



INTRODUCCIÓN

Durante los aproximadamente 200,000 años en que han existido los humanos modernos, sus poblaciones se han adaptado a una gran variedad de ambientes y tipos de alimentación. La disponibilidad de alimentos ricos en energía ha proporcionado presiones de selección que han afectado la evolución humana. Por ejemplo, cuando algunas poblaciones humanas empezaron a consumir leche durante la adultez, las personas con capacidad para digerir la lactosa, el azúcar de la leche, comenzaron a tener una ventaja de supervivencia. Con el transcurso del tiempo, la capacidad de digerir la lactosa aumentó en frecuencia en algunas poblaciones.

Otro ejemplo de un cambio de dieta con importancia evolutiva fue el aumento de los alimentos ricos en almidón al comienzo de la revolución neolítica, hace unos 10,000 años. Cuando los alimentos ricos en almidón se volvieron comunes en la dieta humana, las personas capaces de digerir el almidón de forma efectiva pueden haber tenido una ventaja de supervivencia.

El almidón es un polisacárido vegetal compuesto por muchos bloques de un monosacárido llamado glucosa. El almidón no se disuelve en agua ni en ácido estomacal, por lo que se requiere una enzima para desdoblarlo. La digestión del almidón comienza en la boca con la acción de la enzima amilasa. La amilasa salival rompe los enlaces covalentes entre las unidades de glucosa del almidón al tiempo que se agrega una molécula de agua; esta reacción química se llama hidrólisis. La hidrólisis del almidón produce maltosa, un disacárido de glucosa-glucosa. La maltosa luego se desdobla en 2 glucosas en el intestino delgado gracias a la enzima maltasa.

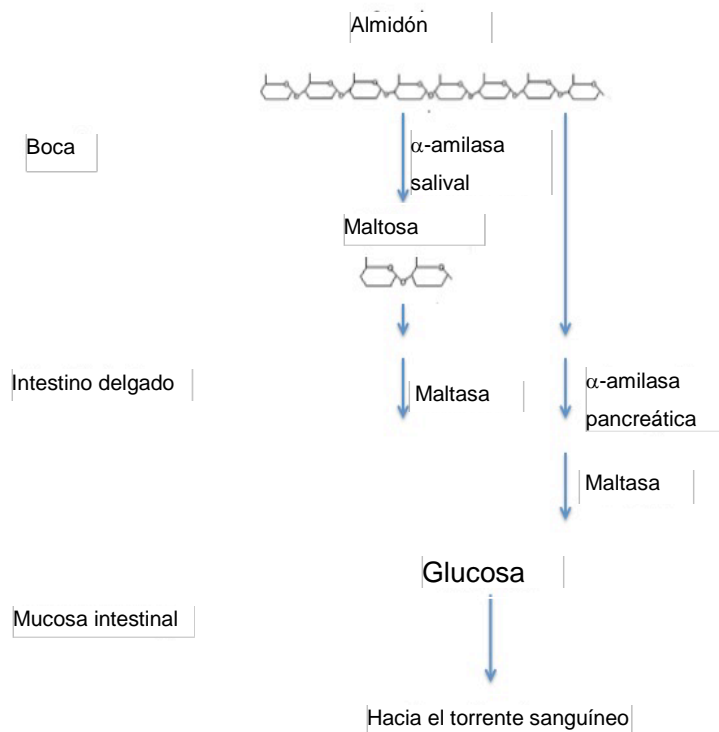


Figura 1. Pasos en la digestión del almidón. La digestión del almidón comienza en la boca, donde la α -amilasa salival ataca los enlaces glucosídicos α para producir maltosa. La enzima α -amilasa también se produce en el páncreas (α -amilasa pancreática) y se distribuye en el intestino delgado, donde convierte las moléculas de almidón restantes en maltosa. La maltasa luego desdobla la maltosa en dos moléculas de glucosa. Los monosacáridos, como la glucosa, se absorben a través de la pared del intestino delgado y van hacia el torrente sanguíneo.

