

De acuerdo!

La ciencia a tu medida

Edición N° 9

Salud

El *Cannabis*
y la salud

Belleza
tóxica

Control de la
presión arterial
para salvar vidas

¿Sale una
Picada?

Covid-19:
ventiladores en
emergencia

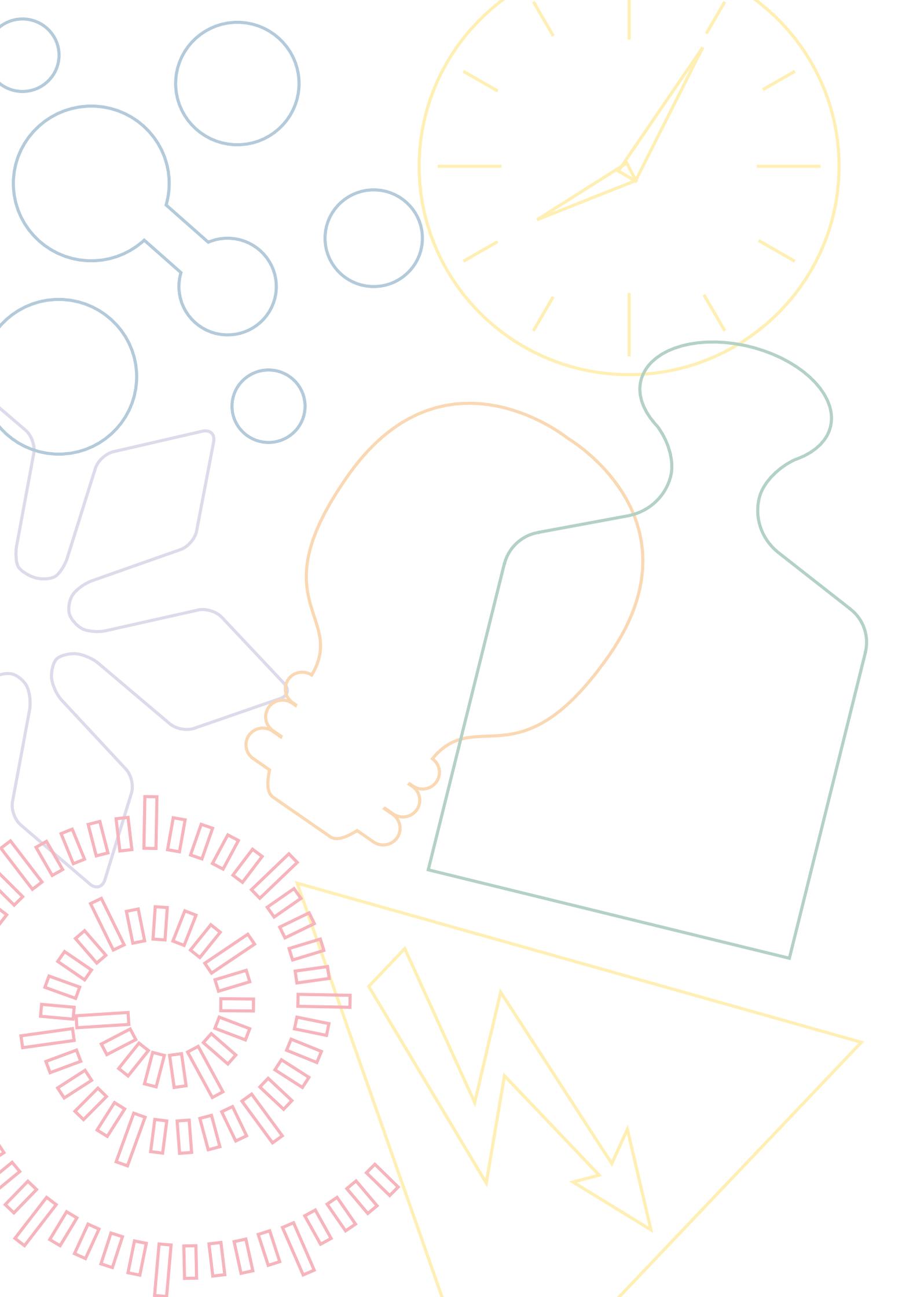
Medicina
tradicional

Radiación

y mucho más...



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Nationales Metrologieinstitut



Prefacio

Estimado lector,

En el número pasado nos enfocamos en el cuidado del medio ambiente y la importancia de las mediciones para controlar la salud ambiental y avanzar hacia un desarrollo sostenible.

Esta nueva edición la preparamos para contarte cómo las mediciones y la Metrología también resultan fundamentales a la hora de evaluar nuestra salud física, realizar diagnósticos médicos acertados, definir y monitorear tratamientos, así como para tomar precauciones y asegurar una vida sana.

Al leer esta revista podrás enterarte de los avances científicos y tecnológicos que hoy permiten contar con instrumentos cada vez más precisos para medir y monitorear nuestros parámetros vitales (como la temperatura del cuerpo, la presión arterial) y los niveles de elementos y sustancias que en determinadas dosis son necesarias y beneficiosas para nuestro organismo pero si sobrepasan ciertos límites pueden resultar tóxicos y dañinos.

Comprenderás que si los instrumentos no son los adecuados y no están correctamente calibrados los datos que ofrecen no sirven para diagnósticos confiables, a veces con consecuencias graves.

Te quedará más claro el tipo de servicios que ofrecen los Institutos Nacionales de Metrología y cómo aportan para que los equipos biomédicos se utilicen correctamente y entreguen resultados confiables, y que los médicos y personal de la salud puedan tomar buenas y mejores decisiones.

Encontrarás ejemplos del tipo de tareas que llevan adelante las metrólogas y los metrólogos —especialistas en mediciones— relacionadas con el cuidado de la salud y cómo aúnan esfuerzos, a veces corriendo contra el tiempo, para acompañarse y dar respuesta a los requerimientos de la sociedad; y también para enfrentar la última pandemia de COVID-19.

Conocerás en detalle el tipo de ensayos y pruebas que realizan para ofrecer datos útiles a los fabricantes de medicamentos, de alimentos, de instrumental y equipos

médicos, y cómo contribuyen a que se cumplan normas y requisitos que establecen los países para el cuidado de la salud de su población.

Gozar de buena salud y sentirnos bien es algo que todos queremos y valoramos. Los factores genéticos son determinantes en nuestras características y salud física, pero también lo son el entorno, las condiciones sociales, nuestros hábitos y estilos de vida.

Deseándote buena salud, pongo en tus manos este nuevo número.

ALEXIS VALQUI



Alexis Valqui, Director Ejecutivo de la revista
¡De acuerdo! – La ciencia a tu medida
Foto: Alexis Valqui



Índice



El Cannabis y la salud
Enrique Garabetyan

4

Prefacio
Alexis Valqui

1



**Control de la
presión arterial
para salvar vidas**
Raquel Tineo

9



**El pequeño aliado
en la lucha contra la
COVID-19**
Raquel Tineo

15

7

Belleza tóxica
*Juan Pablo De Marco,
Romina Napoli y
Ramiro Pérez*



12

¿Sale una picada?
*Camila Feller,
Verónica Ponticorbo y
Silvana Demicheli*



18

**COVID-19:
Ventiladores
en emergencia**
*Claudia Mazzeo y
Marcos Quino*





Medicina tradicional

*Javier Méndez Vedia y
Marco Quino*

25



**Perros
adiestrados y
partos
anticipados**

*Claudia Mazzeo y
Edwin Aizpurua*

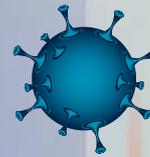
22



**A distancia y sin
contacto**

*Daniel Cárdenas y
Silvana Demicheli*

32



**Carta desde
el olvido**

38

35

**El crecimiento y las
medidas del cuerpo**

*Carlos Alberto Niño Sandoval y
Silvana Demicheli*



28

Radiación

*Alberto Parra del Riego,
Jorge Parra y Silvana
Demicheli*



39

Glosario

El Cannabis y la salud

En las últimas cinco décadas la medicina evolucionó a máxima velocidad: desde sofisticadas tecnologías para tomar imágenes médicas hasta desarrollos biológicos que permitieron disponer de vacunas preventivas para la COVID-19 en menos de un año. Pero entre tanto cambio innovador hay uno que llama la atención por tener algo “retro”: la revalorización del uso de fármacos derivados de la planta de *Cannabis sativa*.

Es que medicamentos de este tipo ya eran ampliamente utilizados por egipcios, griegos y chinos hace ya miles de años. Sin embargo, durante el siglo pasado, en la mayoría de los países su uso se fue prohibiendo por sucesivas leyes penales. Recién en los últimos tres lustros se comenzaron a demostrar científicamente algunos de sus efectos positivos sobre la salud: por ejemplo, se comprobó su efectividad en el tratamiento de las convulsiones causadas por un tipo de epilepsia y para calmar el dolor y la inflamación asociados a la fibromialgia.

Estos resultados se dieron en todo el mundo. Por ejemplo, un estudio clínico iniciado por médicos del Hospital Garrahan de Argentina, que incluyó a 49 adolescentes que sufrían epilepsia refractaria, demostró que el uso de aceite de *Cannabis* tuvo un 80 % de efectividad para tratarla.

Tras los primeros resultados avalados por la ciencia se iniciaron —en casi todos los países— nuevos ensayos clínicos para probar diversos derivados del *Cannabis*. Y se fueron encontrando indicios de otras contribuciones: para las terapias paliativas del dolor y para el tratamiento de síntomas varios que caracterizan a patologías neurológicas difundidas, como la Esclerosis Múltiple, el Parkinson y el Alzheimer. Actualmente también se están investigando sus

Cada vez más estudios científicos demuestran los efectos benéficos generados por la acción de moléculas obtenidas de la planta *Cannabis sativa*. Esto abre nuevas posibilidades para tratar los síntomas de muchas enfermedades neurológicas y oncológicas, entre otras patologías.

efectos sobre los trastornos del espectro autista, la anorexia en portadores de VIH y el dolor oncológico, entre otros.

“El redescubrimiento del *Cannabis* puede situarse a fines de la década del '90, en países como Canadá o Israel, que establecieron programas oficiales para poder estudiar, en forma sistemática, sus efectos sobre ciertos síntomas”, explicó la doctora Laura Hermida, química e investigadora senior en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina. “Y lo primero que se comprobó es su alta efectividad para el tratamiento de un tipo de epilepsia (denominada refractaria), una enfermedad en la que los medicamentos convencionales no logran mejorar la salud de los pacientes”. Luego se fueron probando en otras patologías y las investigaciones se extendieron por Europa, Latinoamérica y Estados Unidos.

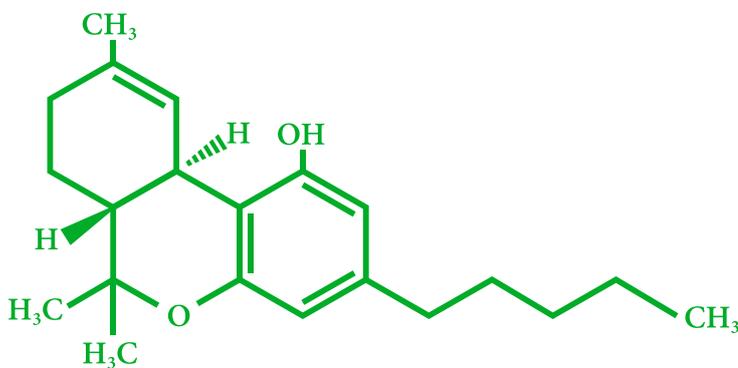
“Siguiendo esta tendencia, hace apenas cuatro años, Argentina sancionó una ley que autoriza y reglamenta la investigación y uso medicinal de derivados del *Cannabis*”, detalló la licenciada Patricia Gatti, química y subgerente operativa de la Unidad de Metrología Científica en el INTI. Y a fines de 2020 un decreto reglamentario despenalizó la utilización del *Cannabis* con fines medicinales y amplió el alcance de sus aplicaciones terapéuticas, facilitando el acceso a estos productos relacionados con la salud.

Aún hay barreras por superar

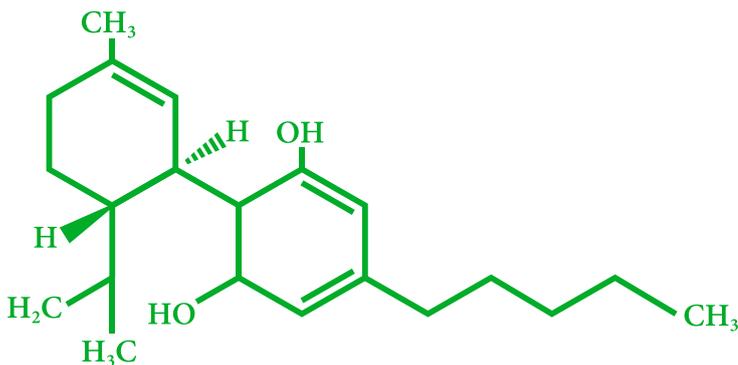
Pese a la legislación que propició el acceso, el uso medicinal de estas moléculas todavía debe superar varios desafíos productivos y farmacológicos. Según explicó Hermida, “se sabe que la *Cannabis sativa* sintetiza más de 480 compuestos diferentes; entre ellos, alrededor de 100 de la familia de los “cannabinoides”. Y actualmente los científicos están enfocados en analizar los efectos terapéuticos de los dos principales: el THC y el CBD.



El THC (tetrahidrocannabinol), genera algunos efectos analgésicos, antieméticos (contra el vómito) y cognitivos. Es el que también suele ser empleado con fines recreativos y, por sus características psicoactivas, aún integra el *Listado de Sustancias Controladas* de la Convención de Drogas de la ONU.



El CBD (cannabidiol), tiene sus mayores efectos médicos relacionados con el alivio de varias patologías y síntomas neurológicos.



Buscando desarrollar nuevos tratamientos específicos para algunas enfermedades ya hay muchos médicos que sugieren a sus pacientes el uso de los aceites de *Cannabis*, preparados hechos en base a destilaciones y concentraciones de extractos de estas plantas. En varios países de la región estas formulaciones las fabrican artesanalmente cultivadores entusiastas pero que no suelen ser profesionales y elaboran sus productos siguiendo métodos propios que no están estandarizados; además, suelen partir de semillas de diferentes tipos. Por otra parte, también es posible conseguir algunos productos comerciales importados.

Estas formas de acceder a los fármacos derivados, le genera dificultades a los pacientes y sus médicos porque cada nueva partida de aceite de *Cannabis* puede contener concentraciones diferentes de las moléculas THC y CBD ya que esas producciones no suelen seguir procesos de calidad que aseguren, en forma consistente, la cantidad de cada componente.

Cómo asegurar un buen aceite

“Los productos a base de *Cannabis* para uso medicinal se obtienen partiendo de diferentes variedades de estas plantas que contienen una cierta proporción de esos dos cannabinoides. Y ahí hay una clave, porque para tratar cada patología se requiere disponer de la combinación adecuada de moléculas que causen los efectos deseados”, explicó Gatti. Por eso es importante que cada fabricante de productos en base a *Cannabis* para uso medicinal pueda medir, en forma exacta, la concentración de los principios activos en su producto para poder ofrecer un medicamento confiable y consistente. “O sea, es esencial que puedan determinar cuánto cannabidiol y/o tetrahidrocannabinol contiene cada lote de su aceite de *Cannabis*”, resumió Hermida.

¿Cómo se realizan dichos controles? Haciendo análisis sobre cada lote producido para determinar cuánto CBD y THC contiene. Justamente en ese tema trabajan los especialistas del INTI para asegurar la validez de esas mediciones.

“Para comprobar la composición de un producto en base a *Cannabis* para uso medicinal se debe disponer de los que se conocen como *Materiales de Referencia Certificados*, que básicamente consisten en una sustancia similar a la buscada y cuya composición exacta es conocida, ya que fue previamente analizada con métodos de medición metrológicamente trazables y con alta exactitud. Estas sustancias funcionan como patrón y pueden ser utilizados para hacer comparaciones y verificar los componentes de los productos medicinales hechos con *Cannabis*”, explicó Gatti.

Importar esos materiales de referencia es complejo, costoso y lleva mucho tiempo y esfuerzo para cualquier laboratorio que los necesite en forma cotidiana. “Ahí es donde el INTI aporta su *know-how*. Nuestros especialistas están desarrollando la producción local de estos materiales que podrán ser utilizados como patrón de referencia en los laboratorios comerciales cuando deban medir las concentraciones de cannabinoides”, agregó la experta.



Para obtener estos patrones los expertos del INTI extraen y purifican preparados de CBD y THC de variedades ya predefinidas de especies vegetales. Y también pusieron a punto un proceso de purificación y de extracción que logra obtener un material con alto grado de pureza.

Posteriormente se llevan a cabo diferentes estudios de caracterización usando métodos de medición metrológicamente trazables; entre los cuales se emplea la Resonancia Magnética Nuclear cuantitativa (qRMN, por sus siglas del inglés). También se estudia en detalle la homogeneidad y la estabilidad del material de referencia producido, siguiendo los lineamientos de normas internacionales como la ISO 17034:2016 (que enumera los requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia).

Cuando este proyecto argentino concluya, posiblemente a fines del 2022, el INTI podrá ofrecer esos materiales de referencia a los productores para que estos puedan garantizar la calidad y el contenido de sus aceites. Contar con esta herramienta será un aporte esencial para disponer de fármacos derivados del *Cannabis* seguros y efectivos para los miles de personas que hoy los necesitan.

ENRIQUE GARABETIAN (ARGENTINA).

Otros usos industriales del *Cannabis*

Aunque las promesas más conocidas de los derivados del *Cannabis* se relacionan mayormente con sus usos médicos, lo cierto es que partiendo de otras variedades de esta misma planta es posible obtener materia prima muy útil para la elaboración de productos ligados con una larga lista de industrias.

El cáñamo —que es una variedad específica de *Cannabis* sativa que contiene una muy baja concentración del compuesto THC— puede ser utilizado, con ventajas, como insumo en muchos sectores productivos. Por ejemplo, para la elaboración de fibras textiles y telas para la fabricación de ropa y calzado, preparados para cosmética y papel. También para la obtención de pinturas, paneles y otros materiales que pueden ser aprovechados en la industria de la construcción.

