

I+D+iPerú

Mayo - Julio 2021 • N° 1

INNOVACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA
PARA UN
CRECIMIENTO
SUSTENTABLE



CONCYTEC

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

I+D+iPerú



CONCYTEC

INNOVACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA
PARA UN
CRECIMIENTO
SUSTENTABLE

HAZ QUE TU INNOVACIÓN LLEGUE AL MERCADO



LA PLATAFORMA QUE
FACILITA LA VINCULACIÓN
ACADEMIA-INDUSTRIA

Cuenta con herramientas, información y guías que facilitan el proceso para transferir la o las tecnologías que se desarrollan a partir tu trabajo de investigación.

Podrás encontrar: Una calculadora para medir el nivel de madurez de tu tecnología, formatos de contratos legales que te ayudarán a establecer la manera más adecuada para hacer la transferencia, información útil a través webinars temáticos y cursos online, y aún más.

Visita nuestra web:
vinculate.concytec.gob.pe



I+D+iPerú

La investigación científica y el desarrollo tecnológico (I+D) son los medios con los que la sociedad procura alcanzar su más racional y eficaz vínculo consigo misma y con la naturaleza. El territorio habitado, sus formaciones geológicas, relieves, fuentes de agua, climas locales, especies endémicas y la economía de las relaciones recíprocas entre estos factores constituyen un sistema que la ciencia estudia en su natural complejidad, y que la tecnología contribuye a transformar para el servicio de la sociedad, su industria y sus servicios sociales y ambientales.

Pensar un país con perspectiva científica y tecnológica es construirse una imagen unificada de sus abundancias y escaseces, así como de sus capacidades humanas y sus carencias, para gestionarlas en conjunto y decidir sobre las cuestiones y los desafíos a los que la I+D debe responder.

Entre las tecnologías modernas, hay un grupo que merece atención preferente por su capacidad para dar lugar a nuevos productos, intermedios o finales y con propiedades específicas, que pueden elaborarse como respuesta a la demanda de las actividades económicas o de los servicios sociales en los que van a emplearse. Son las tecnociencias, llamadas así porque incorporan una alta concentración de conocimientos, resultantes de una intensa investigación científica básica. En este primer número de la revista *I+D+i Perú*, se ejemplifican

algunos de los avances de la I+D en el país en relación con la demanda social durante la situación de pandemia. En esta circunstancia, la comunidad de ciencia y tecnología ha mostrado su habilidad para sumarse eficazmente al esfuerzo que se imponía para mitigarla. Los especialistas en robótica, inteligencia artificial, telesalud, electrónica médica, bioquímica, genética, electromecánica, imágenes digitales médicas, bioestadística o farmacología, entre otros varios rubros, han honrado en estos tiempos difíciles sus obligaciones con la sociedad.

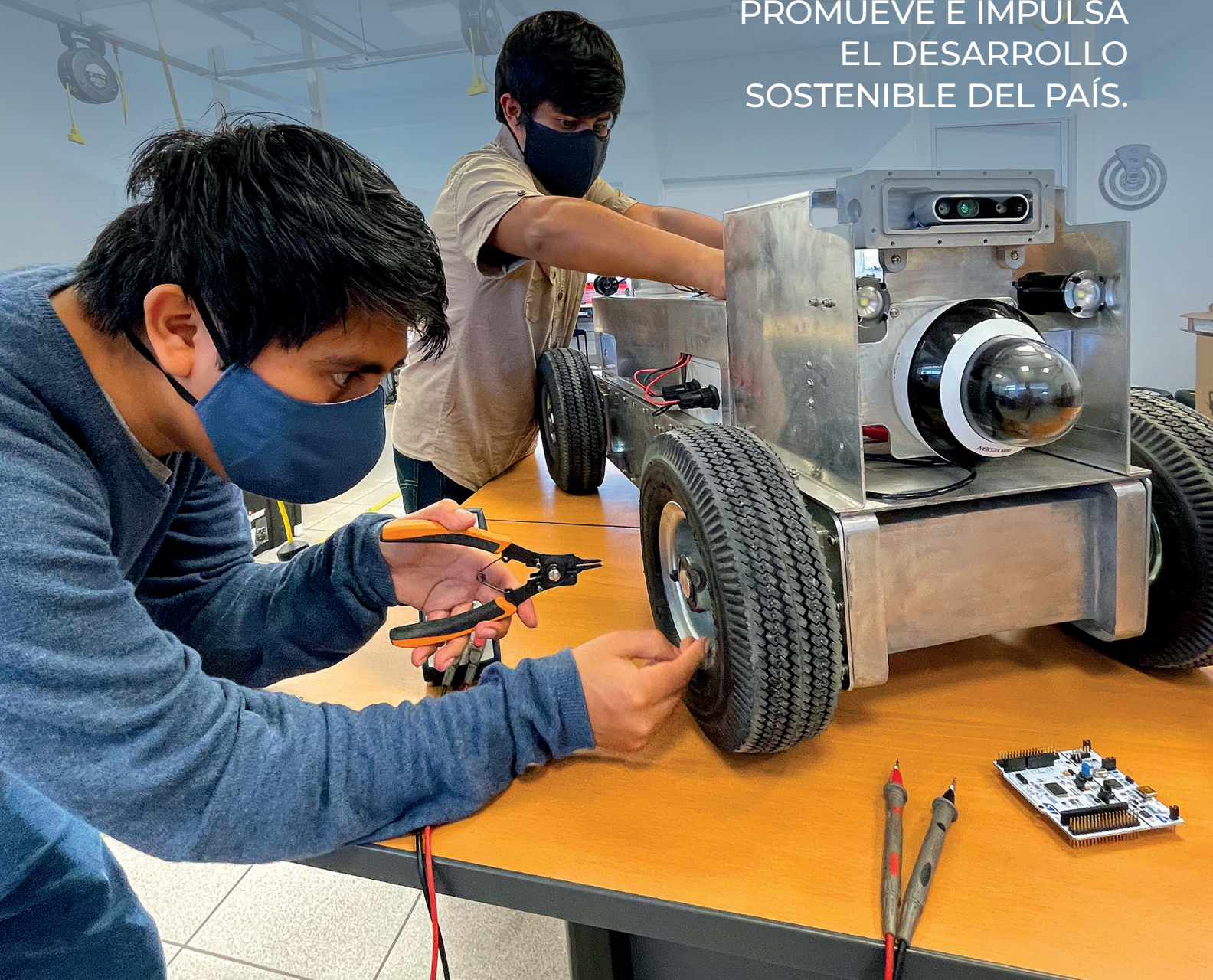
En los últimos 45 años, la inversión en I+D en el Perú decreció desde su nivel pico de 0,36% del PBI en 1975 hasta alrededor de 0,12% del PBI en la actualidad. El daño que este abandono va acumulando se manifiesta en educación rudimentaria, salud pública precaria, inseguridad frente a eventos naturales extremos, baja competitividad productiva, débil inclusión social y persistencia de valores inferiores que afectan la moral pública. La investigación científica y el desarrollo tecnológico se enfocan, precisamente, en dar a los ciudadanos y a sus instituciones el poder transformador que necesitan.

Con la revista *I+D+i Perú*, queremos mostrar algunos resultados recientes del esfuerzo que el Estado realiza a través del Concytec, financiando proyectos de investigación con calidad y pertinencia para el desarrollo económico y social.

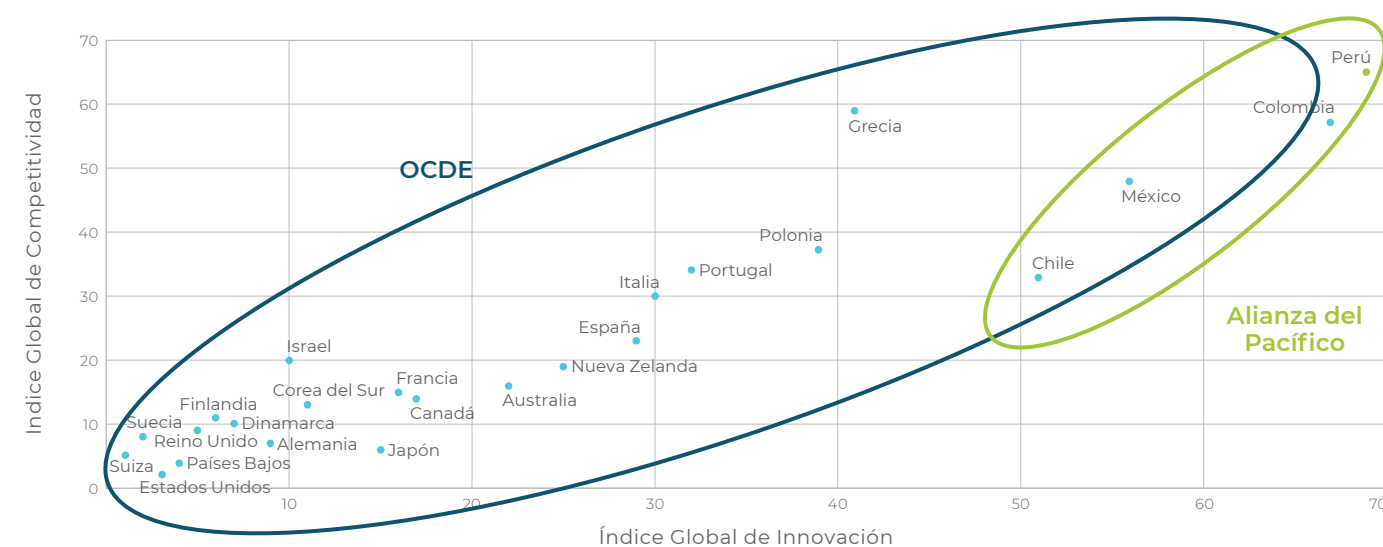
Benjamín Marticorena Castillo
Presidente CONCYTEC

APUESTA POR LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN

EL PERÚ AÚN ESTÁ REZAGADO EN CUANTO A INVERSIÓN EN CTI. SIN EMBARGO, EN LOS ÚLTIMOS 15 AÑOS SE HAN DADO PASOS IMPORTANTES PARA IMPULSAR UN ECOSISTEMA DE INVESTIGACIÓN QUE PROMUEVE E IMPULSA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL PAÍS.



RANKINGS IGC Y IGI, PERÚ Y PRINCIPALES PAÍSES OCDE Y ALIANZA PACÍFICO (2019)



Fuente: The Global Competitiveness Report 2019, World Economic Forum. The Global Innovation Index 2019.

