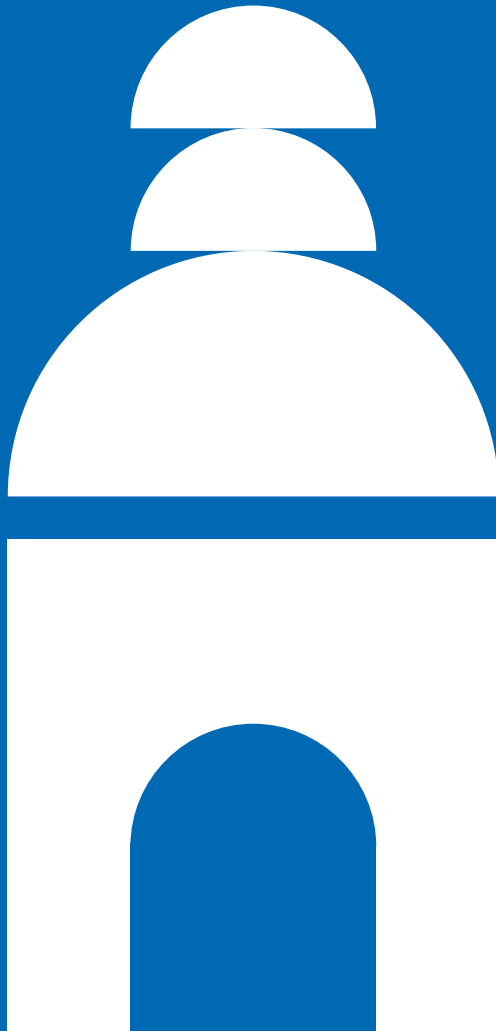
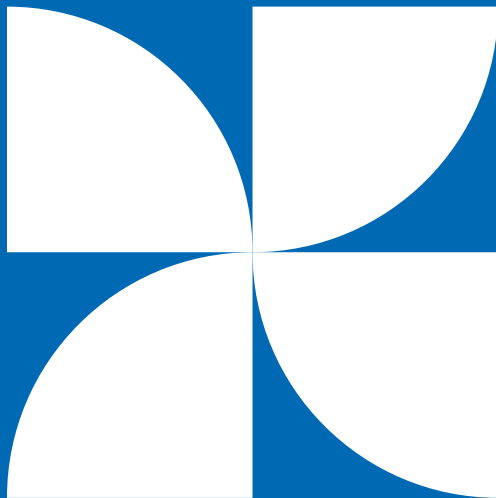


INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO HUMANO



Programa
ADSIDEO -
Cooperación
(2014-2017)



©Centro de Cooperación al Desarrollo
Universitat Politècnica de València

Diseño y maquetación
Cristina Pérez @cristinaperezmed

ISBN
978-84-09-31670-0

Impreso en papel 100% reciclado Favino Shiro Echo.
Impresum. València. Julio de 2021.

Esta publicación impresa ha sido realizada con el apoyo de la Generalitat Valenciana. El contenido de la publicación es responsabilidad exclusiva de la Universitat Politècnica de València y no refleja necesariamente la opinión de la Generalitat Valenciana.



ÀREA DE COOPERACIÓ AL
DESENVOLUPAMENT



Conselleria de Participació,
Transparència, Cooperació
i Qualitat Democràtica



INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO HUMANO



PRÓLOGO

El libro *Investigación para el Desarrollo Humano. Programa ADSI-DEO – Cooperación (2014-2017)* representa una puesta en valor de la investigación en desarrollo que se lleva a cabo a través del Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) de la Universitat Politècnica de València (UPV).

La vocación del CCD de impulsar el trabajo que llevan a cabo investigadores e investigadoras de la UPV en pro del desarrollo humano se ve reflejada en cada uno de los ejemplos recogidos en esta publicación en la que se presentan trabajos de diferentes ámbitos, que han dado lugar a la construcción de nuevas redes en investigación y docencia, intercambio de profesores y estudiantes, y colaboraciones con entidades del sistema de ayuda.

Es de justicia empezar estas líneas felicitando a todos los autores que colaboran por el rigor de sus aportaciones y el estímulo intelectual que prestan a un debate, en estos momentos acuciante, de la cooperación al desarrollo y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. También felicitar al CCD por su empeño, ante la necesidad de mejorar la cooperación universitaria al desarrollo, de dar a conocer y poner en valor la investigación a través de esta publicación.

Conscientes que queda mucho camino por recorrer en la lucha por la erradicación de la pobreza y por alcanzar un desarrollo económico equitativo, sostenible y de justicia social, solo me queda dar la enhorabuena por el trabajo realizado y animar a profundizar en él, debatirlo y analizarlo en la universidad, así como contrastarlo con otras experiencias a las que seguro el CCD brindará todo su apoyo.

Rosa Puchades Pla

Vicerrectora de Responsabilidad
Social y Cooperación

Mayo 2021

ÍNDICE

10

Presentación

12

Investigación para el desarrollo desde las universidades tecnológicas

18

Programa ADSIDEO 2010-2020

23

10 AÑOS DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO EN LA UPV

25

Contribución al desarrollo humano sostenible a través de la investigación de la arquitectura de tierra. Experiencia del proyecto arquihábitat en el Khorbat, Marruecos.

41

Análisis de la implantación de cadenas de aprovechamiento de biomasa en comunidades rurales de la provincia de Bolívar (Ecuador).

57

Análisis del rol de la Red de Investigadores Comunitarios en la promoción del desarrollo humano. Una mirada desde el enfoque de capacidades y el análisis de redes sociales.

71

La Blanca, un proyecto de patrimonio para el desarrollo.

83

Contribución a la sostenibilidad del cultivo de arroz en Saint Louis (Senegal).

97

Asesoramiento en la gestión de calidad y seguridad de los productos apícolas de las comunidades Lencas de Honduras. Modelo de promoción social, ambiental y económica de las poblaciones rurales de Centroamérica.

113

Fomento de la seguridad alimentaria y la mejora nutricional de la población rural del departamento del Cauca (Colombia), mediante el desarrollo de alimentos autóctonos sostenibles a partir de Chontaduro (Cactris Gasipaes H.B.K).

127

Alianzas corresponsables por la igualdad de género.

149

ConBurkina – Arquitectura.

165

Estudio de la relación entre el coste del suelo y la vulnerabilidad. Efectos sobre los patrones de ocupación. Cuenca (Ecuador).

183

Reutilización de residuos agrícolas e industriales para la fabricación de conglomerantes sostenibles en países en desarrollo.

PRESENTACIÓN

ADSIDEO es una palabra que proviene del latín que significa “estar junto a”. Para el Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) de la Universitat Politècnica de València (UPV), es importante estar junto a las personas que trabajan en pro de reducir la pobreza y las desigualdades y apoyar a quienes investigan y estudian para encontrar soluciones a estos retos globales del desarrollo.

El Programa ADSIDEO nace con el objetivo de orientar parte de la investigación que se lleva a cabo en la UPV hacia los campos del desarrollo y la cooperación internacional. Esto es, promover una investigación de interés para la sociedad y estar junto a los colectivos más vulnerables de los países más empobrecidos.

En 2020 se cumplen 10 años de la primera convocatoria de este programa. Una convocatoria anual gestionada por el CCD para financiar proyectos de investigación en el ámbito de los Estudios sobre el Desarrollo, la Cooperación Internacional y la aplicación de la Tecnología para el Desarrollo Humano.

Con esta publicación se quiere celebrar este aniversario, a la vez que visibilizar y poner en valor este trabajo y toda esta gran experiencia y bagaje acumulado desde 2010.

El texto recoge, en primer lugar, las reflexiones de Manuel Sierra Castañer, Director para Latinoamérica y Cooperación al Desarrollo de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en torno a cómo la universidad ha ido evolucionando y situándose dentro del sistema de cooperación y frente a la Agenda 2030, planteando los retos a los que se enfrenta para fortalecer su papel en los procesos de desarrollo; al papel de la investigación en dichos procesos y el potencial de la universidad a través de la investigación para el desarrollo; y, por último, sobre las distintas herramientas que disponen las universidades españolas para ello, vinculando el Programa ADSIDEO con la experiencia de la UPM, sustentada en la formación de *hub* de investigación y apoyo a plataformas de interdisciplinarias, centrados en la búsqueda de alianzas con los diferentes actores de la cooperación.

En segundo lugar, de la mano del CCD, se hace un breve resumen y análisis de los resultados del programa desde su inicio, atendiendo a la evolución de la cantidad y perfil de investigadores e investigadoras participantes, el presupuesto y monto de los proyectos, la producción científica resultante, etc.

En tercer lugar y como centro de esta publicación, se presenta 10 proyectos ADSIDEO desarrollados a lo largo de esta última década como muestra de la trayectoria de esta convocatoria. Los proyectos abordan diferentes problemáticas del desarrollo desde la óptica de la investigación. Desde la arquitectura y urbanismo: habitabilidad y arquitectura tradicional presahariana en Marruecos, la puesta en valor del patrimonio histórico y fortalecimiento comunitario en Guatemala, el fortalecimiento de las técnicas constructivas en una escuela de Burkina Faso o el análisis sobre la vulnerabilidad de los asentamientos urbanos en Ecuador. Pasando también por la ingeniería rural y agroalimentaria: la investigación en diversificación de actividades económicas, mejora de rentas y fortalecimiento de asociacionismo en Ecuador, la contribución a la sostenibilidad del cultivo de arroz en Senegal o a la mejora de la calidad y seguridad alimentaria en las comunidades Lencas de Honduras y del departamento Cauca de Colombia. Además, cabe resaltar que la investigación para desarrollo no se ha centrado únicamente dentro del ámbito de la ingeniería, sino que también, desde la UPV, se ha contribuido al fortalecimiento de alianzas corresponsables por la igualdad de género y de investigadores comunitarios en la promoción del desarrollo humano en Colombia.

Con la difusión de estos trabajos esperamos comprometer a la comunidad científica en la búsqueda de soluciones para la mejora de la vida de los sectores más empobrecidos de la sociedad y la consolidación de un núcleo de investigadores, profesorado y centros de investigación especializados en desarrollo y cooperación internacional.

Investigación para el desarrollo desde las universidades tecnológicas

Vivimos unos años de cambios profundos en la cooperación al desarrollo. La aprobación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) por Naciones Unidas en el año 2015 rompió las barreras que existían entre las distintas agendas asociadas a los retos globales de nuestro planeta. Esto ha supuesto que nos hemos tenido que ir desplazando desde un ámbito en el que llevábamos trabajando los últimos 15 años, y en el que la universidad había encontrado su hueco dentro del entramado de distintos agentes de desarrollo, al menos en el caso español, a otro ámbito más amplio, encontrándonos con otras estructuras trabajando con métodos diferentes.

De hecho, ya tras la aprobación de la anterior agenda de desarrollo, nos encontramos que el primer reto fue definir el papel de la universidad en el desarrollo. Desde entonces, el rol de la universidad como agente de desarrollo ha ido evolucionando.

Tras la aprobación de la Agenda 2015 en el año 2000, la universidad, como actor nuevo en el mundo del desarrollo, no tenía claramente identificado su papel en el mismo. Esta indefinición del rol de la universidad hizo que se confundieran y mezclaran los roles de los universitarios con el de otros actores. Del mismo modo, otros actores no aca-

baban de identificar cuál era el valor añadido de la universidad, y se vio a la universidad bien con un rol de agente financiador o bien como una extensión de otros actores como las organizaciones no gubernamentales de desarrollo (ONGD).

Poco a poco, fuimos encontrando nuestro hueco, asociado a los tres ámbitos de la universidad:

- La formación y educación en los ámbitos del desarrollo.
- La investigación en y para el desarrollo.
- La transferencia de conocimiento a la sociedad.

Los distintos documentos estratégicos que aprobamos las universidades españolas en el ámbito de cooperación al desarrollo (estrategia ESCUDE y Código de Conducta de las universidades españolas en cooperación al desarrollo) durante aquellos años fueron definiendo el papel de las universidades en los tres ámbitos anteriores: docencia, sensibilización y voluntariado que se pueden englobar en el ámbito de formación, investigación y, por último, fortalecimiento institucional y asesoría o apoyo técnico a programas de desarrollo, que se pueden incluir en el ámbito de la transferencia.

En el ámbito de la investigación cabe diferenciar dos procesos con un enfoque completamente distinto: la investigación sobre el desarrollo y la investigación para el desarrollo. La primera, ha dado lugar a distintos estudios sobre la evolución de los distintos procesos de desarrollo, configurándose como un elemento esencial para mejorar la acción de las distintas agencias de desarrollo en todos los países. En este primer ámbito han trabajado sobre todo investigadores del mundo de las áreas de conocimiento de las ciencias sociales, dando lugar a redes de actores en universidades españolas como REEDES, red española de estudios de desarrollo, que tiene como uno de sus objetivos el promover la investigación básica y aplicada, la formación interdisciplinar, y la calidad de éstas, en los estudios sobre y para el desarrollo (aunque fundamentalmente se centran en el primer aspecto).

El segundo ámbito es el de la investigación para el desarrollo, que bajo mi prisma, consiste en proponer nuevos procesos, tecnologías o productos que puedan ser aplicados en entornos con unas características particulares como son los del desarrollo. Aquí aparece el concepto de tecnología apropiada, es decir, la tecnología que se configura atendiendo a una realidad social, económica y cultural distinta a la que tenemos en los países más ricos. Las universidades politécnicas encontramos un nicho en la investigación en esta tecnología, y en la incorporación de procesos de innovación para crear productos que pudieran ser transferidos a estos entornos de desarrollo, habitualmente muy complejos. Apareció el concepto de investigación-acción,

que viene a significar la aplicación de las investigaciones aplicadas mediante las innovaciones de productos o procesos en los entornos de desarrollo. La investigación-acción ha estado ligada a procesos de iterativos de aplicación de la tecnología y evaluación de los aprendizajes obtenidos. En estos últimos años se han ido conformando distintos equipos expertos en ámbitos tecnológicos muy definidos que han podido dar respuestas a problemas del desarrollo, algunas de ellas, aplicadas por otros actores de la cooperación como ONGD y otros grupos universitarios de los países en desarrollo.

En estos años fueron surgiendo las distintas oficinas de cooperación al desarrollo en las universidades españolas, como el CCD de la Universidad Politécnica de Valencia, y con este centro, uno de sus programas más relevantes que es la convocatoria de ayudas ADSIDEO. Esta convocatoria en el año 2015 se llamaba "Proyectos de investigación en Tecnología para el Desarrollo Humano y Cooperación Internacional para el Desarrollo" para luego pasar a llamarse, con la aprobación de la Agenda 2030, "Proyectos de investigación orientados al Desarrollo, la Cooperación internacional y los ODS".

Estas convocatorias, al igual que las convocatorias de otras universidades, como la Politécnica de Madrid (UPM), cuya área de cooperación al desarrollo he dirigido durante los últimos 10 años, se han orientado hacia esta investigación para el desarrollo, combinando las necesidades de la investigación o la innovación, con los conocimientos profundos de los entornos de aplicación de estas investigaciones, es decir, la

realidad del desarrollo. Para ello, se han ido configurando equipos de investigadores y expertos del desarrollo, tanto de las propias universidades como de los países socios, fundamentalmente en América Latina y África subsahariana donde la cooperación española ha tenido un mayor peso. Y, sin duda, no es fácil encontrar expertos que combinen las capacidades necesarias para la investigación y para la acción en los entornos de desarrollo, especialmente complejos. Por lo tanto, la configuración de equipos multidisciplinares ha sido siempre una de las claves del éxito, algo que no siempre se ha llegado a dar, en parte por el individualismo que nos caracteriza muchas veces en el mundo universitario.

