

Investiga. TEC

Setiembre de 2021

Año 14. No. 42. ISSN 1659-3383



Presentación
(página 2)

Biología vegetal: mejoramiento de cultivos ante el cambio climático
(páginas 3)

Quehacer del TEC se vincula ampliamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible
(página 6)

V aniversario del grupo PaRMa/TEC. Cinco años de avances en reconocimiento de patrones y aprendizaje automático
(página 11)

Un caso de resiliencia. Extensión en tiempos de pandemia (página 16)

Utilizan tecnologías y metodologías participativas para visibilizar comunidad Erizo Juan Santamaría (página 18)



TEC | Tecnológico de Costa Rica

Investiga.TEC es una publicación cuatrimestral de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Editora:
Marcela Guzmán O.

Comité Editorial:
Dagoberto Arias A.
Marcela Guzmán O.
Silvia Hidalgo S.
Miguel Rojas Ch.

Teléfonos:
(506) 2550-2315 ó
(506) 2550-2151

Correo electrónico:
vie-tec@itcr.ac.cr

Apartado postal 159-7050,
Cartago, Costa Rica

Diseño gráfico:
María José Montero V.
Xinia Varela S.

Diseño y Diagramación:
Punto Elíptico
Móvil: 8444-6273
keren.cardoza@gmail.com

Presentación

Marcela Guzmán O.
Editora
maguzman@itcr.ac.cr

En la presente edición de **Investiga.TEC** ofrecemos a nuestros lectores una serie de artículos que esperamos sean de su interés.

Biotecnología vegetal: mejoramiento de cultivos ante el cambio climático, se refiere al agravamiento de las condiciones provocadas por el **cambio climático** y su efecto negativo en la seguridad alimentaria.

En estas circunstancias, la biotecnología ofrece las herramientas para favorecer el **mejoramiento genético de cultivos** y, con ello, los procesos de selección masiva de plantas más resistentes. Una de estas herramientas es el cultivo de tejidos que, junto con la **inducción de mutaciones** y otros se desarrollan en el Tecnológico de Costa Rica (TEC) y permiten generar nuevas variedades de plantas de interés para los agricultores.

Costa Rica fue el primer país en firmar un pacto nacional por el avance de los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, en el cual participan entre otras muchas instituciones, las universidades públicas.

El TEC, como universidad pública, tiene el compromiso de evidenciar las acciones que ejecuta para **cumplir con los ODS**. Este cumplimiento se articula desde el marco estratégico, incluidos su misión, visión, fines y principios y se destacan los temas de: investigación, formación, innovación, igualdad de oportunidades, justicia social, ambiente, derechos humanos, extensión y desarrollo del país.

En el artículo *Quehacer del TEC se vincula ampliamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible*, la autora explica cómo desde el 2018 la Oficina de Planificación Institucional (OPI) diseñó un **modelo para identificar los aportes del TEC** en este campo, lo cual abarca la identificación de programas, proyectos y actividades basadas en proyectos de investigación y extensión; informes de labores; evaluaciones a los planes operativos; comunicaciones nacionales e institucionales; y el sitio web del TEC. También el análisis de documentos; la identificación de los ODS y metas para cada

acción; la vinculación sugerida por los responsables de cada acción; tabulación de la información y limpieza de datos; y visualización gráfica para consulta de información.

PARMA/TEC (*Pattern Recognition and Machine Learning*) es un grupo multidisciplinario conformado principalmente por profesores investigadores del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Fue conformado en agosto del 2016 ante la inquietud de contar con una colaboración más integral en iniciativas de investigación y desarrollo en las áreas de **reconocimiento de patrones** (*pattern recognition*) y **aprendizaje automático** (*machine learning*). La misión del grupo PaRMA ha seguido los tres ejes principales del TEC: docencia, investigación y extensión.

En un artículo preparado con motivo de los cinco años del grupo, el coordinador se refiere a los proyectos que han desarrollado a lo largo de los años, algunos de ellos con **colaboración internacional**.

El proyecto de extensión *Fortalecimiento de las capacidades técnicas, de organización y comercialización de pequeños productores pertenecientes al Programa de Plantaciones de Aprovechamiento Forestal en la Región Huetar Norte*, comenzó en 2019 con la recopilación de información para establecer una línea base sobre el **estado de las plantaciones** y la identificación de oportunidades de mejora.

En el artículo *Un caso de resiliencia. Extensión en tiempos de pandemia*, los extensionistas cuentan cómo debieron organizarse para continuar con el proyecto en medio de las restricciones causadas por la **pandemia del covid-19**. Parte de los cambios incluyeron organizar a cuatro productores para el establecimiento de parcelas demostrativas, quienes recibieron **asesoría remota** al inicio y posteriormente asesoría presencial respetando los protocolos establecidos.

Otro proyecto de extensión universitaria que ofrecemos en esta ocasión a los lectores, se planteó como objetivo **visibilizar a la comunidad Erizo Juan Santamaría**, tanto en el mapa digital como en su relación con instituciones y barrios vecinos. Se trata de una comunidad que se estableció en los ochentas en la margen sur del río Ciruelas, en Alajuela, con una población producto de migraciones internas de zonas rurales a zonas urbanas.

Para lograr su visibilización, el equipo de investigadores utilizaron **tecnologías y metodologías participativas** mediante las cuales se logró un levantamiento inicial de datos geoespaciales con los principales elementos del espacio y la numeración de cada una de las unidades habitacionales en el asentamiento.

Es la intención de Investiga.TEC que los artículos despierten el interés de sus lectores y que, al mismo tiempo, conozcan algunos de los **aportes que hace el TEC a la sociedad**.

Fotografía de portada

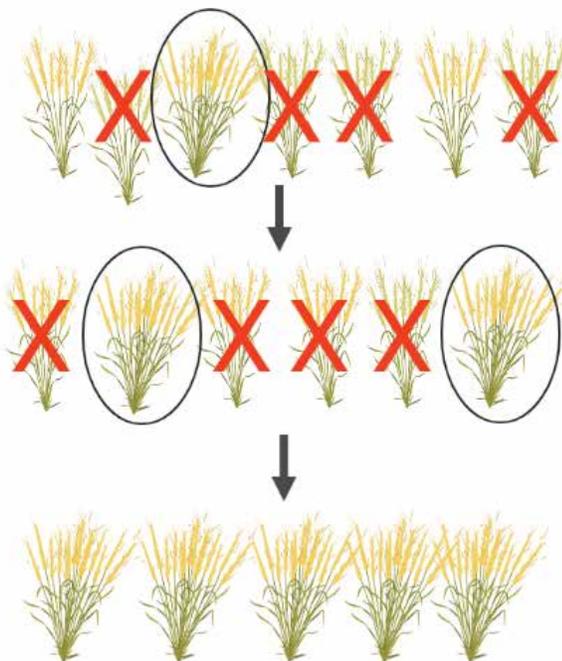


La fotografía de portada corresponde al artículo **V aniversario del grupo PaRMA/TEC. Cinco años de avances en reconocimiento de patrones y aprendizaje automático**, que publicamos en la página 11. Muestra el uso de cámara y dispositivos tipo *wearable* para la detección automática de atracción humana en citas rápidas mediante aprendizaje automático [1]. [1] L. Cabrera-Quiros, A. Demetriou, E. Gedik, L. v. d. Meij and H. Hung. "The MatchNMingle dataset: a novel multi-sensor resource for the analysis of social interactions and group dynamics in-the-wild during free-standing conversations and speed dates". Transactions on Affective Computing, 2018. La imagen es tomada del set de datos MatchNMingle (<https://matchmakers.ewi.tudelft.nl/matchnmingle/pmwiki/>).

B

iotecnología vegetal: mejoramiento de cultivos ante el cambio climático

Jason Pérez Chaves*
jasperez@itcr.ac.cr



Created in BioRender.com

Figura 1. Esquema representativo de la selección de genotipos de plantas de rendimiento superior a través de las generaciones. Created with BioRender.com.

Resumen

Las condiciones de cambio climático de los últimos años se han agravado, previéndose que las alteraciones serán cada vez más frecuentes y drásticas. Para la humanidad, una de las principales afectaciones está relacionada con la seguridad alimentaria. Para hacer frente a esta problemática se deberán generar nuevas plantas mejor adaptadas y más productivas. La biotecnología ofrece varias herramientas que pueden favorecer al mejoramiento genético de cultivos y así poder sobrellevar los desafíos que se esperan en el futuro cercano. Una de ellas es el cultivo de tejidos que facilita los procesos de selección masiva de individuos requeridos, permitiendo su estudio en condiciones controladas en el laboratorio y requiriendo menor espacio para llevar a cabo esta labor. En combinación con estrategias como la inducción de mutaciones, en el TEC existe la posibilidad de desarrollar nuevas variedades de plantas de interés para los agricultores que permiten apoyar a este importante sector del país.

Palabras clave:

Cultivo *in vitro* de plantas, mutaciones, cultivos resistentes, selección de variedades, irradiador gamma-cell.

Selección de plantas

La domesticación de plantas y la agricultura transformaron a la humanidad y permitieron la vida sedentaria, una mejor nutrición y el desarrollo de la sociedad,

las artes y la cultura. Este proceso, que inició entre 10 000 y 12 000 años atrás, ha pasado por diversas etapas de progreso que han permitido, entre otras situaciones, el crecimiento de la población mundial.

Uno de los hitos de mayor importancia en el desarrollo de la agricultura corresponde a la selección de plantas con características de interés (Figura 1). Esta estrategia se mantiene vigente y se combina con herramientas modernas que facilitan y aceleran los programas de mejoramiento.

Los procesos de mejora convencional de cultivos se han basado en el cruce y selección de individuos con características de interés para combinarlas en la descendencia. Estos métodos de mejora pueden tardar hasta 10 años en especies hortícolas o herbáceas, mientras que en especies forestales o leñosas de crecimiento lento conseguir una nueva variedad requiere una inversión en tiempo, recursos y labor todavía mayor.

El mejoramiento genético convencional implica la anticipación de las condiciones y preferencias de mercado en un plazo relativamente largo; asimismo, requiere trabajar con altos números de individuos ya que se busca obtener un espécimen que presente las características deseables.

Para conseguir el mejor individuo de acuerdo con los requerimientos se tiene una probabilidad sumamente baja, por lo

que es vital trabajar con muchas plantas a lo largo del tiempo para lograr el objetivo. Se debe evaluar y dar mantenimiento a todas estas plantas y eso aumenta los costos del trabajo. Por otra parte, deben considerarse los efectos del cambio climático que alteran las condiciones ambientales a un ritmo mayor, por lo que actualmente no solo se necesitan plantas más productivas y resistentes a enfermedades sino resistentes a sequía, suelos salinos, temperaturas extremas y exceso de humedad, sumado a que los ciclos de los cultivos podrían alterarse así como los ciclos de las plagas y enfermedades.

Los retos del cambio climático no son relacionados solamente con los cambios en las condiciones, sino que esos cambios serán más drásticos y con menor margen de respuesta cada vez. Adicionalmente, se proyecta que para el año 2100, la población mundial llegará a 11 000 millones de personas. Para sobrellevar estas difíciles situaciones, la humanidad debe aumentar la sofisticación en la producción de cultivos agrícolas para aumentar los rendimientos con los recursos que ya contamos.