Antes de la llegada de la pandemia del COVID-19, en el Perú se había logrado consolidar la idea de que el desarrollo de los países estaba íntimamente ligado a la inversión en investigación, ciencia y tecnología. Hoy, con el SARS-CoV-2 poniendo en jaque a todo el planeta —incluso a los países más desarrollados—, ha sido posible visibilizar también cómo la CTI ha desempeñado desde siempre un rol fundamental para la supervivencia de nuestra especie.

Es verdad que el camino que le toca recorrer al Perú en esta materia es aún largo, porque, por ejemplo, continuamos rezagados en materia de inversión en capital humano y conocimiento con respecto a la mayoría de países latinoamericanos. Ello se evidencia en el retroceso del país en el Índice Global de Competitividad (IGC), específicamente en los pilares 11, Dinamismo empresarial, y 12, Capacidad de innovación, donde se presentan dos de las más serias deficiencias: posiciones 97 y 90, respectivamente. Una situación similar se percibe en el Índice Global de Innovación (IGI), en el cual nos ubicamos en el puesto 69 de 129 países.

En ambos índices, el Perú se encuentra muy por debajo de los países de la Organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), e incluso en la última posición respecto de los países de la Alianza del Pacífico: Chile, Colombia y México.

En parte ello se explica por la falta de recursos, públicos y privados, para la investigación y el desarrollo (I+D). En el 2015, como porcentaje del PBI, el gasto en I+D se mantuvo en 0,08% del PBI (0,11% si se incluyen los recursos del sector privado), según datos del I Censo Nacional de Investigación y Desarrollo a Centros de Investigación 2016. Comparativamente, el promedio de América Latina llega a 0,75% del PBI, y en la OCDE y Estados Unidos es de 2,6% y 2,8%, respectivamente.

El desarrollo económico también requiere de la acumulación de conocimiento y de su uso en industrias cada vez más sofisticadas. Sin embargo, nuestra posición en el ranking de The Atlas of Economic Complexity ha bajado en casi 30 puestos entre los años 2000 y 2018. Y, según el Índice de Complejidad Económica (ICE) de Harvard Growth Lab, nos ubicamos por debajo de Brasil, Argentina, Colombia y Chile, entre otros. No es sorpresa, entonces, que el Perú exporte solo un 4,6% de productos de alta tecnología.

Estas deficiencias se reflejan también en los bajos niveles de patentamiento que existen. En el año 2018, alrededor del mundo se solicitaron 3,3 millones de patentes, de las cuales solo el 1,68% fueron tramitadas en América Latina. El Perú recibió 1221 solicitudes; es decir, 0,0367% del total global. De ellas, 7% fueron realizadas por peruanos y 93% por extranjeros. Así, el promedio anual de patentes de peruanos en el periodo 2010-2018 fue de apenas 67, lo que nos ubica como uno de los países con el coeficiente de invención promedio más bajo de toda la región.

LA RELEVANCIA DE LA CTI

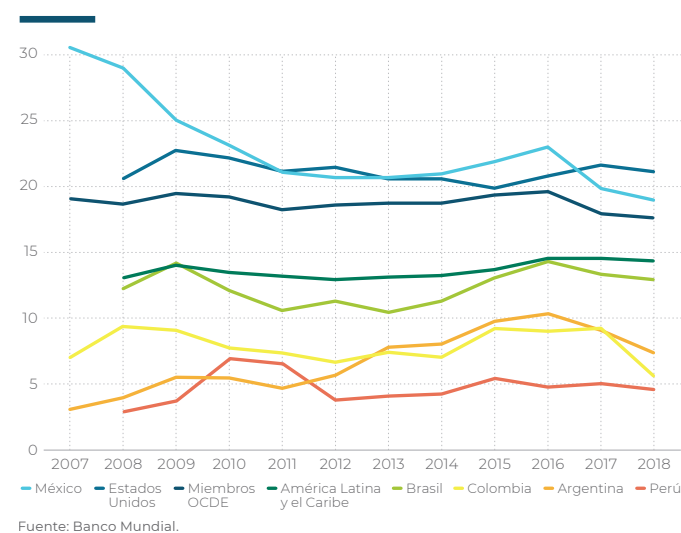
Según la Cepal (2016), existe una relación positiva y significativa entre el PBI per cápita y la inversión en investigación y desarrollo. En el gráfico n.º 3 se observa cómo los países cercanos a la frontera tecnológica se encuentran en el cuadrante superior derecho, con mayores ingresos por habitante.

Pero su relevancia va más allá. Organismos internacionales como la Unesco, la Cepal y OCDE han incidido en la creciente importancia de la CTI no solo para el desarrollo económico, sino también para el progreso social. La Agenda 2030 la describe como uno de los principales factores para favorecer y acelerar el proceso de transformación mundial, con lo que se fomentarán economías prósperas, inclusivas y ambientalmente sostenibles.

Si consideramos lo anterior, el panorama del Perú podría ser poco alentador. Sin embargo, en los últimos 15 años se han dado pasos importantes al aumentar la inversión en investigación y desarrollo (I+D), en fortalecer el ecosistema para la innovación, en crear una institucionalidad que permita sostener dichos procesos en el largo plazo y en aumentar los recursos públicos destinados a tales aspectos. Todo ello ha originado que descubramos las capacidades que tenemos para realizar investigación, desarrollo e innovación con relevancia global.

EXPORTACIONES DE PRODUCTOS DE ALTA TECNOLOGÍA

(% de las exportaciones de productos manufacturados, 2018)



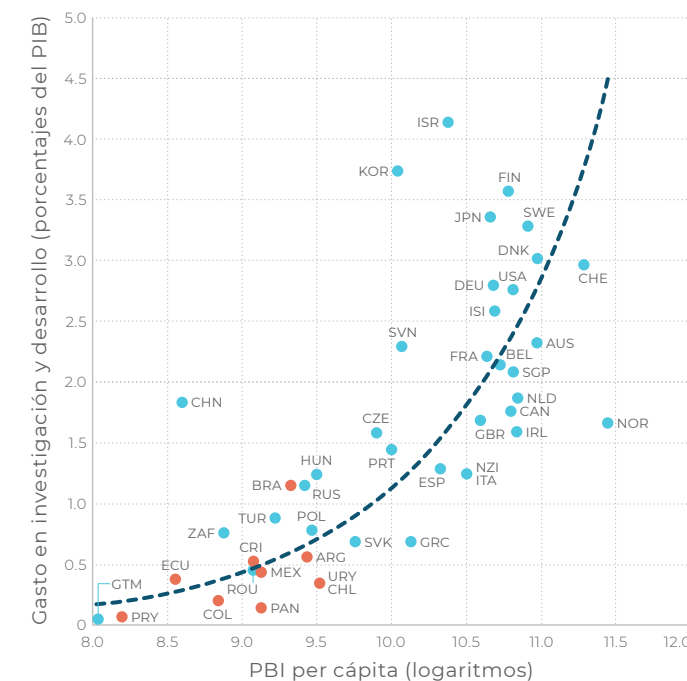
EL PERÚ SÍ PUEDE

Para continuar el camino ya iniciado, necesitamos seguir trabajando en fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Sinacyt) a través de iniciativas públicas y privadas.

Por ello, la vinculación de la academia con el sector productivo es uno de los temas clave en la agenda del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Concytec). El objetivo es generar y transferir conocimiento para mejorar la productividad y la competitividad del país. Una muestra es el trabajo que se viene realizando desde el 2018 en el marco del Convenio Préstamo con el Banco Mundial (BM), que cuenta con US\$ 100 millones (55% del Estado peruano y 45% de préstamos del BM) y que apunta a una mejor gestión del Sinacyt, a una mayor eficiencia en priorización y asignación de recursos para CTI, y a una investigación básica y aplicada, más focalizada en las necesidades del país.

Como parte de dicho convenio, al finalizar este año se contará con 210 nuevos proyectos en I+D+i en alianza con sectores productivos, 190 productos de investigación, 250 investigadores incorporados a centros de investigación y universidades,

PAÍSES SELECCIONADOS-CORRELACIÓN ENTRE EL PBI PER CÁPITA Y EL GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, PROMEDIO 2009-2013



10 programas de doctorado con niveles internacionales, 37 laboratorios potenciados con equipamiento científico especializado, 51 programas de investigación y 80 solicitudes de patentes.

Todo ello ha motivado redes de acción y conocimiento que promueven el desarrollo de seis sectores: agroindustrial, forestal, textil y de confecciones, minero y de manufactura avanzada, ecoturismo, y restauración e industrias creativas.

De otro lado, este año se iniciará la ejecución de la propuesta estratégica nacional para fortalecer ocho cadenas de valor con alto potencial de exportación. Ello sumado a un proyecto piloto para impulsar un proceso de cambio pensado en mejorar la productividad, promover la inserción en mercados más atractivos e impactar en la competitividad del país, gracias a la colaboración conjunta de empresas, universidades y centros de investigación, así

como de las instituciones del Estado involucradas en cada una de las cadenas de valor identificadas.

Las Iniciativas de Vinculación para Acelerar la Innovación (IVAI) han tenido ya un sinnúmero de impactos positivos en varios países del mundo. En el Perú serán lideradas por Produce, Promperú, Concytec y el Instituto Tecnológico de la Producción.

En tal sentido, como parte de esta apuesta por potenciar la industria nacional desde la CTI, en este documento presentamos proyectos que se vienen implementando y que muestran las capacidades que tenemos para estar a la vanguardia de la innovación y el desarrollo.

Descubriremos cómo en el Perú se está desarrollando tecnología de avanzada, y en algunos casos pionera en América Latina, como la siguiente:

- Un robot cirujano para intervenciones quirúrgicas de alta precisión.
- Adaptación de la tecnología CRISP-Cas para la detección temprana y efectiva de enfermedades endémicas como la UTA, o más recientes y globales, como la generada por el virus SARS-CoV-2.
- Textiles y cueros con propiedades antimicrobianas, antimicóticas, virucidas y con protección ante rayos UV gracias al uso de nanopartículas.
- Cereal que combina granos andinos con calamar gigante, único en su género en el mundo.
- Concreto producido a partir de escorias de las fundiciones de cobre y de los neumáticos que el sector automotor desecha, el cual podrá ser usado en edificaciones urbanas y de vivienda.
- Diagnóstico a partir de proteínas para determinar la calidad y la velocidad de crecimiento de un grupo de árboles élite.

