácidos grasos y su sistema de transporte, así como al potenciar parte de los mecanismos de termogénesis en el hígado y en el tejido adiposo.

Inmunidad. El extracto de cacao puede modular la activación de los linfocitos T y en consecuencia la respuesta inmune adquirida. Éste hecho puede ser importante en algunas situaciones de hiperactividad de este sistema inmune, por ejemplo en las enfermedades crónicas inflamatorias (Ramiro et al, 2005)

Cáncer. Las células de cáncer de mama son susceptibles a los efectos citotóxicos de la procianidina, lo que sugiere que este compuesto podría ser eficaz en la inhibición celular (Ramljak et al, 2005)

Sistema nervioso. Una porción normal de chocolate tiene una alta actividad psicofarmacológica. Esta actividad, se debe a la combinación de cafeína y de teobromina, metilxantinas a las que cabe atribuir gran parte de la popularidad del chocolate (Smith et al, 2004) La acción de la teobromina parece estar mediada periféricamente. Una de las posibles consecuencias podría ser que este componente estuviera en el nuevo y prometedor origen de drogas antitumorales (Usmani et al, 2005)

Por otro lado, los flavonoides más importantes del cacao, la epicatequina y la catequina, protegen a las células PC12 de la neurotoxicidad Abeta inducida, lo que sugiere que el cacao

podría tener un efecto anti neurodegenerativo además de los otros efectos quimiopreventivos ya conocidos (Heo HJ, Lee CY; 2005)

- Ingestión de polifenoles en España

No se ha profundizado en estudios que reflejen el consumo real de estas sustancias en la dieta cotidiana. Por el contrario, sí señalamos algunos datos parciales disponibles: en Australia (Lyons-Wall et al, 2005), la ingestión total de flavonoides en mujeres es de 128 miligramos al día (+/- 19.9 mg/d) En este grupo, las mayores fuentes dietéticas de este polifenol fueron: cebolla, manzana, té, aceitunas y brocoli en lo que respecta a los flavonoles. Para las flavonas, el perejil y el apio son las fuentes alimentarias, siéndolo la naranja, el pomelo y sus zumos para las flavononas y el té, la manzana, el vino tinto, el chocolate negro y el cacao para las catequinas. La catequina es precisamente el tipo de flavonoides más presente en este grupo de mujeres, representando el 59% del total de la ingestión de polifenoles, seguido por los flavonoides (un 20%) y las flavononas (18%) con una pequeña contribución de las flavonas (3%) La ingestión media de catequina en otros países es, por ejemplo, de 14,1 mg en Finlandia, en USA de 25,4 mg y en Alemania de 72 miligramos diarios.

En España, de acuerdo a los datos de disponibilidad de alimentos (MAPYA, 2004) se ingerirían las siguientes cantidades de los principales alimentos por persona y año (también expresado en gramos al día):

	Tabla 2	
	kg/pc/año	g/día
pan	57	156
galletas, bollos, pasteles	13,7	38
chocolate	3,1	8
café, infusiones	3,9	11
arroz	5,9	16
pastas	4,5	12
azucar	7,6	21

miel	0,5	1
garbanzos	1,7	5
alubias	1,5	4
lentejas	1,4	4
TOTAL LEGUMBRES	4,6	13
aceite oliva	12,7	35
aceite girasol	6,9	19
aceite maiz	0,1	0
TOTAL ACEITES	20,8	57
Margarina	1	3
Patatas	45,4	124
tomate	16,7	46
cebolla	9	25
ajo	1,4	4
col	1,8	5
judias verdes	2,6	7
pepino	2,3	6
pimiento	5,5	15
champiñón	1,3	4
lechuga	8	22
espárragos	0,7	2
espinacas, acelgas	2,1	6
otras	15,5	42
TOTAL VERDURAS	66,6	182
naranja	24	66
mandarina	6	16
limón	3,6	10
plátano	10,3	28
manzana	12,6	35
pera	7,7	21
melocotón	4,8	13
albaricoque	0,9	2
fresas	2,3	6
melón	9,3	25
sandía	6,8	19
ciruela	1,5	4
cereza	1,1	3
uva	2,4	7
kiwi	2,8	8
otras frutas frescas	4,7	13
TOTAL FRUTAS FRESCAS	100,7	276

Aceitunas	3,8	10
Almendra	0,5	1
cacahuete	0,5	1
nuez	0,7	2
otros frutos secos	1,6	4
TOTAL FRUTOS SECOS	3,2	9
tomate conserva	11,2	31
verduras conserva	10,3	28
platos preparados	10,09	28
vino	28,2	77
cerveza	57,5	158
sidra	1,8	5
zum de uva	1,5	4
zum de frutas	17,4	48
agua mineral	66,1	181
refrescos	66,4	182

Capacidad antioxidante de la dieta española. A continuación, hemos calculado la capacidad antioxidante total (CAT) de la dieta como consecuencia de la ingestión diaria de los referidos alimentos. Para ello, utilizamos los valores de capacidad antioxidante lipo-hidrofílica (Wu et al 2005) disponibles según la técnica ORAC (*oxygen radical absorbance capacity*) y expresados en micromoles equivalente de Trolox por gramo.

Pese a que no están disponibles los datos de todos los alimentos, la valoración resultante es una aproximación válida. Según esto, la dieta media habitual de los españoles (Tabla 3) proporcionaría el siguiente potencial antioxidante (en valores decrecientes):

	Tabla 3				
	kg/pc/año	g/día	CAT/g	CAT/día	%
pan	57,0	156,16	14,21	2.219,1	20,98
patatas	45,4	124,38	10,59	1.317,2	12,45
naranja	24,0	65,75	18,14	1.192,8	11,28
manzana	12,6	34,52	26,7	921,7	8,71
cacao polvo desayuno	1,5	4,14	144,9	599,4	5,67
alubias	1,5	4,11	123,59	507,9	4,80
pera	7,7	21,10	19,11	403,1	3,81
chocolate	1,5	4,36	81,7	355,9	3,36
nuez	0,7	1,92	135,41	259,7	2,46

