



# Anexo de la práctica Índice glucémico: Metabolismo de la función GI

## Caso clínico: Ana y el estrés del examen

### Objetivos de aprendizaje

- Describe los procesos involucrados en la regulación de la glucemia, y analiza y explica un caso clínico relacionado a alteraciones en el metabolismo de la glucosa.

### Resultado de aprendizaje

- El alumno integra los procesos implicados en el metabolismo de la glucosa y su regulación por el sistema endocrino para mantener la glucemia en rangos normales.

### Glosario de términos

**Glucosa:** Monosacárido de la familia de las aldohexosas y principal azúcar del que se derivan la mayoría de los glúcidos. Principal fuente de energía para las células del cuerpo, especialmente para el cerebro. Sus niveles en sangre son regulados por hormonas como la insulina y el glucagón.

**Glucemia:** La glucemia es la concentración o cantidad de glucosa en la sangre.

**Hipoglucemia:** Condición caracterizada por niveles bajos de glucosa en sangre (<70 mg/dL).

**GLUT:** Son una familia de proteínas que ayudan al transporte de la glucosa a través de las membranas a los diferentes tejidos.

**SGLT:** Son una familia de transportadores de glucosa que se encuentran en la mucosa del intestino delgado (SGLT1) y en las células del túbulo proximal de las nefronas en el riñón (SGLT1 y SGLT2).

**Cetonas:** Compuestos producidos durante la oxidación de ácidos grasos en el hígado, usados como fuente de energía alternativa durante el ayuno prolongado.

**Estrés crónico:** Estado de activación prolongada del sistema de estrés, caracterizado por niveles elevados de cortisol, que puede alterar la regulación glucémica y otros procesos metabólicos.

**Cortisol:** Hormona glucocorticoide liberada por las glándulas suprarrenales en respuesta al estrés. Aumenta los niveles de glucosa en sangre al estimular la gluconeogénesis y la lipólisis.

**Incretina:** Las incretinas son hormonas intestinales liberadas al torrente circulatorio en respuesta a la ingestión de nutrientes.

**Insulina:** Hormona producida por las células beta del páncreas que disminuye los niveles de glucosa en sangre al facilitar su captación por las células y promover el almacenamiento de energía.

**Hormonas contra insulínicas:** grupo de hormonas que tienen un efecto contrario a la insulina: se encargan de la degradación del glucógeno solo con fines energéticos musculares

**Glucagón:** Hormona producida por las células alfa del páncreas que aumenta los niveles de glucosa en sangre al estimular la gluconeogénesis y la glucogenólisis.

**Gluconeogénesis:** Proceso metabólico en el que el hígado produce glucosa a partir de precursores no glucídicos, como aminoácidos y glicerol.



**Glucogenólisis:** Descomposición del glucógeno almacenado en el hígado y los músculos para liberar glucosa en la sangre.

**Ayuno prolongado:** Estado en el que el cuerpo depende de sus reservas energéticas debido a la falta de ingesta de alimentos. Inicialmente utiliza glucógeno y posteriormente grasas y proteínas.

**Reservas de glucógeno:** Depósitos de glucógeno almacenados en el hígado y los músculos, que actúan como una fuente rápida de energía.

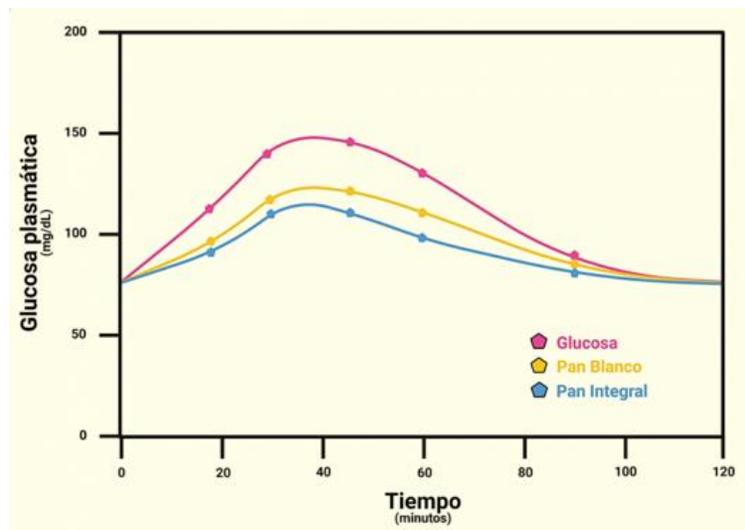
**Lipólisis:** Descomposición de triglicéridos en ácidos grasos libres y glicerol, utilizada como fuente de energía cuando las reservas de glucógeno son insuficientes.

