

## Prueba oral de tolerancia al almidón del grano de avena en ponies (Oral oats grain starch tolerance test in ponies)

Perrone, G.<sup>1, 2</sup>, Caviglia, J.<sup>2</sup>, Perez, A.<sup>5</sup>, Honrado, M.<sup>1</sup>, Tassara, M.<sup>2</sup>, Janciar, C.<sup>3</sup>, González, G.<sup>4</sup>.

1. Area Producción Equina, Fac. Cs. Agrarias, UCA. [gustavoperrone@fibertel.com.ar](mailto:gustavoperrone@fibertel.com.ar)

2. Area Salud y Producción Equina, Fac. Cs. Veterinarias, UBA.

3. Area Medicina II, Fac. Cs. Veterinarias, UBA.

4. Area de Nutrición y Alimentación Animal. Fac. Cs. Veterinarias, UBA. [guigon@fvet.uba.ar](mailto:guigon@fvet.uba.ar)

5. Profesor Asistente Métodos de Investigación y Estadística y Biometría. Facultad de Cs. Agrarias. UCA.

---

### Resumen

Se efectuó una Prueba Oral de Tolerancia al Almidón del grano de Avena en ponies, para desarrollar una curva de glucemia propia de estas razas, compararla con las curvas de glucemia de equinos de mayor alzada, consumiendo pasturas o dietas mixtas de forrajes y concentrados, y observar si algún pony pudiera ser considerado un valor atípico. Estos animales, aún sin síntomas clínicos, podrían ser resistentes a la insulina.

Los ponies consumían heno de alfalfa, por lo que se esperaba encontrar una respuesta glucémica, similar a caballos alimentados con pasturas. Sin embargo, la glucemia de los ponies era similar ( $p < 0,05$ ) a la glucemia de los caballos alimentados con dietas mixtas, probablemente por el consumo previo de alfalfa.

La curva obtenida en esta experiencia es la que debe ser utilizada en ponies consumiendo este alimento. Al ejecutar esta prueba, se pudo comprobar que existen ponies que ante la descarga de almidón, desarrollan una intolerancia a la glucosa, que podría deberse a una resistencia a la insulina. Se considera que esta prueba puede ser de utilidad para detectar ponies predispuestos a sufrir enfermedades tales como infosuras, obesidad, rhabdomiolisis, etc.

**Palabras clave:** Ponies, almidón, glucemia, pasturas, dietas mixtas

---

## Abstract

An oral oats grain starch tolerance test in ponies was carried out to develop a glycaemic curve specific to these breeds, compared it with glycaemic curves of larger height horses, pasture fed or forage and concentrates fed, and see if any pony could be considered outlier. These animals, even without clinical signs, may be insulin resistant.

The ponies were fed on alfalfa hay, so it was expected to find a glycaemic response similar to pasture-fed horses. However, the ponies glycaemia was similar ( $p < 0.05$ ) to glycaemia of horses fed mixed diets, probably because they were previously eating alfalfa. So, the curve obtained in this experiment is to be used in ponies eating this last food. When this test was run, some ponies, when starch discharged, developed glucose intolerance, which could be due to insulin resistance. This test may be useful for detecting ponies predisposed to suffer diseases such as laminitis, obesity, rhabdomyolysis, etc..

**Key words:** Ponies, starch, glycaemia, pastures, mixed diets

---

---

## Introducción

La prueba oral de tolerancia al almidón, reemplazando el almidón por el grano de avena (POTAA), en caballos alimentados con pasturas y con dietas mixtas a base de forrajes y concentrados fue desarrollada por los autores para estudiar una o más partes del proceso de digestión, absorción y transporte en sangre de los carbohidratos no estructurales (CNE), mediante el estudio de la curva de glucemia (Glm) generada a partir de la ingestión de 2 kg de grano de avena.<sup>10</sup>

La POTAA fue utilizada como método de diagnóstico complementario en equinos afectados de enfermedades de origen digestivo. Uno de los sujetos fue un mestizo pony Shetland afectado de infosura crónica, cuya curva de Glm pos ingestión de grano de avena sugirió un trastorno del metabolismo de los CNE, probablemente una resistencia a la insulina (I). Las referencias bibliográficas mencionan que estas razas de baja alzada presentan predisposición genética a la resistencia a la I, debido a procesos de selección natural por las duras condiciones nutricionales y climáticas de las zonas donde se originaron, lo que les permitió sobrevivir con alimentos de baja calidad. Al mejorar sus niveles nutricionales, estos individuos tienen una predisposición a sufrir un síndrome metabólico caracterizado por obesidad, hipertrigliceridemia, hipercolesterolemia de alta densidad, hipertensión y laminitis.<sup>4, 5, 6, 9, 12</sup>

