

## ACTUALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO DE LA DIABETES MELLITUS CANINA

M<sup>a</sup> del Carmen Marca Andrés, PhD; Araceli Loste Montoya, PhD; Marta Borobia Frías, PhD.

Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Departamento de Patología Animal. c./ Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza. [cmarca@unizar.es](mailto:cmarca@unizar.es)

Servicio de Endocrinología Hospital Veterinario. Universidad de Zaragoza.

@EndocrinoUnizar

### Resumen

La diabetes *mellitus* es una alteración metabólica global caracterizada por un estado de hiperglucemia crónico, que se acompaña de importantes cambios en el metabolismo de las proteínas y los lípidos. Se trata de una de las endocrinopatías más frecuentemente diagnosticadas en el perro y se debe a una deficiencia absoluta o relativa de insulina, responsable directa de los graves trastornos metabólicos que se producen a lo largo de la enfermedad. En los últimos años se ha avanzado mucho en el conocimiento de esta patología, principalmente en los aspectos relativos a su tratamiento y control, lo que ha permitido, además de prolongar la supervivencia de los perros diabéticos, conseguir una mejora notable en su calidad de vida. En este artículo, tras una breve revisión de los aspectos generales de la enfermedad, se presentan las principales recomendaciones que desde un punto de vista práctico podemos aplicar en nuestra clínica diaria para mejorar tanto el control de nuestros pacientes diabéticos como la satisfacción de sus propietarios.

### Palabras clave

Diabetes *mellitus*. Perro. Hiperglucemia

## UPDATE ON THE TREATMENT OF CANINE DIABETES MELLITUS

### Abstract

Diabetes mellitus is a general metabolic disorder characterized by a chronic hyperglycemic state together with important changes in protein and lipid metabolism. It is one of the most frequently diagnosed endocrinopathy in dogs and it is due to an absolute or relative insulin deficiency, which directly causes the severe metabolic disorders developed along the disease. The knowledge of this pathology has progressed during the last years, mainly regarding its treatment and control, which has allowed to prolong the survival of diabetic dogs and to achieve a significant improvement in their quality of life. This paper presents a brief review of the general aspects of the disease followed by the main recommendations applicable in the daily veterinary practice to improve not only the control of our diabetic patients but also the satisfaction of their owners.

### Keywords

Diabetes *mellitus*. Dog. Hyperglycemia

## Etiología

La diabetes *mellitus* (DM) se considera una enfermedad multifactorial y se habla principalmente de dos tipos de diabetes:

- Diabetes *mellitus* tipo 1: es la forma más frecuente en la especie canina, se caracteriza por una deficiencia absoluta de insulina y se produce por la destrucción inmunomediada de las células beta pancreáticas, aunque también se ha demostrado la participación de factores genéticos y se sospecha de factores ambientales.
- Diabetes *mellitus* tipo 2: a diferencia de lo que sucede en el hombre y en el gato, la resistencia a la insulina inducida por la obesidad todavía no se ha confirmado en el perro. Sin embargo, se conocen otras causas de resistencia a la insulina en la especie canina: las enfermedades del páncreas exocrino (pancreatitis), la hipercortisolemia crónica (enfermedad/síndrome de Cushing o tratamientos con glucocorticoides por cualquier vía) y la hiperprogesteronemia crónica (gestación, diestro o administración de progestágenos por cualquier vía).

## Fisiopatología y cuadro clínico

Como consecuencia de la disminución de la insulina, desciende el consumo de la glucosa, los aminoácidos y los ácidos grasos y aumenta la glucogenolisis y la gluconeogénesis, lo que induce una hiperglucemia que cuando supera el umbral renal (>200 mg/dl) provoca una glucosuria, acompañada siempre de una diuresis osmótica. A su vez, la incapacidad para utilizar la glucosa a nivel periférico pone en marcha la utilización de otros recursos energéticos, lo que repercute en la condición corporal del paciente diabético.

Así pues es fácil comprender los síntomas clásicos que presentan la mayoría de los perros diabéticos: poliuria-polidipsia, polifagia y pérdida de peso. Si la enfermedad es reciente, el perro está estable y sin otros problemas, el examen físico suele resultar normal y el paciente presenta una buena condición corporal, o incluso muestra sobrepeso u obesidad. Si el diagnóstico se retrasa o hay otros problemas concomitantes, el estado de salud del perro se deteriora progresivamente y es posible

la aparición de complicaciones de la DM, principalmente la formación de cataratas y la cetoacidosis diabética.

### **Diagnóstico**

El diagnóstico de la DM canina es sencillo y basta con demostrar:

- Hiperglucemia de ayuno: > 200 mg/dl.
- Glucosuria persistente.
- Aumento de la fructosamina.

No obstante, se debe recordar que existen otras causas de hiperglucemia y de glucosuria en el perro (cuadro 1). A su vez, el paciente diabético puede padecer otra enfermedad concomitante con la DM. Por lo tanto es fundamental, además de una anamnesis y un examen físico exhaustivo, solicitar una analítica completa: hemograma, perfil bioquímico (incluyendo los iones) y urianálisis completo (incluyendo un urocultivo), junto con las pruebas de imagen que se consideren oportunas para llegar al diagnóstico.

