



Dilución Urinaria: un factor clave en la prevención de los urolitos de estruvita y de oxalato cálcico



**Vincent Biourge, DVM, PhD,
Dipl. ACVN, Dipl. ECVCN**

Royal Canin, Centro de investigación, Aimargues, Francia

El doctor Biourge se licenció en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Lieja (Bélgica) en 1985. Permaneció como ayudante en el Departamento de Nutrición durante dos años antes de trasladarse al Hospital Universitario de la Universidad de Pensilvania (Filadelfia, Estados Unidos) y posteriormente al Hospital Universitario de California (Davis, Estados Unidos). En 1993, obtuvo el Doctorado en Nutrición por la Universidad de California y se convirtió en Diplomado por el American College of Veterinary Nutrition. En 1994, se unió al Centro de Investigación de Royal Canin en Aimargues (Francia) como jefe de Comunicación Científica y Especialista en Nutrición. Desde enero de 1999, el Doctor Biourge está encargado del control del programa de investigación nutricional de Royal Canin.

■ pH urinario, estruvita y oxalato cálcico

El descubrimiento, a mediados de los 80, de que un pH urinario alcalino ($\text{pH} > 6,5$) era el factor principal en la fisiopatología de los cristales y cálculos de estruvita

PUNTOS CLAVE

- ▶ La forma más fácil de reducir la sobresaturación de la orina, y por lo tanto el riesgo de formación de cristales, es aumentar el volumen de orina
- ▶ Aumentar el cloruro sódico (NaCl) de la dieta aumenta la ingestión de agua así como la producción de orina y reduce la sobresaturación de la orina
- ▶ Puede formularse una dieta acidificante suplementada moderadamente en NaCl para prevenir la formación de urolitos tanto de estruvita como de oxalato cálcico, así como para la disolución de los cálculos de estruvita

indujo a la industria a reformular sus dietas (1,2). Según los expertos, la generalización de las denominadas “dietas acidificantes” parece haber inducido una disminución drástica en la prevalencia de gatos presentados en las clínicas veterinarias con signos de obstrucción uretral (1). También promovió el debate dentro de la comunidad veterinaria sobre los posibles riesgos de salud asociados con la sobreacidificación (2). El hecho es que la fisiopatología de los urolitos de CaOx es todavía poco conocida y que su asociación con dietas acidificantes puede deberse a otros factores, como la mayor esperanza de vida de las mascotas, así como a otros cambios de la formulación en los alimentos para mascotas que se produjeron durante el mismo periodo (3). Además, esta asociación no se sostiene para perros, en los cuales las dietas acidificantes son mucho menos frecuentes.

Figura 1.

Regiones de sobresaturación relativa (RSS), (modificado de 7)
Al contrario que los cristales de estruvita, los cristales de oxalato cálcico [CaOx] tienen muy poca solubilidad. Para el CaOx, es casi imposible obtener un valor de RSS inferior a 1.



Basándose en los estudios epidemiológicos que relacionan el potencial acidificante de las dietas con los riesgos de formación de cálculos de oxalato cálcico, la principal opinión en la actualidad es que el pH de la orina es el factor más importante para prevenir la recurrencia de urolitos de oxalato cálcico (4). Según esta teoría, es imposible formular una dieta que evite la formación de estruvita y de oxalato cálcico al mismo tiempo, ya que la primera precisa inducir un pH urinario bajo y la última, uno elevado.

■ pH urinario y sobresaturación relativa

El pH de la orina por sí solo no nos permite evaluar el riesgo de formación de cristales de oxalato cálcico en el tracto urinario. Una herramienta mucho mejor es la sobresaturación relativa (RSS) de la orina. Es el método utilizado de manera más generalizada en humanos y se ha validado para la orina de perros y gatos (5) (Véase el artículo de B. Robertson y A. Stevenson, en la página 37). La formación, el crecimiento y la disolución de los cristales urinarios dependen de las concentraciones de los minerales que constituyen el cristal (es decir: el calcio y el oxalato) que están libres para reaccionar entre sí (5). Es posible calcular estas fracciones libres de calcio y oxalato. El producto de las concentraciones de estas fracciones libres se denomina el **producto de actividad**. La RSS para una sal determinada se define como el cociente del producto actividad dividido por el producto de solubilidad termodinámico para esa sal.