Debido a estas particularidades de los ponies, se plantearon los siguientes objetivos: efectuar una POTAA en un grupo de equinos de estas razas, y sus mestizos, para desarrollar una curva de G<sub>lm</sub> propia de ellas, compararla con las curvas de G<sub>lm</sub> ya desarrolladas para equinos de razas de mayor alzada, consumiendo pasturas o dietas mixtas de forrajes y concentrados, y observar si en los ponies de esta experiencia, alguno de ellos pudiera ser considerado como un valor atípico (observación que es numéricamente distante del resto de los datos) al trazar la curva. Estos animales excluidos, aún sin síntomas clínicos, podrían ser resistentes a la I.

## **Materiales y métodos**

Se utilizaron seis machos castrados y seis hembras adultas, de 179 a 346 kgs de peso según fórmula  $\text{Peso} = \text{Perímetro Torácico}^3 \times 80$ , con una condición corporal de 4 a 7, de una escala de 1 a 9, clasificándolos como ponies por el criterio de la Federación Ecuéstere Internacional (hasta 1,48 mts de alzada sin herraduras y hasta 1,49 mts de alzada con herraduras)<sup>16</sup>, estabulados y consumiendo solamente heno de alfalfa, excepto un sujeto que consumía concentrado (alimento balanceado) una vez por semana. Uno de los ponies presentaba, a la inspección, los cascos de los miembros anteriores con ceños que sugerirían un cuadro de infosura crónica y otro, por anamnesis de los profesionales actuantes, refería el mismo cuadro. Todos los animales se encontraban realizando, sin inconvenientes, actividades acordes a su alzada y estado físico.

Se sometió a los animales a un ayuno sólido de 12 horas con agua "ad libitum", desde la noche anterior al muestreo. A cada sujeto se le cateterizó la vena yugular y se efectuó la primera extracción de sangre (20 cm<sup>3</sup>), para las determinaciones basales.

Cada pony recibió una cantidad de grano de avena, equivalente a 2g de almidón/kgpv, considerando un porcentaje del mismo en el grano del 40 %. Algunos sujetos no consumieron la totalidad del grano, probablemente por sobrestimar el peso por la fórmula de cálculo utilizada.

Inmediatamente de finalizada la ingestión, se tomaron muestras de sangre cada 30 minutos durante 4 horas. Las muestras se colocaron en tubos con EDTA - Fluoruro de Sodio y se empleó, para determinar la G<sub>lm</sub>, el método de Glucosa Oxidasa, enzimático colorimétrico según Trinder (Glicemia Enzimática Wiener Lab).

Para cada animal se determinó el área bajo la curva (ABC) de glucosa, utilizando como línea de base el cero, mediante el método trapezoidal.

Se determinó además la máxima respuesta y el tiempo para alcanzar la respuesta máxima. Se empleó el software NCSS.

Los tres grupos, 1) caballos consumiendo pasturas, 2) caballos comiendo dietas a base de forrajes y concentrados y 3) ponies, fueron comparados en relación a glucosa basal, ABC, respuesta máxima y tiempo para alcanzar la respuesta máxima mediante un análisis de la varianza de un factor. El supuesto de normalidad se probó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad mediante la prueba de Levene. Para las variables glucosa basal y tiempo para la respuesta máxima no se verificó el supuesto de homocedasticidad, por lo que los datos debieron ser transformados a logaritmo. Las comparaciones entre grupos se efectuaron mediante la prueba de Tukey. Las diferencias con  $p < 0,05$  fueron consideradas estadísticamente significativas. Para el análisis estadístico se empleó el software Infostat (Universidad de Córdoba, Argentina).