### **Tratamiento**

Actualmente el principal objetivo que se persigue con el tratamiento del perro diabético es que su glucemia se mantenga por debajo del umbral renal para la glucosa durante la mayor parte del día. Esto permite, a la vez que mejorar los síntomas, evitar o reducir el riesgo de hipoglucemias clínicamente significativas y retrasar el desarrollo de las complicaciones de la DM.

#### **Tratamiento dietético**

Los principales objetivos que persigue son:

- Alcanzar o mantener el peso y la condición corporal normales.
- Asegurar un aporte adecuado de nutrientes que permitan satisfacer todas las necesidades del perro.
- Minimizar la hiperglucemia posprandial.

En cualquier caso, en la elección de la dieta hay que tener en cuenta la situación de cada paciente. Si el perro diabético sufre además alguna otra enfermedad (enfermedad inflamatoria intestinal, insuficiencia renal o hepática, enfermedad cardíaca, etc.) que requiere tratamiento dietético, este debe ser el prioritario.

El animal diabético debe recibir una alimentación constante en cantidad y calidad. Se aconsejan las dietas comerciales que resulten palatables para asegurar su consumo y excluir todas las golosinas. Como siempre, el cambio debe hacerse de forma gradual durante aproximadamente una semana.

En el perro diabético se recomienda que el aporte calórico se haga a expensas de carbohidratos complejos (nunca de azúcares simples) y de proteínas y que el contenido graso sea reducido (especialmente en los pacientes obesos). Por lo que respecta al contenido en fibra, aunque se reconoce su efecto beneficioso sobre el control glucémico, su incorporación a la dieta depende de la condición corporal de cada paciente; además a mayor contenido en fibra, menor palatabilidad y peor aceptación.

En los perros diabéticos no es aconsejable dejar la comida *ad libitum*. Para facilitar el manejo al propietario, se aconseja repartir la ración diaria en dos partes iguales y administrarla cada 12 horas, justo antes de inyectar la insulina. Algunos perros diabéticos solo requieren una dosis de insulina al día, en estos casos daríamos la mitad de la ración justo antes de inyectar la insulina y el resto aproximadamente 8 horas después. Si el perro no quiere comer o come menos de lo pautado, se recomienda reducir la dosis de insulina a la mitad o a un tercio ese día y contactar lo antes posible con el veterinario.

En el momento de diagnosticar la DM, la condición corporal del paciente varía mucho (desde caquéctico hasta obeso), y la elección de la dieta será distinta en cada situación:

- En los perros con normopeso y una buena condición corporal, se puede utilizar cualquier dieta estándar completa, equilibrada y palatable con hidratos de carbono complejos (evitar los mono y disacáridos, de rápido metabolismo y absorción), bajo contenido graso y bajo o moderado contenido en fibra.
- En un perro con sobrepeso u obesidad, se recomienda una alimentación con bajo aporte calórico y alto porcentaje de fibra, para conseguir una progresiva pérdida de peso y una mejor respuesta a la insulina exógena. Además, se debe controlar el peso y la condición corporal una o dos veces al mes hasta alcanzar

su normalización. Se aconseja una pérdida gradual de peso, no superior al 1-2% semanal.

- En los perros diabéticos delgados o caquéticos, los objetivos son alcanzar el peso y condición corporal normales y aumentar la masa muscular. Hasta conseguirlos, se prescribe una dieta de mantenimiento de alta calidad, con mayor cantidad de grasa y elevado contenido energético y se restringe el aporte de fibra en la ración hasta la estabilización del paciente; una vez conseguida se instaura una dieta de mantenimiento estándar.

## **Tratamiento médico**

### Insulina

Tras el diagnóstico, prácticamente todos los perros diabéticos requieren tratamiento con insulina para el control de su enfermedad. En el paciente diabético estable (no cetósico ni cetoacidótico) se recomienda la insulina de acción intermedia o en algunos casos la de acción prolongada, administrada siempre por vía subcutánea.

En España tenemos dos insulinas aprobadas para su uso en el tratamiento de los perros diabéticos estables, ambas con una concentración de 40 UI/ml (U-40):

- La insulina zinc porcina de acción intermedia, se considera la primera opción de tratamiento en los perros diabéticos. Aunque en la ficha técnica del producto se recomienda comenzar con una dosis diaria, en la práctica se consiguen mejores resultados con dos administraciones al día (0,25-0,50 UI/kg/12 horas). Es aconsejable comenzar siempre con la dosis inferior e ir ajustándola en función de la respuesta de cada paciente para evitar posibles hipoglucemias.
- La insulina protamina zinc recombinante humana (PZI) es de acción prolongada, lo que permite controlar mejor la enfermedad cuando el efecto de la insulina zinc porcina se queda demasiado corto en el tiempo. Si bien hay pacientes que se estabilizan solo con una dosis diaria (0,5-1,0 UI/Kg/24 horas), hay otros en los que se consigue un mejor control con dos administraciones al día (0,25-0,50 UI/kg/12 horas). En algunos pacientes, la mayor duración de su efecto aumenta el riesgo de hipoglucemia o de la aparición de un efecto

Somogyi. Por ello no se recomienda como primera opción de tratamiento en los perros recientemente diagnosticados.