Biotecnología vegetal: cultivo *in vitro* de plantas

Entonces se hace imperioso abordar desde distintos puntos de vista la solución a esta problemática. Deben integrarse esfuerzos desde muchos sectores, ya que el cambio climático y sus efectos en los cultivos

agrícolas se relacionan con la mayoría de los objetivos globales de desarrollo sostenible.

Uno de los frentes desde los que se pueden apoyar los esfuerzos en mejoramiento genético es la biotecnología vegetal. Varias herramientas, como el cultivo *in vitro* de tejidos, permiten la propagación masiva de individuos de interés, el trabajo con un gran número de individuos en un espacio reducido y en condiciones controladas, así como la posibilidad de añadir en el medio de cultivo los agentes de selección. Por ejemplo, si se requiere una planta resistente a suelos salinos es posible añadir altas concentraciones de sal en el medio y así eliminar los individuos susceptibles y los resistentes sí sobrevivirán a esa condición (Figura 2). Mediante esta estrategia de selección, añadiendo al medio de cultivo el factor de interés, es posible también obtener plantas de cualquier cultivo resistentes a sequía, herbicidas y enfermedades de las plantas, entre muchos otros.

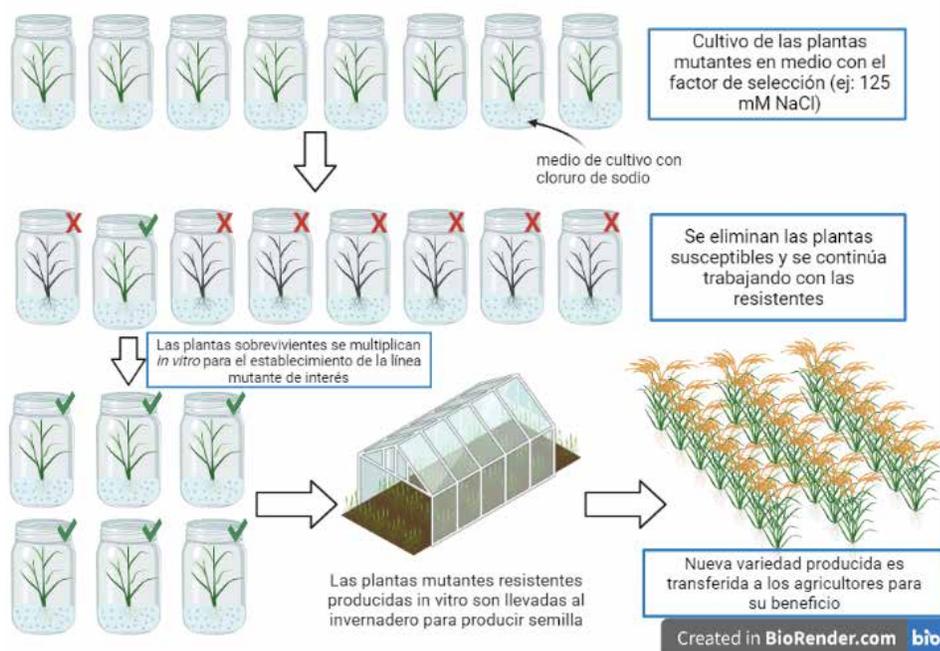


Figura 2. Producción de mutantes resistentes a salinidad mediante su selección *in vitro*. Created with BioRender.com.

Otras biotecnologías de gran importancia en el mejoramiento son la conservación a mediano y largo plazo por criopreservación, que consiste en el almacenamiento en condiciones de ultrabajas temperaturas de distintos tejidos vegetales como semillas, ápices, yemas, células y otros, generalmente utilizando nitrógeno líquido (-196 C). En estas temperaturas, es posible la conservación y el aseguramiento de las variedades de plantas que servirán en el futuro para otros programas de mejoramiento genético, para los nuevos retos que vendrán con el cambio climático. Para esto, esos bancos de germoplasma son vitales porque constituyen la materia prima para la obtención de nuevas variedades. De esta manera, los procesos de mejoramiento deben siempre estar acompañados de programas de conservación de germoplasma, cerrando el ciclo de uso y conservación de recursos fitogenéticos.

Mutaciones

Mediante la biotecnología vegetal también se pueden desarrollar variantes de interés, nuevas variedades agrícolas mediante inducción de mutaciones por métodos químicos (usando reactivos químicos mutagénicos) o mediante métodos físicos (usando irradiación de diversa índole como luz ultravioleta, rayos X o rayos gamma). Para producir mutantes, los tejidos vegetales son expuestos a alguno de los agentes

mutagénicos en condiciones de alta seguridad en el laboratorio y esto causa cambios en el ADN que permiten generar plantas nuevas con mejores características, como mayor productividad o mejor adaptación. Una vez en el campo, estas plantas son tan seguras como cualquier otro cultivo y de ninguna manera es posible que existan trazas o residuos del agente mutagénico por la naturaleza y seguridad de la metodología.

Una de las principales ventajas de producir mutantes como estrategia de mejoramiento genético es que acortan los ciclos de los programas de forma significativa, pudiendo pasar de 10 años que podría tardarse en desarrollar una nueva variedad por mejora convencional, a cuatro años o menos mediante la inducción de mutaciones. Otra de las ventajas de las variedades mutantes es que son ampliamente aceptadas por la sociedad costarricense y mundial y en la consecución de un objetivo en particular pueden producirse otros mutantes de interés aunque no se estuvieran buscando.

CIB/TEC

En el Centro de Investigación en Biotecnología del TEC (CIB) desde el 2014 se han desarrollado proyectos para producir mutantes de arroz por medio de rayos gamma. En una etapa inicial se obtuvieron mutantes de este importante cultivo para

Costa Rica y el mundo en colaboración con investigadores de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional y de la Escuela de Biología de



Figura 3. Equipo de irradiación gamma-cell del Laboratorio de Irradiación Gamma del Tecnológico de Costa Rica.

la Universidad de Costa Rica; el objetivo fue obtener variantes resistentes a sequía y a suelos salinos, dos de los principales problemas de cambio climático que serán más frecuentes en los próximos años.

Actualmente algunas de esas plantas variantes se encuentran en estudios finales para que cuando sean requeridos ya estén listos y que esos efectos del cambio climático no sean un problema para la producción de arroz y, por ende, contar con seguridad alimentaria en el país. Hasta la fecha se han registrado más de 3365 variedades de mutantes de cultivos en el mundo, según la base de datos conjunta FAO/IAEA (Abdelnour-Esquivel et al. 2020). En Costa Rica se han registrado dos variedades de arroz, una de rabiza y una de frijol, que fue la primera en ser registrada en 1975 (FAO/IAEA 2021). De manera que no es una tecnología ajena a nuestro país y todas las variedades mutantes son muy bien vistas por los costarricenses.

Por la experiencia generada en el CIB y en la Escuela de Física del TEC, grupos organizados de productores arroceros y cañeros se han acercado a los investigadores para solicitar nuevos mutantes, principalmente por las capacidades técnicas e instalaciones con que cuenta el TEC, como el irradiador gamma (Figura 3) y el laboratorio de cultivo de tejidos equipado para el desarrollo de las investigaciones requeridas (Figura 4). Se proyecta que productores de muchos otros cultivos se continuarán interesando en este tipo de desarrollos, por la posibilidad de aplicar estas experiencias y aprovechar los equipamientos del TEC en prácticamente cualquier otra especie vegetal. Así, el impacto de la inversión pública llega a los sectores que más lo necesitan, especialmente en iniciativas que impactan directamente en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y a reducir las consecuencias del cambio climático y crecimiento poblacional en la producción agrícola.

Referencias

Abdelnour-Esquivel, A., Perez, J., Rojas, M., Vargas, W., & Gatica-Arias, A. (2020). Use of gamma radiation to induce mutations

in rice (*Oryza sativa* L.) and the selection of lines with tolerance to salinity and drought. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 56(1), 88-97. <https://doi.org/10.1007/s11627-019-10015-5>

FAO/IAEA. (2021). *Mutant Variety Database*. Recuperado 4 de octubre de 2021, de <https://mvd.iaea.org>

*Jason Pérez Chaves es ingeniero en Biotecnología y máster en Ciencias Forestales con experiencia en cultivo de tejidos vegetales, mejoramiento genético por inducción de mutaciones y fisiología de la crioconservación de plantas. Es profesor de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, Escuela de Biología del TEC.



Figura 4. Cuarto de crecimiento de vitroplantas del Centro de Investigación en Biotecnología (CIB) del TEC.

La Figura 1 muestra los temas de la estrategia del TEC y los ODS que se relacionan o aportan a su cumplimiento.

Q

uehacer del TEC se vincula ampliamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Tatiana Fernández Martín*
tafema@itcr.ac.cr

Temas comunes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Formación	✓			✓	✓				✓									
Investigación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Extensión	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Derechos Humanos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ambiente		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Justicia Social	✓			✓		✓				✓							✓	
Igualdad de Oportunidades	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓							✓	
Innovación		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desarrollo del país	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 1. Vinculación de temática del Marco Estratégico del TEC con los ODS.

Fuente: Elaboración propia, basado en Fernández, M. y Kozmann, A.P. (2020). Temas interrelacionados del marco de acción del TEC y los ODS.

Palabras clave:

Objetivos de Desarrollo Sostenibles, Agenda 2030, Cumplimiento de los ODS, Aportes TEC a los ODS.

El 25 de septiembre de 2015, la Organización de Naciones Unidas (ONU) aprobó los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible¹ conocidos como ODS y, además, elaboró lo que se conoce como la Agenda 2030², en la que define el Plan de Acción Mundial. Este contiene 169 metas vinculadas a los objetivos, en el que participaron 193 países. Los ODS “constituyen un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo” (ONU, Organización de Naciones Unidas, 2019).

Para la ONU, los objetivos “Se interrelacionan entre sí e incorporan los desafíos globales a los que nos enfrentamos día a día, como la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la prosperidad, la paz y la justicia” (ONU, Organización de Naciones Unidas, 2019). Sin duda, estas aspiraciones son globales, amplias y quizás muy difícil de alcanzar

en forma individual; sin embargo, el factor clave es la colaboración que realicemos los países para su cumplimiento.

Costa Rica fue el primer país en firmar un Pacto Nacional por el avance de los ODS³, con la participación de los tres poderes de la República, el Tribunal Supremo de Elecciones, la sociedad civil, las universidades públicas, el sector privado y otros. Al estar representado el Tecnológico de Costa Rica (TEC) en dicha firma, es que nos hemos comprometido a cumplir con los acuerdos tomados.

El TEC, como universidad pública, tiene el compromiso de evidenciar sus acciones en cumplimiento de los ODS. Este cumplimiento se articula desde el Marco Estratégico Institucional, incluidos su misión, visión, fines y principios. En estos elementos, se destacan los temas de: *investigación, formación, innovación, igualdad de oportunidades, justicia social, ambiente, derechos humanos, extensión y desarrollo del país*. Cada uno de esos temas es relevante en los ODS, por lo que hace muy viable visualizar los esfuerzos y acciones del TEC para su cumplimiento.

