

No hay nada
que por bien
no venga



A sus 13 años, Ariel Armaza Echazú lleva una vida normal, mide 1,80 m y practica salto alto. Pero cuando tenía poco más de 2 años sus dientes estaban en mal estado, sufría intensos dolores de estómago, se le entumecían las piernas y sentía que estaba muriendo. Su madre debía llevarlo donde el pediatra un día sí y otro también. Cuando finalmente se le diagnosticó la enfermedad que sufría y se indicó el tratamiento que debía seguir, los dolores cesaron en cinco días y recuperó la energía. Ariel es celíaco y por esto debe evitar ingerir, de por vida, todos los alimentos que contengan gluten.

El gluten está presente en varios cereales que se utilizan en la preparación de alimentos: trigo, avena, centeno y cebada son los principales. Es una proteína que, como su nombre lo indica, aglutina (une) las moléculas de agua y atrapa los gases cuando la masa madura. Los familiarizados con la enfermedad celíaca se refieren a estos cuatro cereales como TACC, por sus iniciales, y saben bien que deben evitarlos. Para ellos, basta ingerir una miga de pan para que se desencadene la respuesta de su sistema inmunológico, que a la vez daña la mucosa del intestino y provoca los dolores. Usar el mismo cuchillo para cortar pan y un producto libre de

La
medición de
nutrientes permite
identificar alimentos
seguros para quienes
tienen intolerancia al gluten.
Por eso los celíacos comen
más granos andinos,
como la quinua o
quinoa.

gluten puede causar la contaminación cruzada y en organismos como el de Ariel, puede conducir al borde de un “tacc de pánico” y desencadenar los síntomas.

¿Qué daño puede ocasionar el gluten?

Si bien fue Samuel Gee quien le dio el nombre de enfermedad celíaca en 1888, lo que hoy se sabe de la enfermedad es el resultado de la contribución de varios investigadores a lo largo de los siglos. La enfermedad ya se conocía durante el Imperio romano: en el siglo II, el médico Areteo de Capadocia notó desnutrición y diarreas en quienes comían trigo. En 1944, durante una hambruna en Holanda, el médico William Karel Dicke se percató que, cuando los niños con diarrea y dolores intestinales comían menos pan, los síntomas desaparecían. Karel fue el primero en el mundo en desarrollar una dieta libre de gluten. Luego, las biopsias que se hicieron en Inglaterra en 1955 permitieron descubrir lo que ocurre a nivel del intestino delgado enfermo.

En la parte interna de un intestino sano hay miles de vellosidades, como las de una toalla, que ayudan a absorber los nutrientes. Con la enfermedad celíaca estas pelusitas o vellosidades se pierden y el interior del intestino se vuelve liso, por lo tanto, incapaz de absorber nutrientes. Cuando un intestino se daña y no absorbe calcio, surgen problemas en la dentadura y retraso en el crecimiento de huesos, entre otros.



Foto cedida por IBMETRO

Un estudio de la misma organización realizado en 2009 comparó el contenido de calcio, magnesio y zinc de la quinua con el de otros cereales y concluyó que tiene cuatro veces más calcio que el maíz y tres veces más que el arroz.

En el año 2010 se detectó lo que los investigadores de mercado llaman una “supertendencia” en el consumo de la quinua. El Centro de Desarrollo Culinario, que funciona en California y se dedica a identificar tendencias de consumo en Estados Unidos, colocó a la quinua en el nivel 4 de su escala (donde 5 indica el consumo masivo).

En Europa, por su parte, cada vez más fabricantes de alimentos colocan una etiqueta que aclara “Con quinua” cuando está presente en sus mezclas. El aumento en el consumo de quinua ha sido tan notorio que ha impactado en su precio, según explica Amelia Galarza, comerciante de este producto.

En su mejor momento, por un kilogramo de quinua llegó a pagarse hasta 60 bolivianos (casi diez dólares), mientras que a mediados de los años 80 el costo del kilogramo no superaba medio dólar.

Una vez identificada la proteína que daña el intestino, los laboratorios comenzaron a identificar los componentes que podían solucionar el padecimiento del 1 % de la población mundial que padece la enfermedad celíaca.