ciruela	1,5	4,11	62,39	256,4	2,42
ajo	1,4	3,84	66,66	255,7	2,42
cebolla	9,0	24,66	10,29	253,7	2,40
plátano	10,3	28,22	8,79	248,0	2,34
melocotón	4,8	13,15	18,63	245,0	2,32
fresas	2,3	6,30	35,77	225,4	2,13
lechuga	8,0	21,92	9,89	216,8	2,05
aceite de oliva	12,7	35	6	210,0	1,95
tomate	16,7	45,75	3,37	154,2	1,46
espinacas, acelgas	2,1	5,75	26,4	151,9	1,44
mandarina	6,0	16,44	7,49	123,1	1,16
cereza	1,1	3,01	33,61	101,3	0,96
pimiento	5,5	15,07	5,58	84,1	0,79
uva	2,4	6,58	12,6	82,8	0,78
melón	9,3	25,48	3,12	79,5	0,75
kiwi	2,8	7,67	9,18	70,4	0,67
col	1,8	4,93	13,59	67,0	0,63
almendra	0,5	1,37	44,54	61,0	0,58
espárragos	0,7	1,92	30,17	57,9	0,55
albaricoque	0,9	2,47	13,41	33,1	0,31
sandía	6,8	18,63	1,42	26,5	0,25
pepino	2,3	6,30	1,15	7,2	0,07
TOTAL INGERIDO				10.577,9	100,00

Como vemos (Figura 4), los alimentos de consumo habitual que alcanzan mayores tasas de capacidad antioxidante son el pan (2.219), las patatas (1.317), las naranjas (1.192), la manzana (921) y los productos del cacao en polvo (599). Gráficamente, podemos observar el distinto aporte en las figuras 4 y 5. Hay que destacar el aporte del cacao y del chocolate (Figura 6) teniendo en cuenta el pequeño tamaño de la ración ingerida (8.5 gramos diarios por persona) frente a otros alimentos como el pan (156 gr/pc/día), las patatas (124 gr/pc/día) o algunos cítricos como la naranja (66 gr/pc/día). Cacao en polvo y chocolate se ingieren en unas cifras de 1.51 kg/persona/año y 1.59 kg/persona/año respectivamente, es decir, cada una de estas presentaciones comerciales representan, aproximadamente, el 50% de la ingestión y del aporte antioxidante.

En cualquier caso, al comprobar la capacidad antioxidante de cada alimento por gramo, observamos como este poder es especialmente elevado, por unidad de peso, en los productos derivados del cacao, los frutos secos y las legumbres (Figura 7), por lo que su

consumo tendría que favorecerse en caso de querer incrementar la capacidad antioxidante total de nuestra dieta ingiriendo poco volumen adicional de nuevos alimentos.

Tipo de alimentos	% CAT aportada
frutas	37,2
pan	20,6
patatas	12,2
hortalizas	11,6
Chocolate + cacao	8,9
legumbres	4,7
frutos secos	3,0
aceite oliva	2,0

Lógicamente, si la dieta española fuera más equilibrada y estuviera adaptada a las recomendaciones de los nutricionistas (con mayores aportes de frutas, hortalizas y legumbres sobre todo), el aporte de estos grupos de alimentos a la capacidad antioxidante total de la dieta sería bastante mayor, aunque el cacao y a sus

derivados mantendría un lugar de importancia, sobre todo habida cuenta que en Europa su consumo es mucho más elevado que en España. Lo podemos comprobar estudiando las cifras (Tabla 4; Figura 8) que obtenemos al agrupar los aportes a esta capacidad antioxidante total de la dieta.

comida "normal"	gramos	CAT	CAT por ración	%
acelgas	250	26,4	6600,0	34,0
zumos naranja	200	18,1	3620,0	18,7
manzana	125	26,7	3337,5	17,2
cacao	20	144,9	2898,0	14,9
pan	100	14,2	1420,0	7,3
melón	150	3,1	465,0	2,4
tomate	125	3,4	425,0	2,2
lechuga	40	9,9	396,0	2,0
aceite oliva	40	6	240,0	1,2
TOTAL			19.401,50	100,0
Alimentos presentes en un menú variado y equilibrado, su aporte en CAT e importancia en %				

Asimismo, hemos valorado el valor CAT de un menú "normal" (desayuno, comida y cena) ingerido a lo largo de un día, variado y equilibrado, en el que podríamos encontrar un zumo de naranja, un plato de verdura (acelgas, por ejemplo), una pequeña ensalada (con tomate y lechuga), postres basados en

fruta (manzana y melón) y los complementos de pan, aceite de oliva y cacao en polvo para aromatizar la leche del desayuno. Este menú 'tipo' bastante habitual en España, proporcionaría (como vemos en la Tabla 5; Figura 9) una capacidad antioxidante total de 19.401, una cifra bastante similar a la que organismos de referencia (McBride, 1999) estiman como conveniente. En este menú ideal, la

verdura contribuiría con el 38.2% del valor CAT, la fruta con el 38.3%, el cacao en polvo con el 14.9%, el pan con el 7.3% y el aceite de oliva con el 1.2% (Figura 10)

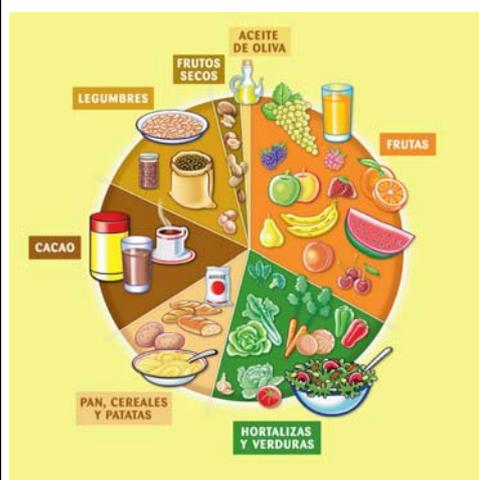
La rueda de los alimentos antioxidantes. Se propone como recurso didáctico el empleo de esta Rueda, basada en la tradicional "rueda de los alimentos", recientemente modificada (Martínez et al, 2005; Figura 11) Sus objetivos serían sensibilizar a la población en general sobre los beneficios que una dieta saludable, variada y equilibrada puede proporcionar a su organismo y a su salud, especialmente en lo que a una ingestión adecuada de antioxidantes respecta.