El producto de solubilidad termodinámico es la cantidad máxima de una sal determinada

que puede disolverse en un disolvente (es decir, agua) para una temperatura determinada (es decir, de 37 °C) y a un pH determinado (es decir, 6,0).

- una RSS < 1 significa que la orina está insaturada y que los cristales no se formarán, sino que se disolverán (Figura 1).
- una RSS > 1 significa que la orina está sobresaturada y que podrían formarse cristales, pero que no se disolverán.

En un medio complejo como la orina, es posible tener una RSS para el oxalato cálcico o la estruvita por encima de 1 sin que exista una precipitación espontánea de los cristales (6). Este nivel de sobresaturación se califica como sobresaturación metastable (Figura 1). A este nivel de saturación, no se formarán cristales de oxalato de calcio de manera espontánea, pero podría ocurrir en presencia de un núcleo.

Cuando haya niveles superiores de minerales en la orina, los cristales se formarán espontáneamente en cuestión de minutos a horas. Esto se conoce como sobresaturación lábil (Figura 1). El límite entre la sobresaturación metastable y la sobresaturación lábil se denomina el producto de formación. Los estudios de precipitación cinética en la orina han demostrado que la RSS para el producto de formación es de 2,5 para la estruvita y de 12 para el oxalato cálcico. El cálculo de dicha RSS a partir de la orina de gatos o perros alimentados con una dieta específica puede utilizarse para estudiar el efecto de la dieta sobre la posible cristalización de la orina (5,6). Los investigadores de nuestro centro, el WALTHAM Centre for Pet Nutrition,

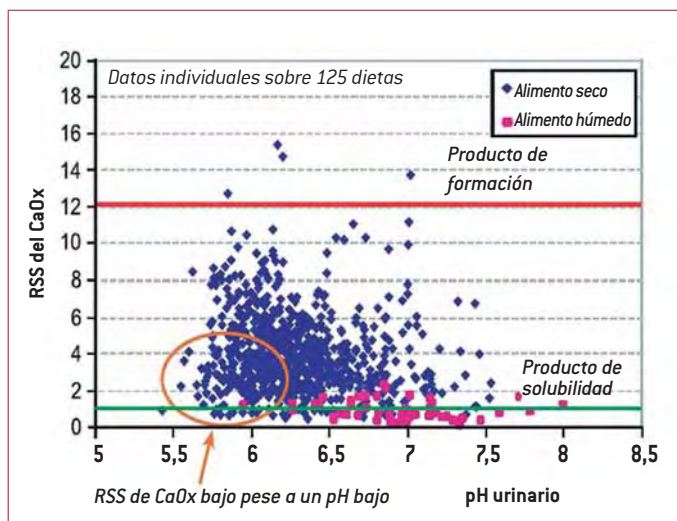


Figura 2. Relación entre el pH urinario y los cristales de oxalato cálcico [CaOx] en gatos sanos.

y otros investigadores, han evaluado por este método dietas comerciales y experimentales. Como se esperaba, dichos estudios han demostrado que pueden formularse dietas felinas y caninas para inducir una orina insaturada ($RSS < 1$) para la estruvita y que los principales impulsores son el pH y/o la humedad de los alimentos. En todas las dietas, la orina de perros y gatos sanos está próxima a la saturación o a la sobresaturación de oxalato cálcico ($RSS \geq 1$) (Figura 2). Sin embargo, la RSS de oxalato cálcico está por debajo del producto de formación ($RSS CaOx = 12$) y no se observa cristalización espontánea.