TEC al cumplimiento de los ODS.

Las actividades del modelo se resumen en:

- (1) Identificación de programas, proyectos y actividades que se realizan en la institución, basándose en los proyectos de investigación y extensión aprobados; en los diversos informes de labores; en las evaluaciones a los Planes Operativos; las comunicaciones nacionales e institucionales; y el sitio web del TEC.
- (2) Análisis de los documentos, se extrae una descripción, el objetivo, fechas de inicio y fin, responsable del proyecto o acción y dependencia que realiza la acción, entre otros.
- (3) Identificación de los ODS y metas para cada acción.
- (4) Validación de la vinculación sugerida con los responsables de cada acción.
- (5) Tabulación de la información y limpieza de datos.
- (6) Creación de visualización gráfica para consulta de información.

Producto de la aplicación del modelo durante los años 2018 al 2020, se registraron un total de 3519 acciones en las que el TEC aporta a nivel país en el cumplimiento de los ODS. El detalle se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Acciones identificadas por año.

Año	Acciones identificadas
2018	625
2019	1198
2020	1696

1 ODS, recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

2 Asamblea General de la ONU adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

Contexto del proyecto

En el 2018, la Oficina de Planificación Institucional (OPI) diseña un modelo para identificar los aportes del

3 Pacto Nacional, recuperado de: http://ods.cr/sites/default/files/documentos/pacto_nacional_por_los_ods_final_firmado_2.pdf

El producto final de la visualización de la información se encuentra en acceso libre y público en el sitio web del TEC, en la siguiente dirección: <https://www.tec.ac.cr/cumplimiento-tec-objetivos-desarrollo-sostenible-ods-0>. La Figura 2 ilustra la página principal.

Figura 2: Página principal del Proyecto Cumplimiento TEC de los ODS.



Fuente: ITCR, OPI, página web del TEC, Sitio de Transparencia, Planificación Institucional, “Cumplimiento del TEC a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”. Tomado de: <https://www.tec.ac.cr/en/cumplimiento-tec-objetivos-desarrollo-sostenible-ods-0>

Figura 3. Acciones del TEC del 2018 al 2020, vinculadas a los 17 ODS, según orden de porcentaje de representatividad de dichas acciones.

CUMPLIMIENTO DEL TEC A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)



Fuente: ITCR, OPI, Power BI elaborado por M.J. Ruiz Rivera-2021, según estudio realizado por T. Fernández Martín y A.P. Kozmann Rodríguez, sobre los Aportes del TEC del año 2018 al 2020, en cumplimiento de los ODS y metas de la Agenda 2030. Tomado de: <https://www.tec.ac.cr/en/cumplimiento-tec-objetivos-desarrollo-sostenible-ods-0>

El proyecto permite navegar a manera de una presentación o secuencia de pantallas, con la facilidad de proveer interacción, permitiendo que se puedan hacer consultas específicas por ODS; por año; por Campus o Centros; Dependencias; Ejes del Plan Nacional de la Educación Superior (PLANES) siendo estos Docencia, Extensión, Gestión, Investigación y Vida Estudiantil; atención a la pandemia; y por estructura programática. Además, cuenta con la posibilidad de interacción por cada ODS y permite mostrar mayor nivel de detalle.

La Figura 3 muestra la cantidad de acciones por ODS y su correspondiente distribución porcentual. Los ODS están ordenados de mayor a menor cantidad de acciones. Se evidencia también que el TEC contribuye con el cumplimiento a los 17 ODS, siendo el ODS 4: *Educación de Calidad*, en el que se han desarrollado más acciones. Esto es de esperar al ser el Tecnológico de Costa Rica una universidad. En dicho objetivo se incluyen la Oferta Académica y todas aquellas actividades de asesoramiento, capacitación o formación a algún sector interesado.

Para el seguimiento realizado al año 2020 se lograron identificar 1696 acciones para el cumplimiento de los ODS. Como se muestra en la Figura 4, el TEC nuevamente aporta a los 17 ODS, ubicándose en primer lugar el Objetivo 4: Educación de Calidad, con 308 acciones, correspondientes a un 18% del total de acciones. En segundo lugar, quedó el Objetivo 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico, con 151 acciones; seguido de los Objetivos 12, 9, 3 y 11; Producción y Consumo Responsables con 147 acciones; con 145 el Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura; Objetivo 3: Salud y Bienestar con unas 133 acciones; y el 11 de Ciudades y Comunidades Sostenibles con 115 acciones.

Esta información incluye los aportes de 89 dependencias a nivel institucional y su validación la efectuaron 217 personas coordinadoras o encargadas de su ejecución.

Ante la aparición de la pandemia mundial causada por covid-19, se logra identificar el aporte del TEC con 411 acciones concretas. Estas representan un 31% del total de acciones del 2020 y se concentraron principalmente en atender aspectos relacionados con el ODS 8: *Trabajo Decente y Crecimiento Económico*; estas acciones apoyaron principalmente a pequeñas y medianas empresas y territorios con ideas concretas y aplicaciones tecnológicas para afrontar las afectaciones económicas causadas por dicha enfermedad. En segundo lugar, la contribución al ODS 3: *Salud y Bienestar*, con acciones y productos concretos que ayuden a la salud tanto física como mental. Véase más detalle en la Figura 5.

¿Qué se está haciendo?

El cumplimiento de los ODS estará presente a nivel mundial por lo menos durante los próximos 10 años; es por ello que en cada proceso de seguimiento surgen mejoras en el proceso. A continuación se detallan las acciones en procura de mejorar la identificación de nuevas actividades y validación de las existentes, a saber:

- 1. Análisis y extracción de actividades, proyectos y programas.** Se realiza una revisión de los informes de labores y de las publicaciones en diferentes medios de comunicación nacionales e institucionales, así como el registro de los proyectos de investigación y extensión. Con ello, se identifican las acciones que aún son vigentes para el año 2021 y las nuevas a ser incluidas. Esta labor de identificación, registro y seguimiento se ejecuta desde la Oficina de Planificación Institucional.
- 2. Publicación de resultados.** Se publicaron en el presente año los aportes que nuestra institución realizó en el año 2020, mediante el libro denominado *“Ciencia y Tecnología aplicada: el TEC marcando tendencias al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las metas de la Agenda 2030”*. Este se encuentra incluido en el Repositorio Institucional y se puede acceder a él mediante el siguiente enlace: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12319>
- 3. Sensibilización y capacitación a la Comunidad Institucional sobre los ODS y la Agenda 2030.** Durante el I semestre 2021 se llevó a cabo una

Figura 4. Acciones del TEC del 2020, vinculadas a los 17 ODS, según orden de porcentaje de representatividad de dichas acciones.



Fuente: ITCR, OPI, Power BI elaborado por M.J. Ruiz Rivera-2021, según estudio realizado por T. Fernández Martín y A.P. Kozmann Rodríguez, sobre los Aportes del TEC del año 2018 al 2020, en cumplimiento de los ODS y metas de la Agenda 2030. Tomado de: <https://www.tec.ac.cr/en/cumplimiento-tec-objetivos-desarrollo-sostenible-ods-0>

Figura 5. Acciones del TEC del 2020 que contribuyeron a la atención de la pandemia covid-19, vinculadas a los 17 ODS, según orden de porcentaje de representatividad de dichas acciones.



Fuente: ITCR, OPI, Power BI elaborado por M.J. Ruiz Rivera-2021, según estudio realizado por T. Fernández Martín y A.P. Kozmann Rodríguez, sobre los Aportes del TEC del año 2018 al 2020, en cumplimiento de los ODS y metas de la Agenda 2030. Tomado de: <https://www.tec.ac.cr/en/cumplimiento-tec-objetivos-desarrollo-sostenible-ods-0>

serie de exposiciones a estudiantes de primer ingreso, de carreras que tienen el componente de sostenibilidad incluido en su plan de estudios. Para el II semestre 2021 se realizan exposiciones en los Consejos de Dependencias y Escuelas, sobre los ODS y cómo la institución refleja dicha información. Se han abordado más de 30 instancias, con la participación cercana a las 700 personas. Además, se efectuaron presentaciones ante el Consejo de Rectoría, el Consejo Institucional y el Plenario de Asociaciones que integran la Federación de Estudiantes (FEITEC), en este último con la participación de casi 100 estudiantes regulares líderes en sus carreras. Esta labor se está realizando en forma colaborativa junto a la Unidad de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral (GASEL) y la Oficina de Planificación Institucional (OPI).

4. **Sitio web de ODS, formularios de captura de nuevas actividades y de validación de proyectos vigentes y videos de guía para dichos procesos.** Actualmente se cuenta con la colaboración de la Oficina de Comunicación y Mercadeo (OCM) para el desarrollo de formularios de captura de información, los cuales estarán disponibles en el sitio de ODS del TEC. En su conceptualización participan la Oficina de Planificación Institucional (OPI) y la Unidad de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral (GASEL). Al mismo tiempo, se están desarrollando los videos que guiarán a cualquier persona de la Comunidad Institucional, en la carga de nuevas actividades y validación de las existentes. El Sitio del cumplimiento del TEC a los ODS, contiene además algunos otros elementos destacados como lo son los ODS y Metas de la Agenda 2030, un libro publicado sobre las acciones 2019, los Proyectos de Investigación y Extensión, entre otros.
5. **Inclusión en los Informes de Labores de Docencia en alineación con los ODS.** Mediante la coordinación de la OPI con la Vicerrectoría de Docencia, se está solicitando en el Informe de Labores de las Escuelas que se realice la vinculación a los ODS y metas de la agenda 2030 en todos los apartados de dicho informe. Además, se está coordinando con personal de la

Biblioteca para que estos documentos sean cargados en el Repositorio Institucional permitiendo con ello contar con evidencia publicada.

6. **Activación de Grupo ODS.** En el 2021 se logra identificar tres actores claves dentro de la Institución, que realizan acciones relacionadas con implementación de acciones dirigidas al cumplimiento de los ODS con una cobertura institucional. Estas instancias son: GASEL, el área encargada de la página web del TEC de la Oficina de Comunicación y Mercadeo (OCM), y el Área de la Gestión de la Información de la OPI. Como equipo hemos planteado tres objetivos que pretenden: coordinar las acciones institucionales relacionadas con los ODS; posicionar la temática en la Comunidad Institucional; y diseñar el sitio web de los ODS.
7. **Coordinación de mejoras con dependencias claves de la institución, para el registro e identificación de actividades o proyectos relacionados con los ODS.** En este corto plazo estamos estableciendo sinergias con diversas dependencias de la Institución, dado que en sus diferentes procesos podríamos identificar oportunamente la vinculación de las actividades con los ODS; entre ellas se puede citar:
 - a. **Dirección de Proyectos.** Una vez aprobados los proyectos de investigación y extensión a partir del 2022, en el formulario se les va a consultar a los(as) investigadores(as) y extensionistas sobre la alineación de su proyecto con los ODS.
 - b. **Vicerrectoría de Docencia:** con la solicitud de incorporar dentro de los Informes de Labores, los ODS y las metas con que se relacionan las acciones realizadas.
 - c. **Centro de Desarrollo Académico (CEDA).** Se apoya en la identificación de un curso a implementar por un experto internacional en la temática de ODS y sobre currícula, para que en los Planes de Estudio y en los atributos requeridos por los estudiantes se implemente la temática de los ODS.
 - d. **Biblioteca José Figueres Ferrer.** Se coordinaron los requisitos a solicitar a las dependencias académicas en sus Informe de Labores y la alineación con los ODS y metas para ser cargados en el Repositorio Institucional. Está

en proceso la revisión de información suministrada por las Escuelas para su envío a la Biblioteca. Falta implementar algunas acciones de coordinación del registro de los Trabajos Finales de Graduación que ya están en el Repositorio Institucional, pero en la Biblioteca han realizado un excelente esfuerzo en este 2021 para la identificación del ODS y metas de la agenda 2030 con las cuales están relacionados.