Estas investigaciones, desarrollos e innovaciones están marcando un hito en sus ámbitos de estudio o en sus respectivos mercados, y son una muestra de que el trabajo entre academia, industria y Estado es la fórmula para avanzar hacia el desarrollo sostenible.

El desafío es grande y la oportunidad es ahora. ●●●

EL ROBOT CIRUJANO

EL PRIMER ROBOT DE SU TIPO EN EL PERÚ PERMITIRÁ REALIZAR OPERACIONES DE ALTA PRECISIÓN. UN EJEMPLO DE QUE EN EL PAÍS EXISTE EL POTENCIAL PARA DESARROLLAR TECNOLOGÍA DE PUNTA.



Como directora del Departamento de Ingeniería Electrónica y Mecatrónica de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC), la investigadora Ruth Canahuire considera que el principal objetivo de los proyectos en los que participa es generar soluciones que mejoren la calidad de vida de las personas.

Es por ello que se siente orgullosa de haber sido parte, junto con un equipo de trabajo multidisciplinario, del diseño de un sistema activo de drenaje para el tratamiento del glaucoma, el cual permite

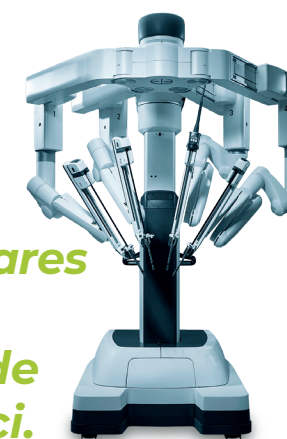
reducir la presión intraocular de los pacientes y el daño de los nervios ópticos. Su desarrollo empezó en el 2016 desde la UTEC en asociación con la Universidad de Liverpool. Uno de sus siguientes proyectos fue el diseño de una prótesis de una mano blanda usando la tecnología *soft robotics*, diseñada en conjunto con el profesor Hermano Krebs, investigador principal del MIT de Estados Unidos, gracias al fondo semilla del MISTI MIT-UTEC.

Esta experiencia y el convencimiento del potencial que tienen la innovación, la ciencia y la tec-

APORTES DEL PROYECTO A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Alrededor de **2,5 millones de dólares puede llegar a valer el robot de cirugía Da Vinci.**



nología para mejorar la calidad de vida de las personas llevaron a Canahuire y a su equipo de investigación a embarcarse, desde el 2018, en un proyecto más ambicioso y que marcará un hito en la robótica de nuestro país y de toda América Latina: el primer robot para cirugías de alta precisión del Perú.

La investigadora señala que la cirugía de precisión con robots es relativamente nueva en el mundo, y que aquí no existen antecedentes de su uso. Está convencida, además, de que ayudará mucho a la

salud pública del país y de que será de gran utilidad en el ámbito académico.

En la actualidad, el robot de cirugía más conocido en el mundo es el Da Vinci, creado hace más de una década en Estados Unidos. Alrededor de 3000 de sus unidades se encuentran en clínicas y hospitales de diversas partes del planeta. Es posible que no haya alcanzado una mayor escala por su alto precio, que oscila entre US\$ 1 millón y US\$ 2,5 millones.

DISPOSITIVO HÁPTICO PATENTABLE

La investigación ejecutada en la UTEC se desarrolla en colaboración con la Universidad Estatal de Campinas (Unicamp) de Brasil y cuenta con el cofinanciamiento del Concytec, a través de un contrato préstamo con el Banco Mundial.

Toda la implementación se ha efectuado en el Perú con la participación de profesionales y tesis de pregrado y posgrado que han aplicado sus conocimientos de mecánica, electrónica, robótica, ingeniería y programación, y que han tenido la oportunidad de ser asesorados por docentes de la Unicamp, universidad a la que han viajado para realizar pasantías en sus laboratorios.

El proyecto apunta a crear un sistema robótico para ser utilizado como herramienta principal en cirugías de corte. Tras dos años de investigación y desarrollo, hoy se cuenta con un robot serial UR5 de la compañía Universal Robots al que se le ha adaptado un bisturí quirúrgico, gracias a la impresión 3D. Asimismo, se ha diseñado computacionalmente una interfaz de control para realizar movimientos en diferentes ángulos y para variados tipos de cortes. Sumado a ello, se han integrado a la estación robótica tres cámaras RGB 3D (ultra-definición) y luz quirúrgica que permite enfocar nítidamente la operación.

Otro punto relevante del proyecto es que se ha desarrollado la teleoperación utilizando un dispositivo háptico a través del cual el cirujano podrá

dar órdenes al robot, tanto de posición como de velocidad, y a la vez tener una realimentación de la rigidez del tejido que es intervenido.

La interfaz de tipo háptico es una herramienta única en el Perú, que ayudará al médico a sentir lo que está tocando remotamente. Al transmitirse la sensación táctil del robot en la operación, el cirujano podrá regular la presión del bisturí sobre el tejido.

Es por todo ello que este prototipo es patentable tomando en cuenta varios aspectos: uso, diseño y *copyright* de la interfaz humano-máquina, ya que cuenta con características diferenciadas de interfaz y de control respecto de otros productos que existen en el mercado.

Canahuire detalla que, en esta etapa, el prototipo —en fase final de desarrollo— podrá realizar cortes básicos en una operación que cumpla con todos los protocolos médicos, y que incluya la participación de cirujano, anestesiólogo y enfermeros. Incluso si el cirujano está en Lima y se necesita hacer una operación en una provincia del país, podrá realizarla remotamente siempre y cuando exista una buena conexión de internet con banda ancha.

Y eso no es todo. La investigadora señala que ahora están iniciando la segunda parte de la investigación, que consiste en la implementación de un segundo brazo del robot, con el apoyo de la Universidad Purdue de Estados Unidos. El desarrollo de ambos brazos permitirá realizar operaciones más complejas en cirugías laparoscópicas, con la ayuda de un endoscopio blando para efectuar exploraciones en el organismo con la inclusión de una microcámara instalada en el mismo. En esta etapa, el robot podría extraer una bala alojada en el abdomen de una persona, por ejemplo.

“Estamos muy ilusionados con el proyecto. Nuestro objetivo es avanzar con las investigaciones para el tercer y el cuarto brazo del robot, con lo cual tendríamos una versión peruana de una estación robótica de cirugía con prestaciones simi-

Cuando el robot cuente con dos brazos, podrá realizar una intervención quirúrgica más compleja, como extraer una bala incrustada en el abdomen. Además, se podrá hacer mediante la teleoperación, en caso de que el cirujano esté en otra región y siempre que se cuente con internet de banda ancha.

lares a las que existen en el mercado, pero a un costo menor y hecho por primera vez en el Perú”, indica Canahuire, quien está convencida de que, en unos años, médicos y robots trabajarán mano a mano en las salas de operaciones del país.

TECNOLOGÍA DE ALTA PRECISIÓN

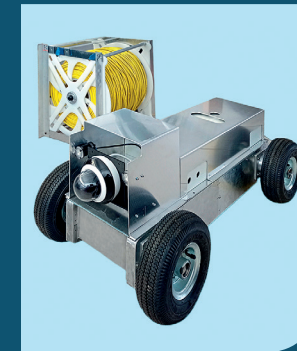
La implementación de un robot de este tipo ha tenido y tiene múltiples beneficios: desde su costo —que será inferior a los ya comercializados, lo cual lo hará accesible para muchas clínicas y hospitales del país—, pasando por la reducción de errores involuntarios de los profesionales de la salud en las salas de operaciones debido a extensas horas de intervención quirúrgica, hasta la transferencia de conocimientos en robótica, ingeniería biomédica y programación desde instituciones importantes de Brasil y Estados Unidos hacia el Perú.

Respecto del segundo punto, es importante señalar que, cuando se trata de cirugías que duran largas horas, estas pueden llevar al cansancio del cirujano y generar, en algunos casos, movimientos

TECNOLOGÍA AVANZADA EN EL PERÚ. PEQUEÑAS INICIATIVAS QUE CREAN GRANDES CAMBIOS

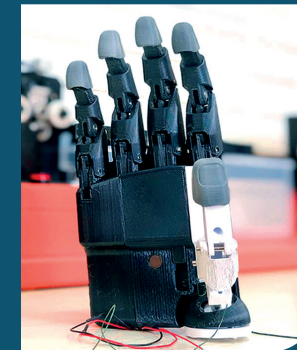
ROBOT PARA DETECTAR FALLAS EN TUBERÍAS

La investigación liderada por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) consiste en el desarrollo de un robot móvil con sensores inteligentes para detectar y validar fallas internas en tuberías de agua y alcantarillado de Lima Norte. El proyecto busca mitigar un problema fundamental: la baja frecuencia de los monitoreos de las tuberías, así como reducir sus costos mediante el uso de un dispositivo (robot) adecuado para su inspección. El sistema de detección inteligente permitirá efectuar diagnósticos con datos que serán cuantificados y almacenados como información histórica para generar indicadores. Además, esta tecnología ayudará a realizar inspecciones de forma segura sin poner en riesgo la salud de las personas, a disminuir los gastos en monitoreo y al mantenimiento oportuno de sus tuberías.



PRÓTESIS DE MANO PARA MEJORAR CALIDAD DE VIDA

La PUCP está diseñando e implementando una prótesis mioeléctrica personalizada de mano con retroalimentación háptica (táctil) empleando tecnologías de fabricación digital con filamentos de plástico PET reciclado de bajo costo. Para ello, utilizará *software* y *hardware* propios basados en procesos de robótica y automatización. Esta tecnología permitirá la inserción o reinserción al mercado laboral de personas con discapacidad.



involuntarios conforme transcurre el tiempo de la operación. Así, en la medida en que las intervenciones quirúrgicas tengan algunos procesos que sean repetitivos, tales como cortes en determinadas áreas, estos pueden ser automatizados utilizando un robot manipulador serial. Ello permitirá a los cirujanos concentrarse en los aspectos más difíciles de una intervención quirúrgica.

Dicha cualidad podría mejorar la precisión de los procedimientos y disminuir algunas complicaciones asociadas con las cirugías, como algún trauma operatorio que pueda surgir de movimientos involuntarios e indeseados sobre el tejido humano. De esta manera se acortará también la estancia de los pacientes en los hospitales y, gracias a la suma de dichos beneficios, se podrían reducir los costos pre- y posoperatorios.