Otras posibles aplicaciones industriales del cáñamo son la fabricación de plásticos biodegradables, la elaboración de biocombustibles y hasta hay propuestas para aprovecharlo en la industria alimenticia y para fabricar autopartes.



Ilustraciones y fondo de página: Alberto Parra del Riego.
Fotos: Silvana Demicheli



Belleza tóxica

Lápiz labial, perfume, desodorante, champú, esmalte de uñas, pasta de dientes, crema facial y protector solar. Los cosméticos forman parte de nuestra cotidianidad y su objetivo es principalmente estético y de cuidado personal. Pero, en algunos casos, pueden generar un impacto negativo en la salud por contener algunos elementos químicos que si sobrepasan ciertos límites resultan tóxicos.

El uso de cosméticos se remonta a tiempos lejanos. Papiros encontrados del Antiguo Egipto contienen recetas de delineadores y sombras de ojos, preparados a partir de plantas, minerales y animales. El uso de *kohl* (sombra de ojos) conteniendo elementos como antimonio y plomo era común en esa civilización.

En la Antigua Grecia, las mujeres utilizaban cosméticos para rejuvenecer la piel y así revertir los efectos del tiempo. En Roma, en el siglo II, el médico grecorromano Galeno inventó la *cold cream*, un producto que hasta hoy se utiliza para hidratar y nutrir la piel.

Antiguas civilizaciones de América Latina incorporaban los cosméticos en sus rituales. Entre los siglos XIV y XVI los aztecas usaban extracto de achiote —una semilla de un arbusto de color rojizo— como lápiz labial y también como colorante para algunos alimentos.

En el siglo XVI, durante el reinado de Isabel I de Inglaterra, extractos de bayas eran aplicados como rubor para dar una tonalidad rojiza a las mejillas, en rostros previamente empalidecidos con una base de polvo con plomo. Durante ese siglo y los dos siguientes la cosmética se puso de moda, especialmente en Europa, y las rutinas de embellecimiento se volvieron más importantes.

Durante el siglo XIX las innovaciones en cosméticos fueron impulsadas por el desarrollo de nuevas técnicas de iluminación en el teatro (los rostros blancos que se lograban gracias a la aplicación de polvos con plomo también volvieron a escena) y continuaron a lo largo del siglo XX.

Actualmente, día a día aparecen nuevos productos con nuevas propiedades, desafiando a los clientes más pretenciosos. Sin embargo, con los avances en distintas disciplinas y técnicas científicas también se fue sabiendo más

sobre los elementos químicos y cómo algunos (antimonio, arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo) pueden llegar a afectar nuestra salud.

Si bien los antiguos romanos fueron los primeros en identificar el riesgo que implicaba el uso de compuestos de mercurio para teñir el cabello y recomendaban ingerir aceite antes de su uso para evitar problemas estomacales, durante siglos se utilizaron algunos elementos sin que fabricantes ni consumidores supieran de su posible toxicidad.

Salud, ¿en riesgo?

El cuerpo humano necesita de algunos de estos elementos, pero en determinadas cantidades. Si sobrepasan ciertos límites producen efectos tóxicos en el organismo. En muy bajos niveles y de forma puntual algunos incluso se aplican como medicina; por ejemplo, el arsénico aparece en algunos medicamentos que se prescriben para ciertos padecimientos, claro que en cantidades minúsculas. Por eso, en bajos niveles también se aceptan en los cosméticos.

Quienes utilizan cosméticos pueden estar expuestos a los elementos tóxicos por inhalación, ingesta o absorción en la piel. Si bien a bajos niveles no producen intoxicación, cualquier persona puede acumularlos a lo largo del tiempo debido a una exposición continua. Esto sucede porque el cuerpo humano no es capaz de expulsarlos totalmente: luego de cada uso una parte va a ser excretada, pero otra va a permanecer en el organismo. La acumulación de elementos perjudiciales en el organismo, denominada bioacumulación, puede desencadenar enfermedades graves. Algunos provocan efectos hepatotóxicos (afectan el hígado) y otros repercuten en el sistema nervioso central (provocando temblores, debilidad muscular, irritabilidad, convulsiones, entre otros). El mercurio, por ejemplo, puede

causar daños en los riñones mientras que el plomo genera daños cardiovasculares y neurológicos. En general la acumulación de elementos tóxicos pueden derivar en que a largo plazo la persona pueda sufrir algún tipo de cáncer.

La letra chica de los cosméticos

La presencia de elementos tóxicos en un cosmético puede deberse a dos motivos: porque se adicionan como materia prima con el fin de brindarle un atributo que es valorado por el cliente (color, suavidad), o porque forma parte de la composición de alguno de los ingredientes como una impureza. Es decir, no fue agregado de manera intencional. Por ejemplo, en productos que requieren color, como los labiales, los fabricantes adicionan pigmentos de origen mineral: azul de Prusia (azul), óxidos de hierro (negro, amarillo y rojo) o azul ultramar (azul), que pueden contener como impurezas un elemento tóxico.

Los organismos nacionales e internacionales que se encargan de velar por la salud pública se basan en la evidencia de estudios científicos (toxicológicos) para establecer la cantidad máxima de estos elementos que puede contener un producto cosmético o de cuidado personal, de manera que su uso no afecte la salud del consumidor. Con el fin de cuidar a los usuarios, los límites máximos permitidos se fijan en concentraciones muy bajas.

¿Cómo podemos saber si un cosmético contiene o no un elemento tóxico? ¿Cómo podemos saber si uno de color verde contiene un pigmento con cromo? Y si es así, ¿cómo podemos saber si la cantidad es menor al límite máximo permitido? A simple vista no se puede. Es necesario recurrir a un análisis químico.

¿Cómo se miden?

Uno de los equipos que puede ser utilizado para medir cantidades muy pequeñas de elementos químicos en un producto se llama espectrómetro de emisión atómica. Este aparato es capaz de detectar la presencia de la mayoría de los elementos de la tabla periódica.

Su funcionamiento se basa en que cuando los átomos son excitados por una fuente de energía emiten luz en varias longitudes de onda determinadas, que son características de ese elemento. Son siempre las mismas para un elemento dado, como por ejemplo en el caso del cromo. Con un detector que se parece al de las cámaras de fotos digitales, el equipo divisa esa luz. Cuanto mayor es la intensidad de la luz, mayor es la cantidad de elemento en la muestra.

¿Has oído hablar del estado de materia plasma? Un plasma se caracteriza por tener partículas ionizadas. Se puede utilizar como fuente de energía para excitar los átomos. En el laboratorio, los equipos generan un plasma a partir del gas argón. Este elemento químico, con átomos cargados que se encuentran a una temperatura entre los 5500 °C y 6500 °C,

Para controlar si un cosmético contiene elementos tóxicos dentro de los límites permitidos se realizan análisis químicos con ayuda de equipos especiales. El plasma que se genera dentro en un equipo de espectrometría de emisión atómica provoca que los átomos emitan luz, lo que permite identificar el elemento y cuantificarlo. Fotos de ensayos y equipamiento de laboratorio cedidas por el LATU. Foto de rostro maquillado: Silvana Demicheli.

libera una gran cantidad de energía capaz de excitar los átomos y lograr que emitan luz.

Más ciencia y menos toxicidad

Gracias a los avances en diversas ramas de la ciencia, como la química analítica y la toxicología, actualmente podemos conocer mejor la composición de los ingredientes de los cosméticos y reducir los efectos perjudiciales que pueden tener sobre la salud humana.

Los avances en análisis químicos, especialmente con la introducción de técnicas instrumentales, permiten la detección de cantidades muy bajas de elementos tóxicos en muestras de cosméticos utilizando equipos especializados, lo que permite ofrecer mayor seguridad a los consumidores.

Se trata finalmente de controlar el nivel de concentración y evitar el efecto de la bioacumulación. De esta forma, podremos seguir utilizando cosméticos para nuestro cuidado personal y mejorar nuestra apariencia sin sufrir las consecuencias de una belleza tóxica.

JUAN PABLO DE MARCO, ROMINA NAPOLI Y RAMIRO PÉREZ (URUGUAY).

CONTROL DE LA PRESIÓN ARTERIAL PARA SALVAR VIDAS

Hay dos tipos de presión arterial: la sistólica, que es la presión máxima que ejerce el corazón mientras late y los ventrículos se contraen; y la diastólica, el valor mínimo de presión en las arterias entre latidos, cuando los ventrículos del corazón se relajan.

Se mide cada vez que el corazón se contrae y se relaja. Para medirla se utiliza el esfigmomanómetro, más conocido como tensiómetro, un instrumento que permite obtener los dos valores, correspondientes a cada una de ellas y se expresa en milímetros de mercurio (mmHg).

De acuerdo con la *American Heart Association* la presión arterial es normal si la sistólica está en el rango entre los 80 y 120 mmHg y la diastólica entre los 60 y 80 mmHg. Es importante señalar que si una persona presenta presión arterial elevada (ver tabla) debe acudir al médico e iniciar los cambios en su estilo de vida pues si no se controla tiende a empeorar con el tiempo.

Hipertensión arterial: enfermedad silenciosa

Cuando tras una serie de controles y algunas pruebas adicionales la presión sistólica de una persona oscila entre 130 mmHg y 139 mmHg o la presión diastólica entre 80 mmHg y 89 mmHg, el médico diagnostica hipertensión de nivel 1. Si los valores son mayores a 140 mmHg y 90 mmHg, el diagnóstico es hipertensión de nivel 2. En esos casos, además de mantener un ritmo de vida saludable le indicará un tratamiento farmacológico.

Si bien la mayoría de las personas con hipertensión arterial no tiene síntomas, algunas presentan zumbidos en el oído y dolores de cabeza (cefalea). Lo grave de este trastorno es que si no se controla ni trata, puede dañar órganos como el cerebro y los riñones, y los vasos sanguíneos pueden desa-

Existen muchas enfermedades que son asesinas silenciosas y si no se detectan a tiempo pueden deteriorar la salud y hasta producir la muerte. Es el caso de la hipertensión arterial (HTA), que en un 95 % de los casos se desconocen las causas que la originan y es asintomática. Afecta a 1 de cada 7 personas en el mundo.

Ser mayor de 50 años o ser mujer (en la post menopausia aumenta el riesgo de padecerla), llevar un estilo de vida sedentario, fumar o consumir mucha sal, tener obesidad, entre otros, son factores de riesgo que podrían predisponer a una persona a sufrir de esta enfermedad.

¿Qué es la presión arterial?

La presión sanguínea o presión arterial es la presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias, esencial para que circule por los vasos sanguíneos y aporte oxígeno y nutrientes a todos los órganos del cuerpo.

rollar aneurismas y zonas débiles susceptibles a obstruirse y romperse. Incluso puede provocar que la sangre se filtre en el cerebro y ocasionar un derrame cerebral.

En el 95 % de los pacientes con hipertensión no se puede identificar la causa de la enfermedad, por lo que se denomina hipertensión esencial o primaria; mientras que cuando ésta es producida por alguna enfermedad puntual como, por ejemplo, la artrosis (o estrechamiento) de arterias renales, se llama hipertensión secundaria.

Categorías y rangos de presión arterial

Categoría	Sistólica (mmHg)		Diastólica (mmHg)
Hipotensión	Menor a 80	o	Menor a 60
Normal	80 – 120	y	60 – 80
Elevada	120 – 129	y	Menor a 80
Hipertensión Nivel 1	130 – 139	o	80 – 89
Hipertensión Nivel 2	≥ 140	o	≥ 90
Crisis de hipertensión	Mayor a 180	y/o	Mayor a 120

El caso de Luz Marina

Luz Marina (71 años) siempre llevó un estilo de vida saludable, sobre todo porque fue diagnosticada con hipotiroidismo¹ cuando era joven. No había prestado atención a algunos síntomas de hipertensión arterial hasta hace cuatro años, cuando sufrió un accidente: al intentar bajar del taxi el coche inició la marcha y la arrastró unos metros.

Fue llevada de emergencia al hospital donde, entre otros exámenes, le controlaron los signos vitales: temperatura, presión arterial, oxigenación. Todos se mantenían en niveles normales. También se descartó cualquier fractura o daño en la cabeza a través de una tomografía.

Pero una semana después empezó a tener fuertes dolores en la cabeza, además de vértigo y náuseas, que la descompensaron. Su hija la llevó nuevamente al hospital y lo primero que le midieron fue la presión arterial, utilizando un esfigmomanómetro. Tenía una presión sistólica altísima, de 180 mmHg, valor que corresponde a una “crisis de hipertensión”, por lo que inmediatamente le aplicaron medicinas para controlarla. Tras atender la emergencia, el médico que la atendió le explicó que una presión arterial

tan elevada no era normal y le recomendó consultar a un cardiólogo, que son quienes se especializan en dolencias cardiovasculares y en tratar este tipo de desórdenes.

Así lo hizo, y tras el control de la presión arterial durante un período de tiempo y algunos exámenes adicionales posteriores (electrocardiograma y ecocardiograma) el cardiólogo la diagnosticó como hipertensa; detectó que sufría de hipertensión arterial de grado 1 y su corazón se había engrosado ligeramente debido a ello.

Posibles causas y tratamiento

Según el cardiólogo Milner Granados, no existe una causa definida que genere la hipertensión arterial, pero el hipotiroidismo pudo haberla condicionado para dicha enfermedad. El estrés pasado por el susto del accidente pudo haberse sumado para provocar la crisis hipertensiva².

Desde ese diagnóstico, Luz Marina toma antihipertensivos (fármacos que reducen la presión arterial) y se realiza controles médicos cada tres meses; su doctor le mide la presión y le realiza un electrocardiograma y ecocardiograma para conocer cómo va su corazón. Dependiendo de ello, evalúa si hay que aumentar o reducir la medicación.

También ha cambiado su dieta y los hábitos desde entonces, pues debido a su enfermedad, tiene que disminuir el consumo de sal, cafeína, grasas y colesterol, aumentar el consumo de frutas y verduras, y realizar actividad física diaria. Todos los días sale a caminar durante 20 minutos y se mide la presión una vez por semana, utilizando un esfigmomanómetro aneroide con manómetro que tiene en su casa. La recomendación médica incluye evitar el estrés ya que, en muchos casos, como el de Luz Marina, produce sus crisis hipertensivas.

Los últimos análisis que le realizaron revelaron que ya no presentaba el estrechamiento del corazón y estaba saludable. El monitoreo constante de la presión arterial han sido claves para ayudar a mejorar la calidad de vida de Luz Marina. Sigue las indicaciones al pie de la letra y toma las medicinas diariamente y a la hora exacta, porque un cambio en sus hábitos puede provocar una crisis hipertensiva.

Es sumamente importante controlar la hipertensión con estas actividades, pues así se previenen infartos, accidentes cerebrovasculares y daños renales, entre otros problemas de salud. Con esta enfermedad no se puede bajar la guardia.

RAQUEL TINEO (PERÚ)

¹ La glándula tiroides no produce suficiente hormona tiroidea y se ralentizan las funciones vitales del cuerpo produciendo, por ejemplo, aumento de peso inexplicable.

² Si bien no existen investigaciones que demuestren que el estrés cause hipertensión, en este tipo de episodios aumenta el nivel de hormonas y, por consiguiente, la presión arterial, haciendo que el corazón lata más rápido y que los vasos sanguíneos se estrechen.

Funcionamiento del esfigmomanómetro

Según la Sociedad Española de Medicina Interna, nueve de cada diez personas que padecen hipertensión no pueden curarla, pero sí controlarla. Por ello, el uso del esfigmomanómetro juega un papel importante.

Existen dos tipos de esfigmomanómetros. Los automáticos o digitales, con los que la presión puede medirse en la muñeca y el brazo, y los mecánicos, conocidos también como analógicos que pueden ser el aneroides con manómetro o el de columna de mercurio.

(al momento de medir) y los errores propios del equipo, los cuales pueden generar una medición incorrecta. En este último caso, el uso de un esfigmomanómetro previamente verificado garantiza resultados confiables.

Por su parte, Ricardo Sánchez, especialista del Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión de dicho instituto, sostiene que la verificación de este instrumento consta de tres ensayos para determinar el error de indicación. En la verificación inicial se determina (1) el error de medición de presión, (2) el error de histéresis (solo para esfigmomanómetros aneroides) y (3) la fuga de

aire en el sistema neumático para aneroides y de columna de mercurio.

En cuanto al manómetro, bajo ciertos cuidados y un mantenimiento adecuado mantiene sus características metrológicas con el paso del tiempo, pero podría dañarse el sistema neumático. Para garantizar un funcionamiento adecuado, el INACAL recomienda realizar verificaciones periódicas.



El Dr. Granados recalca que, por su experiencia, ha descartado el uso del esfigmomanómetro digital de muñequera, porque ha visto que da mediciones incorrectas.

Los mecánicos utilizan el método auscultatorio (sonidos de Korotkoff) para determinar la presión arterial sistólica y diastólica. Una vez colocado sobre el brazo (y la persona en reposo), se insufla aire para cortar el flujo de sangre de la arteria radial. Cuando se corta ese flujo, se empieza a desinflar el aire del mango que hace la presión y comienzan a aparecer unos ruidos: el primero marca la presión alta y a medida que se va desinflando, el ruido desaparece, y eso marca la presión baja.

“Es importante verificar y/o calibrar el esfigmomanómetro para confiar en los datos obtenidos durante la medición efectuada y realizar un buen diagnóstico y control de la salud de los pacientes”, afirma Leonardo de la Cruz, coordinador del Área Mecánica del Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Añade también que existen errores de técnica

Con los esfigmomanómetros se miden la presión sistólica y la diastólica. Los mecánicos, como es el caso de los aneroides con manómetro, utilizan el método auscultatorio, basado en los sonidos de Korotkoff para determinarlas. Fotos: Raquel Tineo.



¿SALE UNA PICADA?

Uno de los alimentos de mayor consumo a nivel mundial y muy popular entre los uruguayos son los embutidos o chacinados, también conocidos como carnes frías y fiambres. En cubitos y en rodajas, son los protagonistas de las picadas. En este artículo te contamos todo lo que se puede y debe controlar para que no te enfermen.