Se dispone también de varios tipos de insulina humana (cuadro 2), no aprobados para su uso en veterinaria, pero que han demostrado su utilidad en el manejo de algunos perros diabéticos en los que no se consigue la estabilización con las insulinas aprobadas para uso veterinario. Todas las presentaciones de uso humano se comercializan con una concentración de 100 UI/ml (U-100).

### Otros tratamientos médicos

Si bien los hipoglucemiantes orales no resultan efectivos, existen algunas otras opciones que ayudan a mejorar el control de esta enfermedad:

- Inhibidores de la alfa-glucosilasa: inhiben las enzimas intestinales que participan en la degradación de los hidratos de carbono y enlentecen el paso de la glucosa a la circulación. El más estudiado es la acarbosa, que mejora el control glucémico en los perros diabéticos y permite reducir la dosis de insulina.
- Incretinas: incluyen varias hormonas metabólicas o gastrointestinales, entre ellas los análogos del receptor del péptido similar al glucagón-1 (GLP-1). Los mejores resultados se han obtenido con liraglutida, pero no existen protocolos aprobados para el tratamiento de los perros diabéticos.

### **Recomendaciones para el propietario antes de comenzar el tratamiento con insulina**

El control de esta enfermedad requiere un alto grado de colaboración y compromiso por parte del propietario; para conseguirlo es imprescindible que este comprenda qué es la DM y qué nos proponemos lograr con el tratamiento. En principio la necesidad de inyectar al perro una o dos veces diarias, y los cambios en la alimentación suelen provocar un rechazo por parte del propietario. Hay que explicarle cómo debe manejar e inyectar la insulina e intentar resolver cualquier duda que le surja, especialmente en las primeras etapas hasta que adquiera la destreza y la

confianza que proporciona la práctica. Los principales aspectos en los que debemos insistir son los siguientes:

1. Leer el prospecto de la insulina y seguir las recomendaciones del fabricante, especialmente en relación con:
  - Homogeneización o mezcla de la insulina. Las características organolépticas y de solubilidad difieren según el tipo de insulina, al igual que ocurre con la forma en que debe mezclarse la preparación. Estos detalles vienen claramente explicados en el prospecto.
  - Conservación de la insulina. Se aconseja mantenerla refrigerada.
  - Fecha de caducidad del envase en uso. Nunca se debe utilizar un vial de insulina caducado o que lleve mucho tiempo abierto.
2. Usar adecuadamente las jeringuillas. Las que se utilizan para la inyección de insulinas de uso veterinario (U-40, figura 1A) son distintas a las que se emplean con las insulinas de uso humano (U-100, figura 1B) ya que las concentraciones son distintas. Hay que insistir en la necesidad de utilizar las jeringuillas adecuadas en cada caso para evitar los errores en la dosificación. Cualquiera que sea el procedimiento de inyección que se utilice, se debe enseñar al propietario cómo se maneja el vial de insulina, cómo se carga y ajusta la dosis en la jeringuilla (muy importante insistir en que se eliminen todas las burbujas), cómo se inyecta debajo de la piel y la importancia de cambiar cada vez el punto de inyección.

## **Control del tratamiento del perro diabético**

Es muy importante evaluar la situación en la que se encuentra el paciente diabético en el momento de iniciar su tratamiento, para valorar correctamente la respuesta al mismo y realizar los ajustes necesarios.

En la mayoría de los perros diabéticos establece el tratamiento se comienza con una insulina de acción intermedia a dosis de 0,25-0,50 UI/kg/12h. En general se considera que el paciente diabético está bien controlado cuando su glucemia se mantiene entre 90 y 250 mg/dl durante la mayor parte del día (esto coincide con una disminución o desaparición de los síntomas de la enfermedad) y no sufre episodios de hipoglucemia.