CONOCIMIENTOS PARA EL FUTURO

Este tipo de proyectos abre nuevas oportunidades para el desarrollo de tecnologías de automatización en el Perú, pues el alto nivel de ingeniería que requiere el desarrollo de todo el sistema robótico implica la acumulación de nuevos conocimientos sobre ingeniería mecatrónica, de control, de diseño electrónico y de robótica aplicada a la medicina. Se trata de un *know-how* que quedará instalado en el Perú y que, sin duda alguna, ayudará a imaginar y a poner en marcha otro tipo de proyectos.

Parte de los desafíos que tiene el Perú es seguir transformando el nivel de complejidad de su matriz productiva, y para ello resulta indispensable la inversión en innovación, ciencia y desarrollo tecnológico. De ahí la relevancia de afrontar los cambios en la composición de la demanda laboral y en el tipo de cualificaciones necesarias para que las habilidades y las competencias vinculadas a CTI estén acordes con la evolución tecnológica derivada de la automatización. Tal como lo demuestra la experiencia de otros países, ello nos permitirá aumentar la productividad y lograr una mejora de la calidad de bienes y servicios. ●●●

ROPA QUE TE CUIDA

¿ES POSIBLE QUE LA VESTIMENTA QUE USAMOS SEA CAPAZ DE MATAR E INACTIVAR BACTERIAS Y VIRUS? LA CLAVE SE ENCUENTRA EN LOS TEXTILES CON NANOPARTÍCULAS QUE SE DESARROLLAN EN EL PERÚ.



El fascinante mundo de las nanopartículas comenzó a ser un *boom* como campo de estudio a inicios de la década del 2000, y fue lo que llevó al doctor peruano en física José Luis Solís Véliz a investigarlas y a evaluar las posibilidades de desarrollo que podrían alcanzar. Fue también lo que lo impulsó a realizar posdoctorados en Finlandia, Suecia y Estados Unidos y a ser investigador visitante en Brasil y Finlandia.

En el 2010, una empresa textil lo contactó para producir un hilo especial que les permitiese reemplazar un insumo que importaban. La investigación realizada con la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) hizo uso de la nanotecnología para resolver el problema y, con ello, la firma logró ahorrar dinero y no depender de un proveedor europeo.

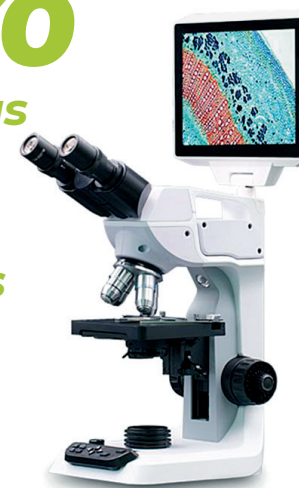
Ese proyecto impulsó nuevas iniciativas en el campo de la nanotecnología y las nanopartículas, y se convirtió en una línea de investigación del Laboratorio de Materiales Funcionales, Energías renovables y Eficiencia Energética, con el soporte del Centro para el Desarrollo de Materiales Avanzados y Nanotecnología (Cemat). Ello dio pase a una investigación más ambiciosa: lograr que textiles y cueros tengan propiedades antimicrobianas, antimicóticas, virucidas y con protección contra los rayos UV, gracias al uso de nanopartículas de óxido de cobre (CuO) y óxido de zinc (ZnO).

El proyecto es liderado por la UNI y se desarrolla en colaboración con la Universidad Nacional de Piura (UNP), la Universidad Nacional de Tumbes (UnTumbes) y el Centro de Innovación Productiva

APORTES DEL PROYECTO A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



99%
*de las bacterias
se eliminaron
de las telas
en las pruebas
realizadas
para la
investigación.*



y Transferencia Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas (CITEccal). Asimismo, la empresa Tejidos San Jacinto ha brindado su apoyo. Se trata de una asociación entre instituciones académicas y la empresa privada que ha recibido cofinanciamiento del Concytec.

TEXTILES Y CUEROS FUNCIONALES

Una de las tendencias que recorren el mundo con el avance de la tecnología es el desarrollo de textiles funcionales. Esto quiere decir que sus productos no solamente cubren la necesidad de vestirnos y de que se nos vea bien, sino que suman a ello otras propiedades, como que no se arrugan, guardan un olor agradable o nos protegen ante agentes patógenos, entre otras.

“Por eso creemos que era una buena oportunidad para que en el Perú se produjesen prendas de vestir que, además, nos protegiesen de microbios y bacterias, de los rayos UV, de los hongos e incluso de los virus. A eso apuntamos”, precisa Solís Véliz.

Se trata de un valor agregado que puede resultar fundamental para un sector que ha ido perdiendo terreno en el mercado internacional (después de 17 años, en el 2020 las exportaciones de textiles y confecciones peruanas no superaron los US\$ 1000 millones). Por su parte, en el mercado interno el panorama tampoco es alentador, pues existe una competencia muy agresiva de las importaciones de China y de otros países asiáticos con precios bastante bajos. De otro lado, los insumos textiles con este tipo de características protectoras son para exportación debido a que son importados y sus costos son más altos. Por ello, lo que se requiere es innovación, investigación y desarrollo para generar valor agregado, aumentar la productividad del sector e impactar en la competitividad del país. Solo así será posible contar con un factor diferencial en las prendas peruanas que se exportan y se venden localmente.

En este sentido, si bien en el extranjero hay algunas firmas de la industria textil que ya han ingresado al campo de las nanopartículas, la investigación que se está llevando a cabo en el Perú apunta a que el íntegro del proceso de desarrollo y producción se realice en territorio nacional, con insumos locales. Ello reduciría fuertemente los costos de inversión para las empresas que decidan apostar por esta tecnología.

Además, se debe tener en cuenta que el Perú es el tercer productor de zinc y el segundo de cobre del mundo. En pocas palabras, la materia prima está al alcance de la mano, y este proyecto permitiría darles un valor agregado a estos minerales producidos localmente, de manera que contribuyan a aumentar la complejidad de nuestra matriz productiva.

TEXTILES CON BENEFICIOS PARA LA SALUD PÚBLICA

El proyecto se propone obtener textiles y cueros antimicrobianos funcionalizados con nanopartículas de CuO; textiles con protección contra los rayos UV con nanopartículas de ZnO; y microcápsulas que contengan aceites esenciales repelentes de mosquitos, antimicóticos o fragancias para ser aplicadas a textiles o cueros. Es decir, apunta a obtener productos no solo con gran valor agregado y que implicarían un aumento de la productividad del sector textil en el país, sino que también tendrían un impacto importante en la salud pública.

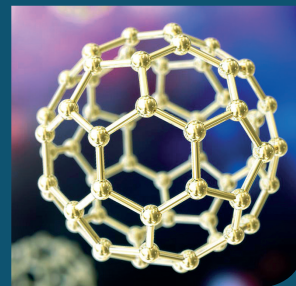
Su relevancia radica en que en el Perú se presenta alta radiación solar, por lo que indumentarias con protección de rayos UV beneficiarían a la población en general, y en particular a aquellos con mayor exposición, como el personal policial y militar, vigilantes, trabajadores de construcción civil y taxistas, entre otros.

Asimismo, la población peruana ubicada en regiones como Tumbes, Piura y la selva peruana se ve afectada por enfermedades como el dengue, el zika, la malaria, la fiebre amarilla o la chikungunya, producidas por el mosquito *Aedes aegypti*, por lo que prendas con propiedades repelentes de mosquitos serían muy útiles para protegerla. Por otro lado, con telas antimicrobianas impregnadas con CuO se pueden elaborar prendas que evitarían que las personas, y en particular el personal del sector de la salud, sean vehículos para el transporte de bacterias y microbios, de modo que se combata así la propagación de infecciones intrahospitalarias.

OTRAS INVESTIGACIONES PERUANAS

NANOTECNOLOGÍA APLICADA A LA INDUSTRIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

Este proyecto, llevado a cabo por la empresa peruana Textile Sourcing Company, ubicada en Chíncha, trabaja con nanopartículas de oro y plata para eliminar de forma permanente las bacterias que pueden impregnarse en las prendas.



La investigación y el desarrollo del proyecto le dará un nuevo valor agregado al sector textil peruano.

Estos textiles tendrán un impacto en la salud pública, ya que permitirán reducir la propagación de bacterias y virus que originan enfermedades en diferentes regiones del país.

PARA TRANSFORMAR EL SECTOR TEXTIL

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ALPAQUERA

La Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) lidera esta iniciativa, que busca incrementar la producción de alpacas en la región Cusco a través de la optimización de la técnica de inseminación artificial. Se seleccionarán las mejores razas y se aumentará el número de crías y adultos de calidad. La crianza de estos camélidos domésticos es una de las actividades de mayor importancia e impacto en el desarrollo socioeconómico de la población altoandina.



MINILAVADORA PARA EL CUIDADO Y LA CONSERVACIÓN DE LA FIBRA DE VICUÑA

La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) está diseñando y fabricando una máquina que permitirá eliminar impurezas y evitar enredos y rupturas de las fibras de vicuña: "Minilavadora de fibra de vicuña de 5 kg/h". Reducirá las pérdidas por mermas y contaminación y evitará el alto consumo de agua por kilogramo de fibra lavada, con lo que contribuirá al aumento de su valor agregado y a la protección del medio ambiente.



AVANCES SIGNIFICATIVOS EN EL PERÚ

El equipo de investigación ha hecho pruebas con nanopartículas de CuO con el método de teñido que usan las fábricas de telas, denominado "impregnación y agotamiento en algodón", y ha obtenido resultados favorables, con características antimicrobianas capaces de matar hasta el 99% de bacterias al exponerlas a la tela.

Para alcanzar una mayor escalabilidad, el equipo se encuentra diseñando un procedimiento para producir mil metros, que será utilizado para la confección de la vestimenta de trabajadores que laboran en hospitales y clínicas, ya sean médicos, enfermeras, obstetras, personal de limpieza y demás. Esto resulta particularmente beneficioso en tanto se conoce que las infecciones asociadas a la atención de salud (en los establecimientos que brindan este servicio) son uno de los efectos adversos con mayor posibilidad de prevención (74,5% de las infecciones serían prevenibles) y se consideran un indicador de calidad en la atención al paciente.

En el campo de acción de las propiedades antimicrobianas están trabajando con el CITEccal, para lo

cual vienen elaborando formulaciones que se puedan aplicar al cuero del zapato para que las personas no desarrollen los temibles hongos de los pies.

