

Oxalatos totales en diversas muestras de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. *saccharata*)

ISABEL LENNON^{1, 2} y MARIA ANGELICA TAGLE^{1, 2}

RESUMEN

Se determinaron oxalatos totales en hoja, raíz y coseta (pulpa de la raíz, remanente después del prensado en la industrialización del azúcar) de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. *saccharata*). Los resultados indicaron altas concentraciones de oxalatos en hoja: 4.9g/100g materia seca y valores bastante menores en raíz y coseta: 366.5 y 236.9 mg/100g materia seca. La coseta seca retuvo alrededor del 90% de los oxalatos totales contenidos en la raíz, correspondiente a la misma época del año. Para comparación, se analizó oxalato en raíz de betarraga (*Beta vulgaris* var. *rapacea*), que generalmente se consume como ensalada, la que resultó contener 1.5g de oxalato/100g materia seca, aproximadamente 4 veces mayor a lo encontrado en raíz de remolacha azucarera. Como información adicional, se incluye una tabla de varios alimentos que contienen oxalatos.

INTRODUCCION

Los oxalatos y el ácido oxálico contenidos en la dieta son nocivos primariamente porque reaccionan con el calcio formando oxalato de calcio insoluble, fisiológicamente inerte, que no es metabolizado (1, 2), y aparece fundamentalmente en las heces (3). Sin embargo, en algunas especies existe cierto grado de utilización del calcio de este compuesto; tal condición ha sido atribuída a la acción de la flora microbiana (2).

1. Sección Nutrición, Servicio Nacional de Salud, Chile.

2. Unidad de Nutrición Básica, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

Recibido: 6-12-1972.

En algunos alimentos con alto contenido de calcio y de oxalatos, la concentración de estos últimos es suficientemente alta como para impedir la utilización del calcio del propio vegetal y además interferir en la absorción del calcio aportado por otros alimentos (4). El hecho de disminuir el aporte de calcio disponible es particularmente indeseable cuando se trata de dietas relativamente pobres en calcio y/o vitamina D, en la alimentación geriátrica, dado que los ancianos son propensos al balance negativo de calcio, y en los casos específicos de malabsorción (5).

La ingestión de una dosis de 5 g o más de ácido oxálico, como cristales o en solución, puede resultar fatal para el humano, produciendo efectos corrosivos en la boca y tracto gastrointestinal, hemorragia gástrica, cólico renal, hematuria y síntomas convulsivos (4). Indudablemente que los aportes de la dieta en ningún caso llegarían a los niveles necesarios para tal desenlace; pero dietas con alto contenido de vegetales ricos en oxalatos y con baja proporción de alimentos animales que son buenos aportadores de calcio, pueden condicionar la aparición de cálculos renales (5). Por otro lado, Mac Kenzie y Mc Collum (6), al introducir oxalatos en la dieta de la rata, en concentraciones de 2.5%, no produjeron efectos perjudiciales a menos que existiera una deficiencia de fósforo, calcio o vitamina D. Estos investigadores concluyen que es casi imposible que con ingesta de calcio adecuada, se produzca algún tipo de daño al ingerir suficiente oxalato proveniente de alimentos en una dieta normal; pero, si la ingestión de calcio está limitada, el alto consumo de oxalato puede inducir a una deficiencia de calcio.

Por todas estas razones es de importancia la determinación de oxalatos en la dieta. Es así como algunos investigadores (3,5), han analizado el contenido de oxalatos en una amplia gama de alimentos. Vegetales como la espinaca (*Spinacea oleracea* L), y especies pertenecientes a la familia de las Polygonoáceas, como el ruibarbo (*Rheum spp*), tienen una gran concentración de oxalatos. Cabe señalar que la misma preocupación debe existir al estudiar materiales no utilizados hasta ahora en la dieta humana, pero que están en etapa de ensayo y que representan recursos potenciales, como sería el caso de la harina de ajonjolí (*Sesamum indicum*), que resultó contener niveles altos, más de 3% (7).

Se sabe que la betarraga roja (*Beta vulgaris* var. *rapacea*), que habitualmente se consume como ensalada, es un vegetal rico en oxalatos (3,5). De ahí que nos interesáramos por conocer también el contenido de oxalatos en la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. *saccharata*), en diversas zonas del vegetal, y su seguimiento en algunas etapas de la elaboración industrial del azúcar. Como información complementaria, especialmente dirigida a la clínica nutricional, se incluye una Tabla Anexa con información sobre el contenido de ácido oxálico en algunos alimentos y bebidas.

PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL

Raíz y hoja de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. *saccharata*), se obtuvieron de I.A.N.S.A. (Industria Azucarera Nacional S. A.); la misma industria proporcionó coseta, que es un subproducto de la industria azucarera, y equivale a la pulpa de la raíz de remolacha, remanente después de la etapa de prensado. Se recibieron dos partidas de raíz molida y seca, que se denominaron raíz I y raíz II, una partida de hoja y una de coseta. La coseta se recibió simultáneamente con la raíz II, hecho importante porque significa que ambas son de una misma época del año y de una misma zona. Posteriormente, se analizó una raíz en particular, que aparece designada como raíz III, cuya fluctuación analítica correspondió entonces a la fluctuación propia del trabajo experimental. También se analizó raíz de betarraga roja (*Beta vulgaris* var. *rapacea*), adquirida en el comercio de Santiago, la que aparece como raíz IV.

METODO

El material se secó en estufa a 100°C y se molió finamente a la tenuidad de 100 mesh. Para cada análisis de hoja se pesaron 2g; para raíz y coseta, entre 4 y 6g. El método empleado para determinar oxalatos totales es el descrito por Moir (11), que se basa en una extracción de los oxalatos en caliente, su posterior precipitación como oxalato de calcio; luego se disuelve en H₂SO₄ en caliente y se titula con una solución de KMnO₄.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se puede observar que la hoja de remolacha es la que contiene la mayor concentración de oxalatos, con un promedio de 4.9 g/100g de materia seca. En raíz la acumulación de oxalatos es mucho menor. Si se considera el promedio de los resultados obtenidos para raíz I, II y III y se compara con la concentración encontrada en la hoja, aproximadamente equivale a un 8%. Esta relación de concentraciones también fue observada por Laskowski (12) en remolacha azucarera y por Kohman (3) en betarraga roja. Desgraciadamente es muy poca la información a nuestro alcance; ello nos impide tener criterios comparativos más amplios.

El contenido de oxalatos en las plantas está sujeto a variaciones individuales y a condiciones dadas por el estado vegetativo, suelo, época y clima; es así, como Laskowski (12), en análisis individuales de hoja fresca de remolacha azucarera encontró que los oxalatos fluctuaban entre 0.0226 y 0.474%, igualmente variaban en raíz y también se producían oscilaciones en distintos años.

La cantidad de oxalato encontrada en la coseta, que fue de 236.9 mg/100 g de materia seca, resulta ser de significancia al compararse con lo encontrado en raíz II, porque indicaría que el gran porcentaje, (90% en este caso), de oxalato de la raíz queda en la coseta; o sea, en la primera etapa de la industrialización del azúcar se eliminaría casi la totalidad de los oxalatos provenientes de la raíz. Para completar esta información aplicamos el mismo método de determinación de oxalatos a otra etapa de la industrialización, la melaza, sin obtener resultados cuantificables; parecería que la sensibilidad del método no permite detectar concentraciones muy bajas de oxalato.

Los métodos que existen para determinar oxalatos parecen ser criticables; algunos tenderían a dar valores bajos; otros que son demasiado fuertes propenderían a la conversión de los compuestos oxalogénicos en ácido oxálico y, por lo tanto, informarían resultados demasiado altos (5, 13). Este efecto sería particularmente pronunciado en alimentos con alto contenido de carbohidratos (13), como *Beta vulgaris*. En nuestro caso la determinación de oxalatos en una raíz individual de remolacha (raíz III), se hizo para observar la fluctuación

del método. Puede apreciarse en la Tabla 1, que la amplitud del rango fue de 326 a 500 mg, lo que limitaría la reproducibilidad del ensayo; podría pensarse que la falta de homogeneidad de la muestra, por desigualdad distribución del oxalato en la raíz, contribuyera a la dispersión de valores.

Los análisis hechos en la raíz de betarraga (raíz IV), se efectuaron para compararlos con los de raíz de remolacha. En la Tabla 1 puede observarse que la concentración de oxalatos en la raíz de betarraga fue bastante superior a los hallados en remolacha. Otros resultados de betarraga han sido presentados por Kohman (3) y por Zarembski (5), quienes obtuvieron respectivamente 0.138 y 0.121 g/100 g de materia fresca, que aproximadamente equivalen a 1.67 y 1.48 g de oxalato/100 g de materia seca, resultados que concuerdan con los nuestros.