Uno de los puntos reseñables es que muchas de las universidades españolas han apostado a lo largo de estos años por abrir una línea de financiación, usando fondos propios, para este tipo de proyectos, primándolos con respecto a otras líneas de investigación, muchas veces ligado a la política de responsabilidad social universitaria. Esta apuesta ha significado que se generaran grupos de profesores e investigadores en las principales universidades españolas, expertos en la aplicación de las tecnologías a los ámbitos del desarrollo, que han contribuido a mejorar la labor de otros actores como pueden ser las ONGD, agentes locales o las propias agencias de desarrollo (tanto nacionales como multilaterales). Tanto el programa de cooperación interuniversitaria (PCI) de la AECID (hasta el año 2011) y, posteriormente, la convocatoria de innovación para el desarrollo, han contribuido sin duda a la generación de esta red de expertos. Y, aunque

sin duda se podía haber hecho mejor por la cantidad de dinero que se ha invertido, ya sea propio, ya sea de agencias nacionales o autonómicas en este ámbito, al final del año 2015 existía un conjunto nada desdeñable de equipos con esa combinación de experiencia y capacidad para la investigación y para la acción en los entornos del desarrollo. Lo que no está tan claro es que esas capacidades hayan sido aprovechadas de la manera óptima por otros actores de la cooperación, fundamentalmente las agencias de desarrollo o las propias ONGD. Mi experiencia a la largo de estos años me indica que las cooperaciones más avanzadas, especialmente la inglesa, pero también la alemana o nórdicas, han sabido integrar mucho mejor a los expertos universitarios para sus acciones en el desarrollo. Un ejemplo de este hecho es que en el ranking QS de estudios del desarrollo aparecen entre las 10 primeras universidades 6 inglesas. En el primer puesto está la Universidad de Sussex, donde el Instituto de Estudios de Desarrollo (IDS) colabora activamente con el gobierno inglés en la elaboración de la política de desarrollo del país. Probablemente haya sido debido a la mayor madurez de dichos sistemas de cooperación, recordando que, si bien la universidad se incorporó tarde a los procesos de desarrollos, la cooperación española es también relativamente nueva si la comparamos con los países del norte de Europa.

¿Y ahora qué? Ahora estamos terminando el proceso de transición a la nueva Agenda 2030 con sus ODS y nos ha tocado en un momento muy complicado, con la caída tanto de los fondos propios de las universidades

“Las universidades tienen que dar un paso adelante para demostrar que los Objetivos de Desarrollo Sostenible son viables”

como de los que las administraciones públicas destinan a la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD). Lo anterior, unido a un cambio de agenda, donde como he dicho al principio se han entremezclado los distintos retos del planeta, ha generado una crisis en los equipos de desarrollo de las universidades. Sin embargo, estoy convencido que de esta crisis vamos a salir fortalecidos porque, con la nueva agenda, se refuerzan los papeles de innovación y de transferencia de conocimiento o tecnologías a los países en desarrollo, sustituyendo a la multitud de acciones puntuales que venían desarrollándose por los distintos actores del desarrollo. Y, sin duda, en los ámbitos de la innovación y del conocimiento, las universidades tienen que tener un papel central.

Sin embargo, para aprovechar este potencial de la universidad española para seguir siendo un actor relevante en los procesos de desarrollo, se tienen que dar una serie de condicionantes:

- Seguir apostando por la consolidación de estos equipos mixtos con conocimientos en las áreas de investigación y en su aplicación al desarrollo. Ello significa seguir invirtiendo desde las universidades con fondos propios en proyectos como el de la convocatoria ADSIDEO.
- Ser capaces de entender la interrelación entre los distintos retos globales que Naciones Unidas incorporó en la Agenda 2030 y, en particular, los retos asociados a la sostenibilidad desde los prismas ambiental, social y económico. El cambio climático, la pobreza, las

desigualdades, la falta de trabajo digno, las inestabilidades políticas...; son responsables de muchos de los problemas globales como las migraciones, el hambre, enfermedades, etc. La respuesta debe plantearse entendiendo el mundo desde una visión global.

- Ser capaces de conformar redes de actores distintos: la universidad tiene que aprender a trabajar de la mano de ONGD, empresas, agencias, gobiernos locales, instituciones multilaterales, orientándose a la resolución de los problemas del desarrollo. Y tiene que trabajar desde su ámbito de especialidad: la formación, la investigación y la transferencia. Y el resto de actores deben entender la importancia de un actor como la universidad para mejorar y consolidar sus procesos de desarrollo. Aunque se han dado pasos importantes en este ámbito, todavía queda mucho camino por recorrer. La universidad puede aportar esa capacidad investigadora y estudiar con una mirada imparcial y de mayor alcance la validez o no de los distintos procesos aplicados al desarrollo. Para otros actores, poder contar con socios como los grupos de investigación de las universidades les puede permitir contar con un estudio fiable de cuáles pueden ser las mejores soluciones tecnológicas para problemas concretos. Del mismo modo, para las universidades poder contar con un campo de pruebas como el que aporta la cooperación, trabajando de la mano de ONGD u otros socios, les permite aumentar el alcance de sus investigaciones. Es fundamental que cada

uno de los socios de estas redes de actores pueda centrarse en su ámbito del saber.

- Por último, ser capaces de buscar conocimientos diversos, montando equipos interdisciplinares. En la universidad estamos acostumbrados a centrarnos en nuestro tema, en nuestro equipo, cuando los procesos de desarrollo requieren aunar conocimientos diversos. A la hora de evaluar los proyectos de esta convocatoria y también los de otras universidades, he detectado que nos falta esa capacidad de buscar esa complementariedad, cuando a veces la tenemos en la escuela o el departamento de al lado.

Para intentar hacer frente a los puntos anteriores, en la UPM apostamos por lo siguiente: en primer lugar, en el año 2012, cuando ya se estaba viendo hacia dónde se dirigía la nueva agenda de desarrollo, creamos el Centro de Innovación en Tecnologías para el Desarrollo Humano (itdUPM). Se creó con la finalidad de disponer de una herramienta para mejorar la calidad y el alcance del trabajo de la UPM en el ámbito del desarrollo humano y sostenible, convirtiéndose en una especie de HUB que fuera capaz de buscar alianzas entre actores. Hacia fuera, colaborando con ONGD, empresas, instituciones de desarrollo, incluida la Cooperación Española, convirtiendo a dichos agentes, incluida la AECID, en aliados de una estrategia compartida más que en financiadores. Hacia dentro, siendo capaz de identificar las capacidades de los investigadores de la UPM, de todas las áreas de especialidad, junto a investigadores de

otras universidades en las áreas que no cubrimos desde la UPM, para poder dar respuestas interdisciplinares a los distintos problemas que se nos plantean. El itdUPM se ha convertido en el centro de la UPM destinado al objetivo 17 de Alianzas para el Desarrollo y ha pasado de ser, como originalmente se pensó, un centro dedicado al desarrollo humano, a un centro cuyo foco está en la interrelación entre los tres ámbitos de sostenibilidad de la Agenda 2030: la ambiental, la social y la económica.

La segunda gran apuesta ha sido la reconversión de la convocatoria de cooperación al desarrollo, la equivalente a ADSIDEO, apostando por plataformas en lugar de proyectos. Más del 80% de los fondos de la convocatoria van destinados a apoyar cuatro plataformas, cuyos objetivos se seleccionaron atendiendo a las prioridades de la Agenda 2030 y a la experiencia de la UPM, obligando a los investigadores a trabajar de manera conjunta en distintos proyectos alineados con los objetivos de cada una de las plataformas. Las cuatro plataformas que se definieron en 2016 y que se siguen financiando son:

- Plataforma LAC para el Desarrollo Sostenible en Latinoamérica y Caribe.
- Plataforma África, para el Desarrollo de Tecnologías en África Subsahariana.
- Plataforma de personas refugiadas, que trabaja en apoyar a campos de refugiados en el norte de África.
- Plataforma RES²+U, Responsables, Sostenibles, Sociales y Universitarios (Campus Sostenible UPM), que apuesta por tecnologías para

mejorar la sostenibilidad de nuestro campus.

Esta iniciativa, aunque inicialmente fue muy criticada por algunos grupos que veían cómo perdían independencia en sus acciones, ha sido capaz de aunar a más de 30 investigadores de la UPM en cada una de las cuatro plataformas, encontrando sinergias entre ellos y abordando los problemas desde un prisma - al menos - multidisciplinar y con un impacto mayor.

Somos conscientes que nos queda mucho camino por recorrer. Los cambios en la universidad son lentos, pero me quedo para terminar con una frase de Jeffrey Sachs, asesor del secretario general de Naciones: "las universidades tienen que dar un paso adelante para demostrar que los ODS son viables". Esto nos obliga a reinventarnos, a apostar por nuevas formas de trabajo, a ver el mundo bajo un prisma global y a aprender a salir de nuestra zona de confort para poder colaborar con otros actores y soñar con mayor ambición en un mundo mejor.

Manuel Sierra Castañer

Director para Latinoamérica y Cooperación al Desarrollo
Universidad Politécnica de Madrid

8 de noviembre de 2020

Programa ADSIDEO 2010-2020

En el año 2020 se han cumplido 10 años desde la primera convocatoria del programa ADSIDEO. Se trata de una convocatoria anual gestionada por el Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) de la UPV para financiar proyectos de investigación en el ámbito de los Estudios sobre el Desarrollo, la Cooperación Internacional y la aplicación de la Tecnología para el Desarrollo Humano.

En este apartado se muestra un resumen de los resultados del programa ADSIDEO desde sus inicios en 2010 hasta la actualidad. Los datos de las convocatorias 2018, 2019 y 2020 son incluidos, pero no analizados, puesto que los proyectos están en ejecución actualmente y no disponemos de los resultados finales. Las convocatorias de 2010 a 2017 son analizadas en profundidad.

Las características de los proyectos financiados en el Programa ADSIDEO se recogen en la Tabla 1.

**Existe una clara
tendencia con los
años a financiar
más proyectos con
menos presupuesto.**

Tabla 1. Características convocatorias Programa ADSIDEO 2010-2020

Convocatoria	Monto (euros)	Nº proyectos presentados	Nº proyectos aprobados	Nº investigadores	Monto por proyecto (media en euros)
2010	70.000	22	5	42	14.000
2011	64.500	20	5	20	12.900
2012	45.000	20	4	31	11.250
2013	45.000	23	4	21	11.250
2014	45.000	21	4	21	11.250
2015	45.000	16	4	22	11.250
2016	45.000	21	5	24	9.000
2017	45.000	10	5	16	9.000
2018	50.000	11	7	37	7.142
2019	57.400	17	7	28	8.200
2020	42.600	13	5	18	8.520
TOTAL	554.500	194	55	280	10.342

Fuente: elaboración propia a partir de las bases de datos del CCD.

La Tabla 1 muestra una clara tendencia con los años a financiar más proyectos con menos presupuesto. Mientras que en las primeras convocatorias se solían financiar unos 4 proyectos por convocatoria con un presupuesto por encima de los 11.000 euros, a partir del 2016 se revierte esta situación, financiando 5 o 7 proyectos por con-

vocatoria, pero sin superar de media los 9.000 euros por proyecto. También a partir del 2016 se reduce el número total de los proyectos presentados a la convocatoria, pasando de una media superior a 20 solicitudes en los primeros años a reducirse a partir del 2017 en algo menos de la mitad.

Tabla 2. Producción científica de los proyectos ADSIDEO 2010-2017

Convocatoria	Tesis defendidas	Tesis en proceso	Nº TFM	Nº TFG	Artículos publicados en revistas	Artículos en congresos	Capítulos de libros
2010	6	0	4	7	15	15	4
2011	6	0	0	4	9	13	4
2012	0	0	4	6	4	11	1
2013	1	0	2	2	1	10	0
2014	1	0	0	3	11	3	4
2015	0	2	4	2	2	14	3
2016	0	0	1	2	4	13	0
2017	0	2	1	1	1	4	1
TOTAL	14	4	16	27	47	83	17

Fuente: elaboración propia a partir de las bases de datos del CCD.

La tabla 2 recoge la producción científica de los proyectos aprobados en las convocatorias que han finalizado (hasta 2017).

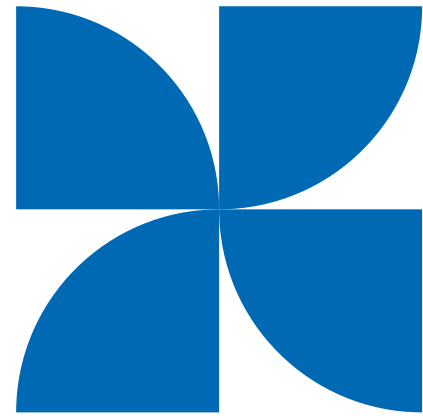
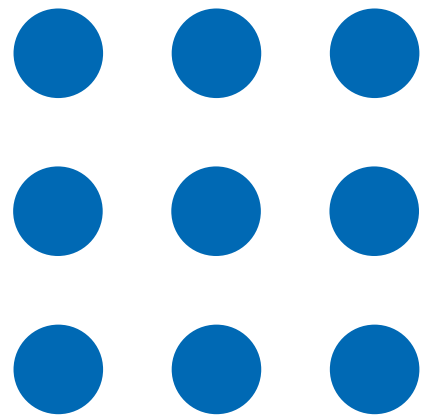
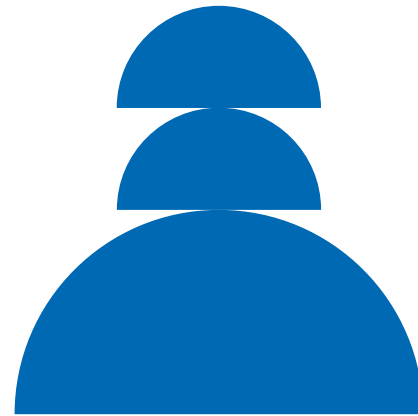
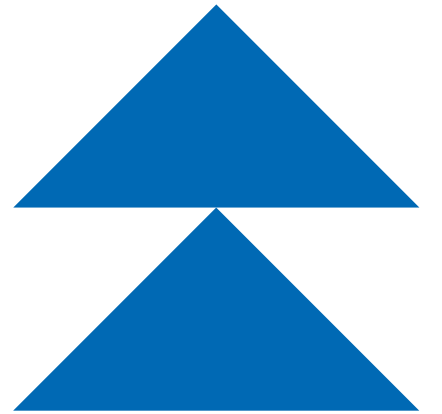
Los datos totales, extraídos a partir de los informes finales y las publicaciones presentadas, resaltan la contribución del programa en fortalecer la investigación en temas de interés para el desarrollo y la cooperación internacional. En concreto, destaca la realización de 18 tesis doctorales (4 de ellas en proceso) y la publicación de 47 artículos científicos. También cabe resaltar la cantidad de alumnado que ha participado, un total de 43, entre trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM).

De la producción científica analizada se deduce un alto rendimiento en rela-

ción al monto invertido. A pesar de la relativamente escasa dotación (2 años de duración, unos 10.000 euros / proyecto) la repercusión en términos científicos de los proyectos financiados en las convocatorias es muy elevada.

Desde el CCD se trabaja con el profesorado para que, además de publicar sus trabajos en los cauces habituales dentro de sus ámbitos científicos, se animen a publicar las investigaciones en revistas y congresos relacionados con el desarrollo y la cooperación internacional. En este sentido, en los cursos, jornadas y talleres organizados con el profesorado (más allá del Programa ADSIDEO), se les informa y facilita un listado de revistas y congresos en estos ámbitos.

