AVERSIONES CONDICIONADAS DESARROLLADAS POR GANADO CAPRINO HACIA UN ALIMENTO QUE CONTIENE ÁCIDO OXÁLICO.

P. Frutos, S. A. Young y A. J. Duncan
Macaulay Land Use Research Institute. Craigiebuckler. Aberdeen, AB15 8QH. Reino Unido

Introducción

Los grandes herbívoros seleccionan su dieta entre una amplia variedad de plantas, tratando de cubrir sus necesidades nutritivas y evitando la ingestión de compuestos tóxicos. Dicha seleccion está basada en un proceso de aprendizaje de tipo prueba/error. Los animales son capaces de asociar el sabor de un alimento con sus consecuencias negativas post-ingestivas, pudiendo esta asociación conducir a una aversión condicionada hacia el alimento, cuya magnitud y persistencia parecen estar relacionadas con la intensidad de los efectos postpandriales negativos provocados por el alimento (Provenza, 1995).

Uno de los compuestos secundarios de las plantas utilizado como modelo es el ácido oxálico. Diversas especies vegetales, incluyendo algunos cultivos, continen este ácido o sus sales derivadas y pueden causar toxicidad renal e hipocalcemia cuando los animales las ingieren en cantidades importantes.

Este experimento se llevó a cabo para estudiar si el ganado caprino es capaz de formar asociaciones entre los sabores de los alimentos que contienen compuestos secundarios y sus efectos fisiológicos negativos y aprender por lo tanto a evitarlos.

Material y métodos

Doce cabras adultas de raza Cachemira (PV=37,8 kg; e.s.=1,82) fueron alojadas en jaulas individuales y alimentadas a 1,2 veces su nivel de mantenimiento con una dieta base (heno de hierba granulado) durante los 15 días previos al experimento y a lo largo de todo éste, excepto los días que recibían las dietas experimentales. Dichas dietas experimentales se formularon utilizando heno de alfalfa picado y melazado, tal y cómo se indica a continuación:

MAcon: heno de alfalfa + saborizante (manzana, 0,7%)

ALoxal: heno de alfalfa + saborizante (alholva, 0,7%) + 0,75% de ácido oxálico.

Estas dietas fueron administradas al mismo nivel que la dieta base (1,2 mantenimiento) y fueron diseñadas para dar a los animales la oportunidad de asociar un sabor con las consecuencias fisiológicas de consumir ácido oxálico.

El experimento consistió en cuatro periodos de acondicionamiento con una duración de 9 días cada uno (ver tabla 1). Una de las dietas experimentales se ofreció los días 1 y 2 y la otra los días 5 y 6. Al final de cada uno de estos cuatro periodos (día 9) se llevó a cabo una prueba de preferencia (20 minutos) en la cual se ofrecieron a los animales las dos dietas experimentales. El índice de preferencia se calculó pesando los restos de cada dieta, y refleja la cantidad de *ALoxal* consumido como proporción del total ingerido. Otras tres pruebas de preferencia se realizaron 1, 3 y 5 semanas después del último periodo de acondicionamiento, para comprobar si existía o no persistencia

de la aversión condicionada. Los días 2 y 6 de cada periodo de acondicionamiento se tomaron muestras de sangre para analizar la concentracion de calcio en plasma, como indicador del grado de toxicidad producida por el ácido oxálico. Las concentraciones se determinaron por absorción atómica.

Los análisis de varianza de los datos se realizaron con el programa "GENSTAT 5". El efecto del periodo se examinó mediante el método de contrastes (Lawes Agricultural Trust, 1989).

Tabla 1. *Esquema del desarrollo de un periodo de acondicionamiento.*

		(n=6)	(n=6)	
dia 1	Dieta experimental	ALoxal	MAcon	
dia 2	Dieta experimental	ALoxal	MAcon	←Muestreo de plasma
dia 3	dieta base			
dia 4	dieta base			
dia 5	Dieta experimental	MAcon	ALoxal	
dia 6	Dieta experimental	MAcon	ALoxal	←Muestreo de plasma
dia 7	dieta base			
dia 8	dieta base			
dia 9	PRUEBA DE PREFERENCIA	ALoxal/MAcon	ALoxal/MAcon	