Figura 11
La nueva "rueda de los alimentos"

Esta "Rueda antioxidante de los alimentos" representaría gráficamente la necesidad de ingerir diariamente cantidades concretas los más destacados alimentos con capacidad antioxidante: fruta, pan, patatas, hortalizas, cacao, legumbres, frutos secos y aceite de oliva. Las cantidades recomendadas serían las que se expresan en la Tabla 6:

Tabla 6	
Alimento	Ingestión recomendada
Frutas	3 piezas diarias (o un vaso de su zumo y una pieza)
Pan	100 – 180 g diarios
Patatas	1 ó 2 patatas diarias
Hortalizas	Un plato de verdura de cinco a siete días a la semana y un plato de ensalada
Cacao	Una o dos cucharadas soperas o su equivalente
Legumbres	Un plato de dos a tres veces por semana
Frutos secos	Una ración (30 g) diariamente
Aceite de oliva	En cantidad suficiente para aderezar nuestros platos y/o cocinar



- Conclusiones

La capacidad antioxidante total de los alimentos (CAT) que ingerimos a diario es un dato de importancia creciente según los conocimientos actuales sobre su relación con la prevención de numerosas patologías.

En este sentido, podemos concluir que:

- 1** Una alimentación variada y equilibrada, basada en la dieta mediterránea, supone un aporte óptimo de antioxidantes con el consiguiente beneficio para nuestra salud
- 2** Es necesario ampliar el conocimiento que tenemos en la actualidad sobre la capacidad antioxidante de los alimentos, ya que los análisis y determinaciones actualmente disponibles no incorporan a todos los alimentos utilizados en la cocina de nuestro país. En consecuencia, los datos sobre capacidad antioxidante total de la dieta son incompletos en España
- 3** Una dieta suficientemente rica en antioxidantes debe de contener cantidades adecuadas de frutas y verduras (cinco raciones diarias)
- 4** A la capacidad antioxidante de la dieta contribuyen, de una manera decisiva, la ingestión de pan, legumbres y aceite de oliva
- 5** El cacao es un ingrediente básico de una dieta variada y equilibrada si atendemos a su capacidad antioxidante. Pese a la cantidad diaria que se ingiere habitualmente (8,5 gramos diarios en todas sus presentaciones comerciales), el cacao aporta el 9 % del total de la capacidad antioxidante de la dieta española

- 6** El cacao en polvo, listo para su uso, representa un medio eficaz, sencillo y fácilmente aceptado por los consumidores (especialmente por los de menor edad) para mejorar la capacidad antioxidante de su dieta
- 7** La utilización de recursos didácticos adecuados para promover entre la población el consumo de dietas variadas y equilibradas, con una capacidad antioxidante correcta, es un sistema eficazmente utilizado en otros países. En España, el uso de la "*Rueda antioxidante de los alimentos*" que proponemos puede contribuir a este objetivo

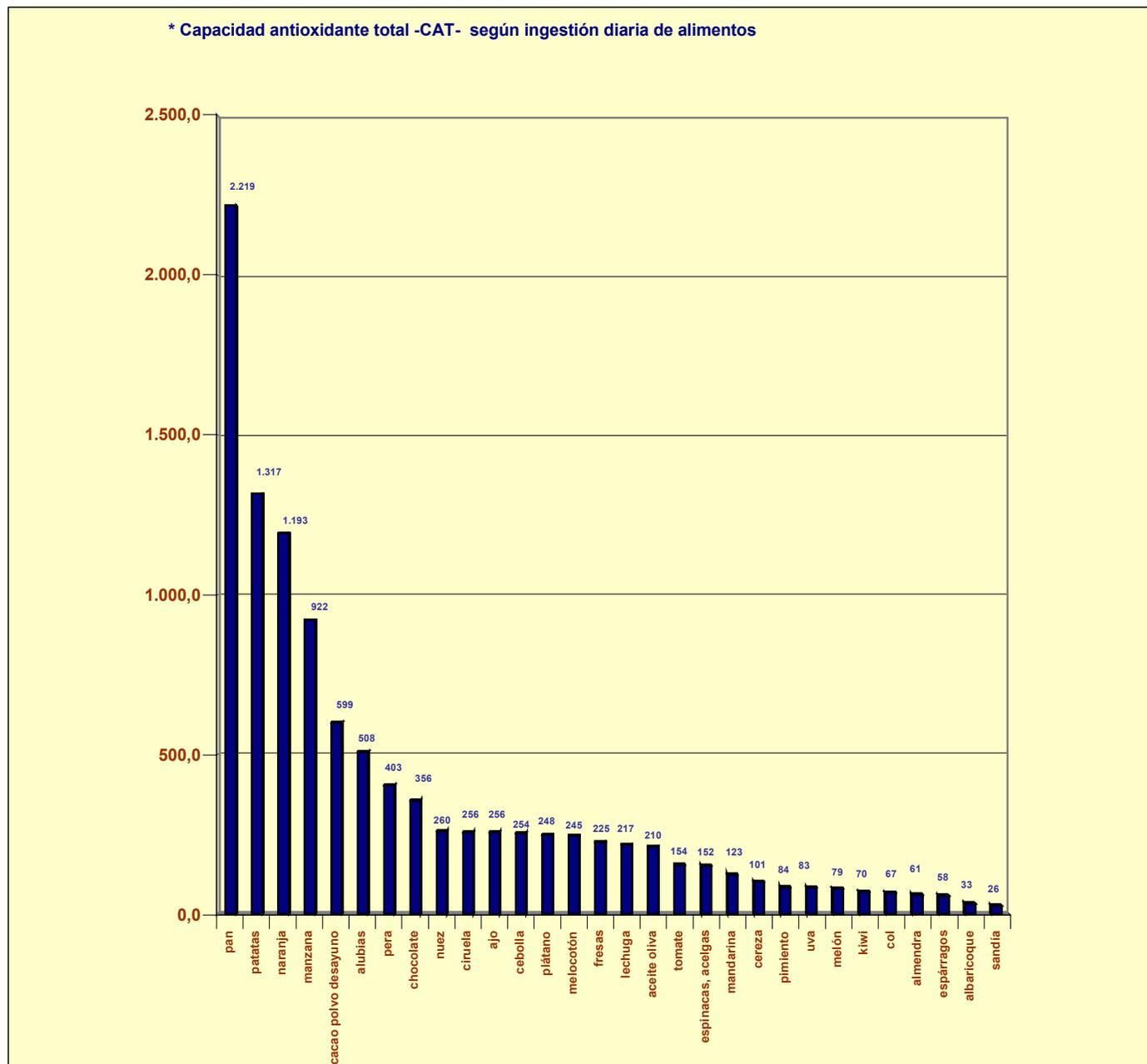


Figura 4.
Capacidad antioxidante total –CAT- de los alimentos de la dieta española (g/persona/día)
según consumo expresado por el Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.