- e. **Comunicación y Mercadeo:** mediante la persona encargada de la página web del TEC se está desarrollando el sitio web de los ODS comentado anteriormente y las herramientas para la captura y validación de los programas, proyectos y actividades que se realizan en la institución en cumplimiento de los ODS. Además, se está coordinando para que las noticias que publique la Oficina de Comunicación y Mercadeo contengan la identificación de los ODS y metas con las que estará relacionada la noticia; está aún pendiente la conclusión de las palabras claves por meta para que se pueda hacer dicha identificación.

Importancia

Este trabajo se ha convertido en una **ventana** de acceso libre, en la cual se muestran los aportes del TEC en el cumplimiento de los ODS y de las metas de la Agenda 2030 y se dan a conocer las actividades, proyectos y programas que realizan la institución y las diferentes dependencias que las ejecutan. También ha permitido informar a organizaciones nacionales, mediante exposiciones a las otras cuatro Universidades Estatales, el Conare, Mideplan, Fundecooperación y Flacso CR, entre otras. A nivel internacional, se han expuesto los resultados a personeros de la Organización de Naciones Unidas (ONU) y en el Encuentro Académico Latinoamericano Norte, organizado por Elsevier. Toda esta difusión y divulgación ha hecho posible aumentar las alianzas nacionales para el abordaje e implementación de acciones con instituciones interesadas. Por ejemplo, con el Ministerio de Planificación se están estableciendo estrategias para incluir varios de los proyectos de investigación en la Agenda 2050 que tiene el país. También se dio la oportunidad a Fundecooperación de conocer diversos proyectos desarrollados para el sector agro, mismos que están

siendo parte de la Agenda AgrODS. No hay duda de que entre más divulgación se haga de las acciones que realiza el TEC, se genera mayor posibilidad de que se establezcan alianzas externas. Uno de los próximos aportes será colaborar en la visualización de los resultados de las demás Universidades Estatales y del Consejo Nacional de Rectores (Conare); ello, atendiendo a una solicitud del presidente de dicha entidad, dado que somos la única universidad que cuenta actualmente con dicha herramienta.

Impacto del registro y divulgación de datos

Las Universidades Estatales han proporcionado al Conare la información de los aportes de cada una a los ODS entre 2018 y 2020. En la Tabla 2 se muestra que, para ese último año, se identificaron 5532 actividades, proyectos o programas. De estas acciones, el Tecnológico de Costa Rica reportó 1696 acciones, lo cual corresponde a un 31% de la información suministrada.

Es importante mencionar que se utilizan los mismos parámetros en estas universidades para la identificación de acciones y su respectiva vinculación.

Adicionalmente el TEC ha participado en dos *rankings* en el tema de sostenibilidad, el primero denominado *Green Metric*, conocido como Universidades Sostenibles, con una posición para el año 2020 de 138 de 912 universidades participantes a nivel internacional. En tres años se sube 64 posiciones, siendo el eje mejor calificado el de “Manejo de residuos”, con una posición de 95; la inscripción y recopilación de información la lleva a cabo GASEL.

El segundo *ranking*, en el que se participó por primera vez en el año 2020 y cuya información recopilada en el seguimiento de los aportes del TEC en cumplimiento a los ODS, contribuye a la participación es el *ranking* de Impacto de las Universidades en los ODS, conocido también con el nombre de *THE World University Rankings*. En este se logró una posición en el rango de 301 a 400, de 1171 universidades participantes a nivel mundial. El objetivo de desarrollo con mayor puntuación fue el ODS 2 Hambre cero, por la proporción de graduados en agricultura y acuicultura y por promover ante agricultores y productores de alimentos las mejores prácticas agrícolas sostenibles mediante proyectos de investigación y extensión, entre otros.

Conclusiones

Los ODS son de carácter vinculante, o sea son de cumplimiento obligatorio para todas las naciones. En la medida en que se visualicen los aportes del quehacer del TEC a los ODS, se propician:

- Alianzas estratégicas internacionales y nacionales
- Posibilidades de financiamiento externo
- Documentación de evidencias que respalden los procesos de acreditación y reacreditación de los programas académicos
- Trabajo colaborativo entre las dependencias del TEC

Agradecimientos

Se agradece a: Evelyn Solano Gallardo, del Área Web Institucional del TEC quien ha estado a cargo de la elaboración del sitio de los ODS; a Raquel Mejías Elizondo, de GASEL, quien ha colaborado en la sensibilización y capacitación a la Comunidad Institucional en materia de ODS; a Patricia Meneses Guillén, del Grupo de Visibilidad y de la Oficina de Planificación Institucional (OPI) por su participación en el *ranking* de ODS; y a María Jimena Ruiz Rivera, de la OPI, quien ha elaborado la visualización gráfica del cumplimiento de los ODS; sin el trabajo que cada una de ellas realiza no sería posible el amplio resultado obtenido.

Referencia:

ONU - Organización de Naciones Unidas. Objetivos y metas de desarrollo sostenible. *Desarrollo Sostenible*. Retrieved September 3, 2019, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Tabla 2. Acciones de las Universidades Estatales y del Conare vinculadas a los ODS. Año 2020.

Institución	Cantidad de Actividades	Representación %
TEC	1696	31%
UCR	1669	30%
UNA	1187	21%
UNED	559	10%
UTN	291	5%
Conare	130	2%
Total general	5532	100%

Fuente: Elaboración propia, extraída de la Base de Datos ODS 2020, proporcionada por el Conare.

*Tatiana Fernández Martín tiene formación en Administración de Empresas del Tecnológico de Costa Rica (TEC) y una maestría en Administración Universitaria de la Universidad de Costa Rica. Trabaja en el TEC desde hace 28 años, donde se ha desempeñado principalmente en las áreas de Gestión de la Información, Indicadores de Gestión y Formulación y Evaluación de Planes Institucionales. Fue Directora de la Oficina de Planificación Institucional, entre 2011 y 2019 y en 1999. Tuvo a cargo el proyecto de Indicadores de Gestión del 2008 al 2011 y también ocupó el cargo de coordinadora de la Unidad de Formulación y Evaluación de Planes Institucionales entre el 1994 y el 2008. Actualmente trabaja en el Área de Gestión de la Información, específicamente como la encargada de dar seguimiento a los aportes del TEC en el cumplimiento de los ODS.

V

aniversario del grupo PaRMA/TEC Cinco años de avances en reconocimiento de patrones y aprendizaje automático

Esteban Arias-Méndez*
Coordinador Grupo PaRMA
esteban.arias@itcr.ac.cr



Ilustración 1. Resultado preliminar de rejuvenecer hojas de plantas de herbario automáticamente. Trabajo en proceso por Esteban Esquivel Barboza.

El grupo PaRMA (*Pattern Recognition and Machine Learning*) es un grupo multidisciplinario conformado principalmente por profesores investigadores del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Fue conformado en agosto del 2016 por los profesores Saúl Calderón Ramírez y José Carranza, de la Escuela de Ingeniería en Computación. Luego se fueron sumando a la iniciativa los académicos Erick Mata, Luis-Alexánder Calvo-Valverde y Juan Esquivel Rodríguez, también de Computación; Juan Luis Crespo Mariño, de Mecatrónica; y Martín Solís, de Administración de Empresas, entre otros. Además se unieron varios estudiantes avanzados que se interesaron en aprender más sobre estos temas hasta llegar a ser asistentes de investigación.

Reconocimiento de patrones y aprendizaje automático

PaRMA nació ante la inquietud de contar con una colaboración más integral en iniciativas de investigación y desarrollo en las áreas de reconocimiento de patrones (*pattern recognition*) y aprendizaje automático (*machine learning*). La misión del grupo PaRMA ha seguido los tres ejes principales del TEC: docencia, investigación y extensión.

Producto de este trabajo, se han publicado más de 50 artículos científicos, asociados a miembros del grupo, se ha colaborado en la organización y realización de al menos tres conferencias académicas internacionales en Costa Rica (IWOB 2018, CARLA 2019 y BIP 2021), así como la asistencia y participación en múltiples conferencias y eventos internacionales. Se han organizado dos simposios de aprendizaje automático en el TEC, varias escuelas de verano gratuitas para cientos de estudiantes, así como

cursos cortos a externos y una gran cantidad de charlas con temas de interés y abiertas a la comunidad.

Las **líneas** principales de investigación han sido varias a lo largo de estos años, concentrándose principalmente en: agricultura de precisión, medicina de precisión, conservación de la biodiversidad y bioinformática; más recientemente se han agregado los temas de astronomía y astrofísica.

Por otro lado, se ha buscado constantemente la reflexión sobre el impacto de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático o *machine learning* (ML) en la sociedad, parte de los temas tratados en los simposios organizados, así como la participación de miembros de PaRMA en múltiples eventos a los que han sido invitados.

El grupo PaRMA ha tenido como objetivo posicionarse a nivel nacional como un actor referente en temas de inteligencia artificial, aprendizaje automático y ciencias de los datos. Además de reportajes en medios nacionales tales como La Nación, el Semanario Universidad, Amelia Rueda y 7 días, PaRMA ha aparecido como referente a nivel país en diversos comunicados del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) desde el 2019 y más recientemente con el lanzamiento en el país de la iniciativa fAIr LAC para promover el uso ético de la inteligencia artificial, auspiciado además por el Gobierno de la República.

Comunidades de interés

La mayor parte del trabajo realizado por el grupo ha sido *ad honorem*, tanto por parte de los profesores como de los estudiantes asistentes; algunas investigaciones han sido apoyadas por proyectos inscritos en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE).

Esta forma de trabajo se identificó inicialmente como un modelo de “comunidad de interés”, concepto surgido desde la Escuela de Ingeniería en Computación y apoyado en su momento por el entonces director Mauricio Arroyo Herrera. Este apoyo ha continuado hasta la fecha con el director Roberto Cortés Morales y los compañeros y compañeras que han conformado el Comité Técnico de la Escuela y del Consejo de Escuela de Computación, así como de las vicerrectorías de Investigación y Extensión y de Docencia.

Una comunidad de interés tiene como objetivo impulsar el desarrollo de actividades extracurriculares y co-curriculares en los estudiantes y docentes del TEC, gestionadas desde las unidades académicas a partir de organizaciones autónomas y autogestionadas basadas en la libertad de cátedra, que se constituyen por auto-determinación y que son producto de la socialización espontánea debido a intereses compartidos multidisciplinarios. Para lograrlo utiliza como motivador la creatividad que surge desde lo interno de la comunidad a partir de los intereses comunes de sus integrantes. (Investiga.TEC; Núm. 35 (2019); 11-13, 1659-3383).