El proyecto, finalmente, podría tener un valor adicional. Debido a la pandemia por el COVID-19, se está investigando si las telas con óxido de cobre tienen propiedades virucidas contra el SARS-CoV-2, como una nueva línea de la investigación. Para comprobar si cuentan con esa propiedad, se han enviado muestras a un laboratorio de Estados Unidos y están a la espera de los resultados. El proyecto culminará en enero del próximo año. Para ese momento, los investigadores —que incluyen a docentes de las universidades mencionadas, profesionales del CITEccal y tesis de posgrado y pregrado— están convencidos de que la gran beneficiada será la industria textil y de calzado.

"Las empresas van a poder diferenciarse de sus competidores ofreciendo un valor agregado a sus productos, brindando no solo confort, sino también salud y protección", asegura el investigador Solís Véliz, quien nos recuerda que en el Perú sí se puede realizar innovación, investigación y desarrollo de calidad mundial. ●●●

EL SNACK SUPERNUTRITIVO

UN CEREAL PERUANO HECHO A BASE DE POTA Y GRANOS ANDINOS SERÁ ÚNICO EN EL PLANETA EN SU GÉNERO. UN ALIMENTO ECONÓMICO PARA COMBATIR LA ANEMIA Y LA DESNUTRICIÓN.



La proyección de la evolución en la demanda de proteínas de origen animal, así como su elevado costo y su escasa disponibilidad —en algunos casos—, son razones suficientes para que un país como el Perú investigue el potencial de los concentrados de proteína provenientes de recursos hidrobiológicos para el consumo humano directo.

En paralelo a ese potencial, desde hace ya algunos años también sabemos que el país cuenta con la oportunidad de producir alimentos nutricionalmente completos a partir de los cereales y los granos andinos.

Ambas razones han llevado a un grupo de investigadores de la Universidad Agraria La Molina (Unalm) a desarrollar un producto extruido tipo *pop* con ambos recursos naturales, destinado al mercado infantil (escolar y preescolar).

La tecnología del extruido reduce las probabilidades de destrucción de vitaminas y reacciones poco deseables entre proteínas y carbohidratos reductores. Por su característica de calentamiento a altas temperaturas y en corto tiempo, los extrusores permiten producir alimentos estériles y, por la completa gelatinización de los almidones, muy digeribles.

APORTES DEL PROYECTO A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



EL SUPERNUTRIENTE

El investigador David Roldán, *magister scientiae* en Tecnología de Alimentos por la Unalm, recuerda nítidamente cómo hace dos décadas inició su labor científica con productos hidrobiológicos del mar peruano.

Junto con varios colegas, liderado en ese entonces por el doctor Sergio Rojas, participó en un proyecto para elaborar una papilla infantil con inclusión de proteínas de pescado. Para conseguirlo, se escogió el pez falso volador, recurso de compañía de la merluza, con los mismos beneficios para la alimentación y la nutrición, pero de menor tamaño y rendimiento de la parte comestible, y por ello con poca aceptación por los pescadores, quienes lo desechaban. “Por tal motivo, elaboramos una suerte de surimi con él, lo deshidratamos y pulverizamos y, con el polvo resultante, preparamos una papilla”, recuerda Roldán.

Ese primer proyecto lo llevó a seguir investigando otros productos hidrobiológicos altamente nutritivos. Y así fue como llegó a la pota o calamar gigante, un recurso que abunda en el Perú. “También hicimos una papilla, pero su sabor no tuvo éxito. Aun así, creímos que estábamos en el camino correcto y que el reto era cómo mejorar su sabor y cómo fomentar su consumo a través de distintas formulaciones”, detalla.

Tras una serie de pruebas, en el 2015 Roldán y el Grupo de Investigación en Procesamiento Integral de Recursos Hidrobiológicos de la Facultad

de Pesquería de la Unalm optaron por elaborar un producto extruido a partir de concentrado de proteína de pota con cereales y granos andinos, tales como la quinua, la kiwicha, el maíz y el arroz.

Se trata de un extruido tipo *pop* que, al haber sido enriquecido, se convierte en un producto único en su género, por ser elaborado con proteínas animales. Esto lo diferencia de los extruidos *pop* elaborados en el mundo a base solo de cereales en países como Canadá, Estados Unidos, Noruega y Chile.

La formulación desarrollada en el Perú permite duplicar los niveles de proteína de las hojuelas comerciales. Asimismo, destacan todos los aminoácidos esenciales, tales como la lisina, la leucina o la treonina, y presenta un contenido graso con inclusión de ácidos grasos omega 3 (44,2%).

Todo ello permite que este producto cuente con un adecuado nivel de calorías y nutrientes para atender los requerimientos diarios de niños en edad preescolar y escolar¹.

EN LA COMBINACIÓN ESTÁ EL GUSTO

Desde el punto de vista nutricional, la utilización de recursos hidrobiológicos como fuente de proteína animal garantiza el éxito del proyecto, más aún si los insumos provienen de recursos subexplotados y de bajo valor comercial, como es el caso del cala-

¹. Este producto cumple con la exigencia nutricional propuesta por WHO/FAO (1973) y los requerimientos de la NTP-209.260 (2004) relacionados con alimentos cocidos de reconstitución instantánea destinados a la población infantil.

mar gigante. Actualmente, la extracción de pota alcanza las 350 000 toneladas anuales en el Perú, de las cuales más del 90% se exporta. Por ello existe la oportunidad de incrementar su consumo interno utilizándola como concentrado de proteínas.

“En el 2005 desarrollamos, en alianza con la ONG Cáritas del Perú, la elaboración de productos extruidos de cebada y maíz enriquecidos con el concentrado de proteína de pota. El proyecto, financiado por el Concytec, se ejecutó en el distrito de Acostambo, provincia de Tayacaja, región Huancaavelica. Para la evaluación del producto participaron cerca de 200 familias del lugar y la experiencia fue bastante positiva”, afirma Roldán.

Sin embargo, aunque presenta un gran valor nutricional, el sabor del producto seguía siendo un reto por superar para el equipo de investigadores, pues también había que garantizar su éxito comercial. Fue por ello que, considerando el sabor fuerte del calamar gigante, procedieron a utilizar una fuente de proteína complementaria que a la vez pudiese balancear la intensidad en el paladar. Así llegaron a la leche en polvo y finalmente optaron por ella. La combinación de ambos productos resultó en un gusto mucho más agradable.

LA APUESTA POR LA INDUSTRIALIZACIÓN

En el 2018, el equipo de investigadores postuló a un concurso promovido por el Concytec, esta vez en el marco del convenio de préstamo con el Banco Mundial, con un objetivo claro: implementar una línea de producción piloto y fabricar a mayor escala los productos hechos a base de cereales y granos andinos, fortificados con concentrado de pota.

El proyecto, presentado por la Unalm, cuenta con el apoyo de la empresa Inversiones Perú Pacífico, firma dedicada a la comercialización de productos marinos.

Roldán asegura que están avanzando según las metas trazadas. Para ello, ya instalaron la línea piloto que hoy se encuentra en un espacio de 72 m² y



S/ 0,50 será el precio del *snack* tipo *pop* de 30 gramos, para que esté al alcance de las familias peruanas.

90%  **de la producción de pota peruana se exporta. Existe potencial para incrementar su consumo interno.**

que contempló la adecuación de infraestructura y la instalación de equipos como extrusora, mezcladora, molino y un alimentador de mezcla. También incluyó el desarrollo de un protocolo de seguridad, definir los parámetros de la extrusora y validar la mezcla de los insumos. Esto último les permitió desarrollar un flujo del proceso para elaborar el producto final.

A CONQUISTAR EL MERCADO

En diciembre del 2020 se aplicó una prueba de aceptabilidad del producto con niños de 3 a 10 años que asisten al comedor popular El Palomar, ubicado en el Callao. “Obtuvimos un 93,3% de aceptación, con 40% de respuestas ‘me gusta’ y 53,3% ‘me encanta’”, señala Roldán. Este ensayo ha sido tan prometedor que ahora el objetivo es

MÁS APUESTAS ALIMENTICIAS Y AGROINDUSTRIALES EN EL PERÚ

PULPA DE CAFÉ CONTRA LA DESNUTRICIÓN Y LA ANEMIA

La Universidad Nacional de Trujillo (UNT) viene desarrollando un trabajo de investigación con muestras de pulpa de café orgánico procedente de Lonya Grande, Amazonas. Esta alternativa alimentaria aprovecha la pulpa que se desecha y que contiene potasio, nitrógeno no proteico, ácido clorogénico, cafeína y polifenoles, y la transforma en harina para preparar alimentos que atiendan las necesidades de niños y niñas de zonas de alto nivel de pobreza, además de reducir la contaminación ambiental al reutilizar remanentes de los subproductos del café para aprovechar sus propiedades y ventajas.



RIQUEZA FITOQUÍMICA PARA EL BIOCOMERCIO

La Asociación para la Ciencia e Innovación Agraria de la Red Norte (Agrored Norte) está desarrollando una investigación que busca determinar y promover la riqueza nutricional y nutraceutica de especies frutales nativas de los páramos y los bosques de neblina de los Andes del norte del Perú. Su importancia radica en que dicha riqueza es demandada por el biocomercio, y que por ello permitiría impulsar una reforestación rentable y sostenible. Esta investigación participativa con organizaciones comunales de la sierra de Piura (Ayabaca y Huancabamba) ha determinado que estos frutales nativos contienen elevados niveles de antioxidantes y antimicrobianos, cualidades sumamente demandadas no solo por el biocomercio de alimentos orgánicos, sino por la innovación gastronómica y para ser utilizados en la medicina alternativa.



realizar más testeos en comedores populares en dicha provincia constitucional.

Así, el proyecto ha demostrado un nivel de madurez tecnológico bastante alto. Ahora, además de las pruebas de sabor adicionales, están trabajando en el desarrollo del empaque y en el nombre que se le dará al producto.

“Tenemos una presentación preliminar de 30 gramos que tendría un costo unitario de 50 céntimos de sol. Nuestro objetivo final es que el producto esté al alcance de las familias peruanas a través de las bodegas y los supermercados en todo el Perú”, manifiesta Roldán.

Hay un anhelo mucho mayor: que el producto llegue a lugares alejados del país de la mano de instituciones locales, y también al extranjero apoyados en la asociación que tienen con Inversiones Perú Pacífico. “La compañía exporta pota en congelado al mercado asiático. Es por ello que, gracias a la asociación con la firma, hemos recibido el interés en el producto de parte de empresarios japoneses. Si todo sale bien, se convertirá en un producto de exportación”, finaliza el especialista.