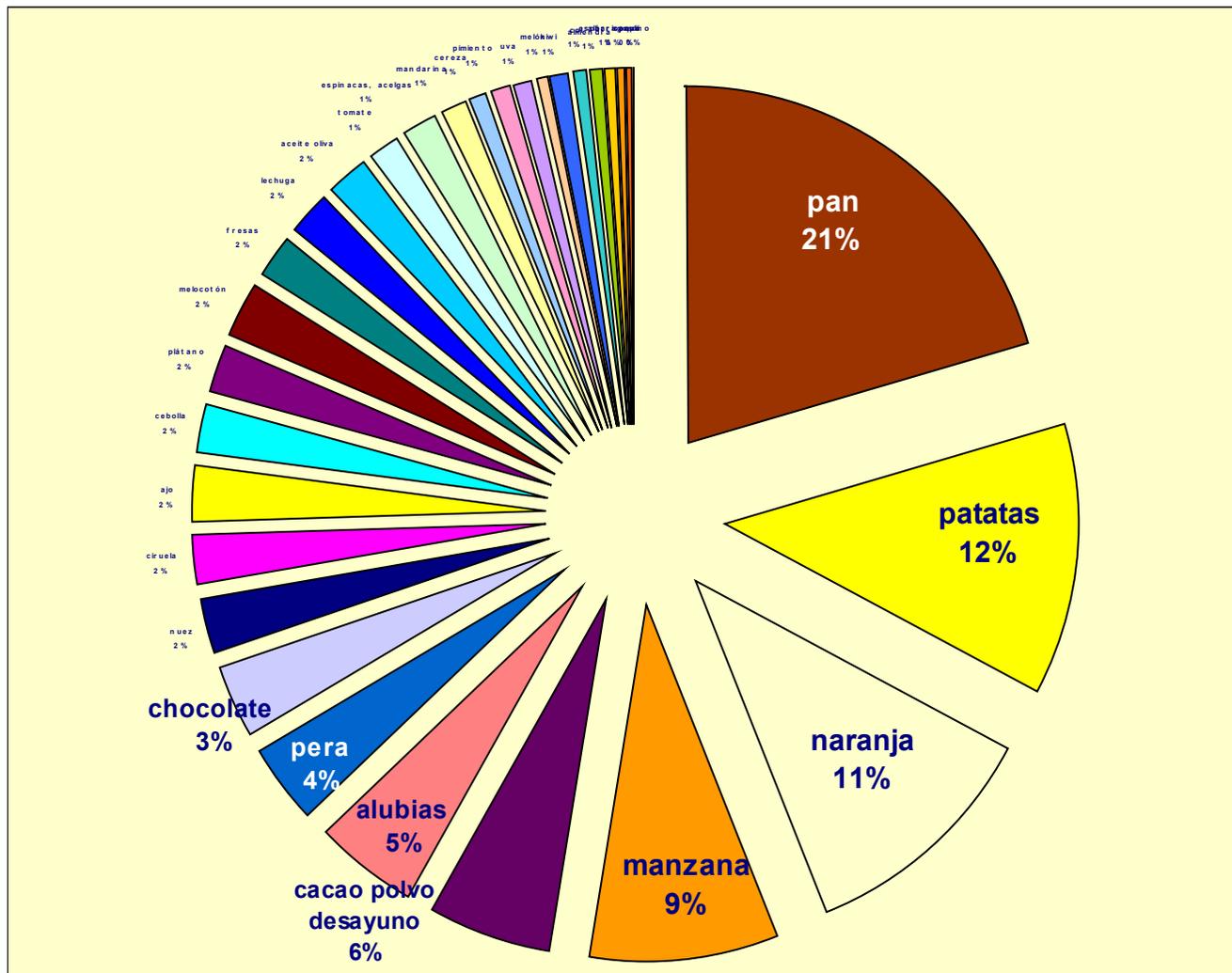


Figura 5.
Origen (%) de la capacidad antioxidante total (CAT) de la dieta actual
española según los datos de consumo alimentario (MAPYA, 2004)