Cuando se comparan los valores de pH urinario y de RSS del oxalato cálcico asociado a diversas dietas felinas comerciales y experimentales, el pH urinario parece ser un factor de predicción muy malo de la RSS del oxalato cálcico (Figura 2). Estos resultados sugieren de manera importante que depender sólo del pH de la orina para formular dietas no nos permite predecir sus efectos sobre el potencial de cristalización del oxalato cálcico de la orina.

El uso de la RSS como herramienta para evaluar el potencial de cristalización de la orina ha permitido también obtener interesantes resultados. Por ejemplo, la orina de los perros pequeños está más saturada que la orina de los perros grandes (7) (Figura 3). Esto explicaría la mayor incidencia de cálculos urinarios en las razas pequeñas en comparación con los grandes. Los perros que forman cálculos tienen una RSS del

oxalato cálcico significativamente mayor que los perros sanos, lo que sugiere que la RSS podría ser una buena herramienta para identificar a los perros que forman cálculos (3).

Sodio y humedad de la dieta y la sobresaturación relativa

El sodio del alimento (o cloruro sódico) y la humedad del alimento estimulan con gran eficacia el consumo de agua y la diuresis en gatos y perros (8). Un aumento de la diuresis promoverá la dilución de la orina y, por tanto, reducirá la concentración de minerales poco solubles. El aumento del volumen de orina promoverá también el flujo de la orina y la tasa de micción, proporcionando tiempo insuficiente para la nucleación y agregación de cristales de orina (7).

El trabajo realizado en nuestras instalaciones y estudios publicados en perros y en gatos han demostrado que el aumento del sodio alimentario (0,7 a 1,3 g/400 kcal de energía metabolizable), una cantidad elevada de humedad en el alimento o ambas cosas eran herramientas valiosas para reducir la RSS del oxalato cálcico (8, 10-12) (Figuras 3 y 4). En un estudio prospectivo en el que se evaluaba la eficacia de una dieta diseñada para la prevención de urolitos tanto de estruvita (por tanto, acidificante) como de oxalato cálcico, se observó que el aumento de humedad y de sodio reducía el potencial de cristalización de la orina en perros que forman cálculos (3). Además, ninguno de esos perros recidivó durante el seguimiento de un año (3). Esto sugiere que las dietas que reducen la RSS del oxalato cálcico en perros sanos