**10 AÑOS DE
INVESTIGACIÓN
PARA EL
DESARROLLO
EN LA UPV**



un proyecto de

Gil Piqueras, Teresa ¹

Rodríguez Navarro, Pablo ¹



**CONTRIBUCIÓN AL
DESARROLLO HUMANO
SOSTENIBLE A TRAVÉS DE
LA INVESTIGACIÓN DE LA
ARQUITECTURA DE TIERRA.
EXPERIENCIA DEL PROYECTO
ARQUIHÁBITAT EN EL
KHORBAT, MARRUECOS**

¹ Universitat Politècnica de València. Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica.

1 INTRODUCCIÓN

La gran riqueza paisajística y cultural de Marruecos sorprende gratamente a medida que avanzamos por su territorio. Una vez traspasamos el Alto Atlas vemos como el paisaje se vuelve a transformar y comienzan a surgir los oasis, extensiones de tierra fértil con abundante vegetación, que destacan por estar rodeadas de tierra árida y seca, y por su arquitectura de tierra característica de esta región. Los grandes asentamientos urbanos, denominados *ksar* (*ksour* en plural), contruidos con tierra cruda (sin ningún tipo de adición), se alzan en pie como representantes de un pasado ligado a la tradición cultural de su sociedad: la bereber (Imagen 1).

Después de años investigando sobre el tema, podemos definir el *ksar* como un poblado fortificado en el que sus diferentes partes se ordenan dentro de un recinto totalmente cerrado por una muralla, rematada en las esquinas y en la mitad de sus paños por altas torres de tapia y adobe. En su interior se alojan numerosas familias que viven en comunidad bajo las directrices de la *Jmaâ*, asamblea formada por los hombres más notables del *ksar*, quienes organizan sus actividades sociales, políticas y económicas.

Este modelo de hábitat, cuyo origen es difícil de situar en el tiempo, está ampliamente difundido por el sur de Marruecos y parte de Argelia. Su eje-

cución se apoya en el uso de técnicas constructivas tradicionales, como son la tapia de tierra cruda y el adobe. Además, en su construcción se emplean materiales sostenibles tomados de su propio entorno, tales como la palmera, la paja o la caña.



Imagen 1. Calle interior del Ksar El Khorbat Jdid, enero 2016. Fuente. Pablo Rodríguez Navarro.

Desde que en el año 2009 un grupo de profesores del Área de Expresión Gráfica Arquitectónica de la UPV iniciáramos nuestra investigación sobre la arquitectura de tierra del sur marroquí, hemos ido siendo testigos de los cambios producidos en las necesidades y forma de vida de la población local. La vida dentro de la comunidad está dejando paso a un tipo de vida más individualizada; ya no hay necesidad de vivir en espacios cerrados y fortificados para defenderse de los ataques de las tribus vecinas (Imagen 2). La población busca mayor calidad de vida, entendida a partir de la implantación de modelos occidentales; de técnicas que requieren menos mantenimiento; y del uso de materiales que parecen ser más duraderos, lo que incide en un abandono del hábitat tradicional.



Imagen 2. Vista del alminar de la Zaouia Sidi Al Arabi Ben Abdellah l'Houari, Tinejdad, abril 2015. Fuente. Teresa Gil Piqueras.

Pero el abandono de los *ksour* no solo afecta a nivel arquitectónico. A nivel social, la pérdida de este hábitat está influyendo de diferentes modos: por un lado, repercute en el modo de relacionarse la sociedad rural, que ya no dependen unos de otros; y por otro lado, la pérdida de modelos autóctonos está afectando a la identidad del pueblo bereber, que buscando construcciones más "prósperas", según los modelos arquitectónicos importados del hemisferio norte, asimila la visión de sus propias viviendas con una arquitectura del pasado vinculada al cultivo del campo, lo que identifican como una arquitectura de "pobres".

Del mismo modo, a nivel constructivo, la implantación de nuevos sistemas está provocando la pérdida de los oficios tradicionales y, por tanto,

la pérdida del conocimiento de técnicas constructivas autóctonas y sancionadas por la práctica. Ahora los "antiguos" *mâalem*, maestros de obras especializados en la construcción con tierra, han perdido su prestigio social, viéndose sustituidos por "nuevos" grupos de albañiles, que han traído técnicas europeas que, en la mayoría de los casos, terminan por estar mal ejecutadas. Por último, sumado a la mala ejecución, destaca la baja calidad de los materiales empleados, alejados de los rigurosos controles de calidad que se siguen en otros lugares. Es así como la mala ejecución de las nuevas viviendas, unido el uso de materiales y sistemas constructivos poco adecuados, están afectando a la calidad de vida de muchas familias.



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Tras años de trabajo sobre los antecedentes y con la experiencia adquirida al haber participado con anterioridad en proyectos de similares características, financiados bien a través del Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) de la UPV o bien a través de la Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo (AECID), en 2014 decidimos reunir a un equipo de profesores interesados en la temática y presentarnos a la convocatoria de Proyectos de Investigación en Tecnología para el Desarrollo Humano y Cooperación Internacional para el Desarrollo, del Programa ADSIDEO-Cooperación, de la UPV. El proyecto denominado *Arquitectura y Hábitat: investigación para la mejora global de espacios habitacionales en la región del Tafilalt (ARQUIHÁBITAT)*; nos fue concedido el 10 de diciembre de 2014, disponiendo de 2015 y 2016 para su ejecución. El proyecto estaba dirigido a la puesta en valor de las construcciones de tierra del municipio de Tinejda y, en concreto, al estudio y documentación del ksar El Khorbat, ubicado dentro del oasis del Ferkla, uno de los grandes palmerales del sur de Marruecos que forma parte de la Reserva de la Biosfera de los Oasises del Sur Marroquí (RBOSM).

A partir del diagnóstico inicial, una de las prioridades del proyecto fue ahondar en el avance en el conocimiento de

los materiales y las técnicas constructivas tradicionales. El fin era documentar, a lo largo del proyecto y de forma sistemática, cada una de las fases del proceso constructivo que intervienen en la construcción de la vivienda tradicional. Pero a medida que avanzábamos en el análisis de los problemas surgieron nuevas cuestiones: ¿en qué situación se encuentra hoy en día la evolución de los nuevos modelos arquitectónicos y el uso de los materiales no autóctonos?, ¿cómo afecta el cambio del modelo constructivo al paisaje cultural del sur marroquí?, ¿cómo y de qué manera podemos transmitir la importancia del conocimiento y uso de las técnicas tradicionales? y, por último, ¿qué podemos hacer para involucrar a la población femenina en nuestro proyecto? La primera cuestión la resolvimos planteando una línea de trabajo dirigida en ese sentido. Respecto a las siguientes, decidimos abordarlas a través de talleres de sensibilización, concienciación y formación dirigidos a la población local.

2.1 Objetivos de Arqui-Hábitat

El objetivo principal del proyecto fue el empoderamiento de la sociedad rural de Tinejda, a través de la puesta en valor de los sistemas constructivos tradicionales y de los modelos constructivos autóctonos que fortalezcan sus raíces culturales. De esta manera, se fomenta el progreso de su desarrollo humano al actuar como refuerzo a su responsabilidad social en la recuperación de esta arquitectura sostenible.

Para alcanzar con éxito este objetivo principal, el proyecto se estructuró en cinco acciones de interés. La pri-

mera de ellas consistía en el estudio de la arquitectura habitacional de tierra de la ciudad de Tinejda, a través de la investigación histórica y formal, analizando los modelos, materiales y sistemas constructivos autóctonos. El siguiente paso fue conocer científicamente y técnicamente las construcciones con la intención de establecer estrategias de mejora sobre el hábitat sostenible, así como establecer las apropiadas actuaciones de consolidación y restauración. La realización de estas acciones buscaba promover el desarrollo de labores dirigidas a la erradicación del concepto de infravivienda. En un ámbito distinto, aunque de forma paralela a los anteriores, la transmisión de conocimiento de los oficios tradicionales podía servir como fuente de activación de la economía local, contribuyendo a la inserción en el mundo laboral de la población en riesgo de exclusión social. En el ámbito científico, se potenció la puesta en valor del patrimonio cultural del sur marroquí a través de la difusión en foros especializados, de los conocimientos adquiridos.

En un sentido más concreto, el proyecto contemplaba los siguientes objetivos específicos:

- Elaborar un catálogo del patrimonio arquitectónico de tierra de la localidad de Tinejda, con el objeto de adquirir un conocimiento actualizado y preciso del número y estado general de las construcciones tradicionales de uso habitacional que aún persisten.
- Realizar un inventario de las unidades constructivas del ksar El Khorbat, que partirá de los datos obtenidos en las visitas de campo,

ordenados a través de fichas acompañadas de croquis arquitectónicos, y que servirán para realizar los posteriores análisis de los sistemas constructivos y de las tipologías de vivienda.

- Iniciar estrategias para valorizar y difundir este corpus edilicio, a través de publicaciones y acciones directas de formación, tanto en España como a nivel internacional, sobre todo en Marruecos.
- Sensibilizar a la población marroquí, y en especial a la bereber, sobre la importancia de su patrimonio cultural como un signo propio de identidad y legado a futuras generaciones.
- Realizar un taller de capacitación para formación de formadores en el que, tanto miembros de la universidad como expertos locales en técnicas tradicionales, enseñen a jóvenes desocupados y sin oficio las ventajas de la construcción en tierra. De esta manera además de participar en el proceso de formación de población en riesgo de exclusión social, colaboraremos a poner en valor la figura del mâalem como experto en arquitectura sostenible y con altas cualidades bioclimáticas.
- Integrar a la mujer en nuestras acciones de desarrollo, con el objeto de que se sientan parte del proceso de activación de la economía local. Hasta el momento habíamos podido constatar que las acciones destinadas al estudio de la arquitectura excluían directamente a la mujer, ya que en países con marcadas diferencias de género la construcción

normalmente se vincula al género masculino. Sin embargo, la puesta en valor de los productos autóctonos está suponiendo un camino sólido de aporte de generación de oportunidades para las mujeres. En la primera expedición contactamos con una asociación de mujeres que producía mermelada de dátil e higos con variaciones que incluían el cacahuete y la almendra.

Para todo ello contamos con la colaboración de la *Association El Khorbat pour le patrimoine et le développement durable del Ferkla* y la *Association feminine Tamount pour la croissance durable ksar Imlal, Tinejdad*.

2.2 Metodología

Para profundizar en el conocimiento del patrimonio arquitectónico, es fundamental apoyarse en el levantamiento gráfico como medio para conocer la arquitectura, así como en una óptima toma fotográfica y en la consulta de fuentes escritas. Para afrontar el proyecto con garantías de éxito, decidimos abordar la primera parte desde cuatro ámbitos distintos, dirigidos cada uno de ellos por un profesor y coordinados por la investigadora principal del proyecto (T. Gil): 1) Territorio y su paisaje (F. Juan); 2) Entorno urbano del ksar (T. Gil); 3) Vivienda (P. Rodríguez); y 4) Materiales y sistemas constructivos (S. Lillo).

Respecto a las acciones relacionadas con la formación en oficios tradicionales y el empoderamiento de la mujer bereber, pensamos tratarlas *in situ* a través de dos talleres: el taller de “Construcción con técnicas tradiciona-

les”, dirigido por los profesores P. Rodríguez y T. Gil del Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, y el taller de “Producción de mermeladas”, dirigido por la profesora M^a. M. Camacho del Departamento de Tecnología de Alimentos.

Confirmada la concesión del proyecto, en enero de 2015 comenzamos a preparar la primera expedición que se materializó en el mes de abril. Después de tres días de viaje en coche desde Valencia, llegamos a El Khorbat (Imagen 3). Allí contamos con la ayuda de Ahmed Ben Amar, gran defensor de su cultura y de su pueblo, a quien habíamos conocido años antes. Él ya conocía la intención de nuestro trabajo, pues habíamos hablado anteriormente con él y, además, ya conocía los resultados que habíamos obtenido en otros lugares, de forma que desde el principio mostró su interés y predisposición a facilitarnos cualquier ayuda o contacto necesario. Durante los días que estuvimos allí, fuimos tomando datos generales de la situación actual que vive El Khorbat. Visitamos los dos ksour, recorriendo sus estrechas calles, anotando parte de sus recorridos visibles, así como sus alrededores. También pudimos visitar una casa tradicional situada dentro del Ighrem Jdid. Finalmente, visitamos una vivienda de nueva construcción situada en el mismo ksar que, aunque por el exterior mantenía su aspecto prácticamente original, por el interior estaba construida con materiales actuales siguiendo un estilo propio, de carácter ecléctico y muy alejado de la tradición local.



Imagen 3. Levantamiento gráfico del Ksar el Khorbat Akedim, 2018. Fuente. Elaboración propia.

Pero como hemos dicho anteriormente, el proyecto además de contemplar el trabajo de investigación sobre la arquitectura tradicional y sus técnicas constructivas, comprendía la realización de dos actividades formativas dirigidas, por un lado, a la formación de formadores en el oficio “de la tierra” y, por otro, a fomentar nuevas vías de ingresos a través del trabajo cooperativo, sobre todo en el sector femenino, mantenido hasta el momento al margen de nuestros trabajos.

El taller de “Construcción con técnicas tradicionales” estaba planteado para ser impartido por un maâlem y dirigido a jóvenes de la localidad interesados en aprender el oficio. Con el objeto de optimizar recursos y que el resultado del taller tuviera repercusión local, planteamos su realización sobre un edificio de interés comunitario, en el que pudiéramos desarrollar todas las técnicas constructivas y ayudáramos a

la vez a su recuperación arquitectónica. Ahmed, en calidad de representante de la *Association El Khorbat pour le patrimoine et le développement durable del Ferkla*, nos propuso actuar sobre el morabito de Sidi Bou Guertif, antiguo mausoleo en el que descansan los restos de un hombre conocido y respetado en la comunidad, y que en la actualidad se encontraba falto de mantenimiento, presentando pérdidas de material en las cubiertas y grandes fisuras en sus muros. El lugar nos pareció idóneo por reunir en un pequeño edificio todas las posibles unidades de obra, a la vez que nos permitía devolver a la población autóctona un edificio valioso y respetado por ellos. En este viaje concretamos con Ahmed el proceso en el que se realizarían los trabajos durante nuestra segunda expedición.

Finalmente, y dentro de las actividades de inclusión de la mujer que contemplaba el proyecto, trabajamos en

dos soluciones, fruto de las necesidades que nos manifestaron las mujeres de la asociación femenina Tamount: la mejora del envasado y etiquetado de la producción de cuscús, y la elaboración de mermelada de dátiles de calidad. Estas actividades, aunque aparentemente estaban muy separadas del ámbito de la arquitectura, nos parecieron beneficiosas para el proyecto, ya que nos permitían incorporar a la mujer en la actividad cotidiana, haciéndoles partícipes de nuestras inquietudes e intereses de trabajo.

Durante la expedición de 2015 visitamos el mercado de artesanía local y allí contactamos con Fátima, presidenta de la asociación femenina Tamount (Imagen 4). También acudimos al mercado de Tinejda en busca de la materia prima: el dátil. Una vez de vuelta a Valencia se fueron elaborando los primeros levantamientos gráficos y se obtuvieron las primeras conclusiones. También estuvimos trabajando sobre el envasado y etiquetado tanto del cuscús como de la mermelada, creando la marca "El Khorbat", como referencia de los productos locales. Respecto al trabajo con las mermeladas, el interés sobre el tema hizo que una alumna de Tecnología de los Alimentos quisiera hacer su Trabajo Final de Grado (TFG) con nosotros, de manera que fue desarrollando diferentes muestras, combinando la mermelada con otras especies y haciendo catas en las que participó el equipo hasta obtener la muestra óptima.