La pregunta anuncia que en algún lugar del Uruguay se está programando una reunión de amigos con bebidas alcohólicas y una variedad de embutidos, acompañados de pan fresco y quesos. Las completas suman aceitunas, papas chips y otros snacks. Y si hablamos de palabras mayores, carne asada y en trozos pequeños.

Los uruguayos somos grandes consumidores de carne. En el 2020 el promedio por persona fue de poco más de 85 kilogramos, según datos oficiales del Instituto Nacional de Carnes. La procesada bajo la forma de embutidos está incluida en la cifra. Las milanesas, nuggets y hamburguesas también entran en la categoría.

Para pesar de muchos, los embutidos pueden representar serios riesgos para la salud. La mayoría son productos ultraprocesados, porque además de carne contienen ingredientes que si se consumen en cantidades excesivas pueden producir obesidad, diabetes, hipertensión y enfermedades cardíacas (harinas, grasas, sodio, azúcar, entre otros). Otros riesgos vienen de la mano de bacterias en los alimentos, que si las ingerimos nos enferman.

Las malas de la película

No todas las bacterias causan enfermedades; hay beneficiosas y perjudiciales. En nuestra flora intestinal, por ejemplo, habitan bacterias que nos ayudan en la digestión, a sintetizar vitaminas y a fortalecer el sistema inmunológico.

Las que nos pueden enfermar, las patógenas, pueden estar presentes en un alimento crudo de forma natural o llegar a él por contacto directo o indirecto (lo que se conoce como contaminación cruzada). En el camino desde el campo hasta el plato, la contaminación se puede producir en cualquier punto.

Una que representa peligro en los fiambres es la listeria (*Listeria monocytogenes*). Causa la listeriosis, una enfermedad que no es frecuente pero sí muy grave. Los síntomas pueden aparecer el mismo día en que se consumió el alimento contaminado y hasta 70 días después. El diagnóstico se confirma si al hacer un análisis de una muestra de sangre, líquido cefalorraquídeo o placenta se observa que está presente. El tratamiento consiste en antibióticos.

Las enfermedades transmitidas por alimentos (conocidas como ETAs, por las siglas) abarcan un abanico amplio de dolencias. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) cada año mueren en el mundo 420 000 personas por comer alimentos contaminados.

Para destruir los patógenos y ofrecer productos inocuos, que no causarán una ETA, una técnica que se aplica

al fabricar embutidos y otros alimentos es someterlos al calor, mediante la cocción. Se le conoce como proceso o tratamiento térmico y algo fundamental es que el producto alcance la temperatura suficiente y por determinado tiempo para lograr eliminarlos. Los valores de temperatura y tiempo varían según el microorganismo.

Si fueras fabricante de embutidos

Si fueras fabricante industrial, para la cocción tendrías un horno especial o una marmita (un tipo de olla muy grande). Diseñarías tu proceso térmico teniendo en cuenta que para que la listeria quede “bien muerta” durante la cocción el centro de cada embutido tiene que alcanzar una temperatura de 72 °C y sostenerla durante por lo menos un minuto.

Utilizarías un termómetro particular con el que se mide la temperatura pinchando el producto; puede ser un termopar o un sensor de temperatura de picho. Los de tecnología de avanzada tienen memoria, para registrar varias mediciones; si se conectan a una PC y con el software apropiado con esos valores se construyen gráficas para analizar los resultados. Harías varias mediciones y mantendrías varios registros: temperatura inicial del producto y del proceso, tiempo de tratamiento térmico, la formulación, tipo y tamaño de envase, y el sistema de operación.

La indeseable sobrevive en temperaturas refrigeradas (el intervalo en el que puede crecer está entre los -7 °C y 10 °C) así que si en la cocción queda un remanente vivo por más que se mantenga en el refrigerador se podría reproducir. Para evitar la recontaminación utilizarías envases herméticos. Para conservarlos hasta la distribución tendrías cámaras especiales y controlarías otros factores que pueden derivar en aparición de otros patógenos: humedad relativa, oscilaciones de temperatura, presencia de luz y tiempo de conservación.

Si tu fábrica estuviera en Uruguay estarías obligado por un decreto (del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca) a validar tu proceso térmico, tarea que llevan adelante metrologos, los especialistas en mediciones, del Instituto Nacional de Metrología de nuestro país, el LATU -Laboratorio Tecnológico del Uruguay.

Si fueras metrologo

Si fueras un metrologo del LATU a cargo de validación de procesos térmicos, visitarías plantas elaboradoras de embutidos y realizarías dos tipos de ensayos (pruebas) utilizando tus propios termopares o sensores de pincho de platino: pruebas de penetración de calor y de distribución de temperatura.

Para eso, antes que los coloquen en el horno o en la marmita, pincharías a varios con tus sensores y los mantendrías tomando mediciones durante el tiempo que dure la cocción. (En algunos fiambres, como la mortadela, esto puede durar hasta 10 horas y se obtienen miles de mediciones).

Para asegurar al fabricante que los resultados de los ensayos son correctos los sensores deben ser confiables, exactos y estar “bajo control metrológico”, En tu caso estarías tranquilo, porque los del LATU se calibran periódicamente en su Laboratorio de Temperatura.



Termómetros tipo utilizados durante la validación de procesos térmicos: termopar tipo T y sensor de resistencia de platino inalámbrico. Foto cedida por el LATU.

La calibración de un termómetro permite saber la corrección que se debe aplicar al medir temperatura; porque la que indica el instrumento nunca es la real. Por eso se recomienda a quienes elaboran embutidos que siempre apliquen la corrección (dato que figura en el certificado de calibración). Esto es algo sumamente importante cuando se trata de asegurar la inocuidad.

$$\text{Lectura del sensor/}^{\circ}\text{C} + \text{Corrección/}^{\circ}\text{C} = \text{Temperatura real/}^{\circ}\text{C}$$

Imaginemos que a uno de tus sensores le corresponde una corrección de -3 °C y que en una prueba de penetración de calor el centro de un jamón alcanzó 74 °C como máximo. Aplicarías la corrección y sabrías que la temperatura máxima que alcanzó es en realidad 71 °C. Eso significa que con ese tratamiento térmico no se alcanza la temperatura suficiente para matar a la listeria.

Los resultados de la validación ofrecen información valiosa al fabricante para tomar buenas decisiones. Gracias a tu tarea sabrías si el proceso que aplica garantiza embutidos libres de patógenos o lo debe rediseñar aumentando la temperatura de cocción, el tiempo del proceso o la forma en que dispone los productos dentro del horno o la marmita.

Los mejores ingredientes

Como ves, las mediciones, los metrólogos y la Metrología son imprescindibles para la salud y los mejores ingredientes para asegurar alimentos inocuos. En este caso te contamos cómo ayudan para que una bacteria peligrosa no se transforme en “la protagonista de terror” de una picada y la causante de una intoxicación por fiambres contaminados.

Por tu parte, si sos consumidor de fiambres tratá de no consumirlos en forma diaria ni excesiva; y tomá precauciones cuando los compres, manipules y conserves. Sean para ti o para preparar alimentos para otros.

CAMILA FELLER, VERÓNICA PONTICORBO Y
SILVANA DEMICHELI (URUGUAY).

Para evitar que te enfermen:

- *Comprá los de elaboradores autorizados y que indiquen que fueron controlados.*
- *Controlá las fechas de vencimiento que aparecen en las etiquetas.*
- *Los de paquetes al vacío y sin abrir guardálos en el refrigerador durante 2 semanas como máximo.*
- *Los de paquetes ya abiertos o cortados en la fiambrería guardálos separados de otros alimentos cuidando que sus jugos no caigan sobre otros. Descartálos después de 5 días.*
- *Al preparar alimentos, laváte las manos después de tocar los fiambres.*
- *Limpiá bien todas las superficies que hayan estado en contacto (mesada o encimera, estantes del refrigerador, utensilios).*
- *Mantenélos refrigerados hasta el momento de servirlos.*

Foto: Silvana Demicheli.

El pequeño aliado en la lucha contra la COVID-19

91 %

A principios de marzo de este año, Alfredo (67 años) amaneció súper cansado y sudaba mucho, su temperatura empezó a subir y el intenso dolor de cabeza no lo dejaba hacer sus actividades. Sus hijos se asustaron y lo primero que hicieron fue tomarle la temperatura y colocarle el pulsioxímetro en el dedo.

Este pequeño aparato se convirtió en parte de la vida de los peruanos desde que inició la pandemia, debido a que la capacidad de muchos hospitales del país fue rebasada y las personas prefirieron atenderse desde casa. Incluso, la recomendación del propio Ministerio de Salud de Perú fue tener este instrumento si se tiene a pacientes con COVID-19. El pulsioxímetro se utiliza para medir el nivel de saturación de oxígeno en la sangre (SpO₂), que en muchos pacientes disminuye por esta enfermedad, así como la frecuencia cardíaca o pulso.

RRbpm
% SpO₂
95
RR/min

dina) para controlar síntomas como la fiebre, dolor de garganta y congestión. En los primeros días siguieron esas recomendaciones y los valores de temperatura y saturación indicaban que todo estaba controlado para Alfredo.

Hasta que al cuarto día su saturación descendió a 89 %. La midieron con otro pulsioxímetro y éste indicó 91 %.

La familia estaba desconcertada: Alfredo no sentía falta de aire, pero los valores que entregaban los dos aparatos, que estaban seguros de haber utilizado de la forma correcta, aun cuando entre sí eran diferentes indicaban una saturación baja. Ante eso prefirieron consultar a un médico a través de una videollamada. Le recetó antibióticos vía intravenosa para atacar lo que según su primer diagnóstico sería una infección respiratoria, una placa del pulmón para ver el avance de la enfermedad y oxígeno medicinal.

Según el médico que trató a Alfredo, y por su experiencia en otros casos de coronavirus, el margen de error de los pulsioxímetros puede ser aproximadamente de +/- 2 puntos porcentuales; por ello la variación en la medición de su saturación de 89 % y 91 %.

Hospitales colapsados y déficit de oxígeno

Por ser un adulto mayor y tener baja saturación de oxígeno el doctor recomendó hospitalizarlo, pero los hospitales estaban colapsados. Muchas personas morían en urgencias por la falta de oxígeno y camas hospitalarias de alto flujo y



Foto: Raquel Tineo.

Los niveles mínimos de saturación de oxígeno varían de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar. En Perú, en la costa (donde vive Alfredo) y en la selva es de 95 % y en la sierra 90 %. Por debajo del nivel mínimo se produce hipoxemia y se debe suministrar oxígeno medicinal. Alfredo tenía un SpO₂ de 96 % de saturación, pero tenía fiebre (38 °C).

Para descartar que estuviera enfermo de COVID-19 la familia decidió solicitar una prueba de antígenos a domicilio, la cual arrojó un resultado positivo. Si bien la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que no hay cura para esta enfermedad, los médicos recomiendan algunos fármacos de venta libre (paracetamol y lorata-

cuidados intensivos. La alternativa era conseguir balones de oxígeno o comprar un concentrador de oxígeno que le ayudara mientras seguía el tratamiento en su casa.

En ese momento en el Perú solo había 70 plantas de producción de balones, lo que era insuficiente para la cantidad de enfermos que lo precisaban, y se formaban largas colas afuera de las pocas distribuidoras y pequeñas plantas productoras. Todo ello obligó al Gobierno a importar desde Chile 40 toneladas de oxígeno semanales.

A diferencia de los balones, que requieren reemplazo y recarga, los concentradores de oxígeno funcionan con electricidad. Estos equipos purifican y concentran el oxígeno del aire del ambiente hasta en un 90 %. Gracias a que la familia de Alfredo pudo adquirir uno, pudo continuar con su tratamiento en casa. Las atenciones consistieron en aplicación de antibióticos dos veces al día para controlar su infección respiratoria, medición y monitoreo de su temperatura y saturación, cada dos horas los primeros dos días y luego tres veces al día.

Hipoxemia feliz

El monitoreo constante de la saturación del paciente es clave, sobre todo porque una de las principales causas de muerte por COVID-19 es la “hipoxemia feliz”. Esto fue lo que sufrió Alfredo durante la primera semana de la enfermedad y que, si no se hubiera detectado a tiempo gracias a las mediciones con pulsioxímetro, podía haber tenido un desenlace fatal.

Según el doctor Diego Lizarzaburu, director del sitio médico *mecuidoencasa.pe*, la COVID-19 es una enfermedad inflamatoria que daña los vasos capilares de los pulmones.

Esto dificulta el pase del aire con oxígeno de los alvéolos (de los pulmones) a la sangre a través de la membrana alvéolo capilar. Si ésta se daña (debido al coronavirus) se ocasionan problemas de oxigenación o hipoxemia.

Durante la hipoxemia feliz la persona presenta muy bajas concentraciones de oxígeno en la sangre, pero no sufre de la falta de aire y, por el contrario, se mantiene tranquilo y aparentemente bien. Esto se debe a que la sangre ya no transporta oxígeno suficiente para que los órganos cumplan adecuadamente sus funciones, especialmente el cerebro.

Final feliz

Debido a la evolución de la enfermedad, a partir de la segunda semana sus síntomas fueron más intensos y el concentrador de oxígeno resultó fundamental. Por casi dos días la temperatura se mantuvo en 38 °C y la saturación en 91 %. Un análisis de orina detectó que también tenía infección urinaria y a eso se debía la fiebre, ante lo cual el médico aumentó la dosis de antibióticos.

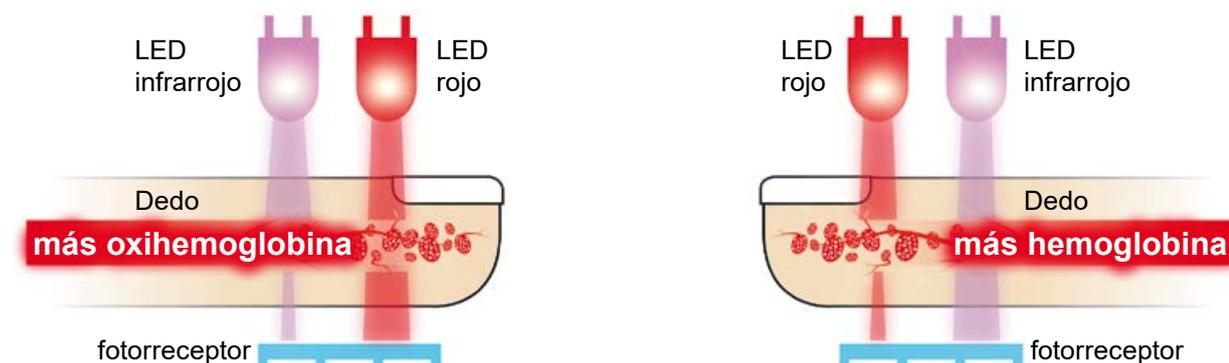
Finalmente, siguiendo el tratamiento y tras casi cuatro semanas en aislamiento Alfredo pudo vencer a la enfermedad. Una radiografía de tórax posterior a su alta mostró que el virus había afectado el 10 % de sus pulmones. Por algunos meses mantuvo secuelas (tos y limitación para realizar esfuerzos) pero continuó con el monitoreo médico y progresó en su recuperación. Cuando se lo indicaron, también pudo vacunarse.

Sigue cuidándose y cuidando a su familia, pero está más aliviado y feliz porque dice que volvió a vivir. Según él, su aliado de bolsillo le salvó la vida.

Funcionamiento del pulsioxímetro

El oxígeno que respiramos es llevado desde los alvéolos pulmonares a los demás órganos del cuerpo mediante la hemoglobina, una proteína presente en los glóbulos rojos de la sangre. Cuando lleva oxígeno se llama oxihemoglobina y pasa por las arterias, mientras que cuando ha perdido oxígeno se denomina desoxihemoglobina y circula por las venas.

Un pulsioxímetro es un tipo de fotómetro que mide la absorbancia producida por el oxígeno en la sangre, la cual se relaciona con el valor de saturación de oxígeno mediante una curva de calibración previamente determinada por el fabricante.



La luz led de color rojo del pulsioxímetro tiene una longitud de onda de 650 nanómetros, y la otra luz es infrarroja de 950 nanómetros. En su interior el aparato tiene un fotorreceptor que detecta la luz al introducir el dedo. Así, su microprocesador calcula la relación entre el nivel

de luz roja y el nivel de luz infrarroja, que representa la proporción de la hemoglobina oxigenada respecto a la que no está oxigenada, ese resultado aparece en la pantalla del pulsioxímetro: SpO2.

¿Cómo utilizar correctamente el pulsioxímetro?*

1. Mantenerse en reposo por cinco minutos antes de medir la saturación de oxígeno.
2. Frotar el dedo índice antes de colocarlo para que se mantenga tibio. (Evitar que las uñas estén pintadas con esmalte).
3. Introducir el dedo en el pulsioxímetro y mantenerlo quieto para realizar la medición.
4. Anotar el resultado después de cada medición de saturación.

*Existen varios tipos de pulsioxímetros: de muñeca, de dedo (el más común), de sobremesa (que se usan en hospitales y miden otros indicadores, como presión arterial), portátiles (que se pueden colocar en el dedo o el lóbulo de la oreja) o pediátricos (para pacientes recién nacidos).

La exactitud del pulsioxímetro

Dado que el pulsioxímetro mide a través de partes del cuerpo y esto implica diversos factores que son difíciles de replicar (el tejido de la piel, pigmentación, la uña del dedo, huesos, entre otros), la exactitud de un pulsioxímetro se evalúa realizando ensayos clínicos con seres humanos a los cuales se les induce a la hipoxia de forma controlada.

A diferencia de otros equipos electro-médicos, los pulsioxímetros no están diseñados para calibrarse una vez que salen de fábrica y hasta el momento no hay un método aceptado de calibración que no sea a través de ensayos con seres humanos. Para garantizar que los usados por el público tengan mediciones confiables, es necesario que los fabricantes realicen ellos mismos los ensayos clínicos a los prototipos y controles en la producción que aseguren su confiabilidad.

Según explica José Ramírez, metrólogo que trabaja en los laboratorios del INACAL, hay dos formas de evaluar la exactitud de un pulsioxímetro. En una de ellas se compara la lectura del pulsioxímetro con la que entrega un cooxímetro cuya exactitud es igual o mejor que 1%. (Un cooxímetro es un analizador óptico de sangre arterial que mide la concentración total de hemoglobina, la de varios de sus derivados y de manera relevante el valor de saturación de oxígeno arterial). En la otra se utiliza como patrón secundario un pulsioxímetro que ha sido previamente calibrado con otros cooxímetros.