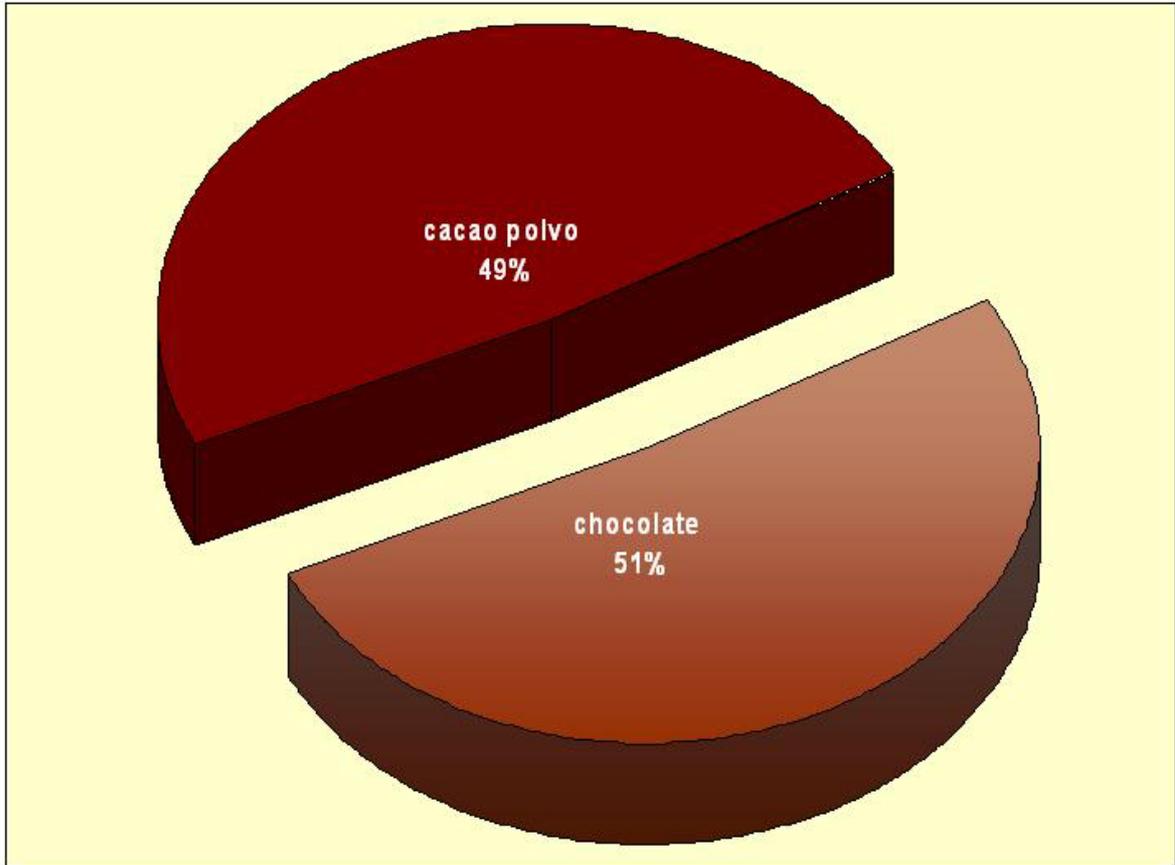


Figura 6. Cacao y de chocolate (% sobre el total chocolate-cacao consumido) en la dieta española

	kg/pc/año	g/día	TAC/g	TAC/día
chocolate	1,59	4.36	81,7	356
cacao en polvo	1,51	4.13	144,9	598

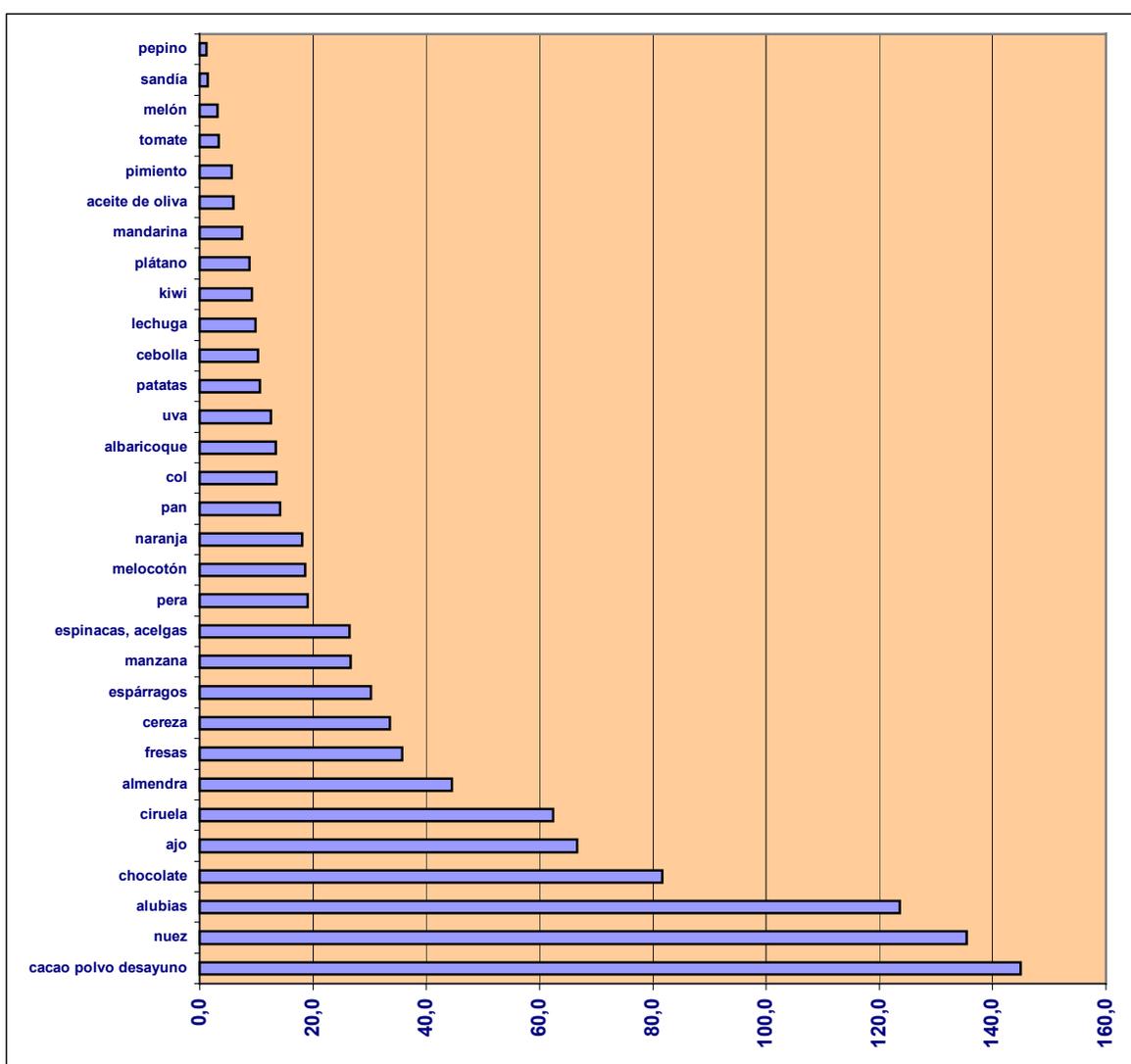


Figura 7. Capacidad antioxidante total –CAT- de los alimentos más usuales por cada gramo.