Imagen 4. Mujeres de la asociación femenina Tamount en el proceso de la fabricación de la mermelada de dátil. El Khorbat 2016. Fuente. M. Mar Camacho y Nieves González.

A medida que pasó el tiempo fuimos preparando la siguiente expedición, de manera que en enero de 2016 volvimos a Tinejda, aunque en este caso quisimos incorporar en el proyecto a nuestro alumnado del Máster Universitario en Conservación del Patrimonio Arquitectónico, que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, a través del Workshop *Hábitat Y Desarrollo en el Oasis del Ferkla (El Khorbat, Marruecos)*, organizado del 21 al 31 de enero de 2016 en El Khorbat. Previamente habíamos coordinado con Ahmed la elección del *maâlem* y la preparación del material necesario para la restauración del morabito. También habíamos previsto una reunión con la asociación de mujeres interesada en participar en el taller, teníamos un lugar de reunión y trabajo a nuestra disposición y contábamos con unos guías que nos acompañarían en nuestro trabajo por el palmeral.

Durante el workshop tuvimos seis días de trabajo efectivo en los que realizamos los talleres y volvimos a recorrer toda el área de estudio, fotografiando el paisaje, visitando sus ksour, catalogando todas y cada una de las viviendas del área de El Khorbat y profundizando en los sistemas constructivos (Imagen 5), tanto los vernáculos como los que actualmente se están llevando a cabo. Además, dentro del grupo de trabajo sobre territorio y paisaje, se planteó un taller de sensibilización ciudadana que contó con una gran participación, sobre todo de la población femenina de El Khorbat, obteniendo importantes resultados sobre la percepción de la población local sobre su paisaje cultural. Al mismo tiempo, y para ampliar el conocimiento de nuestros alumnos,

programamos una serie de visitas a otros lugares como Tinerhir, en donde de la mano de Roger Mimó visitamos la mezquita de Ikelane y la *Kasbah* de Cheikh Bassou ou Ali, actual hotel Tombuctou. También nos desplazamos a Skoura, donde accedimos a una vivienda particular situada dentro del oasis que, aunque de construcción reciente, está ejecutada con sistemas y materiales vernáculos, inspirándose en el estilo arquitectónico local. En Skoura también visitamos la kasbah Ben Moro, auténtica maravilla de la arquitectura de tierra presahariana. Fueron días de trabajo especialmente intenso, aunque la experiencia vivida y la satisfacción personal de nuestros estudiantes fue muy enriquecedora.



Imagen 5. Joven aprendiendo el oficio junto al maâlem, junto con estudiantes del Máster de Conservación del Patrimonio de la UPV, enero 2016. Fuente. Pablo Rodríguez Navarro.

3 RESULTADOS Y VALORACIÓN

Podemos afirmar que, en el ámbito personal y en el científico, los resultados del proyecto fueron muy enriquecedores, tanto para la población local como para nosotros y nuestros estudiantes, que además percibieron los problemas y necesidades que actualmente existen en el hábitat del sur marroquí. En cuanto al objeto principal del proyecto, se catalogaron los poblados de tierra existentes en Tinejda, situándolos en diversos mapas temáticos en los que se reflejaron elementos de tipo arquitectónico, natural y relacionados con recorridos paisajísticos entre ellos. Estos mapas, algunos de los cuales ya se han publicado en diversos artículos, están recogidos en la publicación derivada del proyecto. Además, durante las dos expediciones se fueron analizando las morfologías y tramas urbanas de los

ksour, analizando multitud de viviendas y recogiendo las soluciones constructivas vernáculas y foráneas existentes en torno a la localidad de El Khorbat. La determinación de este lugar en el que finalmente se centró la mayor parte de la investigación, fue motivada por el hecho de que en esta localidad existe una muestra muy completa del estado general que observamos en toda la región de Tinejda y, además, se encuentra muy poblado. El taller de sensibilización ciudadana sobre el paisaje cultural del oasis tuvo un éxito de participación y de él obtuvimos resultados muy significativos (Imagen 6).



Imagen 6. Taller de sensibilización ciudadana sobre el paisaje cultural del oasis del Ferkla, desarrollado en el Ksar El Khorbat, enero 2016. Fuente. Teresa Gil Piqueras.

Con el taller de “Construcción con técnicas tradicionales” se cumplió un triple objetivo. Primero, tres jóvenes de Tinejda participaron en él durante varios días bajo las órdenes del maâlem y aprendieron el uso de las técnicas tradicionales de construcción más autóctonas. Segundo, se contribuyó a la recuperación y puesta en valor del morabito de Sidi Bou Guertif, cuya tradición está muy unida al patrimonio cultural de la población bereber, y que estaba condenado al olvido por el abandono y la falta de mantenimiento a la que estaba sometido. La restauración del morabito fue nominada a los premios *Aga Khan de arquitectura de 2019*, lo que han acogido allí con gran entusiasmo y ha influido notablemente en el reconocimiento social hacia este bien y el uso de las técnicas tradicionales. Y tercero, al coincidir este taller con el workshop de nuestros estudiantes, ellos también pudieron observar y aprender esta tradición constructiva.

Respecto al taller de “Producción de mermeladas”, además del éxito en la participación local, pudimos constatar su sostenibilidad al comprobar con posterioridad que la asociación femenina Tamount seguía produciendo y vendiendo en el mercado de artesanía del Khorbat las mismas mermeladas que se diseñaron para ellas desde la UPV.

A lo largo de los dos años de duración del proyecto, el equipo de investigación ha ido presentando los resultados parciales en diferentes congresos, revistas científicas y colaborando con capítulos en libros relacionados fundamentalmente con la arquitectura de tierra y el levantamiento gráfico arquitectónico. Finalmente, el proyecto cuenta con

una publicación que recoge todos sus resultados. Se muestra a continuación un listado con la referencia de los libros, capítulos de libros, artículos de revistas y congresos en los que se han publicado resultados del proyecto:

- *Hábitat y Desarrollo en el Sur de Marruecos. El Khorbat en el Oasis del Ferkla* (2017), Teresa Gil-Piqueras y Pablo Rodríguez-Navarro (eds.), Lisboa: Argumentum, 2018.
- Gil Piqueras, Teresa y Rodríguez-Navarro, Pablo (2015), “Arquitectura y hábitat: tradición y evolución en el oasis del Ferkla, Marruecos”, en *ARCHE*, nº 10, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València, Valencia. Aceptado, pendiente de publicación.
- Gil-Piqueras, Teresa; Rodríguez-Navarro, Pablo. (2019). “Restoration of the Sidi Bou Guertif Marabout, El Khorbat, Morocco”. *Loggia Arquitectura & Restauración*, 32, 60 – 73. 10.4995/loggia.2019.11899
- Gil Piqueras, T., Juan Vidal, F.; Rodríguez-Navarro, P.; Lillo Giner, S. (2016) “Arquitectura Y Paisaje En Los Oasis Pre-Saharianos. Experiencia de trabajo en torno a Tinejda, Marruecos”, en *Dibujar, Construir, Soñar*. Investigaciones en torno a la expresión gráfica aplicada a la edificación. Ed. Tirant lo Blanc. Castellón.
- Rodríguez-Navarro, P., Lillo Giner, S., Gil Piqueras, T. (2015) “Arquitectura de Tierra en el palmeral de El Khorbat (Marruecos). El Morabito de Sidi Bou Guertif”, en *Construcción con Tierra: Investigación y Documenta-*

ción, actas del XI Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra Tradición e Innovación, Universidad de Valladolid, Cuenca de Campos.

- Gil Piqueras, T., Rodríguez-Navarro, P., (2015) "Ornamentación en Tierra de los Ksour del Área Oriental de Marruecos", en *Construcción con Tierra: Investigación y Documentación*, actas del XI Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra Tradición e Innovación, Universidad de Valladolid, Cuenca de Campos.
- Rodríguez-Navarro, P., Lillo Giner, S., Gil Piqueras, T. (2016) "Arquitectura de Tierra en el Palmeral de El Khorbat (Marruecos). El Morabito de Sidi Bou Guertif", en *Arquitectura en Tierra Patrimonio Cultural*, actas del XII Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra, Cuenca de Campos. Universidad de Valladolid, Cátedra Juan de Villanueva, pp. 60-66.
- Juan-Vidal, F., Gil Piqueras, T. (2017) "Earthen Architecture, Appreciation and Landscape: the Oasis of Ferkla (Morocco)" en *International Conference on Vernacular Earthen Architecture, Conservation and Sustainability*, Valencia. Ed. Taylor and Francis. Group.
- Gil Piqueras, T., Rodríguez-Navarro, P., Pérez Vila, A. (2017) "Vernacular architecture in the Tinejdad region Ighrem Evolution in El Khorbat, Morocco (XVII - XIXth century)" en *International Conference on Vernacular Earthen Architecture, Conservation and Sustainability*, Valencia. Ed. Taylor and Francis. Group.
- González-García, N.; Gil Piqueras, T.; Juan Vidal, F.; Lillo Giner, S.; Rodríguez Navarro, P.; Camacho Vidal, M. M. (2017) "Experiencia de cooperación en Marruecos. Desarrollo de un proceso sostenible para la elaboración de productos con ingredientes autóctonos, en VII Congreso Universidad y Cooperación al Desarrollo-2017.

Además, se han impartido las siguientes conferencias por invitación:

- "Conservación y restauración en el Sur de Marruecos", impartida en la jornada *La Restauración de la Arquitectura de Tierra (2015-2016)*, organizada por la Universitat Politècnica de València, celebrada del 12/11/15 al 14/11/15. T. Gil-Piqueras, P. Rodríguez-Navarro.
- "El destino de las ciudades de tierra en los valles presaharianos de Marruecos" (2015), impartida en la jornada *Patrimonio cultural para el desarrollo* organizada por la Universitat Politècnica de València, celebrada del 7/05/15 al 9/05/15. T. Gil-Piqueras, P. Rodríguez-Navarro. "Hábitat y tradición en el sur de Marruecos. El Khorbat en el oasis del Ferkla" impartida en *Seminario Ciudad Informal: reflexiones sobre experiencias en cooperación internacional*, organizada por la Universitat Politècnica de València, en mayo de 2016. T. Gil-Piqueras, M. M. Vidal Camacho, P. Rodríguez-Navarro.
- "Arquitectura y hábitat: investigación para la mejora global de espacios habitacionales en la región del Tafilalt (Marruecos. Cod. AD 1409-UPV" impartida en *la Jornada Orien-*

tar a la investigación al desarrollo humano y la cooperación internacional, organizada por el centro de cooperación al desarrollo de la Universitat Politècnica de València, en junio de 2016. T. Gil-Piqueras.

- "Hábitat y tradición en el sur de Marruecos. El Khorbat en el oasis del Ferkla" impartida en *l Seminario de buenas prácticas en patrimonio y desarrollo en los países del Sur*, organizada por la Universitat de València, en octubre de 2016. T. Gil-Piqueras.

Los resultados del proyecto han sido expuestos en las exposiciones colectivas: *Tecnología en investigación en edificación 2015*, celebrada en el Centro de Eventos de Feria Valencia, durante el mes de febrero de 2015; en la *Exposición Edigráfica, 2016*, organizada por la Asociación Nacional de Profesores de Expresión Gráfica Arquitectónica, dentro del XIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación celebrado en Castellón y que recibió el Primer Premio Nacional en el área de Investigación; y en el XXXI Salón tecnológico de la construcción, celebrado en 2017 en Feria Valencia.

Dentro de las acciones derivadas del proyecto está la redacción y defensa de un Trabajo Final del Grado en Ciencia y Tecnología de los alimentos, realizado por la alumna Nieves González García y dirigido por la profesora M^a Mar Camacho Vidal en el curso 2015-2016. Por último, el proyecto contó con una becaria, fruto de una beca de colaboración, que en la actualidad está desarrollando su tesis doctoral dentro de nuestro grupo de investigación.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

Cuando presentamos nuestro proyecto en la convocatoria ADSI-DEO-Cooperación 2014, no podíamos llegar a pensar en los beneficios que finalmente se han derivado de su acción, los cuales han repercutido tanto en el lugar de destino como en los miembros que han participado de nuestra comunidad universitaria. Las investigaciones que contribuyen al desarrollo humano, alcanzan su valor en la medida en que repercuten en la sociedad de destino y, en este caso, podemos afirmar que los resultados han sido excelentes.

En el ámbito concreto de la arquitectura, a través de la documentación tanto de los sistemas tradicionales como de los modelos autóctonos, contribuimos a la puesta en valor de la tradición propia de una región. Cuando nos aproximamos a una sociedad rural, como la que encontramos en los valles y oasis del sur de Marruecos, el simple hecho de estudiar sobre el propio terreno esta arquitectura actúa favorablemente, causando sobre la población una mejora de la autoestima y el interés por su propio patrimonio, de forma que se genera un cierto sentimiento de necesidad de preservación y mantenimiento del mismo, aspecto imprescindible para su salvaguarda. A lo largo de las experiencias previas vividas, hemos observado que el hecho de que nosotros estudiemos, midamos, fotografiemos, dibujemos... esta arquitectura, hace aflorar el interés de sus

habitantes despertando la curiosidad hacia sus propias raíces. Esto ha sido visto por algunos como una posibilidad de negocio, al utilizar estos lugares como destino para un turismo responsable, de calidad, lejos de los paquetes de viajes a las dunas del desierto y el paseo en dromedario, hitos impropios de esta cultura.

Como dijo Baba Dioum en 1968, en la reunión trienal de la Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN): "conservamos lo que amamos, amamos lo que conocemos, conocemos lo que se nos ha enseñado". Tomando como referencia esta frase, partimos del convencimiento de que la documentación y difusión del patrimonio arquitectónico contribuye a su conservación y preservación para generaciones futuras.

un proyecto de

Velázquez Martí, Borja ¹

Gaibor Chávez, Juan ²

Martinez Cortijo, Francisco Javier ¹

López Cortés, Isabel ³

Salazar Hernandez, Domingo ³



ANÁLISIS DE LA IMPLANTACIÓN DE CADENAS DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA EN COMUNIDADES RURALES DE LA PROVINCIA DE BOLÍVAR (ECUADOR)

¹ Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria. E-mail: borvemar@dmta.upv.es; jamarcor@agf.upv.es

² Universidad Estatal de Bolívar. Departamento de Investigación, Centro de Investigación del Ambiente. E-mail: juanelogaibor@yahoo.com

³ Universitat Politècnica de València. Departamento de Producción Vegetal. E-mail: islocor@upv.es; dsalazar@prv.upv.es

* Autor principal y responsable del trabajo: e-mail: borvemar@dmta.upv.es (B. Velázquez Martí).

1 INTRODUCCIÓN

La provincia de Bolívar está localizada en el centro de Ecuador, en la cordillera occidental de los Andes. Su capital es la ciudad de Guaranda. Esta provincia es eminentemente rural. Muchas familias viven sobre los 2.500 metros de altura. El nivel de pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en el ámbito rural es del 20,27%, el analfabetismo representa el 17,5%, alcanzando el 21,27% de las mujeres. El gasto en salud per cápita del Ministerio de Salud Pública es de 47 U\$/habitante año (EcuRed, 2019). Esto la sitúa en una situación de elevada vulnerabilidad.