¿Cómo se asegura Ariel que, sin comer trigo, avena, centeno y cebada, tendrá todos los nutrientes que precisa para crecer fuerte y sano? La medición de nutrientes presentes en otros granos es fundamental para que quienes sufren esta enfermedad puedan sustituir en su dieta aquellos que les producen padecimientos. El trabajo que se realiza en los laboratorios de Institutos Nacionales de Metrología, como el Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO), permite conocer esos nutrientes.

Una “supertendencia”: el alimento de los incas

Según la FAO (sigla de la organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura), las personas tienen que ingerir 1300 miligramos de calcio por día. Uno de los alimentos que últimamente ha llamado la atención en la comunidad internacional por su aporte de calcio es la quinua o quinoa, un grano que se consume como un cereal (por eso es considerada un pseudocereal). Cien gramos de quinua comestible proveen 104 miligramos de calcio.

Con ayuda de la luz y un danés

Mabel Delgado, Supervisora de la Unidad de Metrología Química de IBMETRO, menciona que el Inca Garcilaso de la Vega ya atribuía la buena salud de la población del Imperio incaico al consumo de la quinua y del amaranto o kiwicha (nombre con el que se le conoce también, de origen quechua). Para determinar cada parámetro que define la calidad nutricional de los cereales andinos—entre ellos la quinua— y hacer mediciones con exactitud, se realizan ensayos aplicando métodos específicos y equipamientos especiales. Estas actividades son parte de su trabajo en IBMETRO.

Para saber cuánto calcio hay en un grano de quinua, Mabel aplica un método conocido como espectrofotometría de absorción atómica. El principio en el que se basa es que un determinado átomo solamente puede absorber la luz (energía) de ciertas longitudes de ondas luminosas (las correspondientes a las diferencias entre los niveles energéticos de sus electrones). Utilizando un equipo que se llama espectrofotómetro, se ilumina una muestra de granos y los átomos de calcio absorben aquella luz con las longitudes de onda características. Por lo tanto, dependiendo de la cantidad de calcio en la muestra, variarán las intensidades de la luz absorbida. Mientras más calcio contenga un grano, mayor será la energía que absorba. Un detector dentro del instrumento capta esa diferencia y la indica.

A partir de los datos que entrega el espectrofotómetro, se realiza un cálculo (aplicando la ley de Lambert y Beer) que permite conocer la cantidad de sustancia.

También es importante saber cuánta proteína tiene cada alimento. Las proteínas están compuestas por nitrógeno, carbono, hidrógeno y oxígeno. Tienen zinc, hierro y fósforo. Ingerir proteínas de buena calidad es esencial, porque contribuyen a la formación de los músculos y en el caso de Ariel, que practica el salto alto, conocer este dato es fundamental para programar su dieta.

Uno de los métodos que se utilizan para conocer cuántas proteínas tiene un alimento, fue creado por un gran danés (o, mejor dicho, por un gran químico danés) cuyo apellido se pronuncia kioldal, pero se escribe Kjeldahl. Su método, que presentó por primera vez en 1883, se basa en medir la cantidad de nitrógeno del alimento y en base a él, calcular la cantidad de proteína. Mabel lo aplica para analizar el contenido de proteínas que tiene la quinua.

“Es difícil determinar exactamente las proteínas —explica Mabel— porque son complejas y están de maneras diversas en las muestras de quinua. Lo que se hace en el mundo entero es determinar el nitrógeno y se aplica un factor, establecido para cada grupo de alimentos, para convertir el resultado en la cantidad de proteínas”. Por ejemplo, para los cereales el factor es 6,25¹; quiere decir que, si la cantidad de nitrógeno en la muestra es 2 g, la cantidad de proteínas será 12,5 g.

El método de Kjeldahl

1. La digestión: Para medir la cantidad de proteínas de un alimento, lo primero que se requiere es hacer visible el nitrógeno que contiene la muestra, convirtiéndolo en sales de amonio (con ayuda de ácido sulfúrico). Una vez que se obtienen sales de amonio, se les añade hidróxido de sodio para obtener amoníaco.
2. La destilación: El amoníaco que se ve en el tubo digestor como un líquido traslúcido, limpio, se destila y se recibe en ácido bórico.
3. Para determinar cuánto nitrógeno hay, se utiliza otro ayudante: el ácido clorhídrico. En ese momento, cada mol de ácido clorhídrico reacciona con un mol de nitrógeno.
4. Una vez obtenida la cantidad de nitrógeno, se multiplica por un factor establecido para cada grupo de alimentos y de este modo se sabe la cantidad de proteína que hay en la muestra.