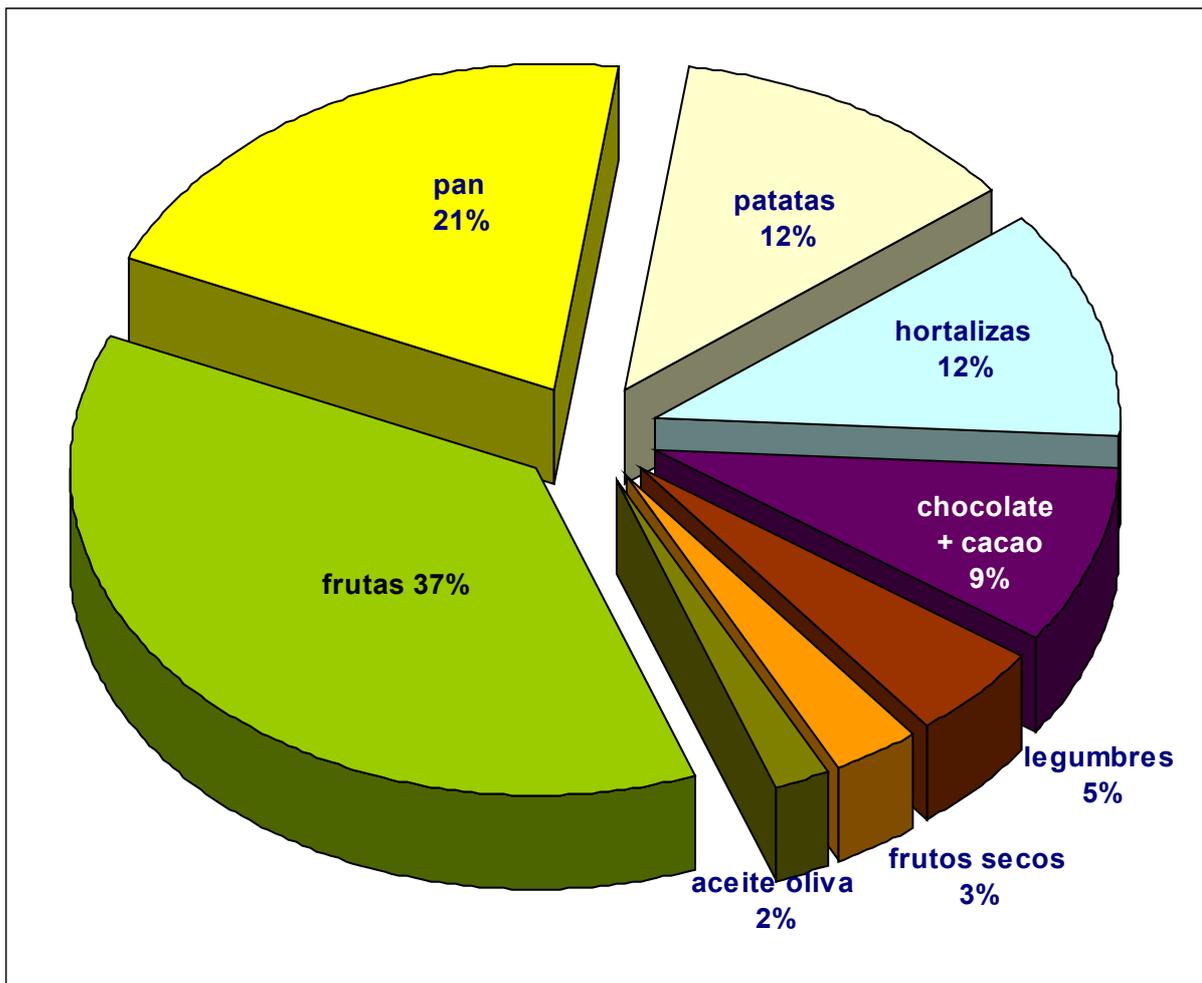


Figura 8.
Aporte (en %) a la capacidad antioxidante total de la dieta
de los grupos más destacados de alimentos.

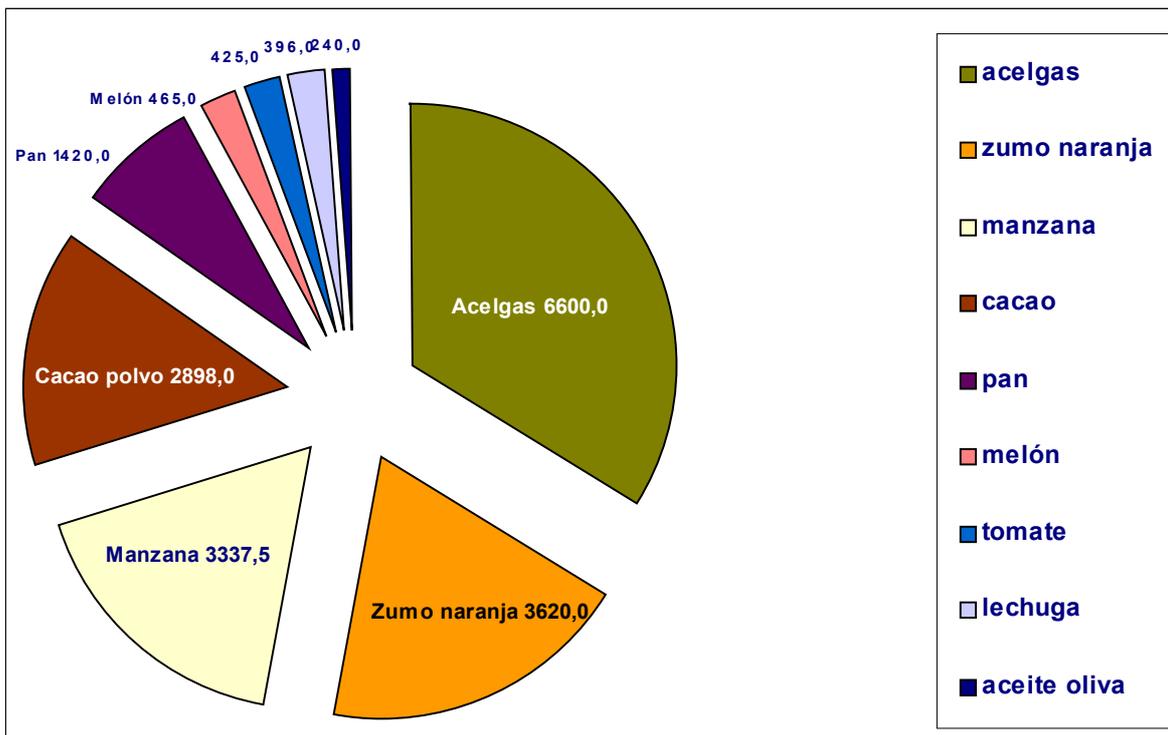


Figura 9
Contribución en valor CAT de los diferentes alimentos
de un menú 'tipo' variado y equilibrado.