## 1. Introducción

Mantener niveles adecuados de glucosa en sangre (75-100 mg/dl) es fundamental para mantener una buena homeostasis del organismo. Los niveles bajos de glucosa pueden producir alteraciones cognitivas, pérdida de la conciencia, convulsiones e, incluso, la muerte. Niveles crónicamente elevados de glucosa pueden producir daño en múltiples sistemas, siendo los principales: cardiovascular, renal, nervioso e inmunológico, entre otros.

El consumo de alimentos es necesario para mantener una fuente de glucosa. Tras consumir un alimento ocurre una absorción y transporte de glucosa mediada por proteínas especializadas como GLUT (Transportadores de Glucosa) y SGLT (Cotransportadores de Sodio y Glucosa), por lo que los niveles de glucosa en sangre se elevarán y requerimos sistemas de control para detectar dichos cambios, y realizar los ajustes necesarios para mantener la glucemia dentro de niveles normales.

La glucemia postprandial depende de diversos factores incluyendo el tipo de comida, los mecanismos de absorción y variaciones propias de cada individuo. En un intento de predecir el efecto de diferentes alimentos sobre el cambio en la glucemia postprandial, Jenkins y Wolever propusieron usar el índice glucémico (IG), que cuantifica la respuesta glucémica ante un alimento (consumido en una cantidad fija y sin combinar) que contiene la misma cantidad de carbohidratos que un alimento de referencia (50g de glucosa). Este índice refleja que tan rápido se digieren y absorben los carbohidratos. La glucosa tiene el máximo índice glucémico y se le asigna un valor de 100. La curva de cambios en la glucemia producida por otros alimentos es comparada con la producida por 50g de glucosa para obtener su índice glucémico (Figura 1).



**Figura 1.** Cambios en la glucemia postprandial tras el consumo de glucosa, pan blanco y pan integral. Utilizando la glucosa como patrón, el área bajo la curva glucémica se establece en un valor arbitrario de 100 unidades. Al comparar las áreas de las curvas asociadas a otros alimentos con esa área, se obtienen los índices glucémicos de dichos alimentos.



Dado que normalmente no se consumen los alimentos en cantidades fijas y sin combinar se propuso usar un parámetro llamado carga glucémica (CG). Para calcular la carga glucémica se considera la siguiente fórmula:

$$CG = \text{índice glucémico (contenido total de carbohidratos (g) - contenido de fibra (g))} / 100$$

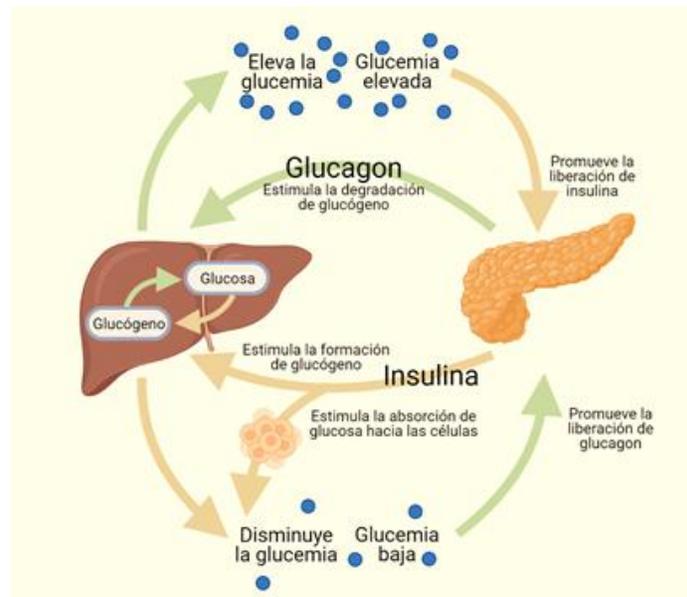
Por ejemplo, una ración de un plátano tiene un índice glucémico de 50 aproximadamente y contiene aproximadamente 24 g de carbohidratos, de los cuales 3 g son fibra. Por lo tanto, la carga glucémica de un plátano es:

$$CG = 50 (24-3) / 100 = 10.5$$

Conocer el índice glucémico o la carga glucémica de los alimentos puede ser importante en el manejo de enfermedades como la diabetes, donde se prefieren alimentos que no produzcan cambios tan drásticos en los niveles plasmáticos de glucosa. Además, estos valores se relacionan íntimamente con la glucemia y con la insulinemia postprandial.

Además de que la glucemia postprandial difiere de acuerdo con los alimentos que consumimos, existe una gran cantidad de hormonas que mantienen la homeostasis de la glucosa en sangre. Una de estas es la insulina, una proteína sintetizada por las células beta pancreáticas, que se secreta después de consumir una comida rica en hidratos de carbono y permite una rápida captación, almacenamiento y aprovechamiento de la glucosa por casi todos los tejidos, principalmente músculo, tejido adiposo e hígado. Cuando falta insulina, los procesos relacionados con la degradación de los lípidos y su uso con fines energéticos se estimulan.

Dentro de las principales hormonas contrarreguladoras de la insulina se encuentran el glucagón (secretado por las células alfa del islote pancreático), el cortisol (secretado por la corteza suprarrenal) y la adrenalina (sintetizada en la médula suprarrenal), las cuales aumentan los niveles de glucosa en sangre y activan la utilización de las reservas energéticas en el organismo, generando disminución en los efectos de la insulina a nivel periférico. La *Figura 2* muestra la participación de insulina y glucagón en la regulación de la glucemia.



**Figura 2.** Regulación de la glucemia por las hormonas de los islotes pancreáticos: insulina y glucagón.



En situaciones de ayuno prolongado, el cuerpo depende inicialmente de sus reservas de glucógeno almacenadas en el hígado y músculos. Estas reservas se degradan mediante glucogenólisis para mantener la glucemia. Posteriormente, el organismo activa la lipólisis, descomponiendo triglicéridos en ácidos grasos y glicerol, y la gluconeogénesis, que produce glucosa a partir de precursores no glucídicos.

En condiciones de estrés crónico, caracterizadas por niveles elevados de cortisol, la regulación glucémica puede alterarse. El cortisol, junto con otras hormonas contra-insulínicas como el glucagón, contrarresta los efectos de la insulina, promoviendo la liberación de glucosa en sangre y la movilización de reservas energéticas. Durante el estrés, también se reduce la capacidad del organismo para utilizar cetonas como fuente alternativa de energía, lo que subraya la importancia de un equilibrio metabólico adecuado.

## 2. Actividad en clase

Analiza el siguiente caso clínico y responde una serie de preguntas.

### 2.1 Historia clínica

Ana, una estudiante de medicina de 24 años, llegó a la sala de urgencias acompañada por su roomie, quien la encontró desorientada y sudando profusamente en su habitación. Ana, es una estudiante foránea, había estado estudiando intensamente para un examen importante en los últimos días, pasando largas horas sin descansar ni alimentarse adecuadamente. En las últimas 48 horas, Ana solo había comido en una pequeña fonda un platillo rápido al mediodía, debido a la ansiedad y la presión por el examen decidió dar le mayor prioridad al estudio y se olvidó de volver a consumir algún alimento.