## Resultados

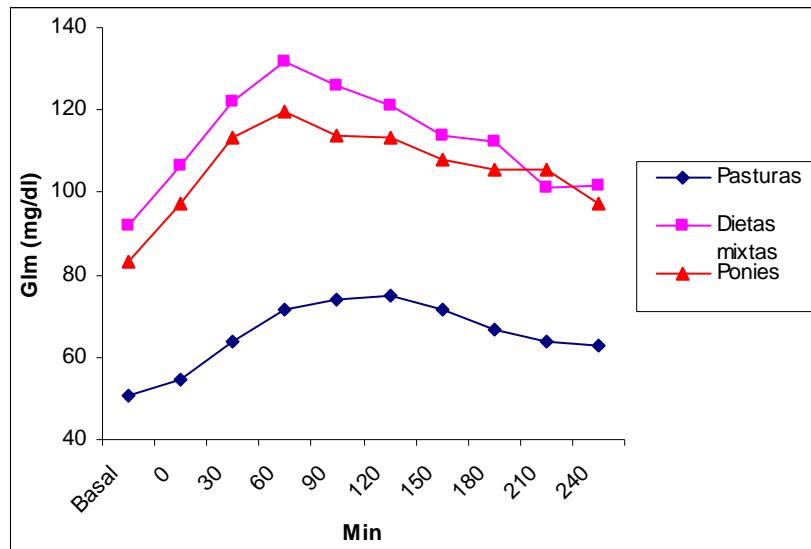
En la Tabla 1. se observa la comparación de los ponies, caballos alimentados con pasturas y caballos alimentados con dietas a base de forraje y concentrados en relación a la respuesta de la glucosa ante la POTAA. En la Figura 1. se muestran las curvas de Glm post ingestión de granos de avena en los tres grupos. En la Figura 2. se grafican los dos sujetos (PO y RE) considerados como valores atípicos en relación a la POTAA de los ponies.

**Tabla 1. Respuesta glucémica a la POTAA**

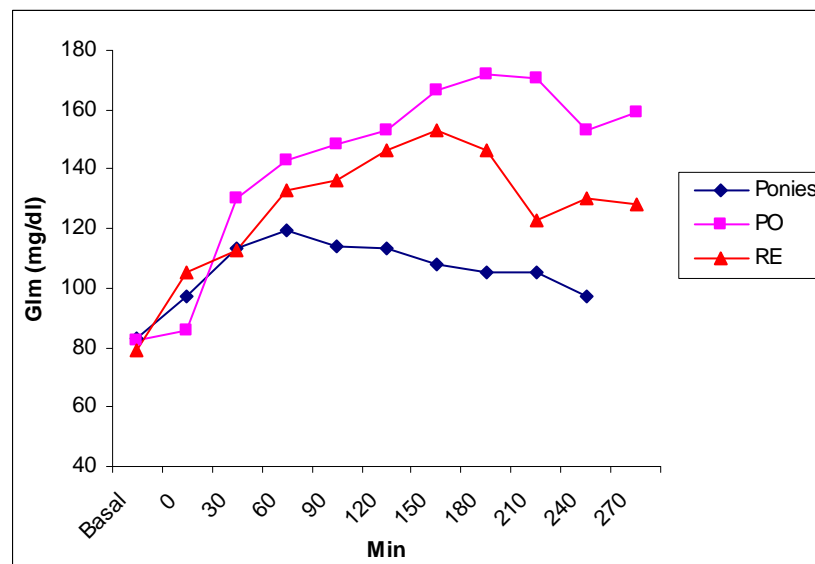
	Caballos consumiendo pasturas	Caballos consumiendo forrajes y concentrados	Ponies
n	9	9	10
Glucosa basal (mg/l)	50,9 ; 4,08 <sup>a</sup>	91,89 ; 9,95 <sup>b</sup>	83,06 ; 5,77 <sup>b</sup>
Área bajo la curva (ABC)	16369 ; 1215 <sup>a</sup>	27963 ; 2901 <sup>b</sup>	25942 ; 2470 <sup>b</sup>
Respuesta máxima (mg/l)	77,94 ; 7,45 <sup>a</sup>	135,93 ; 16,94 <sup>b</sup>	129,91 ; 14,71 <sup>b</sup>
Tiempo para respuesta máxima (min)	106,67 ; 45,28 <sup>a</sup>	76,67 ; 47,7 <sup>a</sup>	111,00 ; 56,66 <sup>a</sup>

Se indica: media +- desvío estándar

Letras distintas indican diferencias significativas entre grupos ( $p < 0.05$ )