Una vez comenzado el tratamiento con la insulina, la estabilización del perro diabético tarda entre uno y tres meses, aunque hay pacientes en los que este plazo se alarga. Incluso en los pacientes asintomáticos, es necesario realizar controles periódicos en los que el veterinario examina la información aportada por el propietario (los cambios en la poliuria-polidipsia, el apetito, el peso corporal, el estado general del animal y la posible aparición de síntomas compatibles con una hipoglucemia). Además, realiza la exploración física del perro, en la que el peso y la condición corporal son aspectos de gran importancia. La persistencia o la recurrencia de los síntomas así como las variaciones en el peso no deseadas sugieren un insuficiente control de la DM o bien la presencia de alguna enfermedad concurrente con la misma. En estos casos, se debe solicitar uno o varios de los indicadores que permiten evaluar la respuesta al tratamiento, entre los que se incluyen:

### **Medida de la glucosa y cuerpos cetónicos en la orina**

La evaluación de la glucosuria puede resultar útil en algunos pacientes, aunque no refleja fielmente la glucemia media diaria. Lo deseable es obtener glucosurias inferiores a 100 mg/dl; las glucosurias persistentemente negativas si bien pueden reflejar un control satisfactorio de la enfermedad también pueden aparecer en pacientes que sufren periodos de hipoglucemia, aunque pasen desapercibidos. En cualquier caso nunca se deben hacer ajustes en la dosis de insulina basados únicamente en los resultados de la glucosuria.

La cetonuria es siempre patológica e indica un control insuficiente o una descompensación de la DM. Suele ir acompañada de un deterioro en el estado general del perro diabético; en estos casos se recomienda ponerse en contacto con el veterinario lo antes posible.

### **Análisis de las proteínas glucosiladas**

#### Fructosamina

Resulta de la unión no enzimática e irreversible entre la glucosa y las proteínas séricas, principalmente la albúmina, y refleja la glucemia media durante las dos o tres semanas previas al análisis. Hasta ahora es la proteína glucosilada más utilizada en medicina veterinaria, pero no debemos olvidar que sus resultados pueden estar falsamente disminuidos en las muestras que presentan lipemia o hemólisis o bien en

aquellas que proceden de animales con hipoproteinemia o hipoalbuminemia. En la práctica, el análisis de fructosamina no debe ser el único indicador a tener en cuenta en la evaluación de la respuesta al tratamiento del perro diabético, ya que en algunos pacientes hay discrepancias entre el cuadro clínico y los niveles de fructosamina.

### **Curvas de glucemia**

Con esta prueba, es posible apreciar no solo las fluctuaciones que sufre la glucemia a lo largo de la misma, sino también conocer:

- La efectividad de la insulina, que viene dada por la diferencia entre las glucemias máxima y mínima obtenidas a lo largo de la curva.
- El nadir de glucosa (el mínimo valor de la glucemia conseguido a lo largo de la prueba). Se considera un nadir aceptable el que oscila entre 90 y 150 mg/dl (fig. 2), para conseguirlo hay que hacer los ajustes necesarios en la dosis de insulina:
  - Un nadir inferior a 90 mg/dl, puede ser debido a una sobredosis de insulina, un ayuno prolongado o un ejercicio muy intenso. Hay que reducir la dosis de insulina (10-25%).
  - Por el contrario, un nadir superior a 150 mg/dl puede ser debido a una insuficiente dosis de insulina, a una incorrecta administración de la misma o a una resistencia a la acción de la insulina. Si la curva de glucemia no evidencia ninguna razón que justifique este hallazgo y la dosis de insulina es igual o inferior a 1 UI, se debe aumentar esta dosis (10-25 %).
- La duración del efecto insulínico, es decir el tiempo durante el cual la glucemia permanece controlada: próxima a los 200-250 mg/dl (fig. 2). Depende de la alimentación y del tipo de insulina que recibe el paciente y solo puede valorarse una vez que se ha conseguido un nadir aceptable.

Se recomienda realizar una curva de glucemia en los perros diabéticos no estabilizados, que reciben insulina a dosis superiores a 1 UI/kg/12 horas. La curva nos permite:

- Descubrir las hipoglucemias clínicamente indetectables.
- Conocer cómo actúa y cuánto dura el efecto de la insulina.

En estos casos nos podemos encontrar con distintos patrones de curvas:

#### Buen control glucémico

Resulta una curva compatible con la ideal (fig. 2). Los síntomas que presenta el paciente no se deben a la DM sino a alguna otra patología (infecciosa, inflamatoria, etc.), que se debe diagnosticar y tratar lo antes posible.

#### Efecto Somogyi (hiperglucemia inducida por la insulina).

En estos casos poco después de inyectar la insulina se produce una hipoglucemia (< 60 mg/dl), o un descenso muy rápido de la glucemia, lo que induce la liberación inmediata de hormonas contrarreguladoras que provocan una marcada hiperglucemia (> 300 mg/dl) persistente el resto del día (fig. 3) y responsable del aumento en la poliuria-polidipsia. Para revertir esta situación se debe reducir la dosis de insulina:

- Volver a la dosis recomendada al comenzar el tratamiento (0,25 UI/kg/12 horas) e ir aumentándola progresivamente según la respuesta.
- Reducir la dosis de insulina (1-5 UI, según el tamaño y la dosis que recibiera el paciente) y controlar los cambios en la poliuria-polidipsia los 2-5 días posteriores: si el paciente permanece estable o mejora, se continúa con la reducción gradual de la insulina hasta lograr un nadir superior a los 90 mg/dl.