La compañera de cuarto mencionó que Ana había mostrado signos de ansiedad durante los últimos días, como temblores incluidos en los parpados de los ojos, dificultad para concentrarse, así como en el baño restos de cabello y un estado general de nerviosismo. Esa tarde, mientras repasaba material para el examen, Ana comenzó a sentirse mareada, con visión borrosa, trato de levantarse por un vaso de agua, pero inmediatamente se desmayó. Fue trasladada rápidamente al hospital, donde los médicos le realizaron una serie de estudios.

### 2.2 Resultados de laboratorio

- Glucosa en sangre: 45 mg/dL
- Cetonas en sangre: negativas
- Hemograma y otros parámetros: dentro de rangos normales

### 2.3 Preguntas a resolver

1. ¿Cuál es el diagnóstico probable de Ana?
2. ¿Qué relación tiene el estrés con la hipoglucemia en este caso?
3. ¿Por qué el ayuno prolongado es un factor importante en el caso de Ana?
4. ¿Cuáles son los síntomas típicos de hipoglucemia en este caso?
5. ¿Cuál es la función de la glucosa en el cerebro y por qué niveles bajos pueden afectarlo?

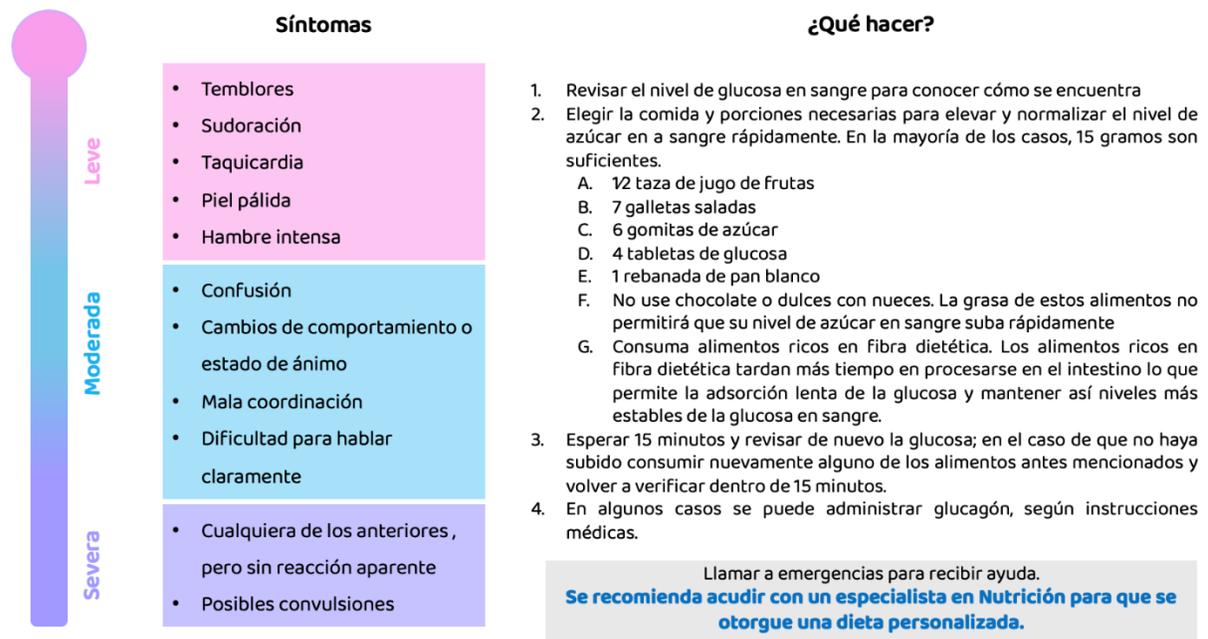


6. ¿Como afecta la interacción entre el cortisol y el glucagón la regulación de la glucosa durante episodios de estrés prolongado como el que experimento Ana?
7. ¿Por qué Ana presentó síntomas como sudoración y temblores antes de perder la conciencia?
8. ¿Qué tratamiento inicial debe recibir Ana al llegar al hospital?
9. ¿Qué factores de riesgo pueden haber contribuido al episodio de hipoglucemia en Ana?
10. ¿Qué recomendaciones se le pueden dar a Ana para evitar futuros episodios de hipoglucemia?
11. ¿Cómo afecta la ansiedad crónica al equilibrio de glucosa en el cuerpo?
12. ¿Qué efecto tiene el agotamiento de las reservas de glucógeno hepático en la respuesta metabólica al estrés y al ayuno prolongado observado en Ana?
13. ¿De qué manera la ausencia de cetonas en sangre de este caso en específico indica un metabolismo alterado y que estrategias podrían optimizar la producción de energía en condiciones de ayuno?

## Hipoglucemia

### ¿Qué es la hipoglucemia?

Hipoglucemia significa “bajo nivel de azúcar en la sangre”. Esto significa que su nivel de azúcar en sangre ha caído por debajo de 70mg/dL. Existen diferentes niveles:





### 3.2 Ejemplo de régimen alimenticio

	Desayuno	Colación	Comida	Colación	Cena
Lunes	Café con leche 1 pieza de pan integral 1 huevo cocido Infusión o té con 1 cucharadita de azúcar	Pepino, zanahoria o jicama picada	Ensalada de verduras crudas o verduras al vapor o sopa de verduras sin grasa 2 tortilla de maíz o 1 bolillo Carne de res, pollo o pescado (cocinar: asado, cocido, marinado, al limón, en salsa verde, con chile, empapelada, en fajitas, tipo chop suey, etc., Agua de sabor (no refresco)	Frutos secos tostados sin sal	Sándwich de jamón con queso panela Con pan integral que incluya verduras al gusto 1 yogurt bebible