Incluso, en el IV Congreso Institucional del TEC, los profesores Mauricio Arroyo, Saúl Calderón, Laura Coto y Esteban Arias presentamos la propuesta “*Planteamiento de una plataforma de potenciación de actividades extra y cocurriculares por medio de comunidades de interés de innovación*”, la cual fue apoyada por una amplia mayoría de congresistas y aprobada en este Congreso. La propuesta busca dar un reconocimiento y mayor visibilidad a grupos tales como PaRMA, Singular, IEEE

y Habilidades Blandas, en la Escuela de Computación, y otros más en la institución. Esto amplía el manual de cargas para incluir horas dedicadas al trabajo en estos grupos como parte de la jornada docente.

Proyectos recientes

Luego de un primer reporte que se publicó en este mismo medio en mayo de 2019 sobre las actividades del grupo PaRMA, en los últimos años se ha continuado con el desarrollo de varias iniciativas de investigación, algunas formales mediante la VIE y otras *ad honorem*.

En docencia se ha continuado con el apoyo al desarrollo del programa de un año de ciencias de los datos, de la Escuela de Computación, que inició en 2019 y se ha consolidado como un referente a nivel nacional. Coordinado por la

profesora Alicia Salazar, este programa ha tenido una gran demanda. A la fecha se han abierto 16 grupos con un promedio de 25 estudiantes por grupo de profesionales externos. (Más información en: <https://www.tec.ac.cr/fundatec/programa-ciencias-datos-escuela-computacion>).

A nivel de posgrado se ha venido consolidando la impartición de cursos en las áreas de “*machine learning*” y “*deep learning*” también desde el año 2019, donde colaboran profesores miembros de PaRMA. Igual ocurre a nivel de bachillerato mediante las escuelas de verano, cursos cortos y como parte de los contenidos del curso de inteligencia artificial de la carrera de Ingeniería en Computación del TEC.

Generación de un algoritmo de recomendación de métodos para pronósticos a partir de la

caracterización de la serie temporal

Los profesores Martín Solís y Luis-Alexánder Calvo-Valverde trabajan actualmente en este proyecto, planeado para el periodo 2021-2024, en conjunto con investigadores de la Escuela de Administración de Empresas y el investigador externo Hernán Rojas Blanco.

Una serie de tiempo son los valores de una variable en una sucesión cronológica que puede ser anual, trimestral, mensual, diaria, etc. La predicción futura del comportamiento de una serie de tiempo es una tarea que se lleva a cabo en los diferentes campos del conocimiento. Por ejemplo, en epidemiología se realizan predicciones futuras de la incidencia de enfermedades como dengue e influenza; en agronomía se realizan predicciones de la producción futura de un tipo de cultivo; y en meteorología se intenta

Sample of Aniba venezuelana Mez.



Image by Nelson Zamora Villalobos, retrieved from PlantNet.

Groundtruth: Recognized by its oblong leaves, with conspicuously reticulate fine tertiary veins when dry, and a pale brown to reddish brown tone.

Glossary

Oblong: Longer than its width, more or less rectangular.

Reticulate: Shaped like a net.

Ilustración 2. Generación automática de descripciones de fotos de plantas. Proyecto de Adán Mora-Fallas.

predecir el comportamiento futuro de variables climatológicas como radiación solar, humedad relativa, temperatura; y así se pueden seguir dando ejemplos de otros ámbitos.

Al ser una tarea necesaria y común, en diversos campos han surgido muchos métodos y algoritmos para realizar predicciones futuras en series de tiempo, que van desde las clásicas técnicas estadísticas, como los modelos de *Box and Jenkins*, hasta los modelos de aprendizaje automático e inteligencia artificial. De esta manera, cuando en una organización o en una investigación se desea entrenar un modelo para generar pronósticos, hay que lidiar con la tarea de seleccionar los métodos con los que se experimentará entre una amplia gama existente.

Esta investigación pretende generar un nuevo aporte en esa tarea de selección, desarrollando un algoritmo de recomendación mediante meta-aprendizaje, que permita sugerir cuál método es el más conveniente de acuerdo con el problema que se tiene que enfrentar, es decir, de acuerdo con las características de la serie de tiempo y el tipo de pronóstico que desea realizar. Los hallazgos de esta investigación pueden ser utilizados en términos prácticos en ámbitos donde se requieran realizar pronósticos a futuro de una serie de tiempo.

El algoritmo de recomendación que se espera desarrollar puede ponerse al servicio de organizaciones públicas o privadas que requieren hacer pronósticos. Ahora bien, en términos específicos el algoritmo se probará en la elaboración de pronósticos de variables macroeconómicas que se utilizan para la definición de política económica, como son: la inflación, el tipo de cambio y el índice mensual de actividad económica. En términos académicos se espera que el proyecto pueda brindar nuevo conocimiento sobre la capacidad predictiva de los algoritmos según las características de las series de tiempo.

Proyectos de tesis de maestría en Ciencias de la Computación, trabajos finales de graduación y práctica profesional

Actualmente el académico José Carranza, después de haber estado dos años trabajando en Japón, dirige varios proyectos de tesis del Programa de Maestría en Computación del TEC:

- “*Prestando atención a la taxonomía: Uso de jerarquía de clases y atención en la identificación de plantas en un dominio cruzado*”, de Kelvin Jiménez Morales.
- “*Identificación semi-supervisada de plantas: Mejorando la identificación con fotos no etiquetadas*”, de Nicole Carvajal Barboza.
- “*Máquina del tiempo de herbario: Revirtiendo la senescencia de imágenes de herbario usando datos sin pares y pérdidas perceptuales*”, de Esteban Adán Esquivel Barboza.

- “*Alucinador de plantas plausible: Reconstrucción múltiple de imágenes sintéticas de plantas mediante la inyección de ruido*”, de Kevin Quesada Montero.

- “*Generación automática de descripciones de plantas a partir de imágenes*”, de Adán Mora-Fallas.

Los profesores Saúl Calderón y Juan Esquivel Rodríguez dirigieron el trabajo de tesis de Maestría en Computación de Willard Zamora Cárdenas titulada “*Enforcing Morphological Information in Fully Convolutional Networks to Improve Cell Instance Segmentation in Fluorescence Microscopy Images*”.

También los profesores Saúl Calderón y Esteban Arias colaboraron con el proyecto de graduación en Ingeniería en Computación de Danny Xie Li: “*Unlabeled Data for Improving Model Robustness, uncertainty estimation and explainability*”. Además, el profesor Calderón dirigió el proyecto de licenciatura de Ingeniería en Computadoras de Erick Muñoz: “*Efecto de la diferencia entre las distribuciones de datos etiquetados y no etiquetados en la robustez de modelos semi-supervisados*”.

En este 2021 el profesor Arias colaboró con Diego Barquero Morera, de Ingeniería en Biotecnología, como asesor del trabajo final de graduación titulado “*Propuesta de comparación de flujos metabólicos mediante la adaptación de algoritmos para rutas metabólicas: caso práctico con *Chlorella vulgaris* e *Isochrysis galbana**”.



Ilustración 3. Detección y análisis del comportamiento social humano mediante cámaras y sensores.

Detección y análisis del comportamiento social humano mediante cámaras y sensores

Como parte del Laboratorio de Procesamiento de Señales e Imágenes (SIPLab) de la Escuela de Ingeniería Electrónica del TEC, la profesora e investigadora Laura Cabrera-Quirós investiga el uso de múltiples sensores y cámaras en escenarios reales para la detección y análisis del comportamiento social humano para diferentes áreas, desde salud y bienestar humano hasta



Ilustración 4. Diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma en Costa Rica, mediante el análisis de imágenes y cuantificación del color.

comportamiento organizacional. Y actualmente se encuentra trabajando en el proyecto “Detección de atracción humana en eventos de citas rápidas”.

Este proyecto, en el que trabajan dos estudiantes de la maestría en Electrónica del TEC y que se realiza en colaboración con la Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos), busca detectar y predecir las potenciales respuestas de los participantes sobre la atracción sentida ante cada cita, por medios no intrusivos como sensores de movimiento (*wearables*) y video sin audio. Esta alternativa busca preservar la privacidad de los participantes y su comportamiento natural, mientras abre una ventana a nuevas formas de conocer pareja con apoyo de la tecnología.

Otros proyectos

Por su parte el profesor Luis-Alexánder Calvo-Valverde dirige y ha participado en varios proyectos académicos:

- *Análisis de imágenes y cuantificación del color para el diagnóstico del cáncer de piel tipo melanoma en Costa Rica.* 2020-2021. En conjunto con los investigadores de la Escuela de Física Dionisio Gutiérrez Fallas, Ernesto Montero Zeledón, Mac Arturo Murillo Fernández y José Esteban Pérez Hidalgo.
- *Aprendizaje máquina aplicado al pronóstico en cultivos agrícolas.* DOCINADE. 2013-2019. Tema de tesis doctoral.
- *Investigación sobre un servicio de extensión agrícola utilizando IA.* 2021. Es un proyecto que se desarrolla por medio de la FundaTEC y que se trabaja con la Alianza Bioversity-CiAT en colaboración con CORBANA y el MAG. Por el TEC se cuenta con el apoyo de estudiantes de Ingeniería en Computación. Más información en <https://bigdata.cgiar.org/inspire/inspire-challenge-2020/holatalia-boosting-extension-service-through-ai/>
- *Creación de un instrumento informático para la recopilación de datos radiómicos relacionados con la mamografía como prueba de tamizaje en Costa Rica (MammoTrck).* UCR-ITCR, Costa Rica. 2020. Por el TEC participan los profesores Luis Alexander Calvo, Saúl Calderón Ramírez y la máster Ivonne Madrigal, de la Escuela de Diseño Industrial. Por la Universidad de Costa Rica los académicos Mario Umaña y Sergio Solís.

Prácticas en el extranjero

En los últimos años, varios estudiantes de Ingeniería en Computación y de Ingeniería en Mecatrónica han viajado a diversos países como España, Francia, Canadá y Argentina, gracias a contactos de miembros del grupo PaRMA con

centros de investigación externos. Acá un breve reporte de los proyectos trabajados por los ahora egresados y sus asesores.

En el Grupo Integrado de Ingeniería (GII) de la Universidade da Coruña, España:

- Kenneth Gabriel Laurent Alvarado “*Diseño de un estabilizador inercial para una cámara hiperspectral en un UAV de ala fija*”, asesor profesor Juan Luis Crespo Mariño.
- Eva Corella Solís “*Diseño y desarrollo de un simulador de código abierto para un robot submarino de propósito general*”, asesor Juan Luis Crespo Mariño.
- Ariel Rodríguez Jiménez “*Aplicación de deep learning al aprendizaje de modelos de mundo en mecanismos cognitivos*”, asesor profesor Esteban Arias-Méndez.
- José Antonio Ruiz Jara “*Modificación de librería de control para robot humanoide Poppy*”, asesor profesor Esteban Arias-Méndez.
- Luis Castillo Valverde “*Desarrollo de un experimento de robótica colectiva mediante evolución distribuida*”, asesor profesor Esteban Arias-Méndez.