#### Corta duración del efecto insulínico.

La glucemia inicial supera los 300 mg/dl, el nadir de glucosa es normal y se alcanza antes de las 8 horas siguientes a la inyección de la insulina, además antes de las 12 horas ya se ha recuperado de nuevo la hiperglucemia superior a los 300 mg/dl (fig. 4). En estos casos se recomienda:

- Si la insulina se administra una sola vez al día, administrarla cada 12 horas.
- Si la insulina se administra dos veces al día, cambiar a otra de efecto prolongado (tabla 2).

#### Resistencia a la insulina.

En estos pacientes, las glucemias permanecen muy elevadas (> 300 mg/dl) a lo largo de toda la curva (fig. 5), aunque estén recibiendo dosis elevadas de insulina (1,5-

2 UI/kg/12 h). La única forma de resolver este problema es detectar y tratar la causa de esta resistencia (cuadro 3), aunque esto no siempre es posible.

A pesar de la valiosa información que proporcionan las curvas de glucemia, nunca deben interpretarse de forma aislada, sino que siempre hay que tener en cuenta el cuadro clínico de cada paciente.

El día en que se vaya a realizar la curva de glucemia, el perro debe recibir su alimentación y dosis de insulina habituales. Se extrae sangre antes de que el perro coma y se le inyecte la insulina, y cada 2 horas después de su administración durante un periodo de 12 horas (si la insulina se inyecta cada 12 horas) o de 24 horas (si la insulina se inyecta cada 24 horas). Para facilitar el manejo del perro y disminuir el volumen de sangre necesario para la realización de la curva de glucemia se recomienda el uso de glucosímetros portátiles validados para veterinaria, que requieren un pequeño volumen de sangre capilar (0,3  $\mu$ l) y proporcionan los resultados en menos de un minuto.

#### Sistemas de control continuo de la glucemia

Son una buena alternativa a las curvas de glucemia: evitan los pinchazos repetidos y reducen el estrés del paciente. Básicamente estos sistemas utilizan un sensor con un filamento que se inserta debajo de la piel, capaz de medir los niveles de glucosa en el líquido intersticial. Los últimos estudios publicados demuestran que el sensor no produce molestias y es bien tolerado por los pacientes. Se obtienen resultados exactos en las situaciones de hiperglucemia y normoglucemia y se considera un buen sistema para controlar la respuesta al tratamiento.

Aunque no existe un protocolo de control común para todos los perros diabéticos una vez comenzado el tratamiento con insulina, se recomienda que al principio del mismo se hagan controles frecuentes: una semana después de empezar a tratar y cada dos o tres semanas hasta conseguir la estabilización del paciente. A partir de ahí se aumenta el intervalo a tres o seis meses. Si el cuadro clínico se reagudiza es necesario revisar de nuevo al animal lo antes posible.

## Referencias bibliográficas

1. Behrend, E., Holford, A., Lathan, P. y cols. (2018). "2018 AAHA Diabetes management guidelines for dogs and cats". *Journal of the American Animal Hospital Association*, 54(1): 1-21 DOI: 10.5326/JAAHA-MS-6822 [doi].
2. Clark, M. y Hoenig, M. (2016). "Metabolic effects of obesity and its interaction with endocrine diseases. - PubMed - NCBI". *Veterinary Clinical North American Small Animal Practice*, 46(5): 797-815 DOI: 10.1016/j.cvsm.2016.04.004.
3. Fracassi, F. (2017). "Canine diabetes mellitus". En: Ettinger, S.J., Feldman, E.C., Côté, E. (Eds.). *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. (8th ed.) St Louis. Missouri: Elsevier, pp. 1767-1781.
4. Gilor, C., Niessen, S.J.M., Furrow, E. y cols. (2016). "What's in a name? classification of diabetes mellitus in veterinary medicine and why it matters". *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(4): 927-940 DOI: 10.1111/jvim.14357.
5. Nelson, R.W. y Reusch, C.E. (2014). "Animal model of disease: classification and etiology of diabetes in dogs and cats". *Journal Endocrinology*, 222: T1-T9 DOI:<https://doi.org/10.1530/JOE-14-0202>.
6. Nelson, R.W. (2015). "Canine diabetes mellitus". En: Feldman, E.C., Nelson, R.W., Reusch CE, Scott-Moncrieff JCR, Bherend EN. (Eds.). *Canine & Feline Endocrinology*. (4th ed.) St Louis. Missouri: Elsevier Saunders, pp. 213-257.
7. Reusch, C.E., Robben, J.H., Kooistra, H.S. (2013). "Páncreas endocrino". En: Rijnberk, A., Kooistra, H.S. (Eds.). *Endocrinología Clínica del Perro y del Gato*. (2ª ed.) pp. 155-185.
8. Reush, C.E. (2014). "Diabetic monitoring". En: Bonagura, J.D., Twedt D.C. (Eds.). *Kirk's Current Veterinary Therapy*. (15 th ed.) St. Louis: Elsevier, pp. 193-199.