Martes	Ensalada mixta de atún con verduras Galletas saladas (no exceder de 4 piezas) Café o té con una cucharadita de azúcar	Brócoli cocido aderezado al gusto	Ensalada de nopales Carne de res, pollo o pescado (cocinar: asado, cocido, marinado, al limón, en salsa verde, con chile, empapelada, en fajitas, tipo chop suey, etc ½ taza de arroz 1 tortilla de maíz o 1 bolillo Agua de sabor (no refresco)	1 taza de sandía o melón, papaya ½ plátano	1 Enfriolada al comal (sin aceite) con verduras Con queso panela 1/3 taza frijoles refritos ½ cucharada de crema Café o té
Miércoles	Sincronizada de jamón y queso panela 1 barra de alegría ½ barra de leche o yogurt light Café o té	3 galletas habaneras 1 cucharada de Philadelphia	Sopa de papa o poro Carne de res, pollo o pescado (cocinar: asado, cocido, marinado, al limón, en salsa verde, con chile, empapelada, en fajitas, tipo chop suey, etc 1 tortilla de maíz o 1 bolillo Agua de sabor (no refresco)	2 taza de palomitas naturales	Ensalada del chef: preparada con pollo, 1 huevo cocido, vegetales al gusto, panela y jamón de pechuga de pavo (1 cucharada de aderezo)
Jueves	Omelette de huevo con verduras, jamón o tocino 2 piezas de pan integral tostado o 1 tortilla de maíz Café o té	1 manzana	Sopa de pasta o espagueti Carne de res, pollo o pescado (cocinar: asado, cocido, marinado, al limón, en salsa verde, con chile, empapelada, en fajitas, tipo chop suey, etc ½ taza de arroz o 1 tortilla de maíz o 2 tostadas 1 tortilla de maíz o ½ bolillo Agua de sabor (no refresco)	5 almendras o 8 mitades de nuez y 1 naranja	Verduras gratinadas con panela 2 tortillas Cereal con leche
Viernes	Sándwich de requesón con jamón 2 piezas de pan con una cucharadita de mayonesa agregar jitomate, lechuga o cualquier verdura. 1 taza de leche o yogurt Café o té	1 barra de cereal	Crema de zanahoria Enchiladas rojas 2 tortillas de maíz doradas en ½ cucharada de aceite y salsa de jitomate, rellenas de pollo, queso fresco o panela y cebolla picada ½ cucharadita de crema Agua de sabor (no refresco)	1 paleta de hielo de agua de fruta natural	Ensalada de atún en agua, pollo o jamón de pechuga de pavo con verduras cocidas y aderezadas al gusto Café o té
Sábado	Molletes con frijoles refritos 1 bolillo Con queso panela Salsa pico de gallo 1 taza de leche o yogurt Café o té	1 taza de gelatina	Consomé de pollo con verduras Ensalada de lechuga, pepino, apio, zanahoria y jitomate con aceite de oliva Carne de res, pollo o pescado (cocinar: asado, cocido, marinado, al limón, en salsa verde, con chile, empapelada, en fajitas, tipo chop suey, etc 1 tortilla de maíz o ½ bolillo Agua de sabor (no refresco)	8 nueces o 5 almendras	1 pieza de hot dog Con jitomate, cebolla u aderezado 1 taza leche
Domingo	1 taza de rajas con queso panela ½ taza de frijoles de la olla 2 tortillas de maíz Café o té	Melón picado	Arroz cocido Verduras al gusto Atún a la mexicana 2 tostadas de maíz	1 bola de NIEVE o helado	1 rebanada de queso panela asado ½ taza de frijoles refritos Café o té