Resultados y discusión

La cabras asociaron el sabor del alimento que contenía el ácido oxálico con sus efectos fisiológicos negativos y desarrollaron una aversión condicionada hacia dicho alimento (ver tabla 2). En un principio, los animales habían mostrado preferencia por la dieta *ALoxal*, supuestamente por mera razón de hedonismo. Sin embargo, después de experimentar los efectos postpandriales de ambas dietas por separado, las cabras seleccionaron una mayor proporción de la dieta *MAcon* ($P<0,05$). Probablemente, el hecho de que sólo desarrollaran una leve aversión fue debido a que las consecuencias post-ingestivas negativas del alimento tóxico tampoco fueron muy intensas. Una vez adquirida la aversión, no hubo evidencia de que las cabras fueran capaces de mantener la memoria de sus consecuencias negativas ($P<0,05$). En algunos trabajos se ha indicado que los animales pueden mantener las aversiones por un periodo de tiempo relativamente largo, lo cual es de evidente importancia cuando el alimento es muy tóxico. Sin embargo, cuando la toxicidad no es muy alta, cabría esperar que las aversiones se mantuvieran durante periodos cortos. Esto permitiría a los rumiantes un re-aprendizaje sobre qué plantas, o partes de éstas, pueden seleccionar en un momento determinado, teniendo en cuenta, por una parte, que la concentracion de toxinas en las plantas puede variar en función de cambios fenológicos y medioambientales, y por otra, que sus consecuencias negativas pueden ser paliadas con el tiempo gracias a la adaptacion fisiológica de los animales a los compuestos secundarios de sus dietas (Forbes y Kyriazakis, 1995).

La ingestión total de las dietas experimentales durante los 20 minutos que duraban las pruebas de preferencia aumentó a lo largo del experimento ($P<0,001$) y no mostró variaciones significativas en las tres pruebas de persistencia. Esta evolución responde al comportamiento general de los herbívoros cuando se enfrentan a un nuevo alimento. En

ningún momento las cabras dejaron de comer la dieta hacia la que desarrollaron aversión, lo cual indica que probablemente son capaces de ajustar el consumo de alimentos que contienen compuestos secundarios, manteniendo la cantidad ingerida por debajo del umbral de toxicidad.

Aunque posiblemente la cantidad de ácido oxálico absorbida fuera pequeña, es importante señalar que las diferencias significativas ($P<0,001$) en la concentración de calcio entre las muestras tomadas antes de empezar la administración del ácido oxálico y después de que los animales recibieran la dieta tóxica, sugieren que aunque no existió toxicidad aguda, los animales sí que experimentaron efectos adversos debidos al consumo de ácido oxálico.

Tabla 2. *Índices de Preferencia, ingestión total (g) y concentraciones de calcio en plasma después de recibir la dieta tóxica (mg/dl), inmediatamente antes de empezar el experimento (control), durante los cuatro periodos de acondicionamiento y 1,3 y 5 semanas después del último periodo de acondicionamiento (persistencia 1, 2 y 3, respectivamente)*

	Índice de Preferencia	Ingestión total (g)	Calcio (mg/dl)
Control	0,675	432	11,23
Periodo de acondicionamiento 1	0,380	532	9,38
Periodo de acondicionamiento 2	0,483	490	9,08
Periodo de acondicionamiento 3	0,315	517	8,62
Periodo de acondicionamiento 4	0,454	573	8,61
Persistencia 1	0,496	541	
Persistencia 2	0,586	531	
Persistencia 3	0,519	537	
ESD	0,142	23,5	0,519

ESD: error estándar de la diferencia

En resumen, este experimento demostró la capacidad de respuesta de los rumiantes cuando se enfrentan a un alimento nuevo y potencialmente tóxico: las aversiones condicionadas se desarrollaron de modo muy rápido (después de sólo 2 días) y se extinguieron también rápidamente en ausencia de refuerzos.

Referencias bibliográficas

Forbes, J.M. y Kyriazakis, I. 1995. Food preferences in farm animals: why don't they always choose wisely?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 54, 429-440.

Lawes Agricultural Trust 1989. *Genstat 5 Committee of the Statistics Department, Rothamstead Experimental Station*, Oxford: Oxford University Press.

Provenza, F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management*, 48, 2-17.

*P. Frutos disfrutó, durante la realización de este trabajo, de una beca postdoctoral del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)