HIPERGLUCEMIA	GLUCOSURIA
<p>Diabetes <i>mellitus</i>.</p> <p>Posprandial.</p> <p>Pancreatitis.</p> <p>Iatrogénica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Glucocorticoides.</li> <li>Progestágenos.</li> <li>Administración de fluidos con dextrosa.</li> <li>Nutrición parenteral.</li> </ul> <p>Traumatismo craneal.</p>	<p>Diabetes <i>mellitus</i>.</p> <p>Disfunción tubular renal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Síndrome de Fanconi.</li> <li>Glucosuria renal primaria.</li> <li>Lesión renal aguda (p.e. leptospirosis).</li> <li>Nefrotoxinas.</li> </ul> <p>Iatrogénica: administración de fluidos con dextrosa.</p> <p>Falsos positivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Restos de azúcares en el bote de recogida.</li> <li>Tratamientos con vitamina C.</li> </ul>

Cuadro 1. Causas de hiperglucemia y de glucosuria en el perro (Modificada de Fracassi, 2017).

CARACTERÍSTICAS	DOSIS INICIAL	COMENTARIOS
Insulina humana isófana, ADN recombinante, de acción intermedia	0,25-0,5 UI/kg/12 horas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su efectividad en el tratamiento de los perros diabéticos es similar a la que se consigue con la insulina zinc porcina.</li> <li>-Recomendable usar la dosis menor en los perros de talla grande y la mayor en los pequeños.</li> </ul>
Insulina glargina humana, ADN recombinante, de acción prolongada	0,3 UI/kg/12 horas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No debe diluirse o mezclarse con otras soluciones que alteren su pH.</li> <li>- Es poco utilizada en los perros.</li> <li>- No se recomienda nunca como tratamiento de primera elección.</li> </ul>
Insulina detemir humana, ADN recombinante, de acción prolongada	0,1 UI/kg/12 horas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posible uso en los perros en los que el efecto de las insulinas de acción intermedia se queda corto o en aquellos que solo pueden inyectarse una vez al día.</li> <li>- Usar con precaución (efecto hipoglucemiante muy potente).</li> </ul>

Cuadro 2. Insulinas de uso en medicina humana Modificada de Behrend y cols., (2018).

- Síndrome de Cushing
- Diestro en las hembras enteras
- Tumores adrenocorticales secretores de progesterona
- Drogas diabetógenas (glucocorticoides, progestágenos)
- Infecciones (cavidad oral, tracto urinario)
- Hipotiroidismo
- Pancreatitis crónica
- Insuficiencia pancreática exocrina
- Enfermedad renal crónica
- Enfermedad hepática o cardíaca
- Hiperlipidemia
- Neoplasias
- Glucagonoma
- Feocromocitoma

Cuadro 3. Causas de resistencia a la acción de la insulina en el perro.