TABLA ANEXA
CONTENIDO DE ACIDO OXALICO¹ EN VARIOS ALIMENTOS

Nombre científico	Nombre español	Acido oxálico mg/100g fresco ²	Humedad g/100 g
Beta vulgaris var cicla	Acelga	572	91.72
Prunus amygdalus	Almendra	410	4.70 ⁴
Beta vulgaris var. rapacea	Betarraga	106	91.77
Spinacea oleracea	Espinaca	732	92.30
Anacardium occidentale	Marañón	320	2.70 ⁴
Petroselinum crispum	Perejil	178	86.30
Chenopodium album	Quenopodio	1.110	91.80
Rheum spp	Ruibarbo	472	93.38
Portulaca oleracea	Verdolaga	714	91.05
	Bebidas:		
Teobroma cacao	Cacao en polvo	623	16.9 ⁵
Coffea arabica	Nescafé en polvo	57	7.2 ⁵
Thea sinensis	Té, hoja molida	1.194	11.4 ⁴
Thea sinensis	Té, infusión	4.6 — 219.2 ³	98.6 ⁴

1 Los valores que se presentan corresponden a promedios calculados de información bibliográfica; la mayoría de los datos provienen de las referencias 3, 5 y 8.

2 A humedad de análisis.

3 Depende de la calidad y cantidad del material original y del tiempo de infusión.

4 Tomado de Tabla INCAP (9).

5 Tomado de Latin American Table of Food Composition (10).

TABLA 1

CONCENTRACION DE OXALATOS TOTALES EN DIVERSAS MUESTRAS DE REMOLACHA AZUCARERA (BETA VULGARIS VAR. SACCHARATA); COMPARACION CON REMOLACHA ROJA (BETA VULGARIS VAR. RAPACEA), RAIZ IV

	n	Oxalatos ¹	Error standard	Rango
Hoja	40	4.9 g	0.56	8.9 — 3.6
Raíz I	37	437.8 mg	1.14	836.0 — 252.0
Raíz II	8	262.5 mg	3.43	299.7 — 223.1
Raíz III	4	399.3 mg	—	500.0 — 326.0
Coseta	8	236.9 mg	2.99	272.8 — 220.0
Raíz IV	3	1.5 g	—	1.3 — 1.7

1 Por 100 g de materia seca.

SUMMARY

Total oxalate in different samples of sugar beet (*Beta vulgaris* var. *saccharata*)

Total oxalate in leaf, root and pulp of sugar beet (*Beta vulgaris* var. *saccharata*) was determined. A high concentration: 4.9g/100 g dry material was found in leaf and much lower values: 366.5 and 236.9 mg/100 g dry material in root and pulp. The root dry pulp of sugar beet retained about 90% of the total oxalate content found in the root corresponding to the same season of the year. With the aim of comparison, beetroot (*Beta vulgaris* var. *rapacea*) which is commonly consumed as salad, was also analyzed; beetroot contained 1.5g/100g dry material, around four folds higher than the value found for the same sample obtained from var. *saccharata*. The oxalate concentration found in several foods is included as additional information.

BIBLIOGRAFIA

1. Lovelace, F. E., C. H. Liu & M. Mc Cay. Age of animals in relation to the utilization of calcium and magnesium in the presence of oxalates. *Arch. Biochem.*, 27: 48-56, 1950.
2. Shirley, E. K. & K. Schmidt-Nielsen. Oxalate metabolism in the pack rat, sand rat, hamster and white rat. *J. Nutr.*, 91: 496-502, 1967.
3. Kohman, E. F. Oxalic acid in foods and its behavior and fate in the diet. *J. Nutr.* 18: 233-246, 1939.
4. Fassett, D. W. Oxalates, in: *Toxicants Occurring Naturally in Foods*. p. 257-266. Publ. 1354, Natl. Acad. Sci., Natl. Res. Council, Washington, D. C., 1966.

5. Zarembski, P. M. & A. Hodgkinson. The oxalic acid content of English diets. *Brit. J. Nutr.* 16: 627-634, 1962.
6. Mac Kenzie, C. G. & E. V. Mc Collum. Some effects of dietary oxalate on the rat. *Am. J. Hyg.*, 25: 1-10, 1937.
7. Jaffé, W. G. & J. F. Chávez. El posible uso de harina de ajonjolí para fines comestibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 21: 31-48, 1971.
8. Bridges, M. A. & R. M. Mattice. Food and Beverage Analyses. Lea & Febiger. Philadelphia, 1942.
9. INCAP & ICNND. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. Ed. Interamericana, 2^a Ed., 1964.
10. Christiansen, W. M. C., J. Eggleston, L. R. Mc Dowell, J. H. Conrad & L. E. Harris. Latin American Tables of Feed Composition. Dep. of An. Sc., Center for Tropical Agric., Inst. of Food and Agr. Sc., Univ. of Florida, 1972.
11. Moir, K. W. The determination of oxalic acid in plants. *The Queensland J. of Agr. Sc.* 10: 1-3, 1953.
12. Laskowski, K. Oxalate content of fresh and ensiled beet leaves. *Procz. Inst. Prezm.* 12: 49-62, 1969.
13. Zarembsky, P. M. & A. Hodgkinson. The determination of oxalic acid in food. *Analyst* 87: 698-702, 1962.