Los ingresos provienen fundamentalmente de los cultivos de secano como maíz blanco, trigo y papas; junto a la crianza de especies menores como cuyes, aves, ovejas, cerdos y ganado de leche. En la zona más cálida, a medida que nos acercamos a la costa del Pacífico, sobresale la producción de naranja, banano, plátano, cacao, café y cultivos de ciclo corto. En general, no se aplica una rotación razonable de cultivos ni mecanización.

Asociada a la ganadería, la producción de lácteos ha aumentado últimamente su importancia en la provincia, principalmente en Salinas. También existen algunas pequeñas iniciativas agroindustriales, entre las que sobresale el procesamiento de la caña de azúcar (panela y alcohol) en varias

comunidades; una pequeña planta de procesamiento de frutas en la comunidad. El procesamiento del cacao para la obtención de chocolate; y unas pocas piladoras de productos de ciclo corto en Echeandía. En cuanto a la artesanía, sobresalen la carpintería, muelería y la fabricación de carrocerías de madera, así como pequeñas unidades de metal mecánica.

No existe una delimitación clara entre la zona de uso agrícola y la zona de uso forestal. El monte, no tiene aprovechamiento de ningún tipo, no se le aplican tratamientos silvícolas, por tanto, la rentabilidad de éste es nula, sólo deforestación para la obtención de nuevos terrenos agrícolas y saca de leñas para autoconsumo de las familias.

En los últimos años se ha producido una migración de los hombres y, en menor proporción, de las mujeres hacia ciudades más importantes como Quito, Guayaquil y Ambato. El deseo de un desarrollo sustentable ha propiciado la aparición de cooperativas locales para la comercialización de los productos de forma unida y beneficiosa para todos. También para formar a los agricultores en cuanto a otros posibles cultivos, métodos para aumentar la rentabilidad de sus plantaciones, estimulación del uso de químicos orgánicos y adquisición de maquinaria común.

Por ejemplo, en la Parroquia de San Simón se cuenta con una fundación llamada *Su cambio por el cambio*, donde se incentiva a la población local a producir una mayor variedad de cultivos, sobretodo hortalizas, incrementando así su poder adquisitivo. Ofrecen formación y cuidado de los niños de la población. Ofrecen formación en te-

mas agrícolas. La fundación subsiste de los productos agrícolas y ganaderos que ella misma produce de forma orgánica y que vende en los mercados.

En este contexto, la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), con el apoyo de la Universitat Politècnica de València (UPV), está cooperando desde hace años mediante proyectos de vinculación en el aprovechamiento de residuos agrícolas y ganaderos para uso energético, enfocado a fortalecer la sostenibilidad de explotaciones minifundistas. La cooperación entre estas universidades empezó con la *Acción Preparatoria* para el desarrollo de acciones integradas para el fortalecimiento de las unidades de investigación, capacitación universitaria y desarrollo del sector agrícola en el aprovechamiento energético de biomasa residual agrícola en Ecuador, financiada por Ministerio de Asuntos Exteriores de España (AECID. Programa PCI2011). Estas acciones integradas propiciaron la creación de la red ECUMASA¹, que planteó una cooperación de cuatro universidades de Ecuador para trabajar en la investigación del aprovechamiento de la biomasa procedente de cultivos tropicales o andinos: Universidad de Católica Santiago de Guayaquil, Universidad Estatal de Bolívar, Universidad Técnica del Norte, Universidad Técnica de Ambato. Actualmente, esta asociación la componen nueve universidades, dos de ellas españolas.

En esta trayectoria se ha contado con el apoyo de Centro de Cooperación para el Desarrollo (CCD) de UPV con dos proyectos del programa ADSIDEO-Cooperación en 2014 y 2018, este último vigente hasta enero de 2021.

Los resultados de la cooperación en estos proyectos han permitido la iniciativa de varios emprendedores, que desean aplicar un sistema de aprovechamiento de residuos con digestores anaerobios domésticos, y combustión directa aplicada a secado de materiales y procesamiento de lácteos con el fin de cubrir sus necesidades energéticas. La proliferación de iniciativas, aprovechando el trabajo de la UEB y UPV en la zona, creció de forma exponencial cuando el gobierno ecuatoriano anunció en 2019 la eliminación de subsidios a la gasolina y diésel, surgiendo protestas violentas por todo el país.

En este proyecto se ha contado con la implicación de la empresa Tree Eco Energy², recién formada con sede en Quito, que centra su actividad en la fabricación y comercialización de pélets para calderas industriales en Ecuador. Esta empresa se está abasteciendo actualmente de grandes industrias agroalimentarias (café, cacao, y palma aceitera), por lo que su actividad no repercute en beneficios en el ámbito rural. Sin embargo, se muestra como empresa potencialmente receptora de materia prima de zonas rurales deprimidas si se realizara una gestión de residuos adecuada.

El trabajo desarrollado ha abordado un doble objetivo: por un lado, optimizar los protocolos de manejo de gestión de materiales biomásicos con destino energético y, por otro, desarrollar un programa de formación de técnicos y agricultores para tal fin. El proyecto pretende el fomento de la agroindustria sostenible, apoyándose en la producción a pequeña y mediana escala, mediante la mejora de las cadenas de valor, impulsando la participación de

¹ www.ecumasa.org

² www.tree-ecoenergy.com

las organizaciones de productores y la diversificación productiva, para desarrollar un mercado energético que impulse el desarrollo rural.

La gestión energética de la biomasa residual leñosa podría suponer un ingreso adicional para los agricultores que, por un lado, comercializarían la cosecha alimentaria y, por otro, comercializarían estos residuos como fuente de energía, materia prima, o subproductos elaborados, al tiempo de rentabilizar las operaciones de mantenimiento dentro de una gestión sostenible.

Dicho proyecto está relacionado directamente con tres de los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir:

- ▶ Objetivo 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva.
- ▶ Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.
- ▶ Objetivo 11. Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica.



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El trabajo desarrollado en la provincia de Bolívar ha pretendido catalizar la implantación de sistemas gestión de residuos agrícolas y ganaderos, para su aprovechamiento energético en la cadena de producción y transformación en pequeñas y medianas empresas agroalimentarias. Esto ha llevado a trabajar en dos ejes fundamentales: por un lado, fortalecer las actividades de investigación en la UEB en el aprovechamiento de la biomasa de origen agrícola y forestal como recurso energético; y, por otro, desarrollar actividades de transferencia al sector productivo, mediante cursos de capacitación y ayuda a la implantación de sistemas de gestión de la biomasa, dirigidos a agricultores, técnicos y responsables de las comunidades rurales.

En la Figura 1 se muestra un esquema del proceso de investigación desarrollado en el proyecto.

Fase 1. Cuantificación y caracterización de la biomasa.

En una primera fase se han definido materiales biomásicos, tanto residuales de los cultivos actuales, como potenciales cultivos energéticos en zonas donde el cultivo alimentario no era viable. No sólo se han trabajado residuos leñosos, sino también residuos procedentes de la ganadería, tales como estiércoles destinados a fermentación anaerobia para la obtención de metano.

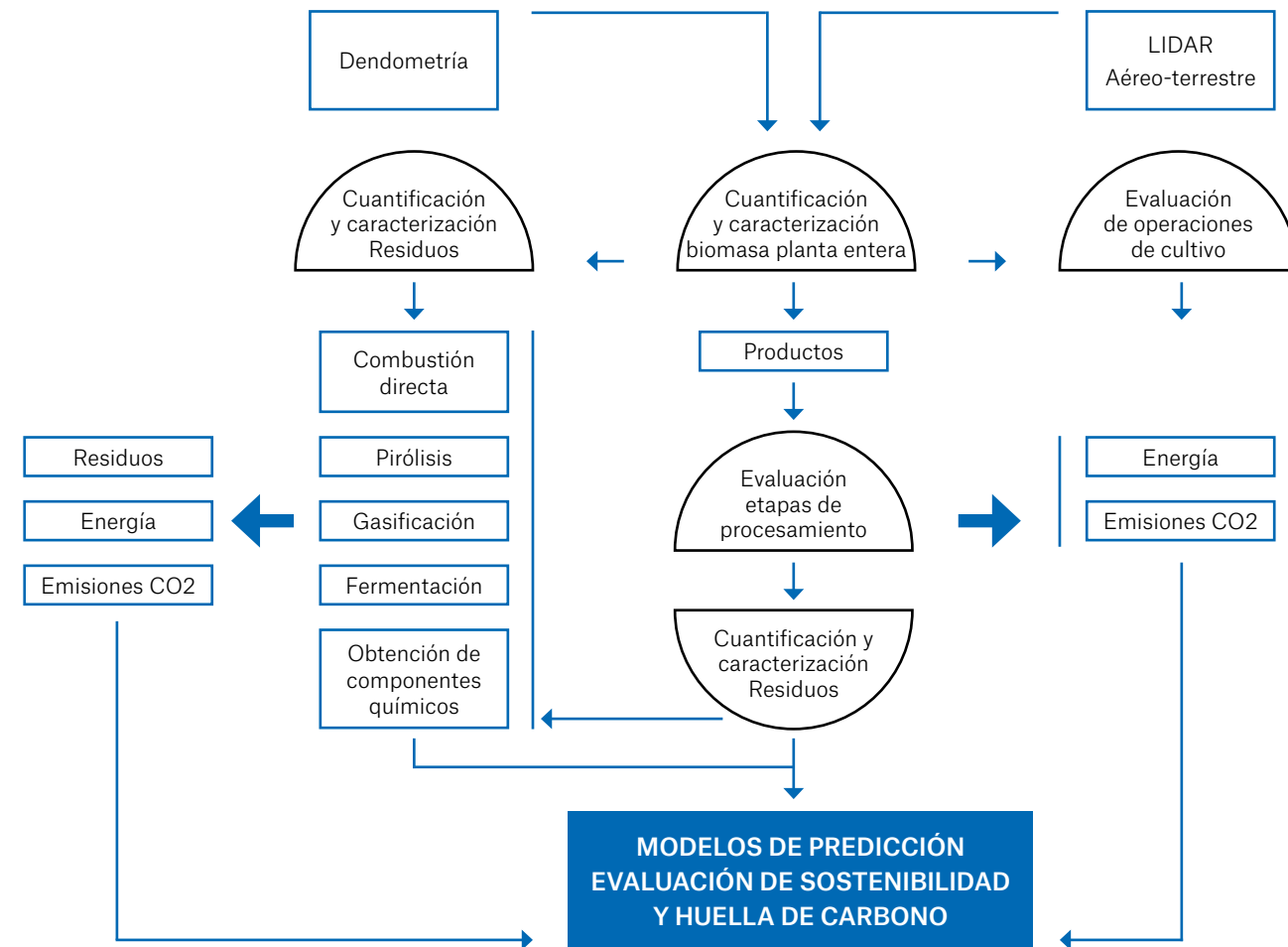


Figura 1. Diagrama de la investigación. Fuente. Elaboración propia.

La cuantificación de la biomasa leñosa se realizó mediante la medición de la fracción podada en las distintas especies, pesando con un dinamómetro, formando gavillas. Se midió la humedad para la determinación de la biomasa seca. La masa podada se relacionó, por un lado, con las dimensiones de la planta, diámetro de copa, altura o diámetro del tallo; y, por otro, con el volumen total, obteniéndose diversas ecuaciones alométricas (Velazquez-Martí et al., 2016a, 2016b).

Se desarrollaron modelos predictivos que permiten calcular la cantidad de biomasa, C fijado, emisiones y residuos generados en cada una de las fases de la cadena a partir de variables fácilmente medibles.

Se realizaron análisis de los costes de movilización de la biomasa y de las condiciones de transporte y almacenamiento. Se realizó una valoración económica de la logística de la recolección, abastecimiento y tratamientos.

Posteriormente, se realizó una caracterización energética de los materiales, necesaria en la implementación de mapas digitales con atributos importantes, para los estudios de la evaluación de la sostenibilidad, pudiendo hablar en términos energéticos de emisiones y fijación de CO₂ junto otras de tipo agronómico.

Para la caracterización energética, en 2017 se ganó la convocatoria de Canje de Deuda Ecuador-España, para la construcción de un laboratorio en la UEB con una financiación de 1,5 millones de euros. Los ensayos de caracterización consistieron en:

- ▶ Determinación de la humedad de la planta recién cortada, obteniendo la evolución de la misma secándose al aire y en estufa.
- ▶ Análisis de su composición elemental (C, H, O, N, S, Cl), poder calorífico, cenizas y volátiles.
- ▶ Análisis termogravimétrico con cromatografía y análisis de gases.

A partir de estos parámetros se habrán comprobado sus propiedades combustibles y se podrá realizar balance de CO₂.

Junto a la caracterización termoquímica para la combustión de materiales sólidos, se han realizado pruebas de fermentabilidad de los residuos ganaderos en codigestión con los distintos materiales lignocelulósicos en digestores tipo *bacht*.

Fase 2: Programa de capacitación de protocolos de procesamiento y almacenamiento.

Mediante esta investigación se ha pretendido establecer un modelo de gestión en una de las provincias de Ecuador que favorecerá su desarrollo. Para ello, se han utilizado parámetros de predicción de la biomasa potencial y su caracterización, desarrollados en la Fase 1 de los cultivos en distintas cadenas agroindustriales.

A través del proyecto, se ha iniciado un mercado de residuos proveniente de la agroindustria, cuyo primer receptor es la empresa Tree Ecom Energy que participa del proyecto.

El material obtenido se procesa para abastecer calderas industriales de biomasa que sustituirán a las convencionales, reduciendo costes e impacto ambiental y se aumentó la renta de pequeñas y medianas empresas agroalimentarias vinculadas al proyecto.

El proyecto planteó un programa de cursos, teniendo como base las comunidades donde se han realizado los experimentos. También se han desarrollado en las universidades de la red ECUMASA a profesores, técnicos y estudiantes, para tener efecto multiplicador.

Se fortaleció la red ECUMASA mediante la ejecución de los cursos y trabajos de investigación, descritos anteriormente, conjuntamente entre las distintas universidades. La diversidad de cultivos y la amplia extensión de territorio en las que se localiza el proyecto, propicia el trabajo colaborativo y complementario.

3 RESULTADOS Y VALORACIÓN

Los resultados científicos los podríamos clasificar en dos grupos: los ensayos de caracterización de materiales sólidos, principalmente maderas de residuos de poda o cultivos energéticos, y los resultados de las pruebas piloto de fermentación de residuos ganaderos en codigestión con materiales lignocelulósicos.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización termoquímica de algunos de los materiales leñosos estudiados. Se estudiaron álamo, aliso, arupo, lechero y tilo entre otros.

	Álamo	Aliso	Arupo
Poder calorífico	18,33 ± 0,08 MJ/kg	17,33 ± 0,18 MJ/kg	19,53 ± 0,13 MJ/kg
Densidad a granel con P15	0,3768 t/m ³	0,3568 t/m ³	0,2968 t/m ³
Porcentaje de cenizas	1,29 ± 0,04 %	1,01 ± 0,04 %	1,28 ± 0,04 %
Porcentaje de Volátiles	82,21 ± 0,32%	81,21 ± 0,32%	80,21 ± 0,32%
Porcentaje de carbono fijo	9,95 ± 0,46 %	9,25 ± 0,26 %	8,15 ± 0,26 %
Contenido en C	44,15 ± 1,04%	42,15 ± 1,4%	46,63 ± 1,07 %
Contenido de H	0,64 ± 0,03 %	0,84 ± 0,03 %	4,14 ± 0,09 %
Contenido en N	1,14 ± 0,1 %	1,04 ± 0,1 %	0,56 ± 0,02 %
Contenido en S	0,87 ± 1,57 %	0,37 ± 1,57 %	0,0 %
Contenido en Cl	0,015 %	0,012 %	0,011 %
Humedad en materia seca	6,55 ± 0,42%	8,54 ± 0,32%	7,78 ± 0,12%

Tabla 1. Características energéticas de algunos de los cultivos energéticos probados.
Fuente. Elaboración propia.