**Fig. 1.** POTAA en caballos alimentados con pasturas, dietas mixtas y ponies



**Fig. 2.** POTAA en ponies y en ponies (PO y RE) considerados como valores atípicos.

## Discusión

Las curvas de glucemia pos ingestión de grano de avena en caballos alimentados con pasturas, y en aquellos alimentados con dietas mixtas de forrajes y concentrados, son diferentes debido a la adaptación fisiológica a las distintas dietas. Esta adaptación permite al equino asemejarse, desde el punto de vista de la digestión del almidón y su absorción como glucosa, más a un monogástrico ante dietas ricas en almidones y más a un rumiante ante dietas ricas en CE.<sup>10</sup>

Las referencias halladas sobre tolerancia a la glucosa en ponies se basaron en la prueba oral de tolerancia a la glucosa (POTG). La glucosa

basal de ponies, previamente a ser sometidos a una POTG por Freestone y *col.*<sup>3</sup>, Jeffcott y Field<sup>4</sup> y Murphy y *col.*<sup>7</sup>, fue similar a los obtenidos en esta experiencia. Al observar la curva de Glm generada por las POTG (s) de estos autores, los valores máximos de glucosa también fueron similares a las obtenidas en esta experiencia, aunque no pueden ser completamente comparables debido a las diferentes pruebas utilizadas (POTG vs. POTAA) y a que la dieta previa en un caso se basó en forraje y concentrados<sup>4</sup>. La Glm basal obtenida por Treiber y *col.*<sup>15</sup>, en ponies en pasturas también fue similar a la obtenida por los autores (Tabla 1).

En nuestra experiencia, los ponies consumían una dieta basada en heno de alfalfa, por lo que se esperaba encontrar una respuesta glucémica ante la POTAA, similar a aquellos caballos alimentados con pasturas. Sin embargo, se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre la POTAA de los ponies y la POTAA de los caballos alimentados con pasturas (Tabla 1 y Fig. 1).

Existen varias explicaciones para que la curva de Glm de los ponies fuera similar a la curva de Glm de los caballos alimentados con dietas mixtas. El heno de alfalfa puede contener hasta un 22 % de CNE, sumado a su contenido elevado en aminoácidos, podría generar la curva de Glm observada ya que éstos estimulan la secreción insulínica, así como su descenso mediado, no sólo por la I, sino también por el péptido inhibitorio gástrico (PIG).<sup>1, 2, 8, 14</sup>

El ejercicio, la condición corporal y la alimentación en cantidad y calidad pueden influir en la respuesta glucémica. La obesidad y el sedentarismo, junto con dietas ricas en CNE, son los factores predisponentes al síndrome metabólico equino en los ponies. Aunque estas razas están predispuestas a la resistencia a la I, los animales utilizados en esta experiencia no eran obesos y realizaban actividad física, por lo que podrían estar compensando esta resistencia.<sup>3, 4, 5, 11, 13, 15</sup>

Dos de los ponies (PO y RE) sometidos a la POTAA fueron eliminados del estudio por considerarlos como valores atípicos. Al compararlos con la curva de Glm generada a partir de la ingestión de grano de avena, se observa claramente un patrón de hiperglucemia que se mantiene en el tiempo, sugiriendo una resistencia a la I (Fig. 2). Ninguno de ellos presentaba signos clínicos de laminitis u obesidad. Los ponies que presentaban signos clínicos o historia clínica de infosura no se consideraron valores atípicos y se incluyeron dentro de la curva promedio.<sup>3, 4, 6</sup>

## Conclusiones

Se desarrolló una POTAA para ponies, siendo la misma similar a la POTAA de equinos que reciben dietas de forrajes y concentrados,

probablemente por que los animales de esta experiencia se alimentaban con heno de alfalfa. La curva obtenida en esta experiencia es la que debe ser utilizada en ponies consumiendo este alimento. Debería repetirse la experiencia con ponies mantenidos "a campo" con pasturas, para compararla con la POTAA de equinos con la misma dieta.

Al ejecutar esta prueba, se pudo comprobar que existen ponies que ante la descarga de CNE, desarrollan una intolerancia a la glucosa, que podría deberse a una resistencia a la I. Por lo tanto, se considera que esta POTAA puede ser de utilidad para detectar ponies predispuestos a sufrir enfermedades tales como infosuras, obesidad, rhabdomiolisis, etc.