Existen en el mercado equipos conocidos como "calibradores de pulsioxímetros", o "simuladores de pulsioxímetros", los cuales se ofertan como patrones para calibración

de pulsioxímetros. Estos equipos funcionan simulando las señales de los LED a través de un "dedo artificial" de plástico y adicionalmente pueden realizar otros ensayos, como determinar la distribución espectral de los LED empleados en el pulsioxímetro. Sin embargo, es importante considerar que no se pueden emplear como garantía de la exactitud establecida por el fabricante, solo pueden realizar ensayos funcionales. La curva de calibración determinada por el fabricante está regida por diversos factores (tales como el tipo de detector, la fuente de luz, el diseño óptico, etc.) y es única para cada diseño. Es por ello que estos simuladores se limitan a ciertos modelos, aquellos para los cuales tienen en su software la curva de calibración correspondiente, y no pueden ser empleados en cualquier otro.

RAQUEL TINEO (PERÚ)

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego.

COVID-19: Ventiladores en emergencia

Once de marzo de 2020. Las tapas de los periódicos de todos los países del mundo amanecen con la noticia más temida. La Organización Mundial de la Salud (OMS) declara el nuevo estatus del coronavirus: se trata de una pandemia.

La caracterización significa que el nuevo virus avanza como ola amenazante que crece sin límite y cuya potencia podría salpicar al rincón más apartado de la Tierra. Los casos se multiplican minuto a minuto y, como un *loop*, la información oficial se esparce en redes sociales, radio y TV con datos de partes oficiales que dan cuenta del número de infectados y fallecidos.

La desigual situación que atraviesan los países también es noticia. América Latina y el Caribe aparece entre las regiones más castigadas. Faltan profesionales, insumos, camas en centros de salud.

Imágenes de películas como *Epidemia* y *Contagio* parecen abandonar el escenario de la ciencia ficción para acercarse peligrosamente al género documental. Como habitantes planetarios, sentimos en carne viva toda nuestra vulnerabilidad. Pero también nos moviliza la esperanza.

Con la secuenciación —en tiempo récord— del genoma del virus dada a conocer por China el 10 de enero de 2020, el primer estudio en fase I de una vacuna despunta en el mismo mes que la OMS declarara la pandemia.

En paralelo, científicos y emprendedores de todo el mundo proponen posibles soluciones a las dificultades que van surgiendo. Los encuentros a través de *Zoom* y *Whatsapp* están a la orden del día. Y de estas tecnologías se valen, entre otros, los investigadores que trabajan en los Institutos Nacionales de Metrología (INM) de nuestra región para acortar tiempos en las acciones que son impostergables.

S.O.S en las UCI

Entre esas acciones, el requerimiento de contar con más personal especializado, además de la necesidad de disponer de mayor cantidad de equipos médicos para hacer frente a la emergencia sanitaria, aparece como un denominador común.

Mientras investigadores de todo el mundo trabajan en el desarrollo de vacunas y nuevos modos de prevención, el uso de máscaras médicas y ventiladores resulta una de las principales intervenciones de prevención y control para contener la propagación del virus.

De ese modo, la demanda de ventiladores (también llamados respiradores) crece a nivel global casi a la par del aumento de sus precios. Pero la compra —de conseguir hacerla en un mercado superdemandado— no garantiza los tiempos de entrega, lo que en medio de una epidemia resulta crítico.

El INTI junto con un grupo de empresas argentinas desarrolló un equipo de ventilación dando rápida respuesta a las necesidades de asistencia respiratoria derivadas de la pandemia. Foto cedida por el INTI.



Las áreas de Salud de los países cuyos gobiernos habían invertido en fortalecer el sistema científico-tecnológico están de parabienes. Los que no, no cesan de lamentarse. Sin posibilidad de comprar, y sin recursos en sus universidades y centros tecnológicos solo les queda apostar a la ayuda internacional.

Esa semana, en la reunión por *Zoom* que habían mantenido los técnicos de los centros referentes en Metrología de la región se había hablado de los respiradores y otros insumos faltantes. A pesar de que en cada uno de los institutos ya venían trabajando en diferentes iniciativas en relación con la pandemia (ver recuadros), la posibilidad de que los médicos debieran decidir a qué paciente brindarle asistencia mediante el empleo del equipo disponible y a quién no resultó, a oídos de todos, lo suficientemente aterradora como para priorizar el desarrollo de ventiladores sobre los demás emprendimientos.

La decisión ya había sido tomada: la prioridad sería resolver la muy probable futura falta de ventiladores para atender a los pacientes internados con cuadros respiratorios graves en las Unidades de Cuidado Intensivo (UCI). Así lo entendieron un grupo de Institutos Nacionales de Metrología de Latinoamérica, entre ellos el IBMETRO (Bolivia), INACAL (Perú), CENAMEP-AIP (Panamá), CIM (El Salvador), INTI (Argentina), CENAM (México), INM (Colombia), LACOMET (Costa Rica), INTN (Paraguay), INMETRO (Brasil) y LATU (Uruguay).

La propuesta fue primero individual de cada instituto y luego, por iniciativa del Sistema Interamericano de Metrología, tomó forma de proyecto interinstitucional con el apoyo del PTB de Alemania, institución que históricamente brinda cooperación a los INM de América Latina y el Caribe.

Cada uno ofrecería asistencia y daría impulso a los proyectos que tuvieran lugar en su país, pero también a los Institutos de Metrología hermanos que no contaran con equipos o capacidad para realizar los ensayos de magnitudes físicas y químicas requeridas en cada prototipo (entre ellas, volumen y flujo, presión, electricidad y magnetismo, tiempo y frecuencia) ya que, para lograr uniformidad entre países, estos ensayos deben realizarse con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades a través de los respectivos patrones nacionales.

La unión hace la fuerza

En ese camino, en la región, ingenieros, médicos intensivistas, universidades, centros de investigación y empresas de Panamá, Bolivia, El Salvador y Argentina tomaron la delantera y se abocaron a desarrollar alternativas viables para su fabricación inmediata.

Con diferencias, pero con igual determinación, esos desarrolladores se conectaron con los INM de sus países solicitándoles asistencia para validar en sus prototipos los parámetros requeridos por las autoridades de salud locales, condición *sine qua non* para poder iniciar su producción.

En El Salvador, un reconocido experto mundial, Rainer Christoph, del Laboratorio de Nanotecnología de la Universidad Francisco Gavidia, diseñó un modelo mecánico de bajo costo y de fácil y rápida producción. El ventilador fue presentado con enorme alegría en los noticieros nacionales con el apoyo de la Secretaría de Innovación del Gobierno de El Salvador.

Pero los obstáculos no tardaron en llegar. Cuando el CIM se preparaba para recibir del Ministerio de Salud los parámetros que tendría que controlar y validar en el modelo, una noticia congeló súbitamente el proyecto. De manera repentina e inesperada su artífice, Rainer Christoph, había fallecido.

Otras circunstancias aparecieron como curvas cerradas en medio de la carrera. Si bien durante los confinamientos todos los técnicos de los institutos habían sido considerados “personal prioritario” y contaban con permiso para circular y asistir a sus centros, de manera intermitente quienes debían ensayar los prototipos se contagiaban el virus o debían permanecer en aislamiento al dar positivo al test de coronavirus algún familiar o contacto estrecho. Lo mismo sucedió en los institutos, donde las “burbujas sociales” obligaban a cerrar preventivamente los laboratorios cuando se producían nuevos casos entre los integrantes de los equipos.

El desafío se convirtió en una carrera de postas. Y cada uno hacía todo lo posible para avanzar, desde el lugar en el que se encontraba, y en las condiciones anímicas y de salud que estuviera. La consigna era no detener la marcha. Las noticias mostraban que el virus se propagaba cada vez a mayor velocidad. Frenar era un lujo que nadie se podía dar.

Como señala Claudio Berterreix, responsable del grupo de trabajo del INTI, desde el portal de ese instituto argentino: “El contexto tuvo sus partes difíciles y sus partes maravillosas. Todos los participantes del equipo nos comprometimos desde el principio poniendo todo nuestro tiempo a disposición del proyecto. Interactuamos en ocasiones en el marco de la vida personal de cada uno. Se dieron reuniones al aire libre, en halls, por sitios webs que tuvimos que aprender a utilizar y salimos a la búsqueda de espacios amplios para reunirnos algunos pocos respetando las recomendaciones de Salud.”

Berterreix destaca que “Las cuestiones complicadas que transitamos estuvieron más relacionadas con aprender a trabajar en el marco de la pandemia y en un proyecto urgente”.

Ventiladores por Panamá

En ese contexto, Panamá lanzó la iniciativa que denominó *Ventiladores por Panamá*. Con el impulso de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) se apuntó a movilizar las capacidades locales.

“El objetivo principal era apoyar a los equipos de ingenieros que estaban adelantando prototipos de ventiladores mecánicos de emergencia fabricados localmente, con los aspectos de diseño homologado, logística de acceso a instalaciones, equipamiento, contactos y planificación experimental. Buscábamos pasar de un prototipo académico, a un producto acabado y validado para que, en caso tal que se llegara a saturar el sistema de salud pública y no hubiera más equipos, éstos estuvieran disponibles para salvar vidas”, dijo el doctor Rolando Gittens, uno de los coordinadores generales de la iniciativa, en entrevista con la SENACYT.

Al igual que los protocolos empleados para aprobar un medicamento, los equipos médicos deben atravesar gradualmente diferentes fases para que se autorice su fabricación y uso.

De ese modo, en Panamá, la primera fase radicó en someter a dos prototipos a pruebas funcionales con maniqués de simulación médica, del tipo de los que se usan en reanimación cardiopulmonar (RCP). Durante esas pruebas se midieron los valores mínimos, normales y máximos de presión, frecuencia respiratoria y relación entre tiempo inspirado y espirado, que refleja la capacidad de suministrar al usuario la cantidad requerida de aire u oxígeno.

Superada la primera fase, se efectuaron las fases 2 y 3, consistentes en ensayos preclínicos en animales sanos y lesionados con la finalidad de simular las dificultades respiratorias de un paciente con COVID-19. Esos ensayos fueron realizados en cerdos, con la aprobación del Comité de Bioética de Uso de Animales de la Universidad de Panamá y junto a médicos veterinarios, para garantizar la seguridad en el funcionamiento de los dispositivos.

Como broche de oro, los responsables de la iniciativa *Ventiladores por Panamá* informaron que los diseños, algoritmos, códigos, circuitos e información necesaria para la reproducción de los ventiladores, sería puesta en el dominio público, mediante el llamado código abierto.

RESPI y MAMBU

Bolivia también logró su cometido. Dos universidades de la ciudad de La Paz, la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y la Universidad Católica Boliviana San Pablo (UCB), ensayaron varios prototipos hasta que finalmente lograron dos modelos de bajo costo de fabricación, denominados *RESPI* y *MAMBU*.

Los equipos llegaron a las UCI de los hospitales luego de atravesar varias pruebas en las que intervinieron médicos

intensivistas, ingenieros biomédicos y autoridades locales. En ese camino resultó clave el apoyo calificado de los profesionales del IBMETRO, quienes efectuaron evaluaciones iniciales y luego una caracterización en las mediciones de presión, frecuencia y volumen de aire de los equipos.

Cuando pandemia rima con sinergia

En Argentina, tras cinco meses de trabajo, el INTI junto a un consorcio de cuatro empresas nacionales lograron desarrollar un dispositivo que ya ha sido aprobado por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), organismo regulador local.

Se trata del *Eva O2* que se basa en la automatización de una bolsa de ventilación manual, dispositivo que los hospitales utilizan como apoyo respiratorio en situaciones de emergencia. Emplea un motor para accionar un mecanismo que comprime la bolsa, controlando la frecuencia respiratoria, la presión inspiratoria, el tiempo inspiratorio y la presión positiva al final de la espiración. Incluye la colocación de sistemas de filtros HEPA (del inglés, *High Efficiency Particulate Air*) entre el tubo traqueal y el dispositivo, de forma que el aire exhalado por el paciente esté libre de COVID-19.

Rafael Dahl, integrante del grupo de empresarios que lo creó, dijo en reunión con el INTI: “Allá por marzo tuvimos un sueño, que nos llevó a realizar nuestra primera consulta. Necesitábamos mediciones para el desarrollo de un equipo que automatizara una bolsa respiratoria y cuando nos pusimos en contacto nos enteramos que también el INTI estaba trabajando en algo similar. Sumamos esfuerzos, talentos y capacidades. Y en tiempo récord, logramos un producto médico, alternativo a un respirador”.

El *EVA O2* ya se fabrica y comercializa en Argentina y está en camino a ser exportado a diferentes países de Centroamérica. Es el primero de su tipo producido íntegramente en el país y desarrollado por un consorcio público-privado formado por un grupo de treinta profesionales de seis áreas distintas del INTI junto a las empresas citadas.

Cuidarnos entre todos

En Bolivia, en la actualidad la empresa Quantum comercializa los equipos *MAMBU*. En cambio, los *RESPI* fueron producidos en un pequeño número para uso interno de la Universidad Mayor de San Andrés, institución que está en proceso de transferir su patente a una empresa privada que pueda continuar con su fabricación y comercialización (objetivo que excede la misión de esa casa de estudios).



En Panamá la situación fue diferente: un obstáculo legal paralizó (al menos hasta el presente) la transferencia final. Y es que, a pesar de todos los esfuerzos y las pruebas realizadas por investigadores y diseñadores, los equipos no pudieron ser utilizados por no contar con todas las pruebas de certificación internacional que se exigen a todos los dispositivos médicos de uso comercial.

En El Salvador sucedió algo similar ya que hasta el momento el Ministerio de Salud optó por importar ventiladores, en vez de fabricarlos. Sin embargo, hoy se trabaja en la homologación de estos equipos como requisito previo a la importación.

En esto último, el papel de los INM también es decisivo. Son estos institutos y su personal especializado, quienes asesoran a las autoridades sanitarias sobre las condiciones técnicas y las características metroológicas de los equipos a importar para que sirvan a los fines establecidos.

En los Institutos Nacionales de Metrología de la región, tal como se repitió a lo largo de toda la pandemia, se hace realidad el eslogan de “cuidarnos entre todos”.

CLAUDIA MAZZEO (ARGENTINA),
MARCOS QUINO (BOLIVIA), RAÚL SOLÍS (PANAMÁ),
CLAUDIA A. ESTRADA (EL SALVADOR).

¿Cómo funcionan los ventiladores?

Los ventiladores o respiradores son equipos diseñados para suministrar soporte a largo plazo en la respiración de pacientes de todas las edades.

Existen los de empleo manual —no invasivos, que utilizan una interfase por fuera de la vía aérea— y los mecánicos —invasivos, de flujo continuo y empleo automatizado— que trabajan conectados a la red eléctrica.

Estos últimos suelen realizar una administración constante de presión durante la inspiración y la espiración, para llevar el gas a los pulmones a volúmenes circulantes y frecuencias respiratorias normales a través de un tubo introducido en la vía aérea por traqueotomía. Se componen de un circuito de respiración, un sistema de control, monitores y alarmas. El gas se suministra a través de la rama de inhalación, con zonas en las que se puede calentar o humidificar. La rama de exhalación tiene una válvula de evacuación que permite liberar gas al aire y puede funcionar de varias formas, por ejemplo, en modo controlado o asistido, sincronizada o con la asistencia del paciente.

En los equipos automatizados los metrólogos suelen realizar distintos tipos de pruebas en áreas como presión, volu-

men y flujo. Con asistencia de mediciones químicas (como cantidad de oxígeno entregado), mediciones eléctricas (por ejemplo, emisiones electromagnéticas) y mediciones de tiempo y frecuencia (como la frecuencia respiratoria). En los manuales, en cambio, se trata de alcanzar especificaciones similares, las que también se controlan.



Foto cedida por SENACYT.

Sustento metroológico, una necesidad clave de la industria

Durante la pandemia los INM de la región pusieron en juego todas las capacidades desarrolladas en sus laboratorios para brindar soporte a las necesidades que la pandemia iba generando, en diferentes ámbitos y rubros.

Se brindó soporte metroológico a diferentes proyectos, como la fabricación de atomizadores, cámaras de desinfección, la fabricación de protectores faciales, ropa impermeable sin costura, robots asistentes médicos y nuevos medicamentos. Asimismo, dieron respaldo a procesos de calibración como los requeridos para asegurar la exactitud de los instrumentos de medición de temperatura y humedad empleados a lo largo de la cadena logística de las vacunas.

Como laboratorios de referencia, garantizaron en todos los emprendimientos la trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades, proveyendo asesoramiento clave a las empresas que desarrollaron nuevos productos. Realizaron ensayos y calibraciones de termómetros, cámaras de desinfección ultravioleta y pulsioxímetros, y de telas para indumentaria para personal sanitario y barbijos.

En Argentina, el INTI aportó un insumo clave al primer test argentino hecho en el país que detecta COVID-19 en 5 minutos. Se trata de una metodología que se emplea en el proceso de obtención de una proteína del coronavirus y que hace posible el desarrollo del test serológico que permite saber si una persona está o estuvo infectada con el virus.



Perros adiestrados y partos anticipados.

Metrología en medicina, ¿para qué?

Los equipos que se emplean en medicina para realizar diagnósticos deben estar correctamente calibrados para que las decisiones que se tomen sean las adecuadas. ¿Qué puede pasar si eso no sucede?

Como todas las tardes, Ramiro regresa del colegio junto a Pupi, un perro blanco, pequeño, vivaz, de ojos saltones y orejas largas, con manchas marrones.

Pupi, además de ser su mascota, tiene un rol importantísimo en la vida de Ramiro: es su perro centinela. Desde hace 5 años, cuando le diagnosticaron diabetes, Pupi fue adiestrado para detectar variaciones de insulina en Ramiro, las que podrían poner en riesgo su salud. Gracias a su olfato (el de los perros resulta alrededor de 50 veces más desarrollado que el de los seres humanos) es capaz de reconocer el olor particular que libera Ramiro a través del sudor o saliva cuando su glucosa sube o baja excesivamente (hiper o hipoglucemia).