Los resultados referentes al análisis económico de diversas operaciones de cultivo en especies leñosas energética se exponen a continuación en la Tabla 2:

Materias primas	
Plantones	0,25 \$/ unidad
Maquinaria	
Retroexcavadora	40,20 \$/h
Taladora apiladora	50,10 \$/h
Tractor autocargador	35,48 \$/h
Astilladora transportable	75,95 \$/h
Contenedor de transporte	*\$/h
Mano de obra	
Jornal	2,50 \$/h

Tabla 2. Precios unitarios del estudio económico.
Fuente. Elaboración propia.

El precio de mercado se ha obtenido de Argus Media (2019), que indica que el precio de astilla en el norte de Europa es de 147,63 \$/t.

3.1 Contabilización de costes

Se considera una plantación de 2x3m., es decir, 1.667 plantas por hectárea. La evaluación de costes diferirá bastante si las tareas se realizan de manera manual (Tabla 3) o se pueden mecanizar (Tabla 4), decisión que dependerá de las características de la parcela en la que se realice la plantación.

Concepto	Unidad	Medición	Coste unitario	Coste
Desbroce	jornales/ha	8	15	120
Alquiler desbrozadora	ud/ha	8	4	32
Abertura de pozos	jornales/ha	25	15	375
Plantación	jornales/ha	14	15	210
Plántulas	ud/ha	2500	-	-

Tabla 3. Costes de plantación manuales. Fuente. Elaboración propia.

Concepto	Unidad	Medición	Coste unitario	Coste
Desbroce	jornales/ha	1	15	15
Alquiler retroexcavadora	ud/ha	1	322	322
Abertura de pozos con ahoyadora	jornales/ha	3	15	60
Plantación	jornales/ha	14	15	280
Plántulas	ud/ha	2500	-	-

Tabla 4. Costes de plantación mecanizados. Fuente. Elaboración propia.

Para el cálculo de los costes de cosecha se ha considerado una productividad de la taladora apiladora de 45 t/h (Ghaffariyan y Brown, 2011), de 4 t/h del tractor autocargador (Cremer y Velázquez-Martí, 2007) y de 40 t/h en la asitilladora (Ghaffariyan y Brown, 2011). Véase las tablas 5, 6 y 7.

Concepto	Unidad	Medición	Coste unitario	Coste
Tala	jornales/ha	10	15	150
Alquiler motosierra	ud/ha	10	22	220
Extracción	jornales/ha	30	15	450
Astillado	h/ha	0,5	79,85	40,00

Tabla 5. Costes de cosecha manuales. Fuente. Elaboración propia.

Concepto	Unidad	Medición	Coste unitario	Coste
Taladora apiladora	h/ha	0,45	50,10	22,55
Tractor autocargador	h/ha	5	35,48	177,40
Astillado	h/ha	0,5	79,85	40,00

Tabla 6. Costes de cosecha mecanizados. Fuente. Elaboración propia.

Concepto	Medición	Unidad
Plantación	449,58	\$/ha
Poda	300	\$/ha
Cosecha y transporte	239,87	\$/ha

El coste total de la plantación se estima en 989,45 \$/ha. El ingreso se estima en 129,5 \$/t, que equivale a 2.590 \$/ha. Por tanto, el flujo de caja a los tres años, que es cuando se considera el turno, es de 1.600,5 \$/ha, 80 \$/t.

Tabla 7. Resumen de costes manuales. Fuente. Elaboración propia.

3.2 Ensayos de Fermentación

Se realizaron distintas combinaciones de estiércoles de llamas (LL) y vicuñas (VÑ) con residuos de amaranto (AM), quinua (QU) y trigo (TR); las cuales se pusieron a fermentar utilizando como inóculo lodos de depuradora. La codigestión se evaluó en condiciones mesofílicas durante 40 días. Las relaciones de sustancias volátiles de sustrato/cosustrato evaluados fueron de 25:75; 50:50 y 75:25. También se evaluaron dos relaciones sustratos/inóculo (RSI 1:1 y RSI 1:2). Los resultados indican que la tasa máxima de acumulación de metano se obtiene en la RSI (1:1), para una relación LL-AM (25:75) con 477,42 ml/g SV.

En general los resultados, no aumentaron con el incremento de inóculo. La tendencia a mejorar el rendimiento de metano está asociada al incremento de la cantidad de cosustrato vegetal, principalmente de amaranto (AM).

En lo que respecta a la modelación cinética el modelo de la transferencia es el que mejor ajustó los valores predichos a los observados, con un r^2 entre 0,991 y 0,999, y un valor de RMSE entre 2,06 y 13,62 ml/g SV.

Finalmente, todos los ensayos presentaron efectos sinérgicos en su codigestión, excepto los digstores formados por LL-AM, LL-QU y LL-TR de la RSI (1:2), que presentaron efectos antagónicos en los que la adición del cosustrato generó competencia con los sustratos, reduciendo la producción de metano.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

El proyecto ha contribuido mucho al fortalecimiento de la UEB como dinamizador del aprovechamiento energético de la biomasa en comunidades rurales. Esto se ha logrado con la formación de científicos, profesores universitarios y agricultores, obteniendo conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, y sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Los estudios de logística han permitido que los consumidores finales optimicen la gestión para el abastecimiento y la forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en los diferentes sistemas productivos son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

Las acciones planteadas han tenido un efecto multiplicador, ya que las personas formadas en el ámbito rural han propiciado acciones emprendedoras en las comunidades rurales centradas en el desarrollo rural, basado en el aprovechamiento de residuos agrícolas. Esto ha ocurrido principalmente cuando, a mediados de 2019, el gobierno ecuatoriano anunció la retirada de los subsidios a la gasolina y diésel y

surgieron levantamientos violentos en todo el país.

En las Figuras 2 y 3 se muestran algunos de los resultados de la producción de metano.

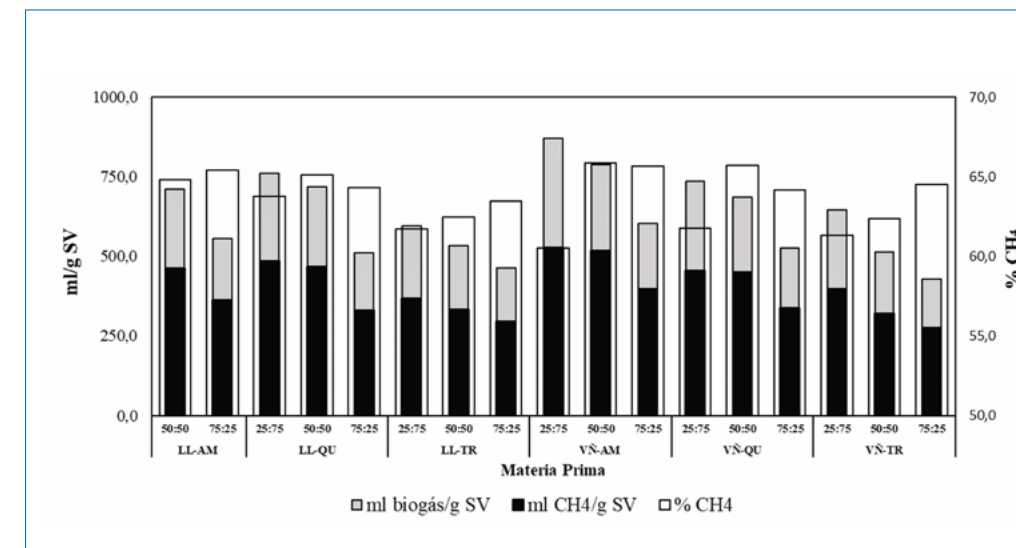


Figura 2. Producción de biogás y metano para la codigestión de camélidos RSI (1:1).
Fuente. Elaboración propia.

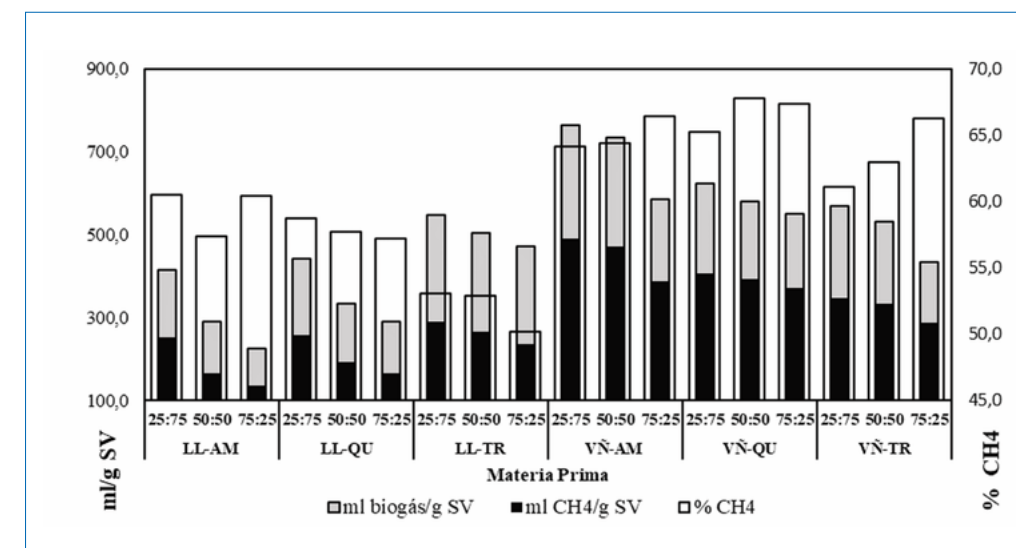


Figura 3. Producción de biogás y metano para la codigestión de camélidos RSI (1:2).
Fuente. Elaboración propia.

En la Imagen 1 se muestran imágenes de las actividades de divulgación.



Imagen 1. Imágenes de las actividades de divulgación. Fuente. Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

Argus Media (2019) <https://www.argusmedia.com/es/bioenergy>
 Cremer T., Velázquez-Martí B. 2007. Evaluation of two harvesting systems for the supply chips in Norway spruce forest affected by bark beetles. *Croatian Journal of Forest Engineering* 28(2): 145-155. <https://hrcak.srce.hr/18249>

EcuRed 2019. [https://www.ecured.cu/Provincia_de_Bol%C3%ADvar_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Provincia_de_Bol%C3%ADvar_(Ecuador))

Ghaffariyan, M., & Brown, M. (2011). Efficiency of Biomass Harvesting in Poor Quality Stands of Eucalyptus in Western Australia. 34th Council on Forest Engineering, June 12-15, 2011, Quebec City (Quebec).

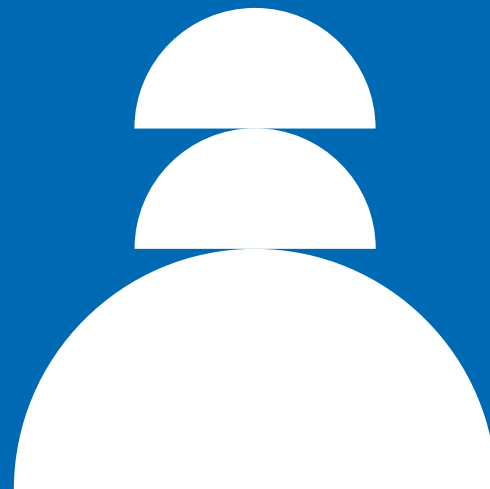
Gaibor-Chávez J., Pérez-Pacheco S., Velázquez-Martí B., Niño-Ruiz Z., Domínguez-Narvaez V. 2015. Dendrometric characterization of corn cane residues and drying models in natural conditions in Bolivar Province (Ecuador). *Renewable Energy* 86: 746-750. Doi: /10.1016/j.renene.2015.09.009

Velazquez-Marti B., Pérez-Pacheco S., Gaibor-Chávez J., Wilcaso P. 2016. Modeling of Production and Quality of Bioethanol Obtained from Sugarcane Fermentation Using Direct Dissolved Sugars Measurements. *Energies* 9 (5), 319. doi:10.3390/en9050319

Velazquez-Marti B., Gaibor-Chávez J., Pérez-Pacheco S. 2016. Quantification based on dimensionless dendrometry and drying of residual biomass from the pruning of orange trees in Bolivar province (Ecuador). *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 10: 175-185. doi: 10.1002/bbb.1635

un proyecto de

Leivas Vargas, Monique ¹
Boni Aristizabal, Alejandra ¹
D'Este, Pablo ¹



ANÁLISIS DEL ROL DE LA RED DE INVESTIGADORES COMUNITARIOS EN LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO HUMANO. UNA MIRADA DESDE EL ENFOQUE DE CAPACIDADES Y EL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

¹ Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento – INGENIO
(CSIC – Universitat Politècnica de València).

1 INTRODUCCIÓN

Las problemáticas de violencia e inseguridad en la ciudad de Medellín han sido críticas en los últimos años. Las dinámicas del conflicto han mutado, a través del tiempo, adaptándose a los nuevos contextos, modus operandi, espacios, territorios, intereses y reconfiguraciones (Alonso, Giraldo y Sierra, 2007). El accionar de la administración municipal se ha centrado en recuperar y controlar el orden público y la gobernabilidad en toda la ciudad, con un marcado énfasis en asociar los problemas de seguridad con la incidencia de una serie de delitos (homicidios, hurtos, secuestros, etc.), lo cual ha conllevado a que los principales esfuerzos se direccionen hacia la contención del crimen.

La situación de violencia e inseguridad en la ciudad de Medellín plantea un escenario bastante complejo en términos de generar estrategias de resistencia pacífica y alternativas a medio plazo, que permitan contrarrestar y aportar a la transformación positiva de estas situaciones de seguridad. Las estrategias de seguridad planteadas desde las comunidades no tienen eco en las políticas públicas y han carecido de expansión o socialización en otros espacios. Inclusive, la gran heterogeneidad, la falta de organización y articulación, y la dispersión de estos procesos comunitarios, han conllevado que muchos sean cooptados por el gobierno, perdiendo su carácter no institucional

y popular. En consecuencia, a pesar de que surgen propuestas y estrategias para disminuir la inseguridad desde la misma comunidad, éstas han contado con poco apoyo, acompañamiento y articulación para su permanencia en el tiempo.

No obstante, desde el Observatorio de Seguridad Humana de Medellín (OSHM), adscrito al Instituto de Estudios Regionales de la Universidad de Antioquia (Colombia), se vienen proponiendo formas alternativas de coproducir conocimiento sobre la seguridad humana de los barrios y poblaciones más vulnerables de la ciudad. Desde el 2013 el OSHM viene facilitando procesos de investigación-acción en los barrios más vulnerables de Medellín, así como seminarios itinerantes y simposios de investigadores comunitarios junto a organizaciones comunitarias, personas activistas y líderes comunitarios. Estos procesos y prácticas han contribuido a forjar diálogos más cercanos entre la academia y las comunidades, potenciando el trabajo en red y proponiendo un enfoque intersectorial y multidimensional de la seguridad humana, a través del diálogo de saberes en torno a la defensa de los derechos humanos y las iniciativas de resistencia comunitaria.