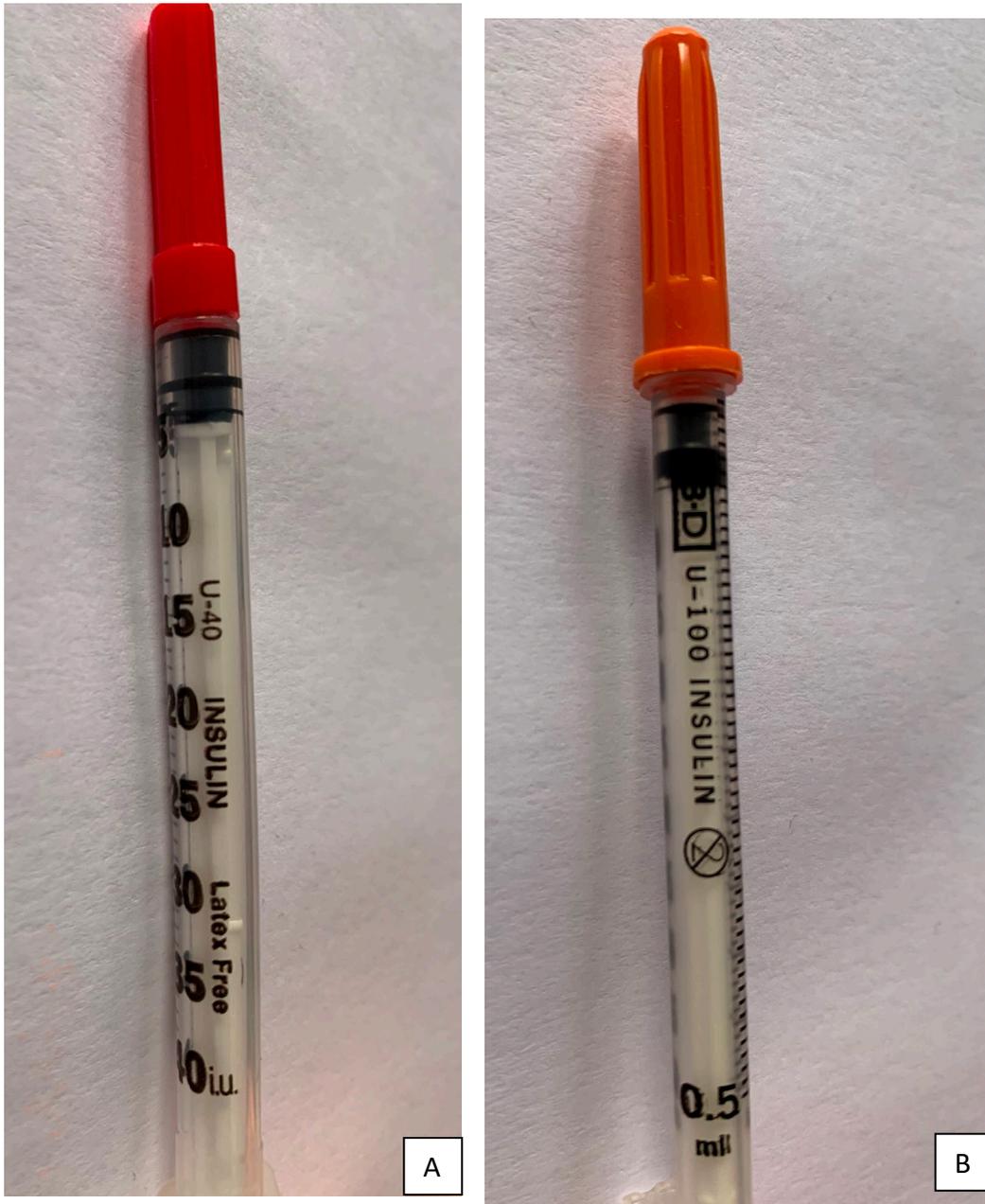


Figura 1. Jeringuillas de insulina: U-40 (A) y U-100 (B).

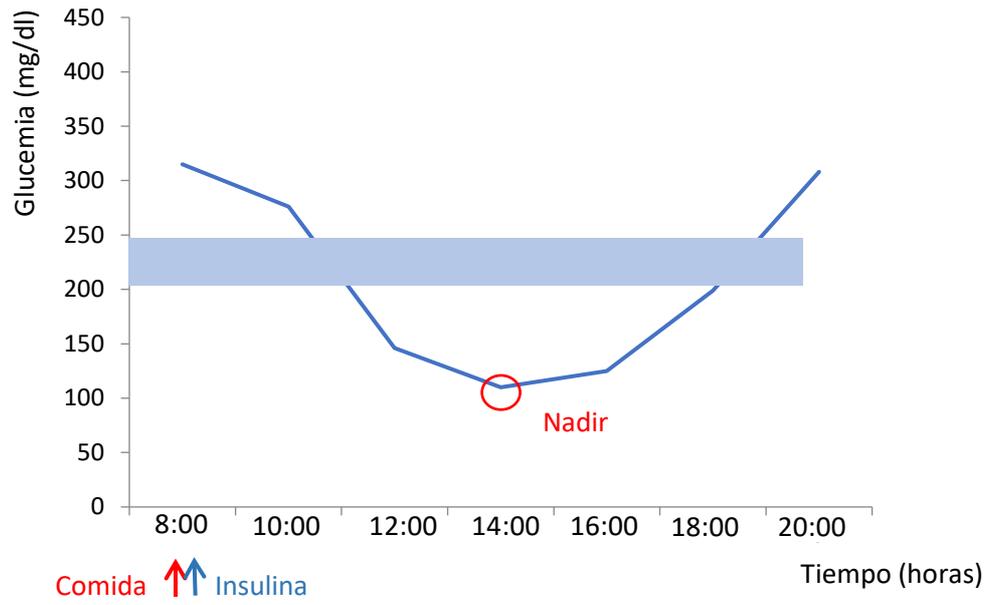


Figura 2. Curva de glucemia ideal (buen control glucémico).