Los valores normales de azúcar en sangre varían en función de las edades y otros parámetros (momento del día, ingesta de alimento). Para la edad de Ramiro, 10 años, oscilan entre 90 y 180 mg/dL. Pupi aprendió que si olfatea valores fuera de esos rangos debe alertar con sus ladridos a sus padres, o al adulto que se encuentre más cerca del niño. Y en verdad, lo cumple a rajatablas. Es capaz de ladrar sin interrupción hasta que aparezca alguien que mire con detenimiento el equipo que lleva Ramiro en el bolsillo o colgado del cinturón.

Te explico mejor. El páncreas de Ramiro no produce insulina, una hormona que ayuda a que la glucosa (azúcar simple) de los alimentos entre en las células para darles la energía que necesitamos para crecer, pensar, respirar, caminar, reponernos de una gripe, o realizar cualquiera de las actividades que él, como cualquier otro chico, desarrolla a diario. Por eso, además de seguir una dieta adecuada (alimentos nutritivos, bajos en grasas y calorías) y hacer ejercicios físicos regularmente, a Ramiro lo acompaña siempre un pequeño dispositivo a batería conocido como infusor o bomba de insulina que trabaja junto con un sensor o monitor continuo de glucemia.

Más pequeño que un teléfono celular, el infusor de insulina intenta cumplir la función del páncreas; esto es, suministra insulina las 24 horas del día, a un ritmo y cantidad que se programa y que varía a lo largo del día. Esto se realiza por medio de un tubo que conecta un reservorio de insulina a un pequeño catéter que se inserta bajo la piel de su abdomen. El monitor de glucosa, en cambio, es un sensor que mide de manera continua los niveles de este azúcar en su organismo. Cuando detecta valores fuera del rango de referencia, emite una alerta que permite ajustar manualmente (incluso detener, si es necesario) el suministro de insulina que efectúa el infusor.

Estos dispositivos son muy útiles, pero requieren de una adecuada lectura e interpretación de valores, operaciones que Ramiro no puede hacer solo o cuando está en la escuela. Por eso la importancia del rol de Pupi.

El sensor debe ser verificado periódicamente comparando sus resultados con un medidor de glucosa externo, o glucómetro, que funciona con una gota de sangre del organismo y actúa como referencia. Además, estos equipos necesitan calibraciones periódicas que deben ser realizadas por personal competente para asegurar que la dosificación de insulina y la medición del nivel de glucosa en la sangre de Ramiro sean los correctos.

“Ayer, por ejemplo, nos habíamos olvidado de cargar los valores de glucosa que Ramiro tenía al levantarse, los que obtenemos introduciendo una gota de sangre en el glucómetro” —relata Vera, su mamá—. Antes de llegar al colegio, Pupi empezó a ladrar sin detenerse. El sensor no indicaba anomalías, pero Ramiro se sentía mareado. Fue ahí cuando nos acordamos que habíamos omitido programar el infusor. Por suerte, Ramiro se recuperó enseguida al beber una bebida azucarada”.

Pupi tampoco se equivocó, demostrando el estrecho vínculo que puede haber entre el instinto y la percepción animal, el conocimiento humano y la ciencia.

El infusor o bomba de insulina imita el funcionamiento del páncreas de una persona sin diabetes. Suministra insulina de forma continua de acuerdo con las necesidades de quien lo usa. La cantidad de insulina que administra se programa en forma previa en función de los niveles de glucosa observada.

Ilustración: Alberto Parra del Riego.



“De parto. ¿Ya?”

En cuestiones de salud, los errores de diagnóstico relacionados con deficiencias en la calibración de equipos, lamentablemente no sólo se dan en relación con la medición de glucosa, sino que pueden registrarse en cualquier caso en el que se empleen equipos.

Lorena cursa el séptimo mes de embarazo. El jueves pasado acudió a la clínica para realizarse un control de rutina, que incluye un monitoreo fetal.

Su hermana, que ya tiene dos hijos, le contó que ese equipo se usa para evaluar el bienestar del bebé, a través de controlar su frecuencia cardíaca y la actividad uterina. Mediante dos dispositivos llamados transductores que se aseguran con bandas elásticas sobre la panza materna, el personal médico “monitorea” durante media hora la intensidad de la contracción uterina, medida en kilopascales (kPa) y la frecuencia cardíaca del feto, medida en latidos por minuto (lpm).

Ambas mediciones pueden verse en una pantalla e imprimirse a modo de gráfico en papel milimetrado para su análisis y comparación posterior. Cuando la frecuencia cardíaca observada se encuentra entre 120 y 160 latidos por minuto y aparecen cinco o más movimientos del bebé en media hora de monitoreo, el bebé seguramente se encuentra bien. Pero si los valores registrados difieren de manera importante de esos parámetros, el médico puede decidir adelantar el parto, para evitar sufrimiento fetal.

Lorena se recostó sobre la camilla. Se sentía tranquila. No tuvo complicaciones en todo el embarazo y el séptimo mes lo atravesaba haciendo vida casi normal. Pero cuando percibió los gestos de preocupación del técnico que realizaba el monitoreo, se asustó como nunca. La sensación se incrementó cuando lo escuchó pedir a un auxiliar que llamara al obstetra de guardia.

La doctora Inés acudió de inmediato. Con solo mirar los rostros de ambos, técnico y futura mamá, comprendió que algo no andaba bien. El técnico le susurró un comentario por lo bajo mientras señalaba las curvas en el monitor.

Inés, con más de 30 años de profesión, tomó de la mano a Lorena y le preguntó cómo se sentía. Auscultó los latidos, a través de la panza, con un estetoscopio. Y con voz decidida pidió un nuevo monitoreo, pero esta vez, empleando un equipo que tenía en su consultorio, anexo a la sala donde se encontraban.

En minutos repitieron el monitoreo y al observar la gráfica ambos especialistas quebraron la tensión con una carcajada simultánea y súbita. Lorena sentía ganas de reír y de llorar a la vez. Inés la tranquilizó: “Con los valores del primer monitoreo hubiéramos tenido que hacer una cesárea inmediata. Tu estado general no daba

ninguna muestra de anormalidad, por eso inmediatamente pensé que el equipo no estaba funcionando bien”.

El técnico no sabía cómo disculparse. La ficha del equipo de monitoreo fetal indicaba que debía haber sido calibrado seis meses atrás. Pero con la pandemia, las consultas mermaron en el sector, el equipo no fue usado y nadie reparó en su mantenimiento.

Pero ¿cómo se calibra un monitor fetal? Como en otros equipos biomédicos, no hay criterios únicos y normativos que determinen el modo de hacerlo, por lo que cada fabricante de equipo debe crear y validar métodos para cada equipo teniendo en cuenta las variables de funcionamiento de su sistema.

De acuerdo con un trabajo de revisión bibliográfica publicado en la revista *Bioingeniería* (25 de septiembre 2020) esto se debe en parte a que en los equipos biomédicos no es fácil establecer valores de referencia internacionales para variables fisiológicas, y por lo tanto estandarizarlas. No obstante, para resolver esa dificultad entidades certificadoras de calidad en salud han tenido que abordar la definición de métodos experimentales y teóricos para la calibración de los equipos usados en aplicaciones médicas, arrojando, en consecuencia, diferentes metodologías que se utilizan en cada país.

Los métodos de calibración para estos equipos derivan tanto del análisis de su desempeño, como de las propiedades relacionadas con su estatus de dispositivo electrónico. Al conocer los rangos de frecuencia en el que puede ser captado un ruido cardíaco fetal y la intensidad de las contracciones uterinas, los fabricantes de equipos patrón han diseñado sus simuladores dentro de rangos de funcionamiento clínicos.

Actualmente, los métodos conocidos se basan en comparaciones directas (con un instrumento de medición) o indirectas (mediante la manipulación matemática de una o varias medidas directas) del patrón con el equipo sometido a medición.

Los equipos electrónicos también se estresan

Al momento de diagnosticar un paciente en la mayoría de los casos se realizan mediciones, que pueden ser de magnitudes físicas (temperatura corporal, tensión sanguínea, electrocardiogramas, peso, estatura) y químicas, (niveles de glucosa en sangre, conteo de glóbulos rojos) o mediante imágenes (ecografías, radiografías).

La Metrología, ciencia de las mediciones, desempeña un papel fundamental en el diagnóstico médico ya que si estas mediciones no se realizan con equipos adecuados o correctamente calibrados por personal capacitado, en centros acreditados, el equipo biomédico puede arrojar datos que induzcan a falsos diagnósticos.

Cuando los equipos son empleados en el ámbito hospitalario, suele existir una normativa nacional o internacional que determina los intervalos de tiempo entre calibración y calibración, los ensayos a realizar y los valores de referencia, entre otros parámetros, con la finalidad de incrementar la calidad de los servicios de atención y garantizar la confiabilidad de los diagnósticos. Todas las mediciones llevan consigo un error y una incertidumbre, datos que normalmente no conocen los médicos, que son quienes directamente diagnostican al paciente.

Entonces, la Metrología en Medicina ¿para qué sirve? Para verificar que los errores e incertidumbres de los equipos que se utilizan en la práctica médica se encuentren dentro de rangos permisibles que no pondrán en riesgo la salud de los pacientes. Esto reduce el riesgo de que aparezcan falsas alarmas en el diagnóstico, como en el monitoreo fetal de Lorena, o, lo que sería aún peor, que los equipos no detecten problemas reales a causa de los errores de medición y que esos problemas no sean tratados.



Foto cedida por CENAMEP - AIP

De este modo, es posible garantizar la confiabilidad de las mediciones de los equipos al momento de realizar diagnósticos médicos. Para ello las instituciones prestadoras de salud deben observar procedimientos continuos y documentados de calibraciones en todos sus equipos.

El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y humedad y el estrés mecánico y electrónico que soportan los equipos médicos son factores que deterioran poco a poco su funcionamiento. Para eso también valen las revisiones periódicas.

Los Institutos Nacionales de Metrología tienen un papel protagonista en esta temática. En sus laboratorios, no solo realizan calibraciones de equipos médicos sino que también desarrollan y estandarizan métodos de calibración destinados a nuevos modelos o tecnologías que aún no cuentan con procedimientos de ensayo normalizados, y capacitan a fabricantes y personal dedicado a brindar servicios de calibración.

Gracias a todo ello, Ramiro recibe las dosis de insulina que necesita y cuando lo necesita. Y Lorena no deja de mirar con emoción a su bebé, nacido tras un hermoso parto natural, luego de nueve meses completos de gestación.

EDWIN AIZPURUA (PANAMÁ) Y
CLAUDIA MAZZEO (ARGENTINA)

MEDICINA TRADICIONAL

Conoce las dos plantas que llamaron la atención durante la pandemia

“Mis clientes más constantes son los médicos”, dice Ricarda Herbas, cuyo apellido parece prefigurar su actividad: vendedora de hierbas y plantas medicinales.

Durante la pandemia por COVID-19, en Bolivia se apeló a la medicina tradicional para tratar de fortalecer al organismo o complementar el tratamiento de la enfermedad. Es por ello que calles como José Salvatierra, en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y la Calle de las Brujas, en La Paz, se consolidaron como puntos de venta de varias hierbas que tradicionalmente se usan para tratar enfermedades respiratorias.

Dos de las que más vende doña Ricarda —en el céntrico mercado La Ramada, sobre la calle José Salvatierra— son el eucalipto y el matico. Y antes de responder a las preguntas sobre estas plantas, la vendedora y curandera saca un carné de su cartera y afirma: “Hice cursos con Sobometra para dedicarme a esto”. Se refiere a la Sociedad Boliviana de Medicina Tradicional que promueve los saberes ancestrales de esta medicina.

El impacto que se le atribuye a estas dos hierbas y su uso para la COVID-19 están basados en testimonios y en el uso tradicional. Según el Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO) ninguna cuenta hasta ahora con estudios específicos y científicos que comprueben su eficacia para el tratamiento de esta infección.

“Los mismos médicos me dijeron que puedo decirle a la gente que tome estas hierbas”, comenta doña Ricarda.

Pero ¿qué sabemos a ciencia cierta? ¿qué se está investigando al respecto?



Foto: Javier Méndez Vedia.

El cineol o eucaliptol, lo esencial del eucalipto

El eucalipto (*Eucalyptus globulus*) se ha utilizado tradicionalmente como remedio natural contra el asma, resfriado, gripe, infecciones, tos, catarro, mocos y sinusitis. Para demostrar su efecto sobre la COVID-19 se deben realizar diferentes tipos de investigaciones.

El Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO) a través de su Laboratorio de Orgánica cuantificó los principios activos del eucalipto.

Después de comprar algunas ramas a las “chifleras” (como se les llama a las vendedoras de hierbas), las hojas fueron troceadas y llevadas a un sistema de destilación por arrastre de vapor de agua, un proceso durante el cual el vapor de agua arrastra el aceite esencial existente en las

hojas. Del compuesto colectado se separó el aceite esencial en un embudo de separación. Una vez libre de agua el aceite se llevó al cromatógrafo de gases, para identificar y cuantificar el eucalipto. El resultado es un cromatograma que muestra el pico característico del eucalipto (llamado también 1,8 cineol), lo que facilita luego su cuantificación.

IBMETRO determinó que 100 gramos de hojas de eucalipto contienen 2 gramos de aceite esencial y que el 70 % del aceite es eucaliptol. Así, IBMETRO ha logrado determinar fehacientemente lo que nosotros percibimos como el aroma tan característico del eucalipto, basado en este aceite esencial.

Ahora bien, el eucaliptol y otros componentes proporcionan al eucalipto su acción expectorante, antimicrobiana y antiviral. Algunos estudios realizados por instituciones científicas y universidades de Estados Unidos, Brasil y Asia, hace ya una década, comprobaron que el aceite de eucalipto actúa contra bacterias como la *Escherichia coli*, el *Staphylococcus aureus* y contra la *Candida albicans*, que es un hongo. Todos estos microorganismos afectan a los humanos. La mayoría de esos estudios recomienda mayor investigación para conocer mejor esta acción antibacteriana y antifúngica sobre el organismo humano, porque todas registraron estos efectos *in vitro*.

Un estudio reciente sobre el eucaliptol es el que realizó en mayo de 2021 un equipo multidisciplinario de investigadores de Arabia Saudita, Corea del Sur e India y fue publicado por una reconocida revista científica. Dicho estudio muestra que el eucaliptol también tiene actividad antiviral y según los investigadores es prometedor para el control de la COVID-19. Esto, porque el eucaliptol es un inhibidor natural de una enzima, la proteasa principal, que es clave para la replicación del coronavirus.

Se ha avanzado, pero todavía falta camino por recorrer.

Tanino, la riqueza del matico

El tanino es conocido por su efecto antioxidante. Es capaz de frenar los radicales libres, que introducen oxígeno en las células y aceleran la oxidación, que nos predispone al envejecimiento y a algunas enfermedades. No está clara su acción en relación al coronavirus, pero algunos estudios *in vitro* demostraron que, además de sus propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, puede ayudar a controlar bacterias y hongos.

Así como lo hizo con el eucalipto, IBMETRO cuantificó los principios activos del matico. Para ello, sometió primero a secado las hojas de matico (*Buddleja globosa*) compradas a las chifleras de la Calle de las Brujas. Una vez secas, las hojas fueron molidas y a partir de ese polvo se realizó una extracción del tanino con agua y metanol como solvente.



Toma diez minutos detectar los taninos en el cromatógrafo. Foto cedida por IBMETRO.

Para preparar el extracto para su análisis en el cromatógrafo se tomó una pequeña parte o alícuota del extracto y se pasó por un filtro, para quitar las partículas que pueden interferir en el análisis. Finalmente, la muestra se colocó en el cromatógrafo de líquidos de alta resolución (conocido como HPLC; por sus siglas en inglés). A los diez minutos, el cromatograma registra la presencia del tanino.

IBMETRO determinó que 100 gramos de matico contienen 3 gramos de tanino.

Saber ancestral y plantas para combatir la pandemia

Los avances científicos son prometedores, pero la pandemia no espera. Según una encuesta realizada por una estudiante de Economía en varias ciudades bolivianas a finales de noviembre de 2021, el 91 % de los encuestados respondió haber consumido plantas medicinales durante la pandemia; de ellos, 13 % la usó de forma curativa y el restante 87 % para prevenir la enfermedad. Las plantas más utilizadas fueron eucalipto, matico, jengibre, wira wira y manzanilla. Un 5 % dijo que no les hizo ningún efecto, 3 % asegura que se curó con las plantas y el 92 % siente que las hierbas mejoraron sus defensas. El 97 % recomendaría su consumo.

El uso de la medicina tradicional también aumentó porque algunas comunidades quedaron aisladas durante meses al empezar la cuarentena. Por ejemplo, como sucedió en las comunidades de tierras bajas de Bolivia. No había vehículos que les llevarán medicamentos, así que la Asociación de Mujeres Indígenas Chiquitanas, en la zona de San Ignacio de Velasco (a 240 kilómetros de Santa Cruz de la Sierra) recurrió a una mezcla de miel, eucalipto, ajo, cebolla y un conocido ungüento a base de menta y alcanfor que todo boliviano tiene en su casa (llamado mentisan o *Vick Vaporub*) para combatir los síntomas.

“Solo le poníamos un ajo, porque el kilo llegó a costar 50 bolivianos”, cuenta Germina Casupá, presidenta de la Asociación. También se bañaban con una mezcla de mamuri (*Cassia occidentalis*), sal y un vaso de alcohol para combatir los dolores del cuerpo.

De la mano

Hace años, cuando doña Ricarda llegó desde la comunidad rural Punata hasta Santa Cruz, con su viudez a cuestas y dos niñas, puso su esperanza en las plantas medicinales. “Gracias a las plantas ayudo a la gente y también tengo mi casita”.

Actualmente, el mundo entero espera que los científicos encuentren una cura para esta enfermedad que impacta al Planeta de una forma alarmante. Es posible que la solución resulte a partir del uso de alguna planta medicinal, como se ha logrado para otras. Eso comprobaría una vez más la vigencia y sabiduría del saber ancestral y la medicina tradicional para combatir enfermedades.

Por ahora la Humanidad espera ansiosa y la ciencia continúa los estudios.

JAVIER MÉNDEZ VEDIA Y
MARCOS QUINO (BOLIVIA).