Este es el caso de la Red de Investigadores Comunitarios (en adelante RIC) formada por investigadores comunitarios y académicos que proponen el enfoque de seguridad humana desde abajo, a partir de la participación en la red y en diferentes espacios de participación ciudadana. La RIC constituye el estudio de caso del presente proyecto. En junio de 2016, a partir del proyecto "Red de Investigadores Co-

munitarios: saberes, empoderamiento y movilización en torno a la seguridad humana", surge la RIC con el fin de contribuir al fortalecimiento de las capacidades de las personas activistas y líderes y lideresas comunitarias de la ciudad de Medellín, para enfrentar problemas de seguridad humana y al desarrollo humano integral de los colectivos más vulnerables (mujeres, jóvenes, personas víctimas del conflicto armado interno y LGBT) (OSHM, 2016). Este proyecto de investigación, presentado por el Instituto Ingenio del CSIC-UPV y financiado por el CCD, pretendió explorar la experiencia de la RIC y su contribución al desarrollo humano de las personas que participan en la red y a la seguridad humana de la ciudad de Medellín.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. El enfoque de capacidades para el desarrollo humano y el análisis de redes sociales

Las capacidades se definen por Sen (1999) como las libertades u oportunidades reales para llevar el tipo de vida que las personas valoran y desean. La puesta en práctica de estas libertades es la idea de agencia, otro de los elementos esenciales del enfoque de capacidades para el desarrollo humano. La agencia se refiere a la habilidad de la persona para poder perseguir y realizar los objetivos que valora, una perso-

na agente es "alguien que actúa y hace que suceda el cambio" (Sen, 1999; p. 87). Este cambio persigue el bien común y está alineado con los valores del desarrollo humano: participación, diversidad, equidad y sostenibilidad (Boni y Gasper, 2012). Esta agencia transita de lo individual a lo colectivo, cuando una persona contribuye al cambio como miembro de un grupo, colectividad o comunidad política (Alkire y Deneulin, 2009).

Desde esta perspectiva, entendemos que este proyecto ofreció una excelente oportunidad para investigar la relación entre la agencia de los investigadores comunitarios y las redes que han contribuido a formar y activar dentro de sus comunidades, así como su contribución al desarrollo humano de las personas que participan en la RIC y a la seguridad humana de los barrios más vulnerables de la ciudad. Es por ello que consideramos útil tomar como punto de referencia el análisis de redes sociales, con el fin de comprender los tipos de relaciones que se establecen entre diferentes actores sociales con su entorno, y el tipo de comportamientos que se derivan de diferentes estructuras relacionales (Burt, 1992; Granovetter, 1973). En particular, la literatura sobre redes sociales ha puesto énfasis sobre tres aspectos: la composición, la cohesión y el contenido de las redes sociales. La composición hace referencia al grado de homogeneidad o heterogeneidad de los actores que componen una determinada red de relaciones sociales. La cohesión hace referencia al grado (intensidad) de conexión que existe entre los actores que componen las redes, tanto en términos de frecuencia de interacción como en términos de grado de conectividad en-

tre todos los actores de la red. Y, por último, el contenido hace referencia al tipo de recursos (tangibles e intangibles) que fluyen entre los actores que forman parte de la red. A partir de la Figura 1 podemos observar cómo confluyen ambos marcos teóricos:

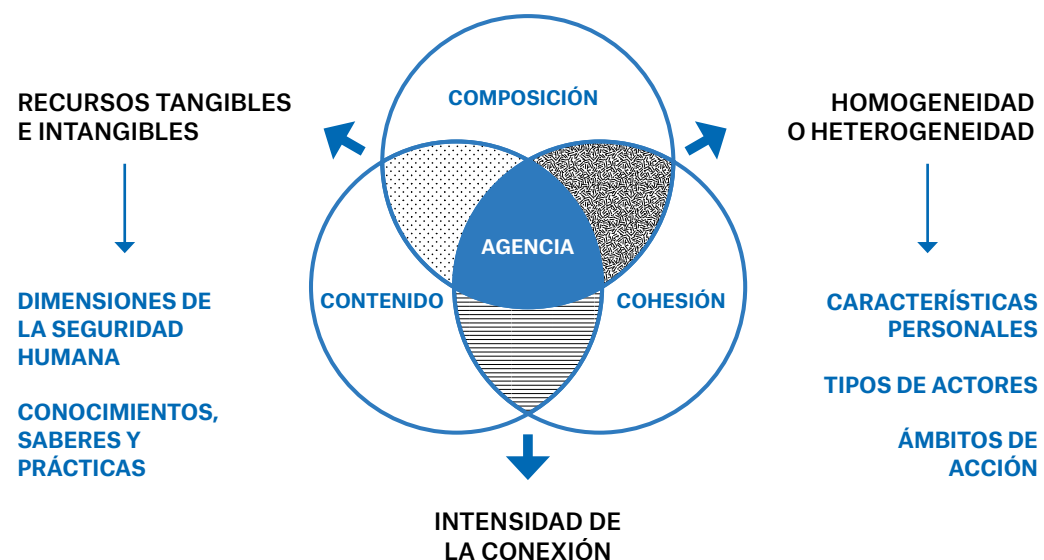


Figura 1. Desarrollo humano y análisis de redes sociales. Fuente. Elaboración propia.

El análisis de redes sociales permitió caracterizar los diferentes actores que se relacionan a nivel interno y externo a la RIC (investigadores académicos, investigadores comunitarios, organizaciones comunitarias, universidad, etc.) y su contribución a los procesos de agencia individual y colectiva de los investigadores comunitarios, en cuanto a la participación ciudadana y en los espacios de producción de conocimiento sobre la seguridad humana de los territorios que habitan. Entendemos que la agencia de los miembros de la RIC

puede capturarse por su capacidad de formar redes de muy diversos tipos a nivel local y global, así como la contribución de las mismas a la resolución de problemas y propuestas de solución colectiva que persiguen el desarrollo humano y sostenible.

2.2. Metodología

En el primer año del proyecto se realizó una estancia de investigación junto al OSHM, adscrito al Instituto INER de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Esta estancia de cuatro meses permitió la realización del trabajo de campo junto a la RIC. A partir de una estrategia metodológica de corte cualitativo se desplegaron diferentes técnicas, tales como la observación participante, las entrevistas en profundidad y la facilitación de un taller de cartografía social de las relaciones internas y externas a la red (composición, cohesión y recursos), así como sobre

los aprendizajes relacionados con la RIC y la seguridad humana de los territorios. En total se realizaron ocho (8) entrevistas en profundidad a cinco (5) investigadores comunitarios y tres (3) investigadores académicos vinculados al OSHM.

En la Figura 2 presentamos la línea temporal del trabajo de campo, así como las técnicas utilizadas para recoger los resultados y evidencias relacionadas con el marco teórico del desarrollo humano y del análisis de redes sociales:



Figura 2. Estrategia metodológica de corte cualitativo 1er año proyecto (2017-2018). Fuente. Elaboración propia.

A lo largo del segundo año del proyecto (curso 2018-2019), se procedió a la transcripción de las entrevistas, categorización de los resultados y análisis de los discursos. Los resultados preliminares del proyecto han sido presentados en el XI Encuentro de Proyectos y Prácticas de Cooperación, organizado por el Centro de Cooperación al Desarrollo de la Universitat Politècnica de València (UPV), realizado en mayo de 2019. En noviembre del mismo año se realizó una presentación pública de los resultados a las y los investigadores comunitarios y académicos vinculados al OSHM, en el marco del II Encuentro de la Red Multibien (Análisis Multidimensional de las interacciones universidad-sociedad en Iberoamérica), financiada por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - CYTED. Esta presentación se realizó en la sede de una organización comunitaria en la Comuna 2 de Medellín, que colabora con la RIC y con el OSHM en otros proyectos de investigación.

potenciadas en el marco de la RIC: la capacidad de participar en procesos de producción de conocimiento, la capacidad de contribuir a la producción de conocimiento, capacidad de compartir el conocimiento coproducido y capacidad de transformar desde la acción individual y colectiva.

En cuanto a los aprendizajes más valorados por las personas que participan en la red interna se destacan: la participación en la RIC como la oportunidad de conocer la diversidad de realidades y contextos de las comunas; reconocer sus propias experiencias, prácticas y saberes y compartirlos; conocer otros espacios de participación y prácticas de otros colectivos vulnerables; escuchar, ponerse en el lugar del otro y comprenderlo; ampliar el sentido crítico y desarrollar una mayor sensibilidad social. Otro de los aprendizajes destacados es sobre la sostenibilidad de la propia red desde la autogestión, ya que las personas entrevistadas argumentan que, para ser red, hay que transformar los discursos en acciones colectivas, lo que requiere confianza y compromiso por las personas y organizaciones comunitarias que participan. En este sentido, entendemos que estos aprendizajes refuerzan y fortalecen las capacidades individuales y colectivas de las y los investigadores comunitarios, en cuanto al ejercicio de la participación y de la articulación de la RIC, por medio de la acción colectiva en los temas y problemáticas relacionados con la seguridad humana de los diferentes territorios de la ciudad de Medellín.

En este sentido, consideramos que la participación en la RIC contribuye a potenciar y fortalecer procesos de

agencia en las personas que participan en la red. Esta participación también contribuye a avanzar en el enfoque de seguridad humana desde abajo, tanto a nivel teórico como metodológico. Desde la RIC, se propone entender la seguridad de forma más amplia y multidimensional, centrada en las personas y sostenida por el autocuidado y la autoprotección, que transita de lo individual al colectivo, de lo familiar a lo comunitario, vinculando lo privado y lo público. Esta propuesta va más allá del control y la fuerza policial y militar, entendiendo la seguridad humana a partir de diversas dimensiones (seguridad personal, en la salud, alimentaria, mujeres, política, comunitaria, ambiental) que permiten a las personas estar en una completa tranquilidad y libertad para ser, hacer y transformar.

A partir de las entrevistas se evidencia la lucha y activismo por el reconocimiento del saber comunitario y del rol de los investigadores comunitarios en

la producción de conocimiento sobre la seguridad humana de los territorios. En este sentido, las y los investigadores comunitarios reivindican el reconocimiento de sus saberes y de sus capacidades en participar en la producción de conocimiento sobre la seguridad humana de los territorios que habitan, ya que rechazan ser tratados como meros "enlaces" al territorio, exigiendo el reconocimiento de su rol como investigador comunitario, tanto por la academia como por las instituciones públicas y organizaciones comunitarias.

Con relación al análisis de redes sociales, los principales resultados están relacionados con la red interna de la RIC (la composición, la cohesión y los recursos compartidos) y las relaciones que mantiene a nivel externo con otros actores e instituciones a nivel local y global (red externa). En cuanto a la composición de la RIC a nivel interno, se destaca la participación de investigadores académicos e investigadores comunitarios, personas activistas y líderes y lideresas comunitarias que desarrollan acciones en las comunas y en la ciudad de Medellín, junto a diferentes sectores poblacionales y organizaciones comunitarias. Estos sectores de actuación comprenden la academia, la defensa de los derechos humanos, jóvenes, mujeres y víctimas del conflicto armado. En la Imagen 1 se recogen los sectores poblacionales y las diferentes comunas, en donde se ubican las y los investigadores comunitarios que participan en la RIC.

3 RESULTADOS

Los principales resultados del proyecto están relacionados con la contribución de la RIC al desarrollo humano de los investigadores comunitarios y a la seguridad humana de los territorios que habitan en la ciudad de Medellín. A partir del análisis de discurso de las entrevistas realizadas a las y los investigadores comunitarios y académicos, se identificaron cuatro capacidades

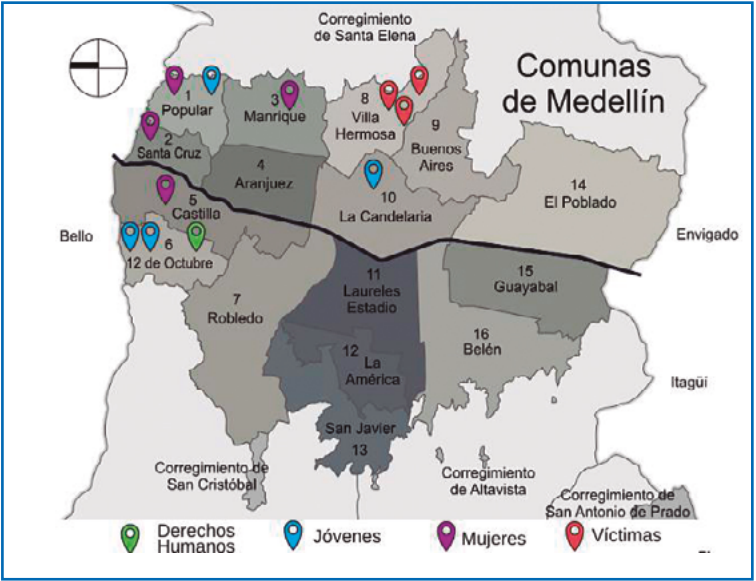


Imagen 1. Comunas de Medellín. Fuente. Elaboración propia.

Como podemos observar, estos sectores están ubicados en las siguientes comunas de la ciudad de Medellín: Comuna 1 – Popular, Comuna 2 – Santa Cruz, Comuna 3 – Manrique, Comuna 4 – Aranjuez (Universidad de Antioquia), Comuna 5 – Castilla, Comuna 6 – Doce de Octubre, Comuna 8 – Villa Hermosa, Comuna 10 – Candelaria y Comuna 13 – San Javier. En cuanto a la cohesión de la RIC, se evidencia que las relaciones más frecuentes se basan en la confianza, compromiso, respeto al otro desde las diferencias a partir del diálogo, la reflexión crítica, la denuncia, la incidencia y la defensa de los derechos humanos en el territorio. Como podemos observar en la Figura 3, la red interna de la RIC, entre investigadores comunitarios y académicos, no es muy extensa, aunque está bastante cohesionada por aquellas personas que más participan en la red (círculos más grandes y centrales).



Figura 3. Relaciones Internas de la RIC
Fuente: Elaboración propia.

Esta cohesión se sostiene por los recursos compartidos entre los investigadores comunitarios y la investigadora académica que impulsa los espacios de encuentro y diálogo en la RIC. En cuanto a estos recursos compartidos, se destacan: a) los recursos formativos: enfoque integral de la seguridad humana y las metodologías desde abajo, etc., b) las apuestas políticas: el activismo, la idea de construir desde lo colectivo, denuncia, incidencia, etc., c) el conocimiento comunitario: la diversidad de experiencias, contextos, saberes y prácticas comunitarias, las problemáticas sociales y de derechos humanos, y d) los recursos personales: afecto, amistad, la cotidianidad y los riesgos que sufren en las comunas y a nivel de ciudad.

En cuanto a la red externa (Figura 4), se evidencia que cada investigador comunitario tiene su propia red de relaciones en el territorio que habita, a nivel local con otros actores de la ciudad de Medellín y a nivel global, colaborando con otras universidades y organizaciones internacionales. Estas redes son previas a la participación en la RIC, pero se ven ampliadas y fortalecidas por el reconocimiento académico como investigadores comunitarios. Estas redes de relaciones varían de acuerdo al activismo y liderazgo comunitario y organizativo de cada investigador comunitario y su participación en otros proyectos entre universidad-sociedad.