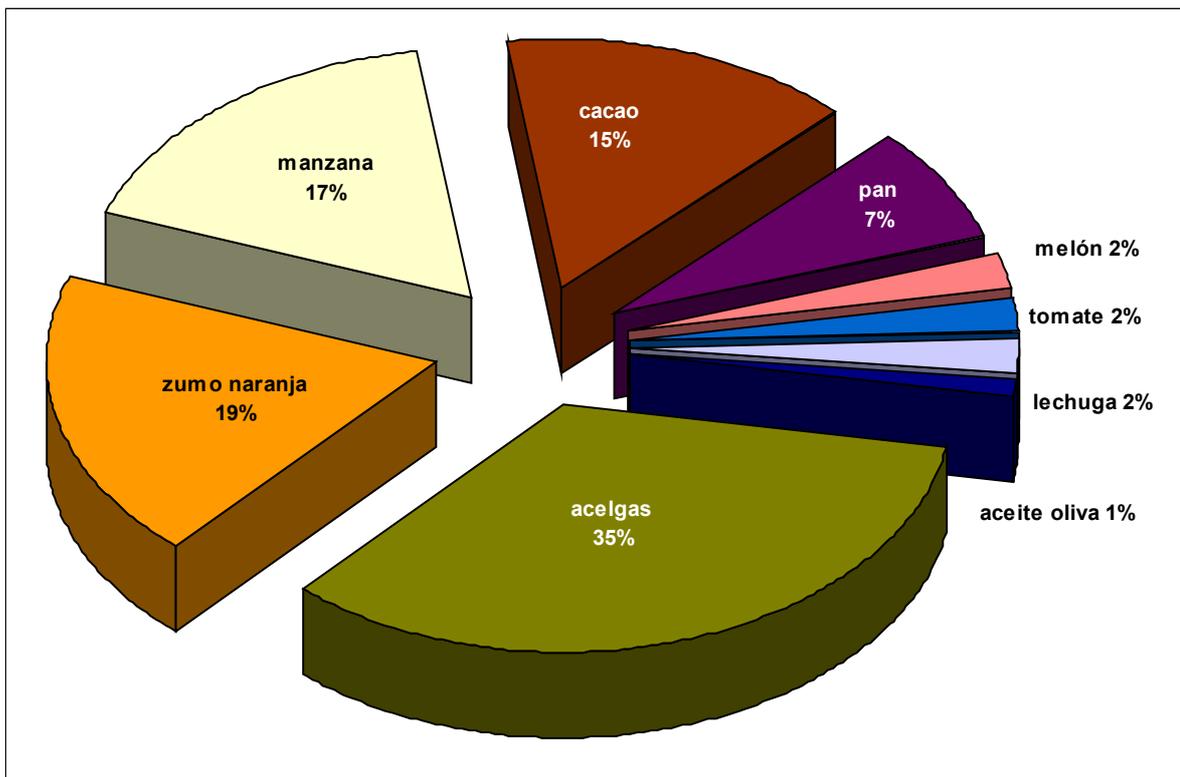


Figura 10.
Contribución (en %) al valor CAT de los diferentes
Alimentos de un menú 'tipo' variado y equilibrado

- Bibliografía

- Antolovich M, Prenzler PD, Patsalides E, McDonald S, Robards K. Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*. 2002 Jan;127(1):183-98. Erratum in: *Analyst* 2002 Mar;127(3):430.
- Arjmandi BH. The role of phytoestrogens in the prevention and treatment of osteoporosis in ovarian hormone deficiency. *J Am Coll Nutr*. 2001 Oct;20(5 Suppl):398S-402S; discussion 417S-420S
- Barnes S. 1995. Effect of genistein on in vitro and in vivo models of cancer. *J. Nutr*. 125: 777S-783S
- Brighenti F, Valtueña S, Pellegrinif N, Ardigó D, Del Río D, Salvatore S, Piatti PM, Serafini M, Zavaroni I. Total antioxidant capacity of the diet is inversely and independently related to plasma concentrations of high-sensitivity C-reactive protein in adult Italian subjects. *Br J Nutr*. 2005 Jun;93(5):619-625
- Cao G, Russell RM, Lischner N, Prior RL. 1998. Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly women. *J. Nutr*. 128:2383-2390
- Código alimentario español. Tecnos, Madrid 1988
- Coe S, Coe M. *Chocolate*. Fondo de cultura económica. México, 1996
- Craig WJ 1996. Phytochemicals: guardians of our health. *J. Am. Diet. Assoc*. 97: S199-S204
- Engler MB, Engler MM, Chen CY, Malloy MJ, Browne A, Chiu EY, Kwak HK, Milbury P, Paul SM, Blumberg J, Mietus-Snyder ML. Flavonoid-rich dark chocolate improves endothelial function and increases plasma epicatechin concentrations in healthy adults. *J Am Coll Nutr*. 2004 Jun;23(3):197-204.
- Fisher ND, Hollenberg NK. Flavanols for cardiovascular health: the science behind the sweetness. *J Hypertens*. 2005 Aug;23(8):1453-9.
- Grassi D, Lippi C, Necozione S, Desideri G, Ferri C. Short-term administration of dark chocolate is followed by a significant increase in insulin sensitivity and a decrease in blood pressure in healthy persons. *Am J Clin Nutr*. 2005 Mar;81(3):611-4
- Grassi D, Necozione S, Lippi C, Croce G, Valeri L, Pasqualetti P, Desideri G, Blumberg JB, Ferri C. Cocoa reduces blood pressure and insulin resistance and improves endothelium-dependent vasodilation in hypertensives. *Hypertension*. 2005 Aug;46(2):398-405. Epub 2005 Jul 18.
- Heo HJ, Lee CY. Epicatechin and catechin in cocoa inhibit amyloid beta protein induced apoptosis. *J Agric Food Chem*. 2005 Mar 9;53(5):1445-8.
- Herman C, Adlercreutz H, Goldin BR, Gorbach SL, Höckerstedt KAV, Watanabe S. 1995. Soybean phytoestrogen intake and cancer risk. *J. Nutr*. 125: 757S-770S
- Hertog MG, Feskens EJ, Hollman PC, Katan MB, Kromhout D. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet*. 1993 Oct 23;342(8878):1007-11.
- Hertog MGL, Kromhout D, Aravanis C, Blackburn H, Bucina R, Fidanza F. 1995.