Fotos de árbol y hojas de eucalipto:
Silvana Demicheli.



Doña Ricarda, vendedora de hierbas y plantas medicinales, muestra con orgullo el carné que obtuvo luego de realizar cursos en la Sociedad Boliviana de Medicina Tradicional (SOBOMETRA), organización que promueve los saberes ancestrales y la práctica de la medicina tradicional en Bolivia. Foto: Javier Méndez Vedia.

Ilustraciones:
Alberto Parra del Riego.

Radiación



Vivimos en un entorno natural expuestos a radiación, energía que viaja por el espacio bajo la forma de partículas o de ondas.

Proviene de fuentes naturales y también de fuentes artificiales, producto de actividades humanas. Como se asocia a campos electromagnéticos también se le denomina *radiación electromagnética*.

La radiación produce efectos sobre nuestro organismo; algunos son beneficiosos y otros pueden resultar dañinos o perjudiciales. Unos y otros dependerán de la dosis que

se recibe, el tiempo de exposición, las características particulares del cuerpo receptor y también de las propiedades y características de la radiación.

Se clasifica en diferentes tipos y categorías, según ciertos parámetros o propiedades.

Los efectos y el grado de daño sobre el cuerpo humano de cada uno de ellos se estudian hace mucho tiempo y varios aún no se han comprobado científicamente lo que da lugar a muy diversas opiniones y controversias.

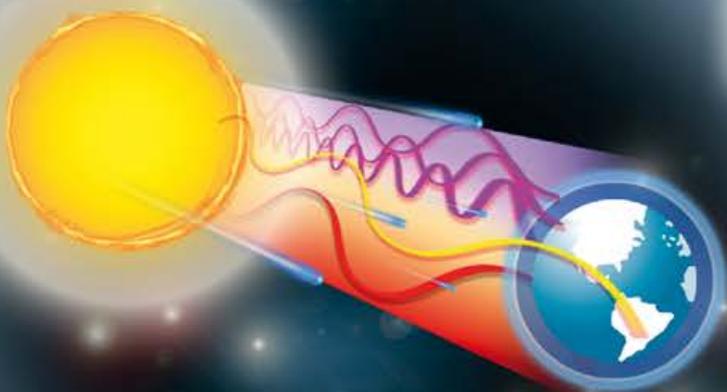
Fuentes naturales

Son fuentes naturales de radiación: el Sol, los rayos cósmicos, algunas sustancias de la corteza terrestre y residuos de un gas (el radón) presente en el aire que respiramos. Incluso nuestros cuerpos emiten radiación.

Fuentes de origen antropogénico

Con los avances tecnológicos han aumentado las fuentes artificiales de radiación. Varias industrias y actividades productivas, comerciales, recreativas, así como las relacionadas con la salud y la seguridad, generan y utilizan campos electromagnéticos y por tanto producen radiación.

En algunos casos se produce como resultante de procesos y en otros para utilizarla en productos con fines específicos.



Espectro electromagnético

La radiación se puede clasificar en diferentes tipos a partir de una de sus propiedades: la frecuencia (el número de veces que se completa un ciclo de oscilación por segundo).

Cada tipo de radiación abarca un rango de frecuencias (se ubica entre determinados valores) y presentadas en forma ordenada, que puede ser ascendente o descendente, dan lugar a lo que se conoce como espectro electromagnético.

Cuanto más alto es el valor de la frecuencia mayor es la energía que tienen las radiaciones y menor su longitud de onda (la distancia entre las "crestas").

Solo una muy pequeña parte del espectro es visible para el ser humano. El ojo humano sólo puede ver las radiaciones con longitudes de onda entre los 400 y 700 nanómetros, que corresponden a luz visible.

Las radiaciones también se clasifican en dos grandes categorías, según tengan o no capacidad de ionizar la materia (lo que está relacionado con la peligrosidad de las mismas): radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes.

Frecuencia (Hz)

10^4 10^8 10^{12} 10^{15} 10^{16} 10^{18} 10^{20}

no ionizante

ionizante

longitud de onda (m)

Radiofrecuencias

10^3

Microondas

10^{-2}

Infrarrojo

10^{-5}

Luz visible

$0,5 \times 10^{-6}$

Ultravioleta

10^{-8}

Rayos X

10^{-10}

Rayos gamma

10^{-12}

menos energía

más energía



Radiaciones No ionizantes (RNI)

Se denominan *radiaciones no ionizantes* aquellas de energía baja, que no son capaces de arrancar electrones de los átomos y por tanto no provocan la ionización de la materia.

Abarcan las radiaciones con valores de frecuencia entre 0 y 10 picoherztz (equivalente a 1×10^{16} Hz)

Se incluyen en esta categoría:

- las radiofrecuencias (RF)
- las microondas (MO)
- la radiación infrarroja (IR)
- la luz visible
- gran parte de la radiación ultravioleta (UV).

Aunque la energía es débil para romper enlaces químicos, las radiaciones no ionizantes también tienen efectos biológicos en los tejidos y células. Aún aquellas de más baja energía producen algún efecto, que podrá ser positivo, negativo o neutral.

El riesgo y daño posible por exposición a radiaciones no ionizantes depende, entre otros factores, de:

- El tiempo de exposición
- El valor de la densidad de potencia (S) de las ondas en el punto de recepción.
- Las intensidad de campo eléctrico (E)
- La intensidad de campo magnético (H)



Radiaciones ionizantes

Las *radiaciones ionizantes* son aquellas que tienen energía suficiente para extraer partículas negativas (electrones) de la corteza de los átomos o moléculas. Cuando esto ocurre, los átomos se cargan eléctricamente transformándose en iones, de ahí el término ionización.



Una de las radiaciones ionizantes más conocidas son los *rayos X*, que tienen una frecuencia de entre 10^{16} y 10^{20} Hz. Como pueden atravesar la piel, en el ámbito de la salud se utilizan para revelar imágenes de los huesos y poder diagnosticar fracturas y lesiones.



Una larga exposición a estas radiaciones puede dañar las células de nuestro organismo e incluso alterar nuestro ADN.



Usos y aplicaciones de las radiaciones No ionizantes

La *radiación ultravioleta* es beneficiosa para la salud ya que en respuesta a ella la piel produce vitamina D, esencial para un sistema inmunológico saludable y tener huesos fuertes. Sin embargo también puede causar quemaduras en la piel y daño ocular, aunque hay opiniones científicas diferentes en cuanto a la dosis de radiación UV que puede producir daño en los tejidos.

La *radiación infrarroja* se utiliza para tratar dolores e inflamaciones musculares, artritis, reuma, y para inactivar algunas sustancias tóxicas sobre la piel (por ejemplo, la ictericia en los recién nacidos). Al igual que la UV, una exposición prolongada y/o una alta intensidad puede dar lugar a quemaduras.

Las *microondas* producen un efecto térmico sobre material biológico y sustancias con alto contenido de agua.

En el ámbito de la salud se utilizan en aplicaciones terapéuticas, en ciertos procedimientos quirúrgicos (diatema) y para tratar dolencias más profundas que las que se tratan con rayos infrarrojos.

Ese efecto es el que se usa para calentar comida en los hornos microondas. Si observas bien, tiene diferentes efectos sobre alimentos con alto o bajo contenido de agua.



Las *radiofrecuencias* permiten comunicar dos puntos distantes. Se producen y aplican para las telecomunicaciones, teléfonos móviles, transmisiones de radio y televisión, terminales de ordenadores, sistemas antirrobo, entre otros. En equipos médicos se utilizan para realizar resonancias magnéticas, otra de las técnicas de imagenología.

Limitación prudente y exposición tan baja como sea razonablemente posible.

La Organización Mundial de la Salud reconoce como organismo de referencia en relación con los campos electromagnéticos a una organización científica: la Comisión Internacional de Protección para la Radiación No Ionizante (la ICNIRP, sigla por el nombre en inglés).

Ante las múltiples interrogantes que aún existen sobre los daños que pueden causar las radiaciones y para proteger a la población de posibles riesgos por exposición aconsejan actuar bajo dos principios: *Limitación prudente* y *Exposición tan baja como sea razonablemente posible*.

Rango de Frecuencia	Magnitud que se mide y controla	Qué se previene al cumplir los límites máximos
Entre 0 y 1 Hz	inducción magnética* densidad de corriente**	Efectos sobre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso central.
Entre 1 Hz y 10 MHz	densidad de corriente	Efectos sobre las funciones del sistema nervioso.
Entre 100 kHz y 10 GHz	absorción de energía específica densidad de corriente	Fatiga calorífica del cuerpo entero y un calentamiento local excesivo de los tejidos.
Entre 10 GHz y 300 GHz	densidad de potencia	Calentamiento de los tejidos en la superficie corporal o cerca de ella.

* para campos magnéticos estáticos (0 Hz)
** para campos variables en el tiempo (de 1 Hz)

Magnitudes que se miden y controlan para frecuencias entre 0 y 300 GHz. (Tabla de elaboración propia).

Con base en esos principios y a los resultados de investigaciones realizadas hasta la fecha, han fijado una serie de recomendaciones, restricciones básicas y niveles de referen-

cia (valores límites) compilados en un documento guía¹. Para las radiaciones no ionizantes solo se establecen restricciones para las de menor energía, en un rango de frecuencias comprendidos entre 0 y 300 GHz, y para

especificar las restricciones se enlistan las magnitudes derivadas (que dependen de la frecuencia) que se deben medir y controlar.

Valores límite, mediciones y control de las radiaciones no ionizantes

Varios países cuentan con un marco regulatorio de los niveles de exposición a las RNI.

En Paraguay, por ejemplo, una norma nacional fija “los Límites Máximos Permisibles para la exposición de las personas a las Radiaciones no Ionizantes (RNI), producidas por actividades que generen campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos en la gama de frecuencias de 0 a 300 GHz”².

Los valores límite se fijan para poder evaluar de forma práctica las exposiciones y controlar si se cumplen las medidas que aseguran la protección.

Los instrumentos que se utilizan de manera general para medir y controlar los niveles de exposición a campos electromagnéticos son los medidores de campos magnéticos y los medidores de campos eléctricos, con usos específicos de acuerdo a la frecuencia o al rango de operación del sistema.

También se pueden utilizar equipos detectores/medidores de radiaciones no ionizantes y sistemas de monitorización permanente de campos electromagnéticos en zonas de interés público que permiten medir y controlan diariamente los niveles a través de estaciones remotas.

Aportes de la Metrología Legal para la protección de la salud

Uno de los campos o ramas de la Metrología es la Metrología Legal. Se enfoca en aplicar a la Metrología una estructura legislativa y reglamentaria y hacerla cumplir.

El alcance de la Metrología Legal generalmente incluye la protección de la salud pública y la seguridad (especialmente en relación con el medio ambiente y los servicios médicos).

Esto incluye también asegurar la medición confiable de los Límites Máximos Permisibles de radiación y de las dosis recibidas para proteger a los ciudadanos.

Algunos Institutos Nacionales de Metrología asumen algunas tareas y actividades relacionadas a Metrología Legal mandatados por sus respectivos gobiernos e incluyen áreas y laboratorios específicamente dedicados a ella.

En Paraguay, el Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Metrología (INTN) es responsable de atender los aspectos relacionados a la calibración de los equipos que miden parámetros relacionados a la radiación no ionizante.

Actualmente, el Laboratorio de Magnitudes Eléctricas de dicho instituto está desarrollando los patrones nacionales que se requieren para esta tarea.

ALBERTO PARRA DEL RIEGO (ALEMANIA),
SILVANA DEMICHELI (URUGUAY)
Y JORGE PARRA (PARAGUAY).

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego

¹“Guía para limitar la exposición a campos magnéticos y eléctricos variables en el tiempo (hasta 300 GHz)”.

²Aprobada por el Decreto N° 10071/2007.



A distancia y sin contacto

¿Es posible medir la temperatura de un cuerpo a distancia y sin contacto? ¿Tienen algo en común los termómetros con los que nos toman la temperatura en la frente o la muñeca con algunas serpientes?

Todos los seres vivos emitimos radiación. Lo que muchos llaman el sexto sentido de las boas, pitones y otras serpientes es la capacidad que tienen de “verla”, cuestión que para nosotros es imposible. Es radiación infrarroja, compuesta por ondas que el ojo humano no puede captar sin ayuda de instrumentos especiales, aunque sí podemos percibirla con el tacto (como cuando acercamos la mano a un objeto más caliente que nosotros, aún sin llegar a tocarlo).

En realidad, ellas no lo logran con los ojos sino gracias a un mecanismo interno que hace décadas se estudia y aún no se ha confirmado en detalle. Sí se sabe que tienen unos sensores detectores de radiación dentro de las fosetas, esos orificios que presentan a los lados de la cabeza y algunas alrededor de la boca (no los de la nariz). Cuando la detectan, la captan y la transforman en señales eléctricas que al llegar al cerebro genera con ellas una “imagen térmica”, superpuesta a la que obtienen con los ojos, que les ofrece un panorama de la distribución del calor en el entorno. De ese modo pueden identificar los cuerpos calientes de sus presas y depredadores, aún en plena oscuridad.

Como la radiación térmica que emite un cuerpo es función de su temperatura superficial, con los avances tecnológicos se han desarrollado instrumentos que nos permiten ver en el infrarrojo y medir la temperatura del cuerpo a partir de dicha radiación. La ventaja de los termómetros infrarrojos es que permiten medir la temperatura a distancia y sin contacto, reduciendo el riesgo de contagio para quien lo opera.

Existen diferentes tipos y distintos modelos. Los que miden la temperatura apuntando con ellos a la muñeca, la frente o la sien, son los termómetros dérmicos (dermis=piel). El mecanismo con el que operan también incluye un sensor que detecta y capta la infrarroja, pero en lugar de generar una imagen térmica la convierten, por medio de un software que tienen en su interior, en un valor numérico que corresponde a la temperatura y lo muestran en su visor o pantalla LED.



Aunque algunos tienen forma de revolver es importante saber que los termómetros infrarrojos no disparan radiación, solo la captan; la forma es solo para facilitar el uso¹. Foto: Silvana Demicheli.

Otros dispositivos de termometría infrarroja son las cámaras termográficas, que sí ofrecen una imagen como la que logran las serpientes. Es probable que estés familiarizado con el tipo de visión que se logra con ellas de verlo en películas, en las que los soldados ven en la oscuridad

¹ En algunos países está prohibido apuntar con ellos a la cabeza, ya que se considera que eso puede incitar a la violencia.

con ayuda de cascos o lentes especiales. Algunos modelos de cámaras se están utilizando en aeropuertos para “ver” la distribución de temperaturas en una multitud y poder identificar a personas que presentan valores mayores a la normal.

¿Por qué generamos calor y emitimos radiación infrarroja?

En el ser humano la temperatura normal se encuentra entre los 36 °C y 37 °C y para funcionar adecuadamente, los órganos internos precisan que la temperatura del cuerpo se mantenga estable, dentro de esos valores. (Estos límites pueden variar para cada persona por distintos factores, como la edad, el género, la hora del día en que se realiza la medición, entre otros).

El órgano a cargo de la regulación de la temperatura corporal (termorregulación) —que actúa como director de orquesta dando órdenes de subirla o bajarla para que se mantenga en ese intervalo— es el hipotálamo, ubicado en la base del cerebro. La piel, que también es un órgano y es el de mayor tamaño, actúa como barrera protectora y colabora en la termorregulación.

De manera natural, en días de mucho calor, al hacer ejercicio y también al alimentarnos y realizar otras funciones vitales, nos sube la temperatura. En esos momentos, la piel recibe el orden de liberar el calor excesivo y una de las formas en que lo logra es emitiendo radiación térmica (infrarroja) hacia el exterior, al igual que por medio del sudor. Por el contrario, si la temperatura corporal baja abruptamente, el cerebro envía señales a los músculos y comenzamos a tiritar, lo que produce calor interno; los vasos capilares de la piel se estrechan y se reducen la emisión de radiación y la sudoración para retenerlo.

La fiebre es señal que algo fuera de lo normal está pasando en el organismo y no está pudiendo regular la temperatura. Según el diccionario de la Real Academia Española es un “un fenómeno patológico que se manifiesta por elevación de la temperatura normal del cuerpo y mayor frecuencia del pulso y la respiración”. Ocurre cuando el organismo se defiende de una infección causada por un virus —por ejemplo, el SARS-COV2—, una bacteria u otro tipo de microorganismos, cuando algunas células están creciendo a un ritmo mayor al normal o si se lesionan tejidos.

¿Qué temperatura medimos con los termómetros infrarrojos?

El valor de temperatura que ofrece un termómetro dérmico es el de la piel, pero no la interna del cuerpo; ésta corresponde a la temperatura de la sangre y solo se puede medir en las principales arterias o en otras regiones internas por medio de métodos quirúrgicos, invasivos.

Una zona del cuerpo adecuada para obtener un valor más representativo de la temperatura interna y en forma no invasiva es el canal auditivo interno, que está bien aislado del exterior. Se mide con otros termómetros infrarrojos: los óticos, también llamados de canal auditivo, o tímpanicos. Los mejores modelos miden la temperatura de la membrana del tímpano, que se ubica en el fondo del canal y comparte la vascularización con el hipotálamo. (No puede sorprendernos que se ha comprobado que los sensores de las serpientes también se ubican sobre una membrana en el fondo de un canal, la foseta, y muy cercana al hipotálamo).

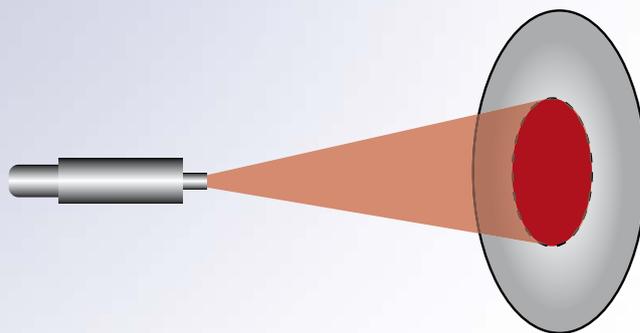
En investigaciones recientes se están usando las cámaras termográficas junto con sistemas de reconocimiento facial para medir la temperatura de la zona de los cantos lacrimales, zona que se muestra prometedora para correlacionarla con la temperatura interna pero se requiere continuar los estudios para comprobarlo.