Al respecto, es importante tener en cuenta que la tendencia al consumo de alimentos nutritivos ricos en proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales está en aumento, y que todo indica que así seguirá siendo en el futuro. Los consumidores se sienten cada vez más interesados en cambiar sus hábitos alimentarios y en informarse sobre la composición nutricional y las propiedades de lo que consumen (Cáez, 2007)².

Por ello, en un país con la biodiversidad que tiene el Perú, existe una gran oportunidad para diversificar los productos industriales alimentarios y, así, atender los cambios en los hábitos de consumo —cada vez más hacia productos saludables— que continuarán en los próximos años. ●●●

2. Gabriela Rabe Cáez Ramírez y Nidia Casas Forero. (2007). Formar en un estilo de vida saludable: otro reto para la ingeniería y la industria. *Educación y Educadores*, 10(2), 103-117. Sección “Pedagogía universitaria”. Facultad de Educación de la Universidad de La Sabana. Bogotá, Colombia.

DETECCIÓN ESPECÍFICA Y EFECTIVA DE UTA Y COVID-19



UNA INVESTIGACIÓN PERUANA ESTÁ A PUNTO DE LOGRAR LA DETECCIÓN TEMPRANA DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS COMO LA LEISHMANIOSIS O EL COVID-19. ELLO GRACIAS AL USO DE LA TECNOLOGÍA DE EDICIÓN GENÉTICA CRISPR-CAS.

Hace tres años, durante una estadía de investigación posdoctoral en Hamburgo, Alemania, como becaria de la Fundación Alexander von Humboldt, la doctora en Ciencias Biomédicas y bióloga de profesión Vanessa Adaui ya pensaba en regresar al Perú para continuar su carrera científica. Era la oportunidad de realizar ciencia en su tierra natal, iniciar su propio grupo de investigación y, así, contribuir con la formación de las nuevas generaciones de científicos, gracias a su trayectoria en la investigación de enfermedades infecciosas y tropicales.

Adaui recuerda que, por entonces, artículos científicos indicaban que la tecnología CRISPR-Cas podía utilizarse no solo para edición genética, sino también para realizar detección molecular de agentes infecciosos causantes de enfermedades. Ello abría una novedosa línea de investigación con gran potencial para democratizar el acceso a diagnóstico molecular.

“Me entusiasmó que esta tecnología que conozco bien adquiriera un nuevo uso, que se aplicara en

APORTES DEL PROYECTO A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



la detección de virus que causan la fiebre del Zika o el dengue, y de bacterias que causan la tuberculosis, pero que todavía no se había utilizado en la detección de parásitos unicelulares como la *Leishmania*, que produce la uta”, explica.

Fue así que, ya en el Perú, Adaui, junto con investigadores de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) y de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), elaboró una propuesta de investigación y se presentó al concurso de incorporación de investigadores del Concytec, con el apoyo del Banco Mundial, para lograr financiamiento. Y lo consiguieron.

UTA, UNA ENFERMEDAD ENDÉMICA EN EL PERÚ

La leishmaniosis cutánea —conocida como uta en el Perú— es una enfermedad parasitaria transmitida por la picadura de insectos flebótomos que es prevalente en la sierra y la selva de países andinos como el nuestro. Está relacionada con la pobreza, pues los más afectados suelen ser campesinos en dicha condición de la sierra y la selva peruanas, y causa morbilidad y pérdidas económicas significa-



Entre 0,7 y 1,2 millones de casos de leishmaniosis cutánea se registran anualmente en el mundo, según la OMS.

tivas. En la última década, en el Perú se reportaron alrededor de 6500 casos por año de la forma clínica cutánea y 500 casos de la forma mucocutánea.

Esta enfermedad deja secuelas desfigurantes en las personas afectadas y a la fecha no existe una vacuna efectiva contra ella. Las medidas de control se basan en la detección temprana, seguida del tratamiento con fármacos en casos confirmados.

Respecto de los métodos de detección para esta enfermedad, Adaui declara que existen tres tipos: de diagnóstico parasitológico, de pruebas serológicas y con herramientas moleculares. Para el primero, se extrae una muestra de la lesión, la cual se extiende sobre una lámina portaobjetos y se tiñe con un compuesto para hallar los amastigotes de *Leishmania* con la ayuda de un microscopio. Los amastigotes son la forma intracelular del parásito, que reside dentro de macrófagos en el paciente infectado. Así, dado que su correcta detección depende de la experiencia de la persona que realiza la prueba, y considerando, además, que la leishmaniosis cutánea se caracteriza, por lo general, por presentar pocos parásitos en la úlcera, la sensibilidad de esta prueba suele ser baja.

Por su parte, los diagnósticos basados en serología presentan una sensibilidad y una especificidad heterogénea, ya que dependen del antígeno utilizado. Para la leishmaniosis cutánea, que es una inmunopatología celular, por sí sola la prueba serológica no resulta de mucha utilidad para su detección.

Finalmente, los métodos moleculares basados en la PCR son los más certeros, pero son sofisticados y, además, “dado que el análisis debe hacerse en un laboratorio especializado, la confirmación de casos en zonas endémicas rurales alejadas del país demora más tiempo y, por lo tanto, también la administración del tratamiento”, añade.

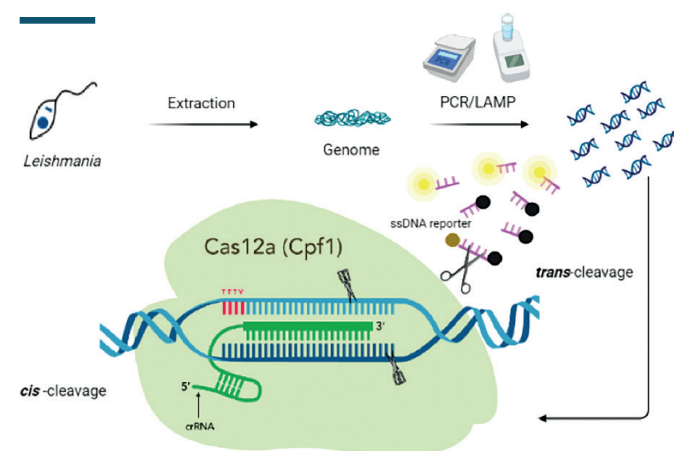
DE LEISHMANIA AL SARS-COV-2

En enero del 2020, el equipo de investigación empezó el desarrollo de la tecnología CRISPR-Cas para la detección de *Leishmania*. Por ello, cuando en marzo la pandemia del COVID-19 llegó al Perú, los avances que habían realizado les permitieron aplicar la misma tecnología para la detección del SARS-CoV-2. Esto fue posible gracias a la gran versatilidad y al amplio rango de aplicaciones potenciales de la tecnología CRISPR: genotipificación, tamizaje de cáncer, detección de infecciones bacterianas, virales o parasitarias, y detección de resistencia a antibióticos.

“De marzo a agosto del 2020, nos dedicamos de lleno al SARS-CoV-2, causante del COVID-19”, cuenta Adaui. Es necesario mencionar que este método requiere amplificar el material genético que se empleará para la detección, para aumentar la sensibilidad de la prueba. Por ello, explica, “se realizó un paso de amplificación (“fotocopiado”) *in vitro* por RT-PCR, se diseñaron moléculas de ARN guía y produjimos las enzimas localmente para el rastreo del virus”. Finalmente, con el método CRISPR-Cas, que genera una señal de fluorescencia si la molécula por detectar está presente en la mezcla de reacción, analizaron si la prueba era negativa o positiva.

Con la tecnología ya desarrollada, pusieron a prueba cien muestras clínicas, y obtuvieron resultados

ESQUEMA DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE *LEISHMANIA* SPP. BASADO EN CRISPR



Primero, las muestras biológicas (cultivo celular de cepas de referencia de *Leishmania*) o muestras clínicas (de pacientes con diagnóstico presuntivo de leishmaniosis cutánea) son procesadas para extracción del ADN genómico. Una vez obtenido el ADN, el proceso involucra dos etapas *in vitro*: un paso de amplificación (por PCR o métodos de amplificación isotérmica - LAMP) del ácido nucleico diana, seguido de la detección basada en CRISPR-Cas12a. El crRNA (ARN guía, mostrado en color verde) dirige a la endonucleasa Cas12a hacia la secuencia diana complementaria específica. Cuando Cas12a encuentra la secuencia diana se activa y generará cortes (actividad colateral) de una molécula reportera sensora (sustrato de ADN de hebra simple, ssDNA), dando lugar a una señal de fluorescencia medible en tiempo real. Esta señal será detectable solo si la molécula diana a detectar está presente en la mezcla de reacción. Las moléculas diana de *Leishmania* empleadas son secuencias multi-copia: ADN de minicírculos del kinetoplasto y ADN ribosomal 18S, lo que permite alcanzar una alta sensibilidad. Figura creada en Biorender.com.

con alta concordancia con la prueba de referencia (RT-qPCR). “Son buenos hallazgos y validan la fase 2 de esta prueba, denominada UnCovid. Ahora nos encontramos dedicados a publicar los protocolos para que le sean útiles a la mayor parte del mundo”, indica.

Un punto a favor de esta tecnología es que su costo sería menor en la medida en que las enzimas y las moléculas de ARN guía pueden producirse localmente, y que ese proceso ya ha sido estandarizado como parte de la investigación y el desarrollo del equipo de la UPC.

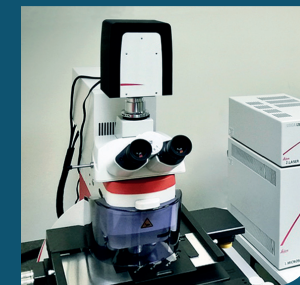
DE VUELTA A LEISHMANIA

Para el caso de lesiones de leishmaniosis cutánea, la carga (número) de parásitos en tejido es generalmente baja. Ello conlleva retos particulares para

LA CIENCIA AL SERVICIO DE LA SALUD: OTROS PROYECTOS FINANCIADOS POR EL CONCYTEC

MICRODISECTOR LÁSER: NUEVA HERRAMIENTA PARA INVESTIGAR EL CÁNCER EN EL PERÚ

Un equipo de investigadores de la Unidad Funcional de Patología Quirúrgica y Necropsias del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) ha logrado la adquisición e implementación de un microscopio de microdissección por láser para la plataforma de investigación del Banco de Tejidos Tumورales del INEN. Ello permitirá diseñar proyectos de investigación especializada en cáncer y en otros campos de estudio.