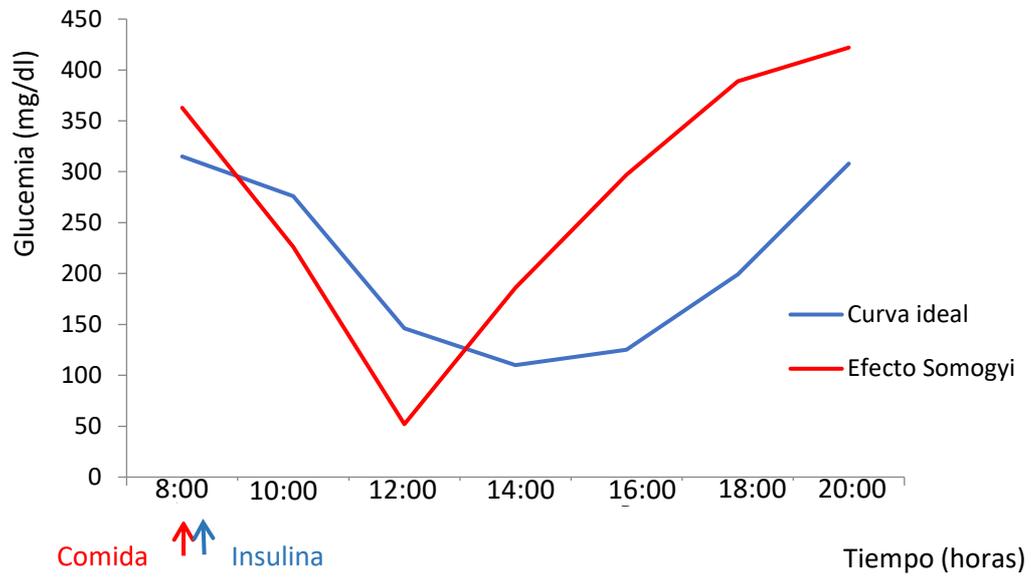


Figura 3. Curva de glucemia: efecto Somogyi.

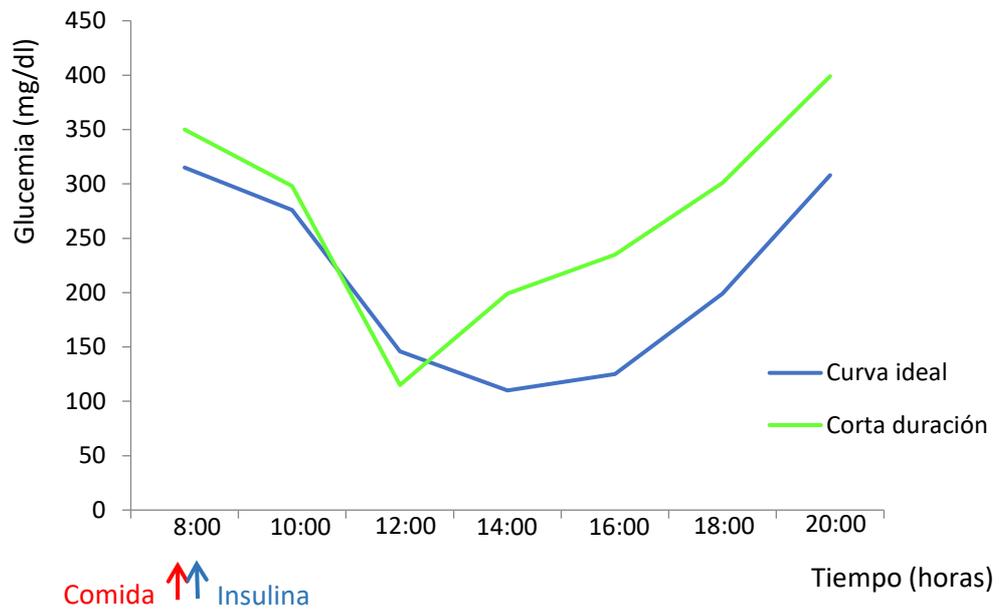


Figura 4. Curva de glucemia: corta duración del efecto de la insulina.

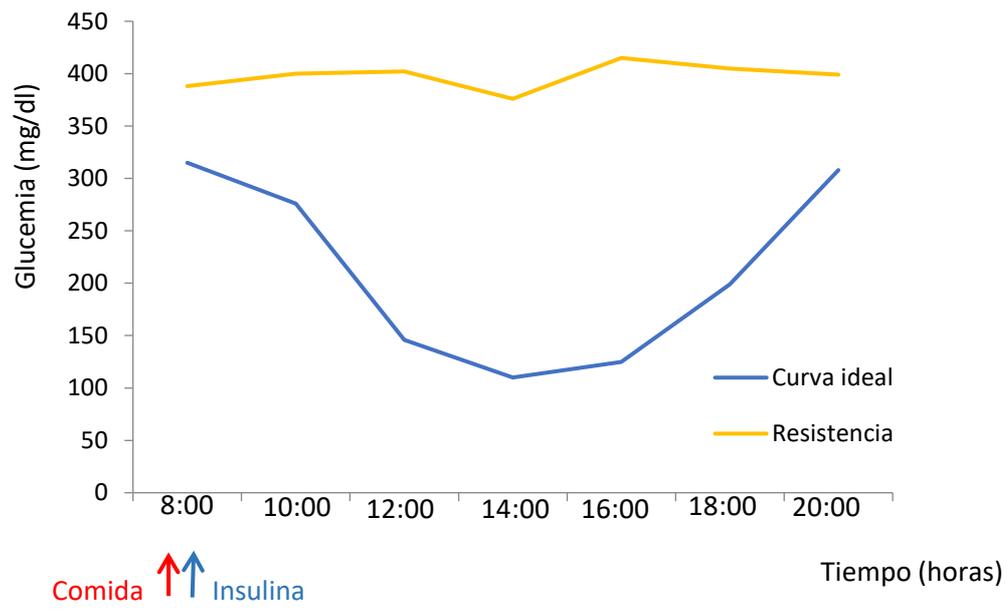


Figura 5. Curva de glucemia: resistencia a la acción de la insulina.