En ambos casos, tanto al analizar cuánto calcio o cuánto nitrógeno tiene un alimento, lo que Mabel contabiliza son moles. Mol es el término que el Sistema Internacional de Unidades (SI) ha establecido para designar a la unidad de cantidad de sustancia, una de las 7 magnitudes básicas. Su símbolo es mol.

Un mol y los ceros de Avogadro

El mol y la docena son nombres de cantidades. Sabemos que una docena representa, por ejemplo doce casas, doce naranjas, doce átomos, doce moléculas. El mol es un número tan grande que contiene muchos ceros. En notación científica, el valor numérico aproximado de un mol es $6,02 \times 10^{23}$ (seis coma cero dos elevado a la potencia veintitrés). En notación extensa se escribe 602 000 000 000 000 000 000.

Se trata de cientos de miles de trillones de entidades elementales (pueden ser átomos, moléculas u otras partículas). Si nos dieran un mol de pelotas de básquet, podríamos formar otro planeta Tierra solo de pelotas.

Un mol de cualquier sustancia siempre tendrá la misma cantidad de entidades elementales (pueden ser átomos, moléculas u otras partículas); o sea, la cantidad de entidades es siempre constante. Esta cantidad constante corresponde a un número denominado constante de Avogadro, en honor al científico Amedeo Avogadro, que vivió —y dicen que se enamoró varias veces— en Italia, entre 1776 y 1856.

¹ Se asume para la quinua el factor proteico de 6,25 por la similitud que tiene esta semilla con los cereales identificados en la norma ISO 20483:2013.

Foto cedidas por IBMETRO

Avogadro postuló que volúmenes iguales de gases diferentes, con la misma presión y la misma temperatura, tienen el mismo número de moléculas. Muchos años después, otros científicos calcularon el número de partículas en un gas cualquiera, y fue el francés Jean Perrin quien propuso que ese número sea nombrado en honor a Avogadro, su colega italiano.

Desde 1971 se definió un mol como la cantidad de sustancia que contiene tantas unidades elementales como átomos de carbono hay en 12 gramos de carbono 12, pero se ha aprobado una nueva definición, que entrará en vigor en el año 2019.

En la nueva definición, se asigna a la constante de Avogadro un valor exacto de $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$.

¿Y cómo contamos esta cantidad de entidades, para saber cuántos moles hay en una determinada sustancia? Pues, una forma es a partir de la relación entre el mol y otra magnitud más fácil de medir: la masa. Durante los ensayos, aunque lo que se determina es la masa de calcio y nitrógeno, se puede conocer la cantidad de sustancia, o sea los moles, dividiendo este resultado entre su masa molar.

Si bien el mol se relaciona con la masa por la facilidad práctica, no se debe confundir con ésta. Al final debemos entender que, mientras el valor de la cantidad de átomos en un mol de cualquier sustancia es la misma, el valor de la masa de un mol varía según de qué sustancia se trate.

Los análisis de laboratorio que se realizan en los Institutos de Metrología como IBMETRO, son útiles y contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población, al ofrecer datos sobre la cantidad de nutrientes o proteínas que contienen determinados alimentos. Dentro de los servicios que ofrecen, se destaca la producción de materiales de referencia. Estos materiales son usados por los laboratorios de control de calidad, para generar la información precisa que luego se incluirá en la etiqueta sobre la composición nutricional de los alimentos.

En los casos de personas que, como Ariel, sufren de la enfermedad celíaca, conocer estos datos es fundamental para armar dietas equilibradas y dar, ellos también, un salto alto sobre su enfermedad.

JAVIER MÉNDEZ VEDIA / MABEL DELGADO (BOLIVIA)

	Cantidad de átomos	Masa (aproximada)
1 mol de nitrógeno	$6,02 \times 10^{23}$ átomos de nitrógeno	14,00 gramos
1 mol de calcio	$6,02 \times 10^{23}$ átomos de calcio	40,01 gramos
1 mol de hierro	$6,02 \times 10^{23}$ átomos de hierro	55,85 gramos