- Steven Pacheco Portuguez “*Aplicación de desarrollo morfológico al aprendizaje de tareas en dispositivos robóticos*”, asesor profesor Esteban Arias-Méndez.

- Esteban Adán Esquivel Barboza “*Adaptación de algoritmos de visión por computador para su ejecución en Smartphone*”, asesor profesor Esteban Arias-Méndez.

Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España:

- Iván Calvo “*Assessing the impact of a preprocessing stage on deep learning architectures for breast tumor multi-class classification with histopathological images*”, asesor profesor Saúl Calderón.

Universidad Nacional del Litoral, Argentina:

- Erick Alfaro y Ximena Bolanos “*A Brief Analysis of U-Net and Mask R-CNN for Skin Lesion Segmentation*”, asesor profesor Saúl Calderón.

CIRAD, Montpellier, Francia :

- Juan Villacis Llobet “*Cross-domain plant identification*”, asesor profesor Erick Mata.
- Adán Mora-Fallas “*Plants and organs instance segmentation with Mask RCNN*”

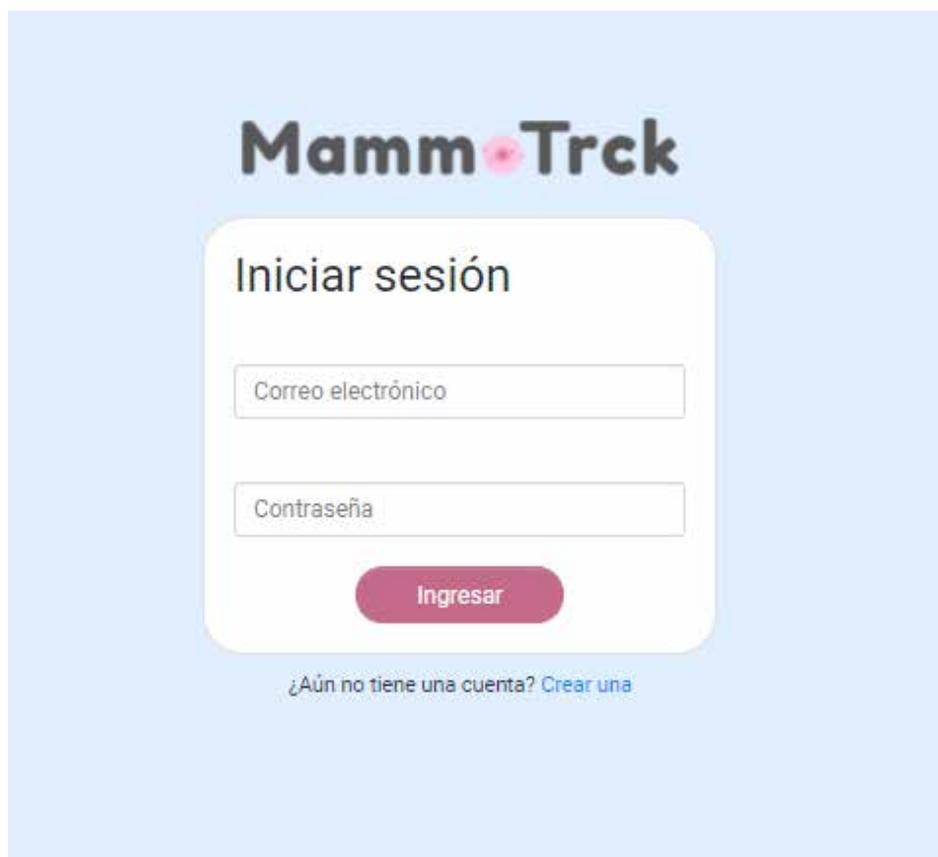


Ilustración 5. Desarrollo del app MammoTrck.

and active learning for massive annotation”, asesor profesor Erick Mata.

Universidad de Toronto, Canadá:

- Mauro Mendez “Using cluster analysis to assess the impact of dataset heterogeneity on deep convolutional network accuracy: A first glance”, asesor profesor Saúl Calderón.
- Ariana Bermúdez “A first glance to the quality assessment of dental photostimulable phosphor plates with deep learning”, asesor profesor Saúl Calderón.

Apoyo a trabajos doctorales y colaboración con eScience

El profesor Erick Mata, quien ha apoyado al grupo PaRMA desde el inicio como profesor miembro del grupo y como coordinador del programa eScience, ha colaborado en varios proyectos.

Junto a Geovanni Figueroa, como parte de su trabajo de tesis doctoral “Automatic Costa Rican Tree Species Identification, Using Deep Learning and Wood Cuts Images”, trabajaron en dos proyectos asociados:

- Identificación automática de especies forestales maderables amenazadas de Costa Rica, mediante técnicas de visión artificial (2017-2019). Y,
- Descubriendo los rasgos usados por algoritmos de Deep Learning en la identificación de taxones de plantas (2019-2020).

Juan Villacis, durante su estancia en Francia participó y ganó la competencia mundial PlantCLEF 2020, desarrollando una herramienta para identificar especies de plantas a partir de imágenes; esto ha sido un tema prominente en las investigaciones de Informática para la Conservación de la Biodiversidad del Programa de Investigación eScience. Además, dio como fruto el artículo “Domain adaptation in the context of herbarium collections. A submission to PlantCLEF 2020”.

Colaboraciones y nuevos temas

De la mano del profesor Saúl Calderón y los

egresados Danny Xie y Erick Muñoz, PaRMA también ha colaborado con el proyecto “ML4H Auditing: From Paper to Practice”, un marco de trabajo propuesto por International Telecommunication Union/World Health Organization ITU/WHO Focus Group on Artificial Intelligence for Health (FG-AI4H).

Otra novedosa área de investigación, que es parte del Laboratorio de Inteligencia Artificial para las Ciencias Naturales (LIANA), es la aplicación de métodos de aprendizaje automático para la resolución de problemas en el área de la astronomía y la astrofísica. En esta área, el profesor e investigador Felipe Meza-Obando con el apoyo de varios estudiantes colaboradores, trabaja en una serie de proyectos en los que se incluye el uso de algoritmos avanzados de aprendizaje automático para la predicción de parámetros estelares complejos de determinar; esto a partir de parámetros más fáciles de obtener mediante sondas espaciales o desde observatorios en Tierra. Este proyecto se desarrolla en colaboración con investigadores de la Universidad de Valencia, España.

Otro proyecto en esta temática consiste en la estimación de la distancia de objetos lejanos, como ciertas galaxias, a partir de datos fotométricos asociados a los índices de color. Adicionalmente y como parte de su investigación doctoral, el profesor Felipe Meza labora en el diseño de un sistema para la predicción del clima espacial, a partir de datos producto de la actividad solar tales como señales de rayos X e imágenes solares; este proyecto es parte de la construcción del primer Radio Observatorio costarricense liderado por el Centro de Investigaciones Espaciales de la Universidad de Costa Rica.

Los próximos cinco años

Actualmente se está trabajando con la organización de la conferencia internacional BIP 2021 que será en Costa Rica y en modalidad virtual, coorganizada por investigadores de todas las universidades públicas del país, donde el grupo ha tenido una participación muy activa. Ver: <https://www.bipconference.org/>

En su V aniversario el grupo PaRMA entrará en una fase de autoanálisis y reflexión de cara al futuro próximo, para continuar colaborando, proponiendo y buscando alianzas con más

colaboradores para el desarrollo de los temas de interés del grupo, para el TEC y para el país.

Se agradece a quienes han sido parte de PaRMA en estos cinco años, quienes han colaborado para el crecimiento y desarrollo de esta comunidad. ■

Colaboraciones

Colaboraron con información para este artículo:

- Dr. Martín Solís, Escuela de Administración de Empresas
- Dr. Luis-Alexánder Calvo-Valverde, Escuela de Ingeniería en Computación
- Dr. José Carranza-Rojas, Escuela de Ingeniería en Computación
- Dra.-Ing. Laura Cabrera-Quirós, Escuela de Ingeniería en Electrónica
- Dr. Erick Mata Montero, Escuela de Ingeniería en Computación
- M.Sc. Saúl Calderón Ramírez, Escuela de Ingeniería en Computación

Contacto

<https://www.tec.ac.cr/grupo-investigacion/parma> parma@tec.ac.cr

***Esteban Arias Méndez** es profesor e investigador de la Escuela de Ingeniería en Computación del TEC. Es máster en Ciencias de la Computación y actual coordinador del grupo de investigación PaRMA para los años 2020 y 2021. Ha colaborado desde sus inicios con el grupo PaRMA en la realización de todas sus actividades. Además, coordina el grupo de voluntariado estudiantil *Singular* y es profesor asesor de los capítulos estudiantiles IEEE Computer Society, CS y Electron Devices Society (EDS); también es profesor consejero de la Rama Estudiantil IEEE del TEC. Participa frecuentemente en actividades de voluntariado y extensión universitaria.

<https://orcid.org/0000-0002-5600-8381>

U

n caso de resiliencia Extensión en tiempos de pandemia

María Rodríguez Solís*
Mario Guevara Bonilla**
Maribel Jiménez Montero***
Edwin Esquivel Segura****
 eesquivel@itcr.ac.cr



Figura 1. Árboles de *Gmelina arborea* (melina) con podas deficientes encontrados en las evaluaciones realizadas a las fincas de los propietarios beneficiarios del proyecto PPAF, Región Huetar Norte.

Palabras clave:

Extensión forestal, parcelas demostrativas, podas en melina, mejoras de suelos, manejo de malezas.

En 2017, la Escuela de Ingeniería Forestal del Tecnológico de Costa Rica (TEC), mediante el Programa Aula Móvil del Consejo Nacional de Rectores (CONARE), inició el contacto con pequeños propietarios de tierras a quienes el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), entregó un crédito de hasta cinco millones de colones a fin de implementar en sus fincas sistemas agroforestales orientados al aprovechamiento forestal.

Estos productores forman parte del plan piloto del Programa de Plantaciones de Aprovechamiento Forestal (PPAF), iniciado en 2016 en la Región Huetar Norte, específicamente en asentamientos de los cantones de Upala, Guatuso, Los Chiles y San Carlos.

Como producto de las primeras visitas a los productores vinculados al PPAF, se identificó la necesidad de propiciar desde la academia, espacios para el intercambio de conocimientos y experiencias con las personas con proyectos iniciados entre 2016 y 2019. Esto, con el fin de fortalecer capacidades que permitieran dar un manejo adecuado a las plantaciones forestales. Fue así como surgió el proyecto de extensión de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC titulado “Fortalecimiento de las capacidades técnicas, de organización y comercialización de pequeños productores pertenecientes al Programa de Plantaciones de Aprovechamiento Forestal en la Región Huetar Norte”, el cual consideraba procesos de capacitación presencial en las comunidades, de forma grupal e individual, mediante talleres, días de campo y visitas técnicas.