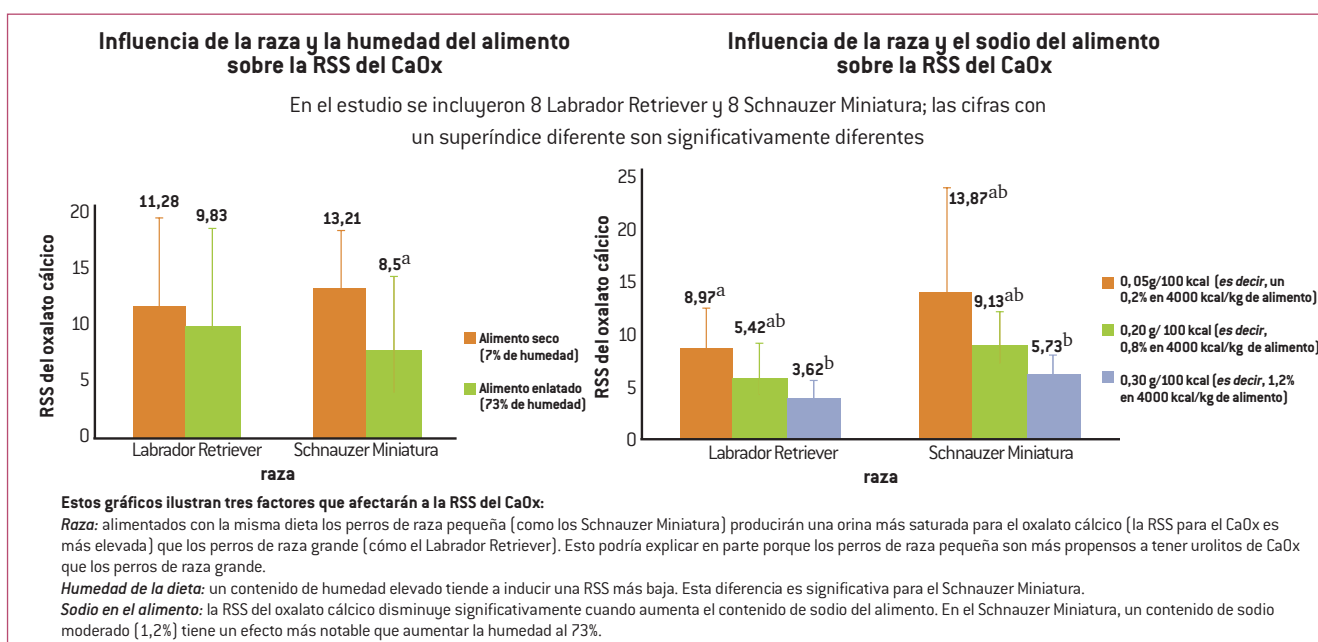
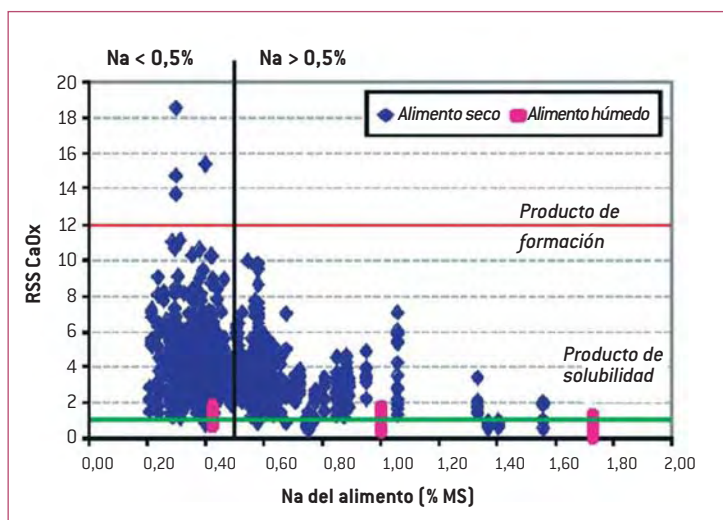


Figura 3. Influencia de la raza, la humedad del alimento y el sodio del alimento sobre la RSS del oxalato cálcico.

Figura 4.
Relación entre el sodio de la dieta y la RSS del oxalato cálcico [CaOx].



son eficaces también en perros en los que se forman urolitos de oxalato cálcico. También se ha demostrado que el aumento de la ingesta de humedad reduce la RSS del oxalato cálcico en los gatos que forman cálculos (12).

Estudios epidemiológicos sobre los factores alimentarios y la prevalencia de cálculos de oxalato cálcico en gatos, así como en perros, concluyeron de manera similar sobre los beneficios del sodio y la humedad de los alimentos (2, 13, 14).

■ Sodio alimentario y excreción de calcio

La relación entre el sodio alimentario y la excreción de calcio en la orina llevó a la suposición de que dietas

ricas en sal podrían promover la formación de oxalato cálcico en ambos, perros y gatos, y por tanto a la recomendación de que las dietas diseñadas para el control de las enfermedades del tracto urinario inferior debían tener bajo contenido de Na (11). Sin embargo, el aumento de la ingesta de sodio aumenta la excreción de calcio, pero la concentración de calcio no se incrementa debido al aumento concomitante del volumen de orina y, por tanto, se observa un descenso significativo de la RSS del oxalato cálcico (11).

■ Conclusión

Ya se ha demostrado que la RSS es una herramienta valiosa para estudiar el efecto de los factores alimentarios en la saturación

de la orina en gatos. Sin embargo, serán necesarios más trabajos para comprender la fisiopatología de los urolitos de oxalato cálcico, las variaciones individuales y las especificidades de raza, así como encontrar otras estrategias que afecten a las concentraciones minerales de orina.