En los humanos, el gen *AMY1* en el cromosoma 1 produce la amilasa salival. Los humanos son organismos diploides, lo que significa que, con la excepción de los genes en los cromosomas X y Y, los humanos tienen dos copias de la mayoría de los genes, una copia heredada del padre y la otra heredada de la madre. Sin embargo, estudios genéticos muestran que las personas pueden tener entre 2 y 15 copias diploides del gen *AMY1* en cada cromosoma 1, lo que sugiere que el gen se ha duplicado en el transcurso de la evolución humana. ¿Qué razón podría haber para esto?

El investigador George Perry y sus colegas han propuesto la hipótesis de que, a medida que algunos grupos de personas comenzaron a consumir más almidón, los individuos con más copias del gen *AMY1* habrían tenido una ventaja de supervivencia. Con el tiempo, esto habría causado que en poblaciones con dietas ricas en almidón las personas tengan en promedio más copias del gen *AMY1* que en poblaciones que no comían tanto almidón (G. H. Perry et al., *Nature Genet.* 2007).

PREGUNTAS

1. Menciona las enzimas involucradas en la digestión del almidón, incluye el sitio en el que actúan y lo que hacen.
2. Menciona el gen que produce la amilasa salival. ¿Cuántas copias de este gen tienen los humanos?
3. Los investigadores hipotetizaron que el consumo de alimentos ricos en almidón dio a los individuos con múltiples copias del gen *AMY1* una “ventaja”. ¿Qué significa “ventaja” en este contexto?

Para evaluar su hipótesis, Perry y sus colegas analizaron ADN recolectado de dos grupos de personas. El primer grupo consistía en poblaciones que históricamente consumían una dieta alta en proteína y baja en almidón, como los cazadores-recolectores que viven en bosques tropicales o cerca del círculo ártico. El otro grupo consistía en poblaciones de sociedades agrícolas y cazadores-recolectores que viven en ambientes áridos y que tradicionalmente consumen alimentos ricos en almidón. Los investigadores midieron el número de copias del gen *AMY1* en individuos de estas poblaciones. En esta actividad, analizarás algunos de los datos recolectados por Perry y sus colegas.

MATERIALES

- Calculadora científica y/o computadora con programa de hoja de cálculo como Excel
- Papel, lápices y regla para graficar si no utilizas un programa de hoja de cálculo

PROCEDIMIENTO**Parte A. Relación entre el número de copias de *AMY1* y la producción de amilasa**

Antes de determinar el número de copias de *AMY1* en diferentes poblaciones, Perry y sus colegas investigaron si el número de copias del gen *AMY1* está asociado con la cantidad de amilasa presente en la saliva. Los datos de la Tabla 1 muestran el número de copias del gen *AMY1* y los miligramos (mg) de la proteína *AMY1* por mililitro (ml) de saliva en 25 adultos americanos de ascendencia europea.

Tabla 1. Número de copias de *AMY1* y concentración de amilasa en 25 adultos europeo-americanos

Individuo	Número de copias del gen <i>AMY1</i>	Proteína <i>AMY1</i> en la saliva (mg/ml)
1	7	3.85
2	5	1.09
3	12	5.17
4	6	3.24
5	8	2.80
6	6	3.30
7	7	2.89
8	11	3.76
9	6	2.65
10	3	0.93
11	8	2.46
12	5	1.37
13	5	2.33
14	7	3.37
15	9	3.72
16	7	5.67
17	6	4.61
18	6	4.33
19	3	3.13
20	4	4.24
21	7	4.33
22	8	1.89
23	8	3.48
24	4	1.83
25	7	3.41

Fuente: G. H. Perry et al., *Nature Genet.* 2007.

1. Los datos de la Tabla 1 muestran el número de copias del gen *AMY1* y los miligramos de la proteína amilasa por mililitro de saliva en 25 adultos. En una hoja de papel, construye y rotula una gráfica que ilustre la relación entre estas dos variables. Incluye un título para tu gráfica y rótulos para los ejes x - y.
2. Con base en la gráfica, ¿parecen estar asociadas las dos variables? Explica tu respuesta.