VIRUS CONTRA BACTERIAS

La Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) desarrolla una investigación para obtener 30 cepas de la especie de bacterias *Pseudomonas aeruginosa*, causante de enfermedades infecciosas nocivas. Las cepas serán analizadas y destruidas mediante bacteriófagos (virus que infectan bacterias) aislados y cultivados en laboratorio. Para ello, se aislarán y purificarán los virus que presenten las mejores características genéticas y que garanticen su efectividad frente a bacterias resistentes.



aumentar la sensibilidad de la prueba. Para solucionar ese ámbito de la investigación, el equipo optó por enriquecer la muestra biológica mediante un paso previo de captura del parásito. Así, se encuentran desarrollando aptámeros de ADN de alta afinidad para *Leishmania*, que serán inmovi-

lizados a bionanomateriales para la captura de los parásitos presentes en las muestras biológicas.

La combinación del método CRISPR-Cas con materiales biofuncionalizados por medio de aptámeros de captura les permitirá desarrollar un sistema de detección de *Leishmania* con una doble ventaja y valor agregado con respecto a las plataformas de detección SHERLOCK y DETECTR basadas en CRISPR existentes en el mercado: una mejor especificidad y alta sensibilidad sin necesidad de amplificación de las moléculas biomarcadoras de ADN.

Los ensayos de detección por CRISPR-Cas se realizan desde setiembre del 2020, y el equipo ha constatado su efectividad en una decena de pruebas con muestras clínicas, por lo cual publicarán un artículo científico con los resultados obtenidos. El siguiente paso es validar la efectividad de la prueba con el método CRISPR-Cas en una muestra más grande. Cuando eso suceda, el diagnóstico de la uta podría tomar alrededor de dos horas y generar ahorros de tiempo y dinero para los pacientes.

Adaui afirma que este tipo de diagnóstico será relativamente fácil de usar, exacto, sensible, adaptable a formato simple y de bajo costo, por lo que será accesible y asequible para su uso en centros de salud de zonas endémicas, que suelen contar con equipamiento clínico y de laboratorio básicos. Asimismo, el hecho de tener un diagnóstico preciso ayudará a darles a las personas un tratamiento oportuno y efectivo.

Finalmente, es importante considerar que el campo de la biotecnología basada en CRISPR-Cas sigue en expansión y a un ritmo acelerado. Por ello, su potencial de aplicación incluye, pero no se limita a, la edición de cultivos agrícolas, la implementación de nuevas terapias para enfermedades genéticas en seres humanos y el desarrollo de nuevos antibióticos y antivirales.

De ahí la relevancia para el país de que se esté generando y acumulando conocimiento sobre una técnica que tendrá múltiples impactos biotecnológicos a escala mundial. ●●●

ÁRBOLES ÉLITE

UN KIT DE DIAGNÓSTICO PERMITIRÁ DETERMINAR LA CALIDAD Y LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE UN GRUPO DE ÁRBOLES ÉLITE. AUNQUE EL OBJETIVO ES REVERTIR LA DEFORESTACIÓN DE LA COSTA NORTE, BENEFICIARÍA A TODAS LAS REGIONES DEL PAÍS.

En los últimos años, más de 700 000 hectáreas de bosques secos se han perdido en la costa norte. Una de las especies más deforestadas es el algarrobo, cuya madera se utiliza para convertirla en leña o carbón para restaurantes, especialmente para pollerías.

Por ello, sumado a la necesidad de frenar el proceso de deforestación, se requiere con urgencia apostar por la reforestación con especies vegetales (árboles) que, además de buena calidad, tengan dos características: rápido crecimiento y calidad de adaptación, lo cual brindaría también una ventaja comparativa.

Es por esto que un grupo de investigadores de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), liderados por el doctor en entomología e ingeniero agrónomo Juan Carlos Cabrera La Rosa, viene desarrollando una plataforma proteómica que detecta la calidad y la velocidad de crecimiento de cinco especies presentes en Lambayeque: algarrobo, zapote, neem, cedro y caoba. El objetivo es enfocar la investigación en estas especies nativas y también en cómo introducir especies que se adapten a las condiciones del lugar.

El doctor Cabrera La Rosa explica que hoy en día los criterios para la selección de especies foresta-

APORTES DEL PROYECTO A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



les en la costa norte se basan solo en caracteres externos (vigor de la planta), sin tomar en cuenta otras variables del material vegetal. “Los programas de mejoramiento forestal y reforestación carecen de herramientas para seleccionar material élite. Teniendo en cuenta que la vida útil de una plantación forestal es de 20 a 25 años, lo recomendable sería que desde el principio se sepa y se asegure qué potencial tiene”, afirma.

En este sentido, indica que, por las condiciones de aridez del norte del país y la poca disponibilidad de agua, un proceso de reforestación requiere plantas que desarrollen, por ejemplo, raíces con bastante profundidad.

Por tal motivo, como parte del proyecto los investigadores de la UPAO han diseñado un enfoque de evaluación que, además de la selección en campo, utiliza técnicas de laboratorio a través de un enfoque proteómico para estudiar los genes



El kit permitirá la recuperación de los bosques secos. Serfor registró la primera plantación de caoba en Olmos.

asociados con la formación y la calidad de la madera. Ello les permite, asegura el doctor Cabrera La Rosa, tener una visión holística de la producción forestal.

Así, después de seleccionar en los viveros de Janyanca las especies de rápido crecimiento de raíces, se analizan sus perfiles proteicos, como resistencia de la madera a plagas, dureza y color. Por último, se emplea la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para un diagnóstico temprano de diferenciación de especies forestales por medio de marcadores específicos. Este paso permite, incluso, detectar la presencia de variantes para el caso de grupos de árboles que, sin ser otras especies, tienen características biológicas diferentes.

Estos tres pasos constituyen la plataforma que se convertirá en un kit de diagnóstico para seleccionar árboles élite.

OTROS PROYECTOS FORESTALES FINANCIADOS

SOLUCIÓN PARA RECONOCIMIENTO ONLINE DE ESPECIES FORESTALES MADERABLES

El proyecto, liderado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), busca generar un servicio para *smartphones* que facilite el reconocimiento *online* de especies forestales maderables. La ausencia de reconocimiento es uno de los principales problemas de la cadena de valor forestal (facilita la tala ilegal). Para ello, se utilizarán redes neuronales, procesamiento de imágenes, HPC (computación de alto rendimiento) y un banco de fotos.



MADERA PLÁSTICA A BASE DE DESECHOS NATURALES EN UCAYALI

Iniciativa ecológica de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA), con sede en Pucallpa. Identifica los parámetros óptimos para elaborar perfiles de madera plástica en base a compuestos reciclados para utilizarlos en construcciones livianas. Se implementará un laboratorio especializado en compuestos plástico-madera, que permitirá generar valor agregado para residuos sólidos que actualmente originan contaminación ambiental en la región Ucayali. Además, al incorporar un material reciclado, contribuirá a reducir la deforestación.



INDICADORES DE CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD MEDIANTE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Se pretende usar la tecnología Field-Map para caracterizar silviculturalmente a las plantaciones y obtener indicadores de crecimiento y productividad. La idea es también ejecutar evaluaciones no destructivas en las plantaciones para determinar las propiedades tecnológicas y validar las potencialidades del *software* forestal. La innovación ayudará a establecer las principales propiedades de la madera mediante métodos no destructivos.



POTENCIAL DE USO

El proyecto de investigación, cofinanciado por el Concytec gracias a un préstamo del Banco Mundial, culmina a fin de año. Para dicha fecha se contará con un prototipo de kit de diagnóstico.

El investigador de la UPAO precisa que los principales usuarios de esta plataforma serán no solo los dueños de plantaciones forestales, sino también los Gobiernos regionales y las autoridades del sector forestal.

“El material élite es necesario para su propagación en viveros forestales autorizados y para los programas de reforestación de Gobiernos regionales. Hoy en día, en Piura, Lambayeque y La Libertad se reproducen distintas especies sin prioridad alguna”, manifiesta el doctor Cabrera La Rosa.

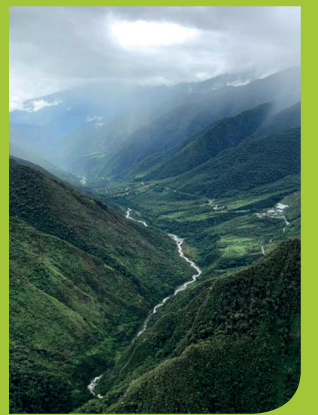
Asimismo, agrega, una institución como el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor) necesita herramientas de identificación de ma-

Los programas de mejoramiento forestal y de reforestación carecen de herramientas para seleccionar material élite. Teniendo en cuenta que la vida útil de una plantación es de 20 a 25 años, el kit de diagnóstico permitirá asegurar desde el principio el potencial que tienen.

terial forestal de alto valor en el mercado, como el cedro y la caoba. “Ellos enfrentan el comercio ilegal, y una tecnología como la que estamos desarrollando permitiría identificar la madera el mismo día en que se toman las muestras”, finaliza.

INNOVACIÓN EN ECOTURISMO

Si bien Machu Picchu y el Cusco son reconocidos como destino turístico, aún no ha sido posible desarrollar rutas alternativas para llegar hacia dicho monumento arqueológico. Al respecto, el valle cusqueño de Huyro tiene un potencial envidiable: flora, fauna, paisajes, buen clima y producción tradicional de té y café. ¿Cómo conseguir impulsarlo?



Hace 10 años un grupo de profesionales de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) inició sus intervenciones en dicho valle. Instalaron una granja ecológica y proyectos de energías renovables, y trabajaron en la mejora de cultivos. Pero lo más importante fue que se percataron del enorme potencial que tenía el turismo.

Gracias al financiamiento del Concytec, el investigador Bernardo Alayza cuenta que en el 2018 empezaron el diseño de un sistema de innovación para el ecoturismo sostenible en asociación con la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba (UNIQ) y el Centro de Investigación e Innovación en Tecnología Alimentaria y Nutrición. Además del equipo multidisciplinario, también se ha involucrado a las autoridades políticas, a los productores y a la población en general.