#### Recomendaciones adicionales del menú

- El agua de sabor puede ser de chía, jamaica, limón, naranja, pepino
- Verduras: alcachofa, apio, acelgas, pepino, berenjena, lechuga, espinaca, espárragos, brócoli, calabaza, jitomate, tomate verde, ejotes, nopales, col de Bruselas, berros, col, coliflor, hongos, cebolla, rábanos, flor de calabaza, epazote, huauzontle, huitlacoche, zanahoria, chayotes, chícharos, poro, germen de soya, alfalfa, chilacayote.
- Carnes: evitar exceso de grasas o bañadas en aceite.
- Queso elevados en grasas: oaxaca, manchego, cheddar, amarillo, gruyer, gouda, brie, cabra, Cotija
- Aceites: cártamo, canola, oliva, soya (cucharadita lo que equivale a 5ml)

#### Tamaños de las raciones

 <b>LÁCTEOS</b> <b>200 ml</b> 1 vaso de leche <b>125 ml</b> 1 yogur o cuajada <b>60 g</b> 1 porción individual de queso fresco desnatado <b>125 g</b> 1 porción individual de requesón 0%	 <b>CARNES</b>  <b>AVES</b> <b>100 - 125 g</b>  <b>PESCADOS</b>  <b>MARISCOS</b> <b>125 - 150 g</b>	 <b>FRUTAS</b> <b>120 - 200 g</b> 1 pieza mediana  <b>HUEVOS</b> <b>53 - 63 g</b> 1 mediano  <b>VERDURAS Y HORTALIZAS</b> <b>150 - 200 g</b>	 <b>PAN</b> <b>40 g</b> 2 rebanadas finas  <b>PASTA, ARROZ, LEGUMBRES</b> <b>60 - 80 g</b>  <b>FRUTOS SECOS</b> <b>20 - 30 g</b> 1 puñado
---	--	---	--



## Referencias:

1. Hall, J. E. (2016). Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica. 13ª edición. Barcelona, España: Elsevier.
2. Silverthorn, D. U. (2019). Fisiología humana: un enfoque integrado. 8ª edición. Ciudad de México, México: Editorial Médica Panamericana.
3. Fundación Española del corazón. (2024). Dieta para la diabetes - hiperglucemia e hipoglucemia. Obtenido de <https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/dieta/1252-dieta-para-la-diabetes.html>
4. Dieta hipoglucémica y sus recomendaciones realizada por L.N Lorena Arcos Martinez. Cédula profesional: 11839423



CC BY  
Esta obra está bajo una  
Licencia Creative Commons  
Atribución 4.0 Internacional

Atribución 4.0 Internacional