Parte B: Relación entre el número de copias de *AMY1* y el almidón en la dieta

La Tabla 2 muestra algunos datos recolectados por Perry y sus colegas sobre el número de copias del gen *AMY1* en diferentes poblaciones. El primer grupo de individuos estudiados incluyó a 11 adultos americanos de ascendencia europea, seis hadzas (Tanzania) y ocho japoneses. Estas poblaciones tienen dietas tradicionalmente ricas en almidón. El segundo grupo incluyó a nueve biakas (República Centroafricana), seis mbutis (República Democrática del Congo), ocho yakuts (Siberia) y dos datogs (Tanzania), que son poblaciones con dietas tradicionalmente bajas en almidón.

Tabla 2. Número de copias de *AMY1* y niveles de almidón en la dieta

Perfil alimenticio alto en almidón		Perfil alimenticio bajo en almidón	
Población	Núm. de copias del gen <i>AMY1</i>	Población	Núm. de copias del gen <i>AMY1</i>
Europeo-americana	4	Biaka	8
Europeo-americana	8	Biaka	4
Europeo-americana	11	Biaka	2
Europeo-americana	6	Biaka	5
Europeo-americana	5	Biaka	4
Europeo-americana	6	Biaka	4
Europeo-americana	6	Biaka	6
Europeo-americana	15	Biaka	7
Europeo-americana	8	Biaka	4
Europeo-americana	8	Mbuti	4
Europeo-americana	7	Mbuti	7
Hadza	15	Mbuti	4
Hadza	5	Mbuti	4
Hadza	7	Mbuti	5
Hadza	6	Mbuti	4
Hadza	3	Yakut	9
Hadza	7	Yakut	4
Japonesa	10	Yakut	5
Japonesa	6	Yakut	5
Japonesa	6	Yakut	9
Japonesa	5	Yakut	10
Japonesa	6	Yakut	8
Japonesa	5	Yakut	5
Japonesa	6	Datog	2
Japonesa	7	Datog	8

Fuente: G. H. Perry et al., *Nature Genet.* 2007.

1. Los datos de la Tabla 2 representan el número de copias del gen *AMY1* en dos grupos de poblaciones con dietas diferentes. Para cada perfil alimenticio, determina el tamaño de la muestra y después calcula la media, la desviación estándar y el intervalo de confianza del 95% para los datos. Ingresas tus respuestas en la Tabla 3.

Nota: La media que calcularás para cada grupo es el número promedio de copias del gen *AMY1* en la muestra tomada de poblaciones con un perfil alto en almidón o con un perfil bajo en almidón. Esta media es solo una estimación del número real promedio de copias del gen en la población total de personas que pertenecen a estos grupos. Para saber qué tan cercana está la media de la muestra (que calculaste) a la media real de la población completa, puedes calcular el intervalo de confianza del 95%. Básicamente, el intervalo de confianza

del 95% te dice que la media real de la población probablemente se encuentra dentro de ese intervalo. La fórmula proporcionada en la tabla para calcular el intervalo de confianza del 95% es una aproximación de la fórmula completa. Puedes utilizar una calculadora o un programa de hoja de cálculo para calcular los intervalos de confianza del 95%, lo que te dará un resultado ligeramente distinto (más preciso).

Tabla 3. Cálculos para las muestras de la Tabla 2

	Perfil alto en almidón	Perfil bajo en almidón
Tamaño de la muestra (n)		
Media (\bar{x})		
Desviación estándar (s)		
Intervalo de confianza del 95% $\left(\frac{2s}{\sqrt{n}}\right)$		

2. Construye y rotula en una hoja aparte una gráfica que resuma los datos de la Tabla 3. Incluye barras de error que representen el intervalo de confianza del 95%, así como un título para la gráfica y rótulos para los ejes x - y .
3. ¿Cómo se comparan ambos perfiles alimenticios en la gráfica? Explica tu respuesta.
4. Propón una hipótesis científica (una propuesta que pueda evaluarse usando el proceso científico) que pudiera explicar las diferencias entre los dos perfiles alimenticios.