Nuestros resultados y los de los estudios publicados sugieren firmemente que el aumento de la humedad alimentaria y/o del NaCl en una dieta acidificante reducirán los riesgos de formación de cristales tanto de oxalato cálcico como de estruvita (3, 7, 10-12). Hasta la fecha ninguno de los datos publicados respalda que esta estrategia alimentaria pueda ser nociva para los gatos sanos (es decir, gatos sin signos clínicos).

BIBLIOGRAFÍA

- Osborne CA, Kruger JM, Lulich JP, *et al.* Feline Lower Urinary Tract Diseases. In: Ettinger S & Feldman E (eds). *Textbook of Veterinary Internal medicine*. WB Saunders, Philadelphia 2000, pp 1710-1746.
- Kirk CA, Ling GV, Franti CE, *et al.* Evaluation of factors associated with development of calcium oxalate urolithiasis in cats. *J Am Vet Med Assoc* 1995; **207**:1429-1434.
- Stevenson AE, Blackburn JM, Markwell PJ, *et al.* Nutrient intake and urine composition in calcium oxalate stone-forming dogs: comparison with healthy dogs and impact of dietary modification. *Vet Ther* 2004; **5**: 218-231.
- Bartges JW, C Kirk, IF Lane. Update: management of calcium oxalate uroliths in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2004; **34**: 969-987.
- Robertson WG, Jones JS, Heaton MA, *et al.* Predicting the crystallisation potential of urine from cats and dogs with respect to calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate [struvite]. *J Nutr* 2002; **132**: 1637s-1641s.
- Markwell PJ, Smith BHE, McCarthy KP. A non-invasive method for assessing the effect of diet on urinary calcium oxalate and struvite relative supersaturation in the cat. *Animal Technology* 1999; **50**: 61-67.
- Stevenson AE, Markwell P. A comparison of urine parameters produced by healthy Labradors and Miniature Schnauzers. *Am J Vet Res* 2001; **62**: 1782-1786.
- Burger I, Anderson RS, Holme DW. Nutritional factors affecting water balance in dog and cat. In: Anderson RS (ed). *Nutrition of the Cat and Dog*. Pergamon Press, Oxford 1980, pp. 145-156.
- Biourge V, Devois C, Morice G, *et al.* Increased Dietary NaCl significantly increases urine volume but does not increase urinary calcium oxalate supersaturation in healthy cats. *Proceedings of the 19th American Congress of Veterinary Internal Medicine*, Denver, Colorado, 2001, pp. 866.
- Hawthorne AJ, Markwell PJ. Dietary sodium promotes increased water intake and urine volume in cats. *J Nutr* 2004; **134**: 2128s-2129s.
- Lulich JP, Osborne CA, Sanderson SL. Effects of dietary supplementation with sodium chloride on urinary relative supersaturation with calcium oxalate in healthy dogs. *Am J Vet Res* 2005; **66**: 319-324.
- Lulich JP, Osborne CA, Lekcharoensuk C, *et al.* Effects of diet on urine composition of cats with calcium oxalate urolithiasis. *J Am Anim Hosp Assoc* 2004; **40**: 185-191.
- Lekcharoensuk C, Osborne CA, Lulich JP, *et al.* Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium phosphate urolithiasis in cats. *J Am Vet Med Assoc* 2001; **219**:1228-1237.
- Lekcharoensuk C, Osborne CA, Lulich JP, *et al.* Associations between dry dietary factors and canine calcium oxalate. *Am J Vet Res* 2002; **63**:330-337.

“ Scientific knowledge is made to be shared ”



- ◆ At Royal Canin, the Science is focused exclusively on Dogs and Cats, with no anthropomorphism.
- ◆ At the heart of Royal Canin's innovation process, Royal Canin's Research and Development has improved worldwide knowledge of Health Nutrition.
- ◆ A major objective for the scientists working for Royal Canin is to share, through numerous articles and books, our knowledge with our partners from the veterinary community.