Este proyecto dio inicio en 2019 con la recopilación de información de campo para establecer una línea base sobre el estado de

las plantaciones y la identificación de oportunidades de mejora. Como parte de este proceso se detectaron algunas deficiencias en el manejo de las plantaciones forestales tales como insuficiencia en el control de arvenses, deficiencias en la aplicación de enmiendas y fertilizantes o su práctica inoportuna, limitado manejo fitosanitario, ejecución inadecuada de podas o ausencia de estas (figura 1).

A partir de la situación encontrada en 2019 se planificaron los procesos de capacitación a ejecutarse al año siguiente. Sin embargo, la declaratoria de emergencia emitida por el Gobierno de Costa Rica a partir de marzo de 2020 a raíz de la situación generada por la enfermedad covid-19, obligó a hacer cambios en la estrategia de abordaje propuesta originalmente, dada la imposibilidad de acceso a las comunidades y las restricciones para la ejecución de actividades desde la presencialidad durante ese año.

Es por ello que, atendiendo la recomendación del Dr. Manuel Acevedo, del Centro Tecnológico de la Planta Forestal (CTPF) del Instituto Forestal de Chile, en el 2020 se promovió en cuatro productores el establecimiento de parcelas demostrativas en sus fincas en donde, mediante la asesoría por parte del equipo ejecutor del proyecto, se implementaron las prácticas silviculturales requeridas según la necesidad detectada en cada una. Esta asesoría se hizo inicialmente de forma remota y posteriormente, cuando las condiciones los permitieron se hicieron de forma presencial respetando los protocolos establecidos.

La primera parcela demostrativa fue establecida por don Rafael Vega y doña Adela Martínez en su propiedad ubicada en Montealegre de Los Chiles. El objetivo en esta parcela demostrativa ha sido que, a partir de los resultados de un análisis de suelos hecho del sitio, se realice el manejo de la fertilidad que requiere el sistema agroforestal establecido. Con prácticas como la medición periódica del diámetro de los árboles,

el productor puede tener una referencia más clara del crecimiento de los árboles como consecuencia de la aplicación de enmiendas y fertilizantes de acuerdo con las necesidades de su finca y de los cultivos establecidos (figura 2).

De la misma manera, en la propiedad de don Gerardo Martínez y doña María Odilíe Rodríguez localizada en Montealegre, se estableció la parcela demostrativa de control de arvenses y fertilización vs. el manejo tradicional. Esto con el objetivo de proporcionarles a la familia y a las personas que los visiten un ejemplo de cómo se debe realizar un manejo integrado de arvenses, donde no se abuse de productos químicos, se combinen estrategias de control y se realice un control oportuno. Además, con don Gerardo



Figura 2. Productor de parcela demostrativa de manejo de fertilidad practicando la medición de diámetro a la altura del pecho (DAP) de sus árboles.



Figura 3. Efecto de la realización de un adecuado manejo de plantas arvenses en el crecimiento de los árboles de mayo de 2020 a junio de 2021.



Figura 4. Don José (izquierda) y su nieto (derecha) realizando encalado en la parcela demostrativa posterior a la capacitación realizada únicamente a don José.



Figura 5. Podas realizadas con diferentes herramientas de corte en árboles de *Gmelina arborea* (melina), La Esperanza de Pocosol, San Carlos.

se trabajó sobre la importancia de la realización de un muestreo de suelos para la aplicación de dosis de fertilizante (figura 3). Adicionalmente se ha capacitado sobre la forma más adecuada de aplicar productos químicos y las medidas de seguridad que se deben tener. Los propietarios de la finca en donde se encuentra esta parcela han podido visualizar una fuerte recuperación del crecimiento de los árboles como producto de hacer control oportuno de las plantas arvenses y complementarlo con una fertilización.

La tercera de estas parcelas fue establecida en la finca de don José Villegas y doña Maritza Brenes; el tema en este espacio fue encalado y uso correcto de bomba de espalda. Esta experiencia es muy exitosa porque todo el núcleo familiar participó del proceso (figura 4.). Esta parcela

es un ejemplo clarísimo de la apropiación y adopción del conocimiento por parte de toda la familia.

Finalmente en la propiedad de doña Milena Cortés, ubicada en La Esperanza de Pocosol, San Carlos, se estableció la parcela demostrativa del efecto de la poda en la calidad del árbol. En esta parcela se ha practicado la poda usando tres herramientas de corte diferentes: segueta, tijera podadora y rabo de zorro; y en este último caso adicionalmente en algunos árboles el corte se ha tratado con un sellador que puede preparar el productor a partir de pintura de agua y cobre. Con ello los productores conocen y usan de forma adecuada los diferentes instrumentos de los que pueden disponer para hacer la poda, practican los cuidados que debe tenerse al realizar esta

práctica para evitar la generación y transmisión de enfermedades en la plantación (figura 5).

El tratamiento del corte con un fungicida se implementó con el fin de reducir el temor por parte de los productores de provocar enfermedades en los árboles a consecuencia de realizar podas, particularmente en el caso de muerte en árboles de melina. Con estas prácticas los productores han podido observar que no hay una relación directa entre la poda de los árboles y la presencia de la enfermedad en las plantaciones, siempre que esta se realice de forma correcta.

Es así como estas parcelas se han convertido en un aula abierta, en donde otros productores de la misma comunidad o de lugares vecinos pueden conocer y observar los efectos positivos de realizar de manera adecuada las diferentes prácticas de manejo silvicultural, todo esto con miras a la producción de madera de alta calidad que en un futuro cercano podrán comercializar.

Gracias a un cambio en la estrategia de trabajo implementado como producto de la situación de pandemia, ha sido posible superar las dificultades que el distanciamiento social y el confinamiento han representado para los procesos de extensión universitaria. ■

*María Rodríguez Solís. Ingeniera forestal, máster en Ciencias Forestales, profesora e investigadora de la Escuela de Ingeniería Forestal del TEC. Trabaja en las áreas de entomología y patología forestales. Es miembro del Grupo de Investigación de Silvicultura Intensiva.

**Mario Guevara Bonilla. Ingeniero forestal, máster en silvicultura, profesor e investigador de la Escuela de Ingeniería Forestal. Trabaja en las áreas de silvicultura y manejo de plantaciones forestales y sistemas agroforestales. Creador del Grupo de Investigación de Silvicultura Intensiva.

***Maribel Jiménez Montero. Maribel Jiménez Montero es graduada en ingeniería agronómica, de la Universidad Nacional de Costa Rica. Tiene una maestría en sistemas agroforestales del CATIE y se ha desempeñado en la ejecución y evaluación de proyectos de investigación y extensión del sector agropecuario y forestal. Trabaja en la Dirección de Proyectos de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC en la gestión de la investigación y la extensión. Imparte el curso de Sistemas Agroforestales en la Escuela de Ingeniería Forestal.

****Edwin Esquivel Segura. Ingeniero forestal, doctor en ciencias forestales, profesor e investigador de la Escuela de Ingeniería Forestal. Trabaja en las áreas de sustentabilidad y suelos forestales y es miembro del grupo de Silvicultura Intensiva. Extensionista coordinador del proyecto.

U

tilizan tecnologías y metodologías participativas para visibilizar comunidad Erizo Juan Santamaría

Pablo Acuña Quiel*
Jaime Gutiérrez Alfaro**
 jgutierrez@itcr.ac.cr
Diego Munguía Molina***



Vista de la plaza de fútbol de Erizo Juan Santamaría.

Palabras clave:

Asentamientos informales, cartografía libre, investigación-acción participativa, mejoramiento barrial, *Open Street Map*

Francisco vive en Erizo Juan Santamaría, una comunidad establecida como un asentamiento informal en Alajuela, Costa Rica. Él quiere instalar un servicio de telecomunicaciones, pero encuentra difícil explicarle al representante de la empresa encargada dónde se ubica su vivienda: su barrio no aparece en el mapa.

Alberto trabaja en el instituto estatal para la vivienda, el cual desde el 2014 busca una mejora en las condiciones habitacionales para la comunidad. En el imaginario de Alberto la tarea consiste en reubicar un precario. Sin embargo, más que un puñado de estructuras hechas de zinc y madera, en realidad la comunidad cuenta con aceras y alamedas, una plaza de deportes, una calle de ingreso y casas de concreto de varias plantas, todo desarrollado por sus propios habitantes.

Estos casos son parte de una realidad cotidiana para las personas de la comunidad ante la formalidad de las instituciones. Erizo Juan Santamaría se estableció en la década de 1980, en la margen sur del río Ciruelas. Su población es producto de oleadas migratorias internas de las zonas rurales a las urbanas. Hoy día es habitado por más de 400 familias y colinda con otros barrios que sí están integrados con la

infraestructura pública y de servicios que ofrecen instituciones y empresas privadas.

Percibimos por primera vez esta realidad comunal cuando la buscamos en el mapa; encontramos la representación de un espacio vacío, lo cual refleja también cómo es imaginada esta comunidad por los habitantes de la ciudad.

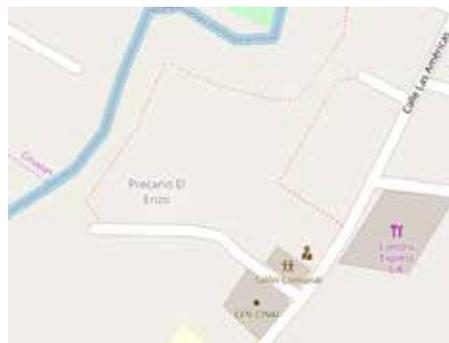
La Sede Interuniversitaria de Alajuela, integrada por las universidades públicas, se encuentra también al margen del río Ciruelas, a una distancia de poco más de un kilómetro de Erizo Juan Santamaría. Desde el 2013, esta sede alberga al Laboratorio Experimental (LabExp), un espacio de investigación y extensión de la carrera de Ingeniería en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).

Una de nuestras líneas de trabajo en el LabExp es la cartografía libre, la combinación de software libre, datos abiertos y acción participativa para la construcción

colaborativa de mapas. Dado nuestro interés en los mapas y como vecinos de la zona, nos preocupó la invisibilización de este barrio tan presente en nuestra cotidianidad, particularmente por la relevancia que han tomado estos datos cartográficos digitales para el acceso a servicios y para informar la toma de decisiones a nivel de instituciones.

Proyecto de extensión

Obedeciendo a los fines de la Universidad Pública Latinoamericana, en el 2017 decidimos plantear un proyecto de extensión universitaria para visibilizar a la comunidad del Erizo Juan Santamaría, tanto a nivel de representación en el mapa digital como a nivel de acción en relación con instituciones y barrios vecinos. En este artículo vamos a compartir nuestra experiencia ejecutando el proyecto antes del inicio de la pandemia y después. Vamos a cerrar el trabajo con algunas reflexiones sobre esta experiencia.



Mapa digital de Open Street Map antes y después del censo.

Actividades antes del covid-19

Desde el 2013 hemos realizado talleres de cartografía libre en comunidades con bajo índice de desarrollo social, con el propósito de acercar a la población en edad escolar a la ciencia y la tecnología. Estos talleres buscan reflexionar con la comunidad sobre su propio conocimiento local y empoderarlos para visibilizarlo en los mapas digitales, mediante el uso de tecnologías de bajo costo que no requieren conectividad móvil durante el trabajo de campo, por ejemplo, *Field Papers* (<http://fieldpapers.org/>).