Campo visual, precisión y eficacia

La precisión y velocidad de las serpientes detectoras de la infrarroja es asombrosa. Algunos estudios científicos han comprobado que, si en medio de la oscuridad un ratón se le aparece solo por un segundo a una distancia de 40 centímetros, su suerte está echada.

Y nosotros, ¿siempre medimos bien? Para asegurarnos, hay varias cuestiones a tener en cuenta.

Con un termómetro infrarrojo podemos medir la temperatura en forma casi inmediata, algunos en menos de un segundo. Pero en la precisión del resultado que obtenemos influye nuestra destreza para operarlo así como las propiedades de la superficie a medir y las del instrumento.



A mayor distancia de la superficie a medir, mayor será la imprecisión del resultado que ofrece el instrumento. Para lograr una buena medición, el diámetro del blanco debe ser al menos dos veces mayor que el diámetro de la zona de medición definida por el campo visual del termómetro. En algunos modelos suena una señal o alarma que advierte que a esa distancia no puede ofrecer una lectura.
Ilustración: Alberto Parra del Riego.

Para que la indicación sea precisa el instrumento se debe ubicar a determinada distancia (que varía según el tipo y el modelo) y en posición perpendicular a ella. El campo

visual de un termómetro dérmico corresponde a un área circular de la superficie (frente, sien o muñeca) con un diámetro determinado. El apuntador laser que aparece al encenderlo ayuda a marcar el área que tomará de referencia para los cálculos.

La radiación que capta el termómetro no es sólo la que emite la superficie bajo medición; también registra la que se refleja en ella, que proviene de otros objetos o cuerpos presentes en el ambiente, y la que la atraviesa. Por eso no todas las superficies son aptas para aplicar termometría infrarroja. Las mejores son las opacas, que reflejan poco (no se comportan como espejos), como es el caso de los tejidos del cuerpo.

La eficiencia de una superficie para emitir radiación en las diferentes franjas del espectro electromagnético se conoce como emisividad; es un índice que puede tomar valores entre 0 (no es eficiente) y 1 (la eficiencia ideal, que solo la presenta lo que entre científicos se conoce como cuerpo negro). La emisividad de la piel en el infrarrojo es 0,98; esto significa que el 98 % de la radiación que capta un termómetro es de la propia piel y el 2 % proviene del ambiente, que se refleja en ella.

Es muy importante tener en cuenta que algunos termómetros infrarrojos tienen ajuste de “emisividad fija” y ya

traen dicho valor incorporado (¡que puede no ser el de la piel!), mientras que otros tienen ajuste de “emisividad variable”, lo que permite al operador seleccionar un valor de emisividad que corresponda (o sea muy cercano) a la emisividad de lo que se mide antes de tomar la medición.

Debido a la importancia de la medición confiable de temperatura en seres humanos, se estableció un grupo internacional de expertos en Metrología² especialmente dedicado a la preparación de guías de buenas prácticas para el uso de cámaras termográficas así como de termómetros dérmicos y óticos.

Útil y necesaria

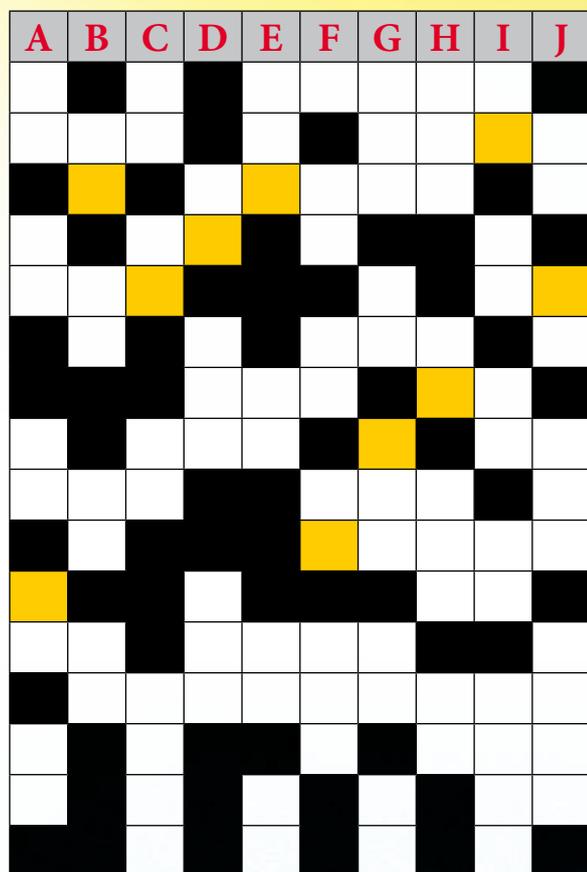
La radiación infrarroja que emiten los cuerpos resulta útil para muchos y con distintos propósitos.

Aún no sabemos si las boas, pitones y otras serpientes son capaces de medir y obtener valores exactos de temperatura, aunque es poco probable. Lo que sí es seguro es que detectar la radiación infrarroja les resulta de utilidad para alimentarse, defenderse y correr con ventaja respecto a sus posibles víctimas y depredadores, incluidos nosotros.

La que emitimos de manera natural nos ayuda a regular nuestra temperatura interna, aunque nos puede volver vulnerables frente a ellas. Pero cuando lo que enfrentamos son virus y otras situaciones de riesgo que pueden significarnos la muerte, podemos valerlos de ella y de la termometría infrarroja para poner la ventaja de nuestro lado.

DANIEL CÁRDENAS (MÉXICO) Y
SILVANA DEMICHELI (URUGUAY)

Si en las celdas libres de cada columna escribes los términos correctos, con las celdas de color se formará el nombre de un cantante de nacionalidad mexicana archiconocido a nivel mundial.



El crecimiento y las medidas del cuerpo

Las mediciones

para controlar el crecimiento fueron clave para detectar un problema de salud que sufrieron dos deportistas de fama internacional cuando eran niños. De no haberlo detectado y resuelto a tiempo no habrían podido llegar a lo que llegaron y la historia sería otra. Aquí te lo explicamos en detalle y te damos pistas para que los identifiques.

Nacieron en Latinoamérica, con diferencia de años y en distinto país, y se apasionaron por el mismo deporte siendo niños. Se destacaron en academias deportivas infantiles y muy temprano se les consideró “promesas”, con potencial para ser jugadores profesionales.

Pero había un obstáculo en el camino: eran niños bajos y menudos comparados con otros de su edad.

Ese deporte requiere huesos y músculos fuertes, bien desarrollados, de lo contrario el jugador se expone a lesiones y fracturas frecuentes. Los clubes lo saben y es algo que tienen en cuenta al seleccionar integrantes para sus planteles. Si mantenían esas características tenían pocas chances de ingresar algún día a las ligas mayores.

El crecimiento y desarrollo de un individuo es un proceso, un viaje que comienza en el momento de la concepción y finaliza entre los 16 y los 21 años. Cada uno lo hace a su ritmo y a su manera, condicionado por factores heredados (genéticos), las condiciones en las que crece y los cuidados que recibe. Algunos niños bajos y pequeños en la niñez dan un estirón en la adolescencia y alcanzan una estatura y complexión normal (y a veces incluso mayor), pero los

médicos que los atendían sabían que en su caso esto no ocurriría; los datos que manejaban indicaban que no crecerían lo suficiente.

Con los años sí crecieron, y se transformaron en ídolos de multitudes que gritan sus hazañas deportivas hasta quedar sin voz. Según sus páginas oficiales la estatura de uno es 181 centímetros, mayor a la promedio de los hombres de su país; el otro mide 170 centímetros, una estatura considerada normal en adultos.

¿Crecieron solos, de manera natural? No. Siguieron un tratamiento médico que los ayudó a crecer. “L” lo empezó cuando tenía sólo 9 años y “J” cuando tenía 11.

¿Cómo supieron los médicos con tanta anticipación que no era cuestión de esperar el estirón? ¿Qué tuvieron en cuenta para saber que su condición se debía a un problema de salud y podría resolverse con tratamiento?



Mediciones antropométricas e indicadores de crecimiento

En los controles pediátricos los médicos indagan el pasado y el presente, y pueden pronosticar el futuro. No hacen magia ni miran una bola de cristal sino que se apoyan en herramientas científicas.

Durante los controles miden algunas dimensiones del cuerpo que consideradas conjuntamente con la edad o combinadas entre sí resultan indicadores del crecimiento. Los datos que obtienen en las mediciones antropométricas les permiten monitorear la evolución, detectar problemas o enfermedades que lo afectan e impactarán en el futuro, y actuar oportunamente en los casos que resulta necesario.

Los indicadores de crecimiento de uso frecuente son: la talla para la edad (T/E), peso para la edad (P/E), el peso para la talla (P/T), el índice de masa corporal para la edad (IMC/E), y el perímetro cefálico para la edad.

La longitud del cuerpo (estatura o talla) y el peso las controlan durante todo el período. Con ambos datos estiman el índice de masa corporal, el IMC, un indicador muy importante sobre todo en la niñez y adolescencia para detectar sobrepeso y obesidad. En los bebés también son importantes algunos perímetros y pliegues cutáneos. El perímetro cefálico, por ejemplo, refleja el crecimiento del encéfalo y la evolución de los huesos del cráneo; contrastado con la edad permite detectar discapacidades neurológicas.

Otro indicador que consideran es la velocidad del crecimiento. En los primeros meses el incremento en la longitud del cuerpo es rápido y notorio: al año se espera que sea 50 % mayor que la del nacimiento. Durante la niñez o etapa escolar es lento pero constante (entre 4 y 7 centímetros por año). En la adolescencia nuevamente aumenta (entre 8 y 12 centímetros por año). En esa etapa ocurre un 20 % del crecimiento total y en algún momento ocurre un cambio brusco en la velocidad: el estirón, que es muy importante para la talla final.

El ingeniero y metrologo Víctor Gil integra el Laboratorio de Longitud del Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM). Según su experiencia los instrumentos más utilizados para medir la talla son el infantómetro y el tallímetro.

El primero se utiliza en niños menores de 2 años y la longitud del cuerpo se mide con el bebé acostado y boca arriba. Estas mediciones presentan complejidades y no siempre arrojan resultados precisos porque se debe lograr extender las piernitas y que se quede quieto. Con el segundo (tallímetro) la estatura se mide de pie, y se utiliza a partir de los 2 años (incluso en adultos).



En algunos consultorios el tallímetro aparece acompañado de una balanza de pie, instrumento apropiado para medir peso a partir de los 2 años de edad. Foto: Silvana Demicheli.

Dada la importancia de las mediciones antropométricas, para contribuir a que quienes utilizan estos instrumentos lo hagan de la forma correcta el INM ofrece asesoramientos y cursos y diseñó una guía de buenas prácticas de medición destinada al personal de la salud.

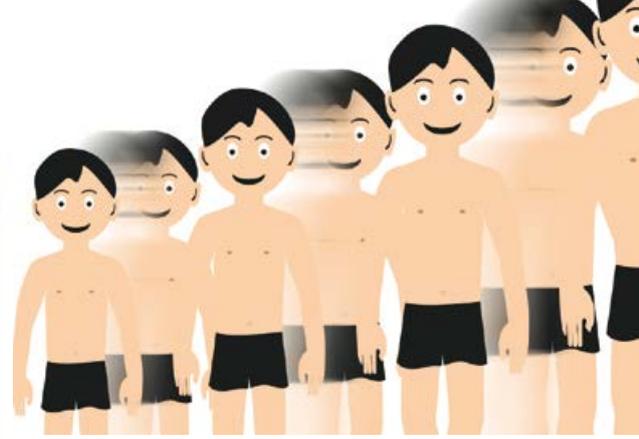
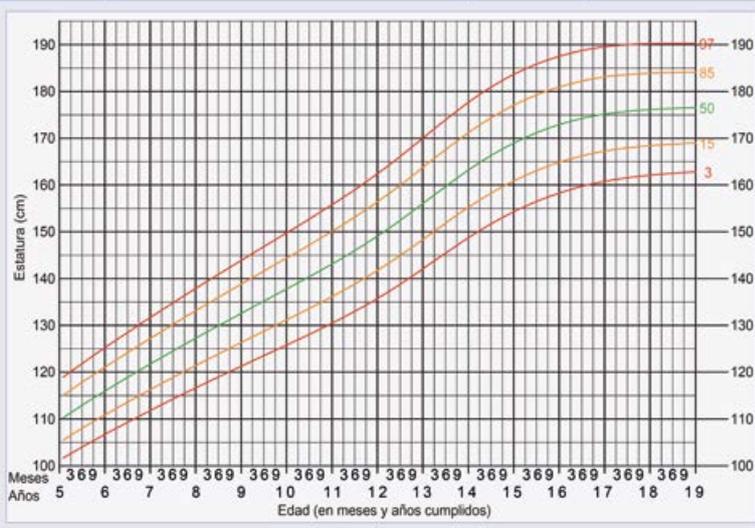
Patrones y curvas de crecimiento

Para saber si un niño crece y mide lo esperable para su edad los médicos se apoyan en las curvas de crecimiento, un conjunto de gráficos en los que aparecen los valores que se toman como patrones o estándares para hacer comparaciones, y tablas complementarias. Hay curvas específicas para cada sexo, para distintos tramos de edad y para quienes sufren determinadas enfermedades.

Los que se consideran patrones internacionales figuran en las curvas que establece la OMS, a partir de estudios de mediciones de un grupo de niños de un conjunto de países. Los patrones nacionales de un determinado país resultan de estudios locales, para que los valores sean más representativos de las características particulares de su población. En Colombia, donde nació uno de los deportistas, las curvas las establece el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y para los controles de estatura rigen los patrones internacionales.



Estatura para la edad niños. Percentiles (5-19 años)



Una curva de crecimiento muestra los rangos de valores esperables y que se consideran normales para cada edad, teniendo en cuenta meses y años cumplidos. La línea verde representa el valor promedio del grupo de referencia. Por lo general cada niño hará su recorrido manteniéndose en uno de los "carriles"; por el superior irán los más altos y los más bajos por el inferior. Se considera que un niño tiene talla baja cuando sus datos quedan por debajo del percentil 3 (la línea roja inferior) lo que significa que el 97 % de los niños de su edad son más altos que él. Fuente: Programa de salud infantil/AEPap – 2009. Curvas de la OMS¹.

Talla baja y retraso del crecimiento

Luego de tomar una medida el médico marca el dato en el gráfico correspondiente y observa si se encuentra dentro de los valores esperables y qué tanto se desvía (se aleja) del valor promedio. Al agregar los datos de siguientes controles, podrá observar si ocurre un estancamiento (deja de crecer) o un retraso en el crecimiento (crece, pero menos de lo esperado).

La estatura es el parámetro de crecimiento más estable; puede retrasarse o detenerse pero nunca se reduce como sí puede ocurrir con el peso debido, por ejemplo, a alguna enfermedad infecciosa que lleva a adelgazar.

Un retraso puede ocurrir en cualquier momento. Puede obedecer a factores genéticos, las condiciones ambientales en las que crece, poca o mala alimentación, o a algunas enfermedades que impactan en el desarrollo de todo el cuerpo (como las del sistema digestivo, riñón, corazón, pulmones, diabetes, entre otras). Si esas causas quedan descartadas puede deberse a un problema hormonal, ante lo cual el pediatra deriva el caso a un endocrinólogo, los especializados en el sistema endocrino (o endócrino).

El crecimiento de los huesos y tejidos del cuerpo (incluidos los músculos) ocurre por la acción de la hormona del crecimiento, una sustancia química que produce el cuerpo. Cuando el nivel no es suficiente, el crecimiento se atrasa y esto fue lo que se constató al medir el nivel hormonal en ambos deportistas a través de análisis químicos de muestras de sangre, orina o saliva.

El déficit puede corregirse aplicando inyecciones diarias con dosis personalizadas de la hormona. El tratamiento puede durar años y no siempre da resultado, por lo cual los médicos miden frecuentemente el nivel de la hormona y la estatura para hacer el seguimiento.

Uno de ellos lo realizó íntegramente en su país natal; el otro lo inició en Argentina y lo continuó en España, cuando lo ficharon en un club que puso como condición de contrato que lo continuara. Ambos lo siguieron hasta regularizar el nivel de la hormona y no tuvieron necesidad de retomarlos, pero algunas personas lo precisan de por vida.

Méritos compartidos

Las mediciones antropométricas fueron clave para detectar el problema a tiempo e indicar el tratamiento adecuado. Pero sin duda también hubo y hay tenacidad, perseverancia, talento y mérito propio de ambos personajes para ser los cracks que son.

“Yo lo ayudé a crecer...pero no a patear la pelota”, ha dicho el endocrinólogo que detectó el problema del que lleva por apodo el nombre de un insecto diminuto².

En estatura, por ser adultos, ya no van a crecer más; sin embargo, en su carrera profesional no se detienen: no paran de recibir premios y distinciones, y los clubes pagan cifras millonarias por tenerlos en sus planteles.

“Soy un jugador al que le gusta ganar y siempre puse muy altas mis expectativas para llegar siempre lo más alto posible...” —afirmó hace pocos meses en una entrevista que le hicieron en Catar, país donde reside actualmente el que tiene un nombre inglés pero se le conoce pronunciado en español³.

CARLOS ALBERTO NIÑO SANDOVAL (COLOMBIA) Y SILVANA DEMICHELI (URUGUAY).

¹ Extraído de https://www.aepap.org/sites/default/files/curvas_oms.pdf.

² “La Pulga” – Lionel Messi (el argentino).

³ James Rodríguez (el colombiano).

Carta desde el olvido

"Estoy preocupado. Ustedes nos están estudiando y entendiendo cada vez mejor.

Todo por culpa de mi primo, que siempre soñó con que su linaje fuera conocido y temido en el mundo. Cuando a lo que aspiramos es a ser desconocidos y mal entendidos. Solo así podremos sobrevivir.

En realidad, si somos exactos, no podemos "sobrevivir" porque no vivimos. Solo existimos. No nos reproducimos; nos reproducen.

También ustedes nos pueden reproducir, y eso es a lo que mi primo aspiraba. ¿Por qué? Porque quería ser más conocido que la influenza y los influencers. Eso es lo que al menos siempre dijo.