- Flavonoid intake in long-term risk of coronary heart disease and cancer in the Seven Countries Study. *Arch. Intern. Med.* 155: 381-386
- Hocman, G. 1989. Prevention of cancer: vegetables and plants. *Comp. Biochem. Physiol.* 93B: 201-212
- Horcajada-Molteni MN, Crespy V, Coxam V, Davicco MJ, Remesy C, Barlet JP. Rutin inhibits ovariectomy-induced osteopenia in rats. *J Bone Miner Res.* 2000 Nov;15(11):2251-8.
- Martínez Alvarez J, Gómez Candela C, Villarino Marín A, Arpe Muños C. La nueva rueda de los alimentos. Sociedad española de dietética y ciencias de la alimentación (SEDCA) [Accedido el 10 de mayo de 2005] Disponible en URL: www@nutricion.org
- McBride, J. Can Foods Forestall Aging? Abril, 1999 [accedido octubre, 2005] Disponible en URL: <http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/feb99/aging0299.htm>
- Kähkönen MP, Hopia AI, Vuorela HJ, Rauha JP, Pihlaja K, Kujala TS, Heinonen M. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3954-3962
- Keen CL, Holt RR, Oteiza PI, Fraga CG, Schmitz HH. Cocoa antioxidants and cardiovascular health. *Am J Clin Nutr.* 2005 Jan;81(1 Suppl):298S-303S
- Keller C, Fullerton J, Mobley C. Supplemental and complementary alternatives to hormone replacement therapy. *J Am Acad Nurse Pract.* 1999 May;11(5):187-98.
- Lyons-Wall P, Autenzio P, Lee E, Moss R, Gie S, Samman S. Catechins are the major source of flavonoids in a group of Australian women. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2004;13(Suppl):S72.
- Maron DJ. Flavonoids for reduction of atherosclerotic risk. *Curr Atheroscler Rep.* 2004 Jan;6(1):73-8
- Matsui N, Ito R, Nishimura E, Yoshikawa M, Kato M, Kamei M, Shibata H, Matsumoto I, Abe K, Hashizume S. Ingested cocoa can prevent high-fat diet-induced obesity by regulating the expression of genes for fatty acid metabolism. *Nutrition.* 2005 May;21(5):594-601.
- Mazza. *Alimentos funcionales.* Aspectos bioquímicos y de procesados. Zaragoza, Acribia, 2000
- McCance and Widdowson`s The composition of foods fifth edition. Royal society of chemistry. Cambridge, 1991
- Meltzer, HM, Malterud KE. 1997. Can dietary flavonoids influence the development of coronary heart disease? *Scan. J. Nutr.* 41: 50-57
- Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. La alimentación en España. MAPYA Madrid, 2004
- Mursu J, Voutilainen S, Nurmi T, Rissanen TH, Virtanen JK, Kaikkonen J, Nyyssonen K, Salonen JT. Dark chocolate consumption increases HDL cholesterol concentration and chocolate fatty acids may inhibit lipid peroxidation in healthy humans. *Free Radic Biol Med.* 2004 Nov 1;37(9):1351-9
- Pearson DA, Holt RR, Rein D, Paglieroni T, Schmitz HH, Keen CL. Flavanols and platelet reactivity. *Clin Dev Immunol.* 2005 Mar;12(1):1-9.
- Ramiro E, Franch A, Castellote C, Andres-Lacueva C, Izquierdo-Pulido M, Castell M. Effect of Theobroma cacao flavonoids on immune activation of a lymphoid cell line. *Br J Nutr.* 2005 Jun;93(6):859-66.

- Ramljak D, Romanczyk LJ, Metheny-Barlow LJ, Thompson N, Knezevic V, Galperin M, Ramesh A, Dickson RB. Pentameric procyanidin from Theobroma cacao selectively inhibits growth of human breast cancer cells. *Mol Cancer Ther.* 2005 Apr;4(4):537-46.
- Robards K. Strategies for the determination of bioactive phenols in plants, fruit and vegetables. *J Chromatogr A.* 2003 Jun 6;1000(1-2):657-91.
- Sichel, G., Corsaro, C., Scalia, M., De Bilio A.J., Bonomo, R.P. 1991. *In vitro* scavenger activity of some flavonoids and melanins against O₂. *Free Rad. Biol. Med.* 11: 1-8
- Sies H, Schewe T, Heiss C, Kelm M. Cocoa polyphenols and inflammatory mediators. *Am J Clin Nutr.* 2005 Jan;81(1 Suppl):304S-312S
- Sies H, Stahl W, Sevanian A. Nutritional, dietary and postprandial oxidative stress. *J Nutr.* 2005 May;135(5):969-72.
- Smit HJ, Gaffan EA, Rogers PJ. Methylxanthines are the psychopharmacologically active constituents of chocolate. *Psychopharmacology (Berl).* 2004 Nov;176(3-4):412-9. Epub 2004 May 5.
- Sofic E, Rustembegovic A, Kroyer G, Cao G. serum antioxidant capacity in neurological, psychiatric, renal diseases and cardiomyopathy. *Journal of neural transmission* 2002; 109(5-6: 711-719
- Stoclet JC, Chataigneau T, Ndiaye M, Oak MH, El Bedoui J, Chataigneau M, Schini-Kerth VB. Vascular protection by dietary polyphenols. *Eur J Pharmacol.* 2004 Oct 1;500(1-3):299-313.
- Usmani OS, Belvisi MG, Patel HJ, Crispino N, Birrell MA, Korbonits M, Korbonits D, Barnes PJ. Theobromine inhibits sensory nerve activation and cough. *FASEB J.* 2005 Feb;19(2):231-3. Epub 2004 Nov 17. Erratum in: *FASEB J.* 2005 Feb;19(2):1 p following 233.
- Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *J. Agric. Food Chem.* 46:4113-41
- Vinson JA, Proch J, Bose P. Determination of quantity and quality of polyphenol antioxidants in foods and beverages. *Methods Enzymol.* 2001;335:103-14
- Vinson JA. Flavonoids in foods as in vitro and in vivo antioxidants. *Adv Exp Med Biol.* 1998;439:151-64
- Williamson G, Manach C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. II. Review of 93 intervention studies. *Am J Clin Nutr.* 2005 Jan;81(1 Suppl):243S-255S
- Wiswedel I, Hirsch D, Kropf S, Gruening M, Pfister E, Schewe T, Sies H. Flavanol-rich cocoa drink lowers plasma F(2)-isoprostane concentrations in humans. *Free Radic Biol Med.* 2004 Aug 1;37(3):411-21
- Wu X, Beecher G, Holden J, Haytowitz D, Gebhardt S, Prior R. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52: 4026-4037
- Zhu QY, Schramm DD, Gross HB, Holt RR, Kim SH, Yamaguchi T, Kwik-Urbe CL, Keen CL. Influence of cocoa flavanols and procyanidins on free radical-induced human erythrocyte hemolysis. *Clin Dev Immunol.* 2005 Mar;12(1):27-34