El sistema de innovación tiene tres ejes:

- Mejorar la cadena de valor del café a través de una pequeña planta que acciona con energía solar.
- Poner en valor la cadena del té, investigando y resaltando sus propiedades.
- Lanzar una estrategia de marketing disruptiva para promover el valle como destino turístico local e internacional.

El proyecto en ejecución aporta a los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:



En este sentido, si bien el proyecto de investigación actualmente se encuentra enfocado en especies de la costa norte, la técnica desarrollada podrá ser aplicada en todas las regiones del Perú. De esta manera, el proyecto ayudará a poner en valor el potencial forestal con el que cuenta el país.

Recordemos que el Perú se ubica en el puesto nueve entre los países con mayor superficie forestal en el planeta, y en el segundo en América del Sur. Además, es el primero en el mundo por la diversidad de su población arbórea.

De los 128 millones de hectáreas que conforman el territorio nacional, 78,3 millones —o el 61%— son bosques amazónicos.

De ahí la relevancia que puede jugar el sector forestal en el desarrollo del Perú. Y de ahí la importancia de contar con una tecnología con la que se podrían definir las especies de árboles más propicias para las condiciones ambientales de cada región del país. ●●●

CONCRETO

ANTICONTAMINANTE

LAS ESCORIAS DE LAS FUNDICIONES DE COBRE Y LOS NEUMÁTICOS QUE EL SECTOR AUTOMOTOR DESECHA PERMITIRÁN FABRICAR EN EL PERÚ UN CONCRETO ECOAMIGABLE PARA SU USO EN EDIFICACIONES URBANAS Y DE VIVIENDA.



El Perú siempre ha sido reconocido internacionalmente por su industria de cobre, y hoy es el segundo productor mundial. Por esa razón, durante el siglo pasado se establecieron fundiciones cercanas a los yacimientos mineros, donde se generaron escorias de cobre que, lamentablemente, han permanecido en los vertederos como depósitos abandonados, sin un uso específico y generando un impacto ambiental negativo.

De otro lado, a escala global, pero incluso más en países en desarrollo como el nuestro, se evidencia un problema persistente ocasionado por

la presencia de neumáticos fuera de uso (NFU), fundamentalmente porque carecen de un proceso de recojo selectivo y de un adecuado sistema de gestión. Ello lleva a que causen contaminación en las calles y en botaderos clandestinos, donde se acumulan sin control. Se trata de un problema ambiental importante si se considera que los neumáticos demoran cien años en desintegrarse.

Estas dos situaciones están siendo convertidas en el Perú en una oportunidad gracias a un grupo de investigadores liderado por Edwin Gudiel Rodríguez, doctor en Ingeniería de la Construcción por

APORTES DEL PROYECTO A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), quien hace tres años regresó al Cusco con la mira puesta en realizar investigación desde su tierra natal.

Hoy está al frente de un proyecto cofinanciado por el Concytec con un préstamo del Banco Mundial que busca utilizar las escorias de las fundiciones de cobre y las partículas de caucho procedentes de neumáticos en desuso para fabricar soluciones de concreto menos contaminantes.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

Desde los laboratorios de la Universidad Andina del Cusco (UAC), y también de la UPV, Gudiel y su equipo de investigación han desarrollado la caracterización fisicoquímica de ambos recursos, que abundan en el Perú. Ello les ha permitido corroborar que es posible fabricar morteros y concretos que sean útiles para la producción de ladrillos y de adoquines de cemento, así como para su uso en la construcción de pistas con insumos menos contaminantes que los que existen en el mercado actual.

Este primer paso (la caracterización fisicoquímica) es clave porque determina el comportamiento de los materiales ante diferentes condiciones o acciones externas, como el calor, el frío y el uso de otros compuestos, además de si son útiles para los fines de la investigación.

En los ensayos realizados por Gudiel y el equipo de investigación se ha alcanzado un producto con ca-



Por cada tonelada de cobre, quedan de dos a tres toneladas de escoria. En el centro y sur hay cerros de escoria sin tratar.

racterísticas similares a las del cemento Portland, y que, por lo tanto, se puede usar en albañilería. Además, el caucho reduce la fragilidad y mejora las propiedades térmicas del concreto o del mortero, lo cual permite contribuir a optimizar las características de calidad y costo para las construcciones.

Eso es lo que ya está corroborado. El equipo efectuará ensayos para certificar que la solución se puede emplear en estructuras más resistentes, como vigas y fierros. "Haremos ensayos de corrosión y de modelización para saber si podemos usar el producto como concreto estructural adherido al acero", indica Gudiel.

Asimismo, señala que están a punto de comenzar otra investigación que ayudará a dar el salto industrial: probar las características no solo en el laboratorio, sino en una solución de mayor al-

cance, por ejemplo en una pequeña planta de producción para efectuar la molienda de los insumos y tener listo el producto. “Estamos concertando con una empresa minera, cuyo nombre no puedo decir por acuerdos de confidencialidad. Asimismo, para realizar ese proceso contaremos con el apoyo de la Universidad de Huelva (España), además de la Universidad Politécnica de Valencia”, finaliza.

ECONOMÍA CIRCULAR E IMPACTO AMBIENTAL

¿Por qué el equipo de investigación decidió utilizar escorias de cobre y partículas de caucho de neumáticos? Por dos razones relacionadas.

La primera es que desde el 2013, cuando viajó a España para cursar un doctorado en ingeniería de la construcción, Gudiel viene estudiando dichos materiales, publicando artículos científicos sobre ellos y participando en congresos especializados (también es investigador invitado del Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón).

Al volver al Perú, constató que las escorias de cobre y los millones de llantas en desuso son insumos con los cuales es posible desarrollar material para la construcción de viviendas. Esa fue la segunda razón que abrió la puerta a la investigación.

“Por cada tonelada de cobre que se produce, quedan de dos a tres toneladas de escoria. En el centro y el sur del país hay cerros de escoria sin tratar. De otro lado, en el caso de los neumáticos, son uno de los productos más contaminantes del planeta. Esa es la razón de que en otros países se reutilicen o reciclen, pero en el Perú no se hace a gran escala. La reutilización de ambos productos es una gran oportunidad”, afirma Gudiel.

En cuanto a las escorias, es importante tomar en cuenta que un problema central para el desarrollo de la minería en el Perú es la huella negativa de los pasivos ambientales existentes en diferentes regiones del país. De ahí que Gudiel resalte que esta solución podría ser muy útil no solo para la pro-

PROYECTOS PARA DESARROLLAR UNA

TECNOLOGÍA PARA TRATAMIENTO Y REAPROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La Universidad Nacional del Callao (UNAC) desarrolla una tecnología que busca tratar, conjuntamente, las aguas residuales domésticas de hogares cercanos a las minas y las aguas ácidas de la minería. Ello contribuiría a generar ahorros económicos, de energía y de materiales si se compara con los procesos que se realizan por separado. Las pruebas efectuadas en laboratorio han permitido validar los resultados con 32 metales, y se ha obtenido un 98% de reducción de concentración de los mismos.



Uno de los objetivos que plantea el Plan Nacional de Competitividad y Productividad del Perú es la adopción de métodos de producción y patrones de consumo que fomenten nuestro tránsito hacia una economía circular.

ducción actual de cobre, sino también para que el Estado cuente con una alternativa de gestión para dichos pasivos. Por ejemplo, para las pruebas realizadas, “una unidad minera nos dio su escoria a costo cero, porque a ellos los beneficia darle un uso”, explica el investigador.

De la misma forma, sin un sistema de gestión, la presencia en el ambiente de NFU genera contaminación con un producto que fácilmente puede ser tratado y revalorizado. Ya en muchos países, sobre

MINERÍA SOSTENIBLE

RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS POR LA EXTRACCIÓN MINERA AURÍFERA EN LA AMAZONÍA

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), en asociación con la Universidad Nacional Agraria La Molina (Unalm) y la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (Unamad), está llevando a cabo una investigación que permitirá recuperar la productividad de suelos degradados principalmente por la actividad minera aurífera con plantas locales denominadas “cultivos de cobertura”. Esta iniciativa ya ha ayudado a recuperar áreas degradadas con costos muy bajos y altos beneficios para la calidad del suelo.



RECONSTRUCCIÓN Y MODELADO 3D DE PIEZAS Y COMPONENTES DE MAQUINARIA PESADA

Con la finalidad de atender los equipos de maquinaria pesada utilizados por la minería y evitar, de tal modo, el desgaste de sus piezas, la Universidad Católica San Pablo (UCSP) se encuentra desarrollando un *software* especializado que reconstruirá y modelará cada uno de sus componentes en 3D. Ello les permitirá no solo reducir el tiempo de evaluación de los equipos, sino sobre todo asegurar que estos reciban un mantenimiento óptimo.



todo en los desarrollados, existe una amplia gama de posibilidades de reutilización y reciclaje de subproductos provenientes de los NFU. Esas experiencias pueden ser replicadas en el Perú mediante proyectos como el que propone esta investigación.

Gudiel considera que las propias industrias del cemento podrían apostar por un proceso paulatino de reconversión, dado que solo necesitarían contar con las escorias, acopiarlas, transportarlas y trabajarlas con la caracterización físicoquímica correspondiente. Así, podrían incorporar un producto ecoamigable como parte de su cartera.

Como señala la Corporación Andina de Fomento (CAF), la economía circular está reorientando los sistemas productivos lineales —producir, usar y desechar— hacia otros que alargan la vida útil de los productos al reusarlos, recuperarlos o repararlos, y, en última instancia, reciclarlos en materiales útiles para el mismo proceso productivo o para trasladarlos a otras industrias. Así, además, reducen la dependencia permanente a nuevos flujos de materiales, por lo que son también una estrategia de eficiencia en la cadena de suministros

y en la reducción de costos de abastecimiento y disposición final.

Por esa razón, el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030 del Perú plantea como su Objetivo Prioritario 9, “Sostenibilidad ambiental”, “la adopción de métodos de producción y patrones de consumo que fomenten nuestro tránsito hacia una economía circular”.

PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

Un valor transversal a los procesos de investigación y desarrollo es el conocimiento que se acumula localmente, sobre todo cuando hay un vínculo con universidades internacionales que llevan trabajando mucho más tiempo en las respectivas materias.

En este sentido, el *know-how* asimilado por los científicos de la UAC a cargo del proyecto será un pilar fundamental para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos de este tipo, y así también, una palanca para impulsar la economía circular, en el Cusco en particular y en el país en general. ●●●

JUNTOS ESTAMOS TRANSFORMANDO EL PERÚ