No sé si por solo quererlo se puede influenciar el azar o los resultados de mutaciones, pero es obvio que el linaje de mi primo finalmente lo logró. Porque así nomás no se logra una declaración de pandemia por parte de la Organización Mundial de Salud.

Y esa es la razón de mi preocupación. El linaje de mi primo tuvo todas las de ganar. Porque a lo largo de los tiempos en nuestros linajes se han ido creando características que nos permiten seguir existiendo. No podemos existir fuera del huésped por mucho tiempo, porque nos secamos y desarticulamos. No nos conviene matar al huésped, al menos no tan rápido. Cuanto más contagiosos seamos, cuanto más dure el período pre-sintomático, más exitosos seremos. Y tampoco nos conviene que ustedes nos conozcan.

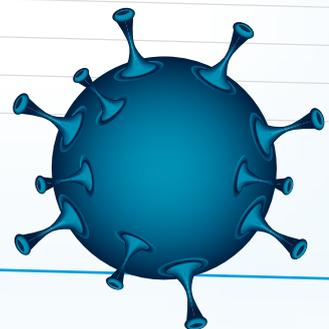
Finalmente, a mediados del siglo XX lograron vernos por primera vez. Gracias a la viróloga Iune Almeida, que realizó una toma con un electromicroscopio. Notaron que nuestra superficie tiene puntas en forma de corona y en base a eso nos bautizaron: coronavirus o "CoV". Por unos años fueron pocos los científicos que nos estudiaron, pero a fines del siglo algunos primos ocasionaron muchas muertes humanas y eso atrajo más atención.

La familia de los coronavirus está molesta con mi primo y preocupada. En los años 2020 y 2021 fuimos el foco de atención. Los humanos invirtieron mucho, realmente mucho, en investigación. Salieron los primeros tests y nos pudieron descubrir más rápido. (Por suerte para nosotros, todavía con mucha incertidumbre). Después desarrollaron las vacunas y luego las medicinas. Nuestro fin estuvo cerca.

Pero aún mantengo la esperanza. Algunos humanos no aprecian la ciencia y otros son impacientes y poco solidarios. Pronto hubo nuevas noticias y temas que ocuparon al mundo y los medios sociales, y no solo algunos nos ignoraron sino que casi todos nos olvidaron.

Mi primo tuvo y gozó su momento de grandeza. Ahora nosotros podremos seguir existiendo casi en el olvido. Eso sí, en huéspedes que no sean humanos.

¿Te hablé de mi preocupación? No, mejor olvídale. Y olvídanos."



Glosario

Definiciones extraídas del Vocabulario Internacional de Metrología – VIM¹, una publicación de referencia ineludible para hablar en “lenguaje metrológico” y utilizar los términos correctamente.

medición/medida - proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud.

magnitud - propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia. Nota: La referencia puede ser una unidad de medida, un procedimiento de medición, un material de referencia o una combinación de ellos.

magnitud derivada - magnitud, dentro de un sistema de magnitudes, definida en función de las magnitudes de base de ese sistema.

unidad de medida - magnitud escalar real, definida y adoptada por convención, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la razón entre ambas mediante un número.

valor de una magnitud/valor - conjunto formado por un número y una referencia, que constituye la expresión cuantitativa de una magnitud.

resultado de medición - conjunto de valores de una magnitud atribuidos a un mensurando, acompañados de cualquier otra información relevante disponible.

método de medición - descripción genérica de la secuencia lógica de operaciones utilizadas en una medición.

instrumento de medición - dispositivo utilizado para realizar mediciones, solo o asociado a uno o varios dispositivos suplementarios.

sistema de medición - conjunto de uno o más instrumentos de medición y, frecuentemente, otros dispositivos, incluyendo reactivos y suministros, ensamblados y adaptados para proporcionar valores medidos dentro de intervalos especificados, para magnitudes de naturalezas dadas. Nota: Un sistema de medición puede estar formado por un único instrumento de medición.

precisión/precisión de medición - grado de concordancia entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas. Nota: Algunas veces este concepto se utiliza, erróneamente, en lugar de “exactitud de medición”.

verificación - aportación de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos especificados.

validación - verificación, donde los requisitos especificados son adecuados para un uso previsto.

indicación - valor proporcionado por un instrumento o sistema de medición.

resolución - variación más pequeña de la magnitud medida que causa una variación perceptible de la indicación correspondiente.

patrón/patrón de medición - realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medición asociada, tomada como referencia.

patrón nacional/patrón de medición nacional - patrón reconocido por una autoridad nacional para servir, en un estado o economía, como base para la asignación de valores a otros patrones de magnitudes de la misma naturaleza.

incertidumbre/incertidumbre de medición - parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

calibración - operación que, bajo condiciones especificadas, establece en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación.

trazabilidad metrológica - propiedad de un resultado de medición por la cual dicho resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición.

¹ *Vocabulario Internacional de Metrología - Conceptos básicos y generales, y términos asociados (VIM) 3ª edición 2012. JCGM 200:2012. Traducido al español por INACAL - Traducción autorizada por el BIPM y el JCGM.*

Créditos

Comité Editorial:

: Javier Arias, CENAMEP AIP - Panamá; José Dajes, INACAL - Perú; Mabel Delgado, IBMETRO - Bolivia; Silvana Demicheli - Uruguay; Claudia A. Estrada, CIM - El Salvador; Mirtha Fleitas, INTN - Paraguay; Mayra Gutierrez, IBMETRO - Bolivia; Ulf Hillner, PTB - Alemania; Fernando Kornblit, INTI - Argentina; Héctor Laiz, SIM - Uruguay; Raquel Lewin, LATU - Uruguay; Rubén Lazos Martínez, CENAM - México; Luis Mussio - Francia; Luis Fernando Oviedo, INM - Colombia; Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania; Carlos Andrés Quevedo Fernández, INM - Colombia; Esther Santamaría, CENAMEP AIP - Panamá; Claudia Santo, SIM - Uruguay; Silvio F. Santos, INMETRO - Brasil; Lourdes Sosa, INTN - Paraguay; Alexis Valqui - Perú; Daniel Volpe, LATU - Uruguay; Shingeru Yano, INTN - Paraguay.

Comité Ejecutivo:

Director Ejecutivo de la revista: Alexis Valqui - Perú;
Secretaría Técnica: Silvana Demicheli - Uruguay;
Diseño y diagramación: Alberto Parra del Riego - Alemania

Comité de Redacción:

Silvana Demicheli; Enrique Garabetyan; Claudia Mazzeo; Javier Méndez Vedia; Alberto Parra del Riego; Alexis Valqui.

Apoyo logístico:

Diana Kleinschmidt, PTB - Alemania.

Revisores:

Javier Arias, CENAMEP AIP - Panamá; Juliana Barrios, INM - Colombia; Fanny Castro, CENAMEP AIP - Panamá; José Dajes, INACAL - Perú; Mabel Delgado, IBMETRO - Bolivia; Silvana Demicheli - Uruguay; Claudia A. Estrada, CIM - El Salvador; Fernando Kornblit, INTI - Argentina; Rubén Lazos Martínez, CENAM - México; Luis Mussio - Francia; Luis Fernando Oviedo, INM - Colombia; Alberto Parra del Riego, PTB - Alemania; Jorge Luis Parra Roman, INTN - Paraguay; Marco Quino, IBMETRO - Bolivia; Esther Santamaría, CENAMEP AIP - Panamá; Claudia Santo - Uruguay; Andrea Sica, LATU - Uruguay; María Lourdes Valenzuela, INTN - Paraguay; Alexis Valqui - Perú. Iyan Rodrigo Gutierrez Patiño, IBMETRO - Bolivia.

Autores y colaboradores técnicos por artículo:

- **El Cannabis y la salud.** Autor: Enrique Garabetyan (Argentina).
Colaboración técnica: Laura Hermida, Patricia Gatti - INTI (Argentina).
- **Belleza tóxica.** Autores: Juan Pablo De Marco, Romina Napoli, Ramiro Pérez - LATU (Uruguay).
Colaboración técnica: Elizabeth Ferreira - LATU (Uruguay).
- **Control de la presión arterial para salvar vidas.** Autoras: Raquel Tineo (Perú).
Colaboración técnica: Milner Granados; Ricardo Sánchez, Leonardo de la Cruz - INACAL (Perú).
- **¿Sale una picada?** Autoras: Camila Feller, Verónica Ponticorbo - LATU; Silvana Demicheli (Uruguay).
Colaboración técnica: Elizabeth Ferreira - LATU (Uruguay).
- **El pequeño aliado en la lucha contra la COVID-19.** Autora: Raquel Tineo (Perú).
Colaboración técnica: Diego Lizarzaburu - *mecuidoencasa.pe*; José Ramírez - INACAL (Perú).
- **COVID-19: Ventiladores en emergencia.** Autores: Claudia Mazzeo (Argentina), Marcos Quino - IBMETRO (Bolivia), Raúl Solís - CENAMEP AIP (Panamá), Claudia A. Estrada - CIM (El Salvador).
Colaboración técnica: Fernando Kornblit - INTI (Argentina).
- **Perros adiestrados y partos anticipados.** Autora: Claudia Mazzeo (Argentina), Edwin Aizpurua - CENAMEP AIP (Panamá).
Colaboración técnica: Javier Arias - CENAMEP AIP (Panamá).
- **Medicina tradicional.** Autores: Javier Méndez Vedia; Marco Quino - IBMETRO (Bolivia).
Colaboración técnica: Ricarda Herbas; Germinda Casupá - Asociación de Mujeres Indígenas Chiquitanas; Mabel Delgado - IBMETRO (Bolivia).
- **Radiación.** Autores: Alberto Parra del Riego (Alemania); Jorge Parra - INTN (Paraguay); Silvana Demicheli (Uruguay).
- **A distancia y sin contacto.** Autores: Daniel Cárdenas - CENAM (México), Silvana Demicheli (Uruguay).
Colaboración técnica: Rubén Lazos Martínez - CENAM (México).
- **El crecimiento y las medidas del cuerpo.** Autores: Carlos Alberto Niño Sandoval (Colombia), Silvana Demicheli (Uruguay).
Colaboración técnica: Iván Pérez; Victor Gil - INM (Colombia).
- **Carta desde el olvido.** Anónimo
- **Glosario**

Diseño y diagramación:

Alberto Parra del Riego

Página web:

www.revistadeacuerdo.org

Imprenta:

Fotos e ilustraciones en Portada

Fotos: Manómetro (Raquel Tineo); Cannabis, Termómetro y Tallímetro ((Silvana Demicheli); Espectrometría (LATU).

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego

Fecha de edición:

Abril de 2022

Edita y distribuye: SIM – Sistema Interamericano de Metrología
Ceibos M18 S8, Ciudad de la Costa. Canelones, Uruguay. CP 15005
ISSN 2301-0932 (Impresa) - ISSN 2301-1718 (En línea)
Todos los derechos reservados.

La mención en este producto informativo a marcas, empresas o productos, estén o no patentados, no implica que el Sistema Internacional de Metrología - SIM los apruebe o recomiende sobre otros de similar naturaleza que no se mencionan. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentados los datos no implican juicio alguno de parte del SIM sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos. Las solicitudes de autorización deben dirigirse a la Secretaría Ejecutiva del SIM, por correo electrónico a: secretariat.sim.org@gmail.com



Sistema Interamericano de Metrología - SIM

El Sistema Interamericano de Metrología – SIM, es una organización que nuclea a los Institutos Nacionales de Metrología de América.

Creado para promover la cooperación internacional en Metrología, en particular la interamericana y regional, el SIM está comprometido con la ejecución de un Sistema Global de las mediciones en las Américas, para que todos los usuarios puedan tener confianza en los resultados de las mediciones.

Los tres grandes objetivos estratégicos del SIM son:

- Desarrollar los Institutos Nacionales de Metrología de la región SIM;
- Fortalecer al SIM como Organización Regional de Metrología;
- Cumplir con las obligaciones como Organización Regional de Metrología bajo el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo del Comité Internacional de Pesas y Medidas.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Nationales Metrologieinstitut

Physikalisch-Technische Bundesanstalt - PTB

El PTB es el Instituto Nacional de Metrología de Alemania y asume su responsabilidad frente a la sociedad, la economía y la ciencia. Como una economía y un mundo globalizado requieren de una Metrología globalizada, el PTB actúa también como un *global player*.

Las tareas internacionales del PTB abarcan la cooperación con las organizaciones de Metrología a nivel internacional (siendo la Convención del Metro el ejemplo más prominente), a nivel regional (siendo el SIM la organización correspondiente para las Américas) y a nivel nacional (siendo los Institutos Nacionales de Metrología los socios principales en cada país). Asimismo la Cooperación Técnica Internacional del PTB asesora y apoya la conceptualización, el diseño y la implementación práctica de la Infraestructura de la Calidad en países en vías de desarrollo.

Los proyectos de la Cooperación Técnica Internacional del PTB son realizados ante todo por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania.

Esta edición de la revista *¡De acuerdo!* ha sido realizada gracias a la participación y colaboración de los siguientes Institutos Nacionales de Metrología:



Centro de Investigaciones de Metrología
(El Salvador)
www.cim.gob.sv



Centro Nacional de Metrología
(México)
www.cenam.mx



Centro Nacional de Metrología de Panamá
(Panamá)
www.cenamep.org.pa



Instituto Boliviano de Metrología
(Bolivia)
www.ibmetro.gob.bo



Instituto Nacional de Calidad
(Perú)
www.inacal.gob.pe



Instituto Nacional de Metrología
de Colombia
(Colombia)
www.inm.gov.co



Instituto Nacional de Tecnología Industrial
(Argentina)
www.inti.gob.ar



Instituto Nacional de Metrologia,
Qualidade e Tecnologia
(Brasil)
www.inmetro.gov.br



Instituto Nacional de Tecnología,
Normalización y Metrología
(Paraguay)
www.intn.gov.py



Laboratorio Tecnológico del Uruguay
(Uruguay)
www.latu.org.uy



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Nationales Metrologieinstitut
Physikalisch-Technische Bundesanstalt
(Alemania)
www.ptb.de

Esta edición de la revista *¡De acuerdo!* ha sido realizada gracias al apoyo financiero de:

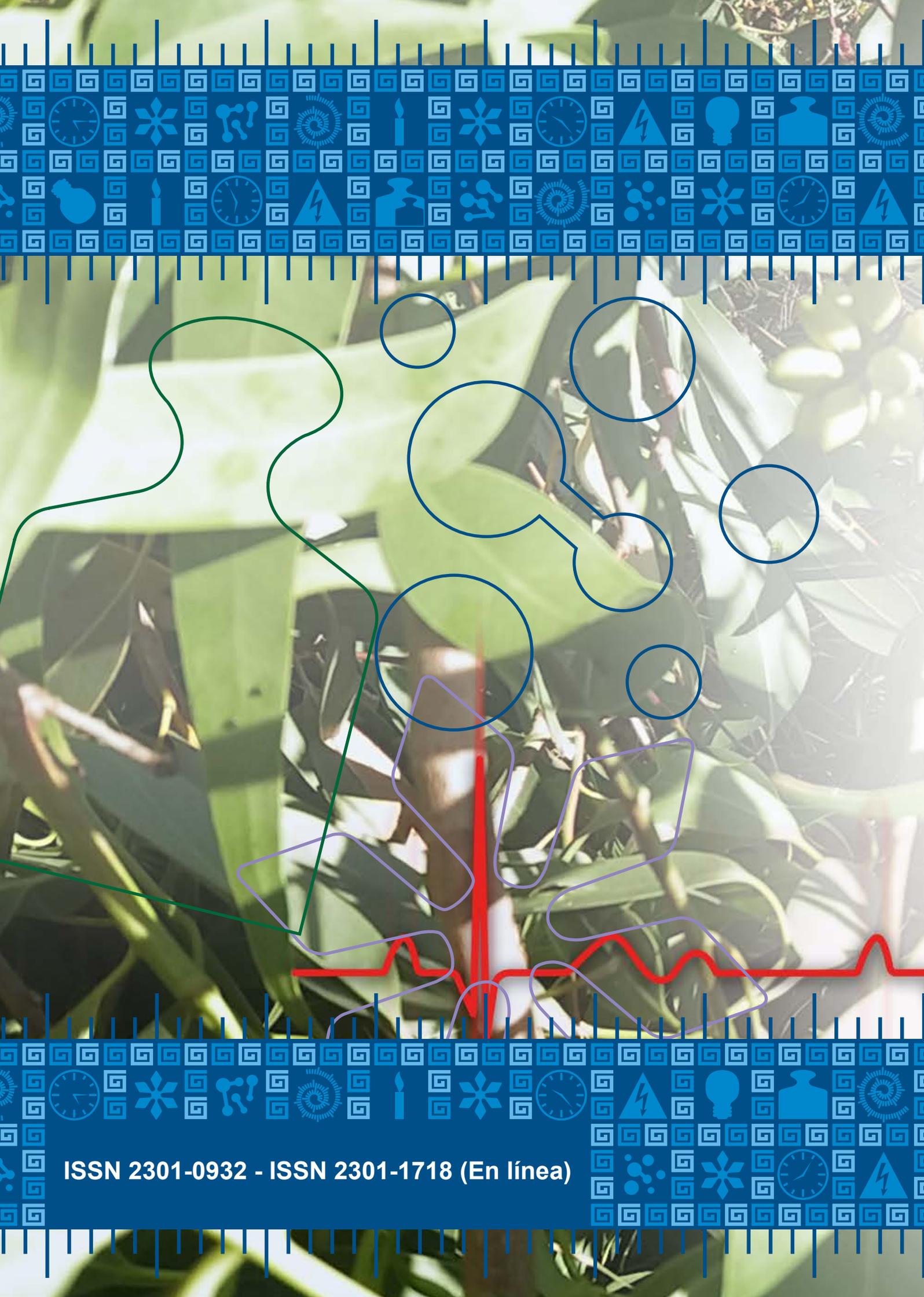


Ministerio Federal de Cooperación
Económica y Desarrollo
(Alemania)
www.bmz.de

Edita y distribuye: SIM – Sistema Interamericano de Metrología



Sistema Interamericano de Metrología
www.sim-metrologia.org



ISSN 2301-0932 - ISSN 2301-1718 (En línea)