Dada nuestra experiencia previa, el primer acercamiento a Erizo Juan Santamaría fue por medio de un taller de cartografía libre en la escuela pública a la que asisten las niñas y niños que habitan en el asentamiento informal. Una vez realizado el taller nos sorprendió que las personas participantes no identificaron elementos ubicados en su comunidad, pero sí fueron capaces de hacer comentarios sobre elementos comerciales fuera de ella. Una segunda observación que nos llamó la atención fue cuando una de las maestras de la escuela utilizó expresiones despectivas para describir al asentamiento informal y negó la existencia de la cancha de fútbol. Su opinión repercutió negativamente en las reflexiones estudiantiles sobre el conocimiento local.

De forma simultánea al acercamiento con la escuela de la localidad, también establecimos contacto con el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), responsable de la eventual formalización del asentamiento. Como parte de este proceso de formalización, la institución requería hacer un levantamiento de datos socioeconómicos y geoespaciales sobre la comunidad mediante un censo. Dadas nuestras experiencias anteriores y propuesta de proyecto fuimos invitados a formar parte del equipo que llevaría a cabo esta serie de actividades. Este equipo fue conformado además por el grupo de mujeres que lideran la Comisión de Vivienda de Erizo Juan Santamaría, personas de trabajo social de la institución y estudiantes asistentes del proyecto de extensión universitaria.

Como resultado del trabajo de campo realizado para este censo, el equipo logró un levantamiento inicial de datos geoespaciales que identifica los principales elementos del espacio público –por ejemplo, calles, alamedas y la cancha de fútbol, entre otros–, así como la numeración de cada una de las unidades habitacionales en el

asentamiento. Esto permitió, por primera vez, una visibilización de la comunidad en el mapa digital.

Para este trabajo empleamos las mismas herramientas y metodologías que habíamos utilizado anteriormente en otros contextos urbanos y rurales; sin embargo, la densidad habitacional del asentamiento constituyó un factor importante que nos llevó a la necesidad de adaptar tanto técnicas como herramientas para refinar la calidad de los datos recolectados. A partir de esta experiencia reflexionamos sobre la importancia del rol que puede jugar la universidad pública colaborando con la comunidad en la creación y adaptación de tecnología más pertinente al contexto local.

Desarrollo de actividades después del covid-19

En respuesta a la aparición de la pandemia por el covid-19, el TEC decretó medidas preventivas que incluían la suspensión del trabajo de campo y el trabajo presencial con estudiantes. Otras instituciones vinculadas con la comunidad, con las cuales habíamos estado planificando actividades, optaron por tomar medidas preventivas similares.

Las medidas sanitarias y los cambios en las dinámicas sociales generados por la pandemia nos llevaron a plantear, en conjunto con la comunidad, alternativas para continuar el trabajo de visibilización. Acordamos realizar una estrategia de comunicación audiovisual y, Comité pro Mejoras del Asentamiento del Erizo, un proceso participativo para dar nombre a las calles y alamedas del asentamiento.

Mediante la producción de dos videos cortos¹ se documentó la visión de la comunidad desde la perspectiva de dos grupos organizados diferentes: uno vinculado con la lucha por la mejora de vivienda y el otro que actúa sobre el espacio público. Esta estrategia permite comunicar las dinámicas vecinales ante las instituciones, sin un requerimiento de presencialidad.

Tradicionalmente las decisiones comunitarias en Erizo Juan Santamaría se han tomado en una reunión masiva de vecinas y vecinos, efectuada en la cancha de fútbol. Durante estos encuentros una persona se encargaba



Señalética para calles y alamedas.

de dirigir el orden del día y los tiempos de uso de la palabra. Para el proceso de dar nombres a las calles y alamedas, se propuso variar esta situación. Con el fin de evitar aglomeraciones y promover una dinámica más horizontal, se acordó por consenso realizar una actividad de toma de decisión basada en tres momentos.

El primer momento consistió en identificar las calles y las alamedas que serían nombradas. Se confeccionaron materiales informativos para comunicar a las personas de la comunidad sobre el proceso que se llevaría a cabo. Estos materiales fueron distribuidos de forma digital utilizando aplicaciones de mensajería instantánea. Durante una semana se abrió el espacio para recibir propuestas de nombres en boletas en papel. Por cada alameda, una persona vecina se encargó de distribuir las boletas y luego recibirlas una vez completadas.

El segundo momento fue la revisión de las propuestas recibidas. El objetivo de esta revisión fue cerciorarnos de que las propuestas cumplieran con los criterios definidos por la comunidad. Con las propuestas validadas, una persona de cada calle o alameda se encargó de divulgar los nombres propuestos. Adicionalmente se prepararon las papeletas con las opciones validadas.

El tercer momento fue una jornada electoral realizada en la cancha de fútbol. Para formalizar la elección, se instaló una urna para recibir los votos. Las personas vecinas de cada calle o alameda, que conformaron el padrón electoral, fueron convocadas en un rango de

1 <https://drive.google.com/file/d/1L6aG4ldSOKUKgix-hsyB4fh0l6F-ZEYN/view?usp=sharing> <https://drive.google.com/file/d/1k6IvikhQnE8Wp5RHGN6WC9iqVStJgHib/view?usp=sharing>

tiempo distinto para evitar aglomeraciones en la plaza. En todo momento se contó con el apoyo de vecinas y vecinos para garantizar el orden y el cumplimiento de las medidas sanitarias. Finalizada la elección, se contaron públicamente los votos y se anunciaron los nombres elegidos. Los vecinos de cada alameda nombrada celebraron los resultados, marcando de esta forma el inicio de una nueva etapa en la apropiación del espacio público.

Con el fin de fomentar aún más esta apropiación, apoyamos a la comunidad con la gestión de la producción de señalética con los nombres de cada alameda y la incorporación de esta nueva nomenclatura en el mapa digital de *Open Street Map* (<https://openstreetmap.org>). Apegados a las medidas preventivas sanitarias, un grupo pequeño de vecinos colaboró en la instalación física de esta rotulación, mientras que el grupo de extensión universitaria

trabajó en la actualización de los datos en el mapa digital.

Este proceso de nomenclatura estrechó el vínculo del equipo extensionista con la comunidad, lo cual permitió refinar los datos geoespaciales mediante el trabajo de campo que se realizó durante las visitas de coordinación y difusión de las actividades a lo largo del espacio comunitario. Las circunstancias de estas visitas permitieron trabajar de manera puntual y localizada con personas vecinas, a diferencia del enfoque inicial pre-pandemia de talleres grupales. Con este giro se logró una mayor completitud de los datos; por ejemplo, pudimos incluir postes de alumbrado público, reductores de velocidad, delimitación del espacio público y arbolado.

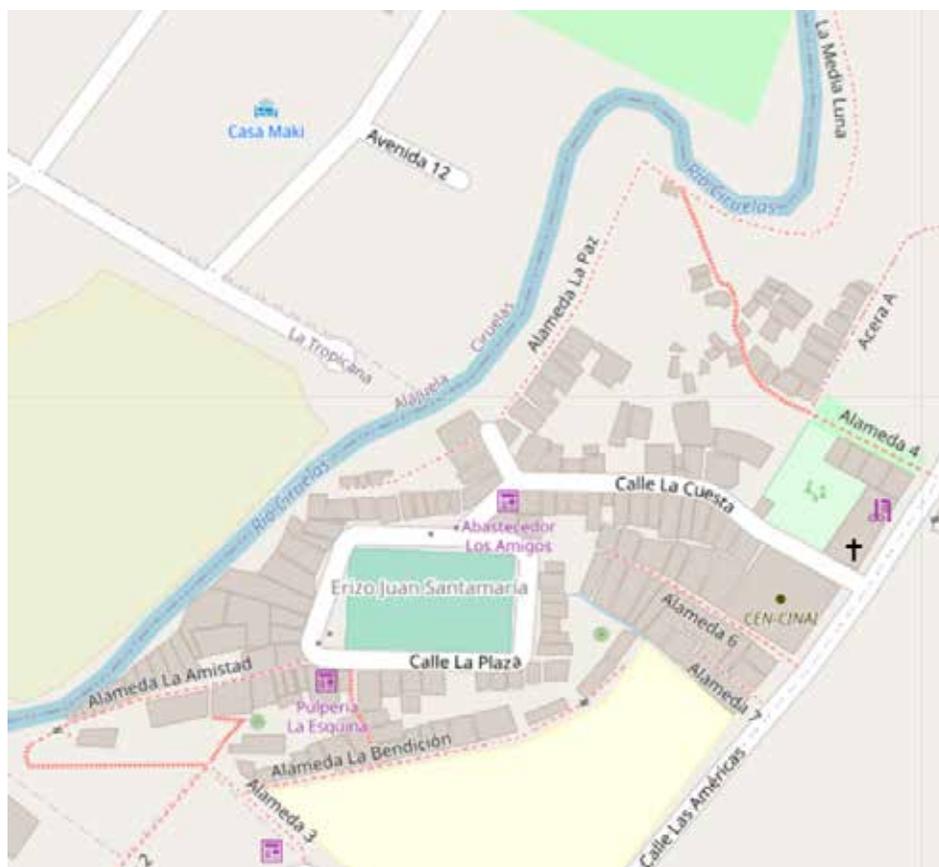
Reflexiones finales

La vida en pandemia ha puesto en la palestra el uso de tecnologías de información y

comunicación de punta que ha permitido a las personas continuar, de alguna manera, con sus actividades cotidianas. En contraste, nuestra experiencia con la comunidad y sus condiciones particulares nos ayudó a redescubrir una forma de solución de problemas con base en tecnología de información de baja conectividad y costo, en actividades más sencillas que no dependen de la inmediatez y sin subestimar el gran potencial de medios analógicos como el papel y el lápiz.

Gracias a estos cambios logrados por la comunidad, Francisco ahora puede dar su dirección utilizando un nombre de alameda y el número de casa. Este hecho no solo facilita a Francisco el acceso a servicios que requieren de geolocalización, conectándolo con el resto de la ciudad, sino que también dignifica su situación y consolida su arraigo con la comunidad.

La visibilización en el mapa de la cantidad de casas, los espacios públicos y la infraestructura de movilidad construidos en el tiempo por la comunidad es evidencia de que este no es un asentamiento provisional ni improvisado, sino el resultado de una dinámica de mejoramiento barrial autogestionada. ■



Mapa digital de *Open Street Map* luego del proceso de dar nombres a las calles y alamedas. En la imagen se observan los nombres elegidos: Alameda La Bendición, Alameda La Amistad, Calle La Cuesta, Calle La Plaza y Alameda La Paz.

*Pablo Acuña Quiel. Arquitecto, docente en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Costa Rica. Extensionista con experiencia en procesos de mejoramiento barrial.

**Diego Munguía Molina. Ingeniero en computación, docente en la Escuela de Computación del TEC. Extensionista universitario con experiencia en pedagogía e investigación acción participativa.

***Jaime Gutiérrez Alfaro. Ingeniero en computación, docente en la Escuela de Computación del TEC. Extensionista universitario con experiencia en procesos de mapeo cartográfico colaborativo.