\*Trabajo realizado dentro del Proyecto acreditado UBACYT V800 "PRUEBA ORAL DE TOLERANCIA AL ALMIDON EN EL EQUINO"

## Bibliografía

1. **Arana, M., Rodiek, A., Stull, C.** Blood glucose and insulin response to four different grains and four different forms of alfalfa hay fed to horses. Proc. Equine Nutr & Physiol Soc Symp. 1989; pp 160-161.
2. **Cottrell, E., Watts, K., Ralston, S.** Soluble sugar content and glucose/insulin responses can be reduced by soaking chopped hay in water. Proc of the XIX Symp of the Equine Science Society 2005; pp. 293-298.
3. **Freestone, J.F., Shoemaker, K., Bessin, R., Wolfsheimer, K., J.** Insulin and glucose response following oral glucose administration in well conditioned ponies. Equine Vet. J., Suppl 11: Equine Therapy, Anesthesiology and Pharmacology 1992.13-17.
4. **Jeffcott, L.B., Field, R.** Glucose tolerance and insulin sensitivity in ponies and Standardbred horses. Equine Vet J 1986; 18, 2: 97-101.
5. **Johnson, P.J., Ganjam, S.K., Turk, J.R., Buff, P.R.** Obesity paradigm: An introduction to the emerging discipline of adipobiology. AAEP Proceedings 2006; Vol 52, pp. 41-50.
6. **Kronfeld, D.S., Treiber, K.H., Geor, R.J.** Comparison of non specific indications and quantitative methods for the assessment of insulin resistance in horses and ponies. JAVMA 2005; Vol 226, Nº 5: 712-719.
7. **Murphy, D., Reid, S.W., Love, S.** The effect of age and diet on the oral glucose tolerance test in ponies. Equine Vet J. 1997; 29, 6: 467-470.
8. **Pagan, J.D.** Carbohydrates in equine nutrition. In: Pagan, J.D. (Ed.) Advances in Equine Nutrition 1998; pp. 29-41. Nottingham University Press. Nottingham, United Kindom.
9. **Perrone, G.; Caviglia, J.; Pérez, A., Tassara, M.; Janciar, C.; Quintana, H.; Camps, D.; González, G.** Prueba oral de tolerancia al almidón del grano de avena en equinos con enfermedades de origen digestivo. Rev Med Vet (Buenos Aires) (entrega/serial online) 2007,

(citado 2 de abril de 2009); Vol. 88, Nº 6: 230-233. Disponible en <http://www.someve.com.ar/index.php/revista-someve>.

10. **Perrone, G., Caviglia, J., Giménez, R., Chiappe, M., González, G.** Comparación de la tolerancia al almidón del grano de avena en equinos alimentados con pasturas y dietas mixtas. Rev Med Vet 2005; Vol. 86, 1: 13-16.

11. **Pratt, S., Geor, R., McCutcheon, L.** Effects of dietary energy source and physical conditioning on insulin sensitivity and glucose tolerance in horses. 7 th International Conference on Equine Exercise Physiology. Nutrition and Diets of Athletic Horse Session 2006; p. 192, Fontainebleau, Francia.

12. **Splan, R.K., Kronfeld, D.S., Treiber, K.H., Hess, T.M., Staniar, W.B.** Genetic predisposition for laminitis in ponies. XIX Symposium Proceedings of the Equine Science Society 2005; pp 219-220.

13. **Stewart-Hunt, L., Geor, R., McCutcheon, L.** Short term training increases insulin sensitivity, Glut-4. 7 th International Conference on Equine Exercise Physiology. Blood Chemistry, Haematology, Endocrinology, Electrolytes, Acid-Base and Thermoregulation Session 2006. p 138, Fontainebleau, Francia.

14. **Stull, C.L., Rodiek A.V.** Responses of blood glucose, Insulin and cortisol concentrations to common equine diets. J. Nutr. 1988; 118 (2): 206-213.

15. **Treiber, K. H.; Kronfeld, D. S.; Hess, T. M.; Byrd, B. M.; Splan, R. K.; Staniar, W. B.** Evaluation of genetic and metabolic predispositions and nutritional risk factors for pasture-associated laminitis in ponies. JAVMA 2006; Vol 228, No. 10: 1538-1545. Disponible en [http://www.fei.org/Disciplines/Youth/News/Info\\_Youth/Pages/20070130-1450.aspx](http://www.fei.org/Disciplines/Youth/News/Info_Youth/Pages/20070130-1450.aspx)

### REDVET: 2011, Vol. 12 Nº 10

Recibido 13.05.2011 / Ref. prov. MAT111\_RED VET / Revisado 10.07.2011 / Aceptado 16.09.2011  
Ref. def. 101107\_RED VET / Publicado: 01.10.2011

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101011.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101011/101107.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>