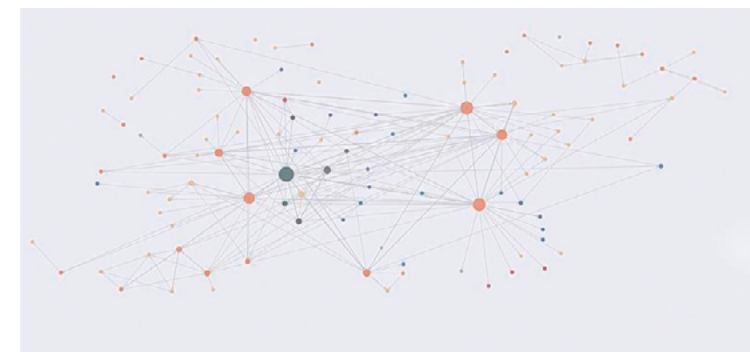


Figura 4. Relaciones de la red externa. Fuente: Elaboración propia.

Como se ilustra en la Figura 4, la red externa de la RIC no está cohesionada, sino que es dispersa y diversa en cuanto a los sectores poblacionales y territorios. Se evidencia que la red externa de la RIC es una red compleja, con mucha diversidad de actores, sectores poblacionales, territorios y contextos. Hay que destacar que actualmente la RIC no está articulada como red, ya que está pendiente de la autogestión de las personas que participan, no poseyendo financiación económica por parte de la Universidad de Antioquia. Algunos investigadores comunitarios continúan colaborando y participando en proyectos académicos vinculados con el OSHM, pero no se están articulando desde la RIC, sino que son participaciones individuales. Tampoco se están realizando espacios de encuentro y diálogo desde la RIC entre las y los investigadores comunitarios. En este sentido, consideramos que falta incidir de forma coordinada desde acciones colectivas para el sostenimiento de la red interna y externa, lo que ampliaría los procesos de agencia individual de los investigadores comunitarios y de agencia colectiva, a partir de la incidencia y denuncia desde la RIC.

3.1. Valoración

El presente proyecto brindó una oportunidad única y muy valiosa para conocer y explorar la experiencia de la RIC en su propio contexto, a partir de los discursos e historias de vida sobre los territorios que habitan las y los investigadores comunitarios en la ciudad de Medellín. El trabajo de campo realizado permitió conocer las diversas y complejas realidades de la ciudad, desde las mismas voces de los investigadores comunitarios. Las entrevistas realizadas permitieron visitar y conocer estos territorios y profundizar tanto en las relaciones que establecen los investigadores comunitarios con otros actores de la ciudad, como en las problemáticas y desigualdades que sufren por ser activistas y defensores de los derechos humanos en estos territorios. La reivindicación del saber comunitario y la lucha por el reconocimiento de sus saberes en los espacios y procesos de producción de conocimiento sobre la seguridad humana de los territorios que habitan, es un aprendizaje muy valioso para repensar las relaciones de dominación histórica sobre el conocimiento experto (académico) y el conocimiento ciudadano (sociedad).

Desde el equipo investigador, estos aprendizajes permiten profundizar en las injusticias epistémicas y hermenéuticas que sufren las poblaciones y territorios más marginados y oprimidos en los procesos de producción de conocimiento, así como en la colonización epistemológica frente a los métodos y técnicas que se utilizan tradicionalmente en las relaciones universidad y sociedad. Desde tal perspectiva, consideramos que este proyecto potenció una nueva línea de investigación, que

permite fortalecer nuestras prácticas y procesos de desarrollo y de producción de conocimiento, a partir del diálogo de saberes, el uso de metodologías participativas y los procesos de investigación-acción participativa, que se vienen desarrollando desde el Instituto INGENIO (CSIC-UPV), de la UPV.

Este proyecto también permitió fortalecer las redes académicas y con organizaciones comunitarias en la ciudad de Medellín, pero también en Colombia, presentes en la Red Multibien y en otros proyectos de investigación. Estas alianzas contribuyen a avanzar en la construcción de universidades transformadoras, centradas en las personas, y que proponen soluciones colectivas que buscan el desarrollo humano y la seguridad humana de los territorios. En este sentido, profundizar en el enfoque de seguridad humana desde abajo propuesto por la RIC también es un aprendizaje muy valioso, ya que permitió entender el desarrollo humano de forma mucho más amplia y multidimensional, conectado con la seguridad humana de los territorios que habitamos a nivel local y global.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

A partir de la experiencia de la RIC, consideramos que este proyecto de investigación contribuye a repensar las relaciones entre la universidad y la sociedad en los procesos de producción de conocimiento. Conocer y explorar el rol de los investigadores comunitarios en la lucha por la seguridad humana en los territorios más marginados y desiguales de la ciudad de Medellín, permite visibilizar la experiencia de la RIC y analizar su contribución a los procesos de agencia individual y colectiva de las personas que participan en la red. Esta investigación posibilitó dar voz a las y los investigadores comunitarios, visibilizando la importancia de reconocer su rol en la producción de conocimiento sobre la seguridad humana de los territorios que habitan y las poblaciones vulnerables que defienden.

Desde tal perspectiva, entendemos que la experiencia de la RIC se alinea y persigue los valores centrales del desarrollo humano: participación, diversidad, equidad y sostenibilidad (Boni y Gasper, 2012). En cuanto a la participación, consideramos que los espacios facilitados por la RIC, concretamente por los investigadores académicos vinculados al OSHM, son escuelas de participación, fortaleciendo las capacidades de comunicar saberes y prácticas de las personas que participan. Este reconocimiento de la diversidad de saberes y territorios contribuye a la participación ciudadana, desde una

perspectiva multidimensional, integral e interdependiente (local y global) de la seguridad humana, lo que puede contribuir al diseño y planificación de políticas públicas más justas, centradas en la seguridad de las personas y del planeta. Entendemos que este tipo de experiencia contribuye a prácticas y procesos de desarrollo más apropiados y sostenibles, tanto a nivel social como medioambiental. También siendo valiosa su aportación para repensar los espacios e instrumentos de participación en los ciclos presupuestarios y en el diseño y planificación de las políticas públicas a nivel local.

Por un lado, consideramos que estas contribuciones permiten avanzar en torno a la reflexión sobre la universidad que deseamos: una universidad comprometida con el desarrollo humano, centrada en las personas y en la seguridad de los territorios. Es por ello, que entendemos que este proyecto contribuye a que la UPV sea una aliada en la producción de conocimiento transformador, visibilizando el rol de los investigadores comunitarios en las comunas de Medellín y denunciando la vulneración de los derechos humanos de las poblaciones y territorios más vulnerables y silenciados a nivel local y global (mujeres, niños, jóvenes, personas mayores, afrodescendientes, LGT-BI+, etc.). No obstante, consideramos que, para promover este cambio, es necesario reconocer el conocimiento

ciudadano como conocimiento valioso y legítimo en los procesos de producción de conocimiento sobre los territorios. En este caso, la experiencia de la RIC contribuye a repensar y reconocer el rol de la ciudadanía, concretamente de los investigadores comunitarios, en la producción de conocimiento sobre la seguridad humana de los territorios a nivel local y global. Para ello, es imprescindible continuar explorando el uso de metodologías participativas en los procesos de desarrollo y de producción de conocimiento, ya que estas metodologías contribuyen a disminuir las relaciones de poder, alzando las voces de las poblaciones más vulnerables y sosteniendo relaciones más simétricas y horizontales entre la academia y la sociedad. En este sentido, consideramos que la experiencia de la RIC es una buena práctica de la Universidad de Antioquia en las relaciones universidad y sociedad, tanto por el aporte teórico como metodológico, iluminando futuras experiencias y prácticas en otros contextos del norte y del sur global.

Por otro lado, entendemos que este proyecto también ha permitido reforzar las alianzas entre la UPV y las universidades colombianas, concretamente con la Universidad de Antioquia y la Universidad Autónoma Latinoamericana (UNAUCLA), persiguiendo así el ODS 17 de la Agenda 2030. Lo que posibilitó el fortalecimiento de alianzas inclusivas entre múltiples actores (gobiernos, sector privado y sociedad civil), con el fin de hacer frente a los principales desafíos globales: las desigualdades sociales y económicas que impiden el ejercicio libre de las capacidades para el desarrollo humano. Es por ello, que consideramos que el rol de la Universidad es clave para el alcance

de este objetivo, ya que tiene el potencial de articular los diferentes actores y de enfrentar los desafíos a partir de innovadores programas y agendas de investigación creativas y colaborativas. A la vez, entendemos que este proyecto también contribuye al ODS 11, ya que la experiencia de la RIC puede contribuir a la seguridad humana de las personas que viven en las comunas más vulnerables y marginadas de la ciudad de Medellín. Por último, este proyecto también contribuye al ODS 16 que se refiere a consecución de la paz, la justicia e instituciones fuertes, teniendo en cuenta que el enfoque de seguridad humana desde abajo permite un desarrollo humano más justo y sostenible en aquellos territorios más desiguales e históricamente marginados de los procesos de producción de conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Alkire, S., Deneulin, S., 2010. The human development and capability approach. In: S. Deneulin and L. Shahani, eds. 2010. An introduction to the human development and capability approach. London: Earthscan, pp. 22-49.

Alonso, Giraldo y Sierra (2007). Medellín: El complejo camino de la competencia armada. En Parapolítica. La ruta de la expansión paramilitar y los acuerdos políticos. Serie Conflicto y Territorio. (109-164). Bogotá, Colombia: Corporación Nuevo Arco Iris.

Angarita, P. (2016) Seguridad: un medio, no un fin. Revista Experimenta (4-9).

Boni, A. y Gasper, D. (2012) Rethinking the quality of universities -- How can human development thinking contribute? Journal of Human Development and Capabilities, 13,3, 451-470.

Burt (1992). Structural Holes: The Social Structure of Competition. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Granovetter (1973). The strength of weak ties. American journal of sociology, 78(6), 1360-1380.

Sen, A., 1999. Development as Freedom. New York: Knopf.

un proyecto de

Muñoz Cosme, Gaspar¹
Vidal Lorenzo, Cristina²



LA BLANCA, UN PROYECTO DE PATRIMONIO PARA EL DESARROLLO

¹ Universitat Politècnica de València.

² Universitat de València.

1 INTRODUCCIÓN

Iniciamos el proyecto La Blanca en el año 2004 tras una larga experiencia en proyectos de patrimonio cultural y arquitectónico, vinculados a programas de desarrollo en el área maya. Esto nos llevó a una larga reflexión a la hora de emprender un proyecto que debía tener una clara vinculación entre el patrimonio cultural, como recuperación de la cultura y de la historia de la sociedad, y el desarrollo sostenible de las poblaciones vinculadas al mismo.

Fue así como surgió este proyecto promovido desde dos universidades, la Universitat de València (UV) y la UPV, para realizar unas acciones de investigación, conservación y puesta en valor del patrimonio cultural maya en un lugar concreto, la antigua ciudad maya de La Blanca, situada en la proximidad de una aldea del mismo nombre en el Departamento de Petén, en Guatemala.

El Departamento de Petén es el de mayor extensión en Guatemala, ya que con sus casi 36.000 km² constituye aproximadamente un tercio de la superficie total del país. Este hecho contrasta con su población, estimada en algo más de medio millón de habitantes, lo que supone un 3,66% del total de la población de Guatemala, según los datos del censo de 2018. Su territorio ocupa la parte norte del país, con frontera exterior con México y Belice, e interior, al sur, con los departamentos de Alta Verapaz e Izabal.

Es un territorio en el que se asienta la mayor reserva de la biósfera de Centroamérica, la denominada Reserva de la Biósfera Maya, con más de 21.000 km², es decir algo más del 60% de la superficie de Petén, conservando en ella una naturaleza excepcional, con una flora selvática tropical y una riquísima fauna.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto nació tras la identificación y la formulación del mismo, realizadas en el verano de 2003, gracias al apoyo del CCD de la UPV. Esta propuesta fue presentada por sus directores a los responsables de la Dirección General de Patrimonio Cultural y Natural de Guatemala y al Ministerio de Cultura de España, para recabar fondos dentro del Programa de Excavaciones Arqueológicas en el Exterior.

Hacia ya una década que conocíamos el sitio arqueológico de La Blanca con motivo de una visita que realizamos en compañía del arquitecto guatemalteco Óscar Quintana Samayoa, en 1995, y ya en esa visita nos llamó especialmente la atención la calidad de la arquitectura que afloraba en medio de la espesa vegetación selvática que envolvía sus majestuosos edificios. Pero en esos momentos La Blanca era un lugar abandonado, a unos dos kilómetros de la aldea del mismo nombre, y estaba sometido a saqueos y expolios. Nos contaron entonces que hubo una época que tuvo vigilantes del Instituto de

Antropología e Historia (IDAEH) pero que hacía años que había dejado de prestarse este servicio. Esta visita nos sirvió también para conocer la realidad del entorno natural y social de la cuenca del río Mopán y de su afluente Salsipuedes, visitando la aldea de La Blanca y otras comunidades de su proximidad.

Después de una visita al sitio y de tomar datos directos sobre la situación real de los restos arqueológicos, mantuvimos algunas entrevistas con representantes de la aldea de La Blanca, una pedanía dependiente del municipio de Melchor de Mencos, para poder formular correctamente el proyecto con una propuesta actual e innovadora:

“Comprendimos en aquel momento que la experiencia que hasta entonces habíamos acumulado en temas de cooperación cultural, que casi siempre se había centrado en edificios y ciudades de gran monumentalidad, debíamos enriquecerla con otra dimensión de las acciones que aunara tanto la recuperación y puesta en valor del rico patrimonio cultural de la zona como el posibilitar un desarrollo económico y social de su entorno inmediato [...]”.

Además, no hay que olvidar que en esa zona geográfica hay otros muchos sitios arqueológicos, conocidos e ignorados aún, que están vinculados con pequeñas poblaciones, y que podrían ser objeto de acciones similares a la propuesta para La Blanca, creando así una red de sitios arqueológicos visitables de menor tamaño, que pudiera generar un turismo cultural de baja intensidad beneficioso para el desarrollo de las poblaciones vecinas. A todo ello hay que unir el pernicioso efecto del abandono actual de estos lugares que conlleva el grave riesgo de saqueo y expolio al que están sometidos [...]”. (Vidal y Muñoz 2005, p. 15).

En la actualidad, diecisiete años después, la situación general en la que se encuentra el patrimonio arqueológico guatemalteco no ha cambiado demasiado, pues sigue siendo víctima de falta de recursos para su custodia y vigilancia. Con los consiguientes saqueos y destrucciones continuas, sin que las autoridades adopten las medidas de protección necesarias para garantizar, al menos, su conservación. Por ello, estamos convencidos de la necesidad y del gran beneficio que supone el incorporar acciones de educación y concienciación en los proyectos de investigación arqueológica, restauración y puesta en valor del patrimonio cultural maya, con el fin de emprender actuaciones conjuntas con la población local, y contribuir al desarrollo de las mismas y a la conservación sostenible de este notorio patrimonio que han heredado de sus antepasados.

El proyecto La Blanca se concibió desde sus inicios como un proyecto piloto para ensayar una nueva metodología de intervención: *patrimonio para el desarrollo*. Se pretendía que, a partir de los trabajos de investigación arqueológica y arquitectónica sobre el patrimonio cultural de un sitio arqueológico como La Blanca, así como de las tareas de restauración y puesta en valor del mismo, se pudiera derivar un proceso de dinamización social y económica que constituyera un motor de desarrollo social, económico y cultura para su entorno inmediato.

Las acciones de educación y desarrollo que el Proyecto La Blanca puso en marcha en el año 2004, de forma paralela al inicio de las actividades de investigación arqueológica, fueron diseñadas a partir de las necesidades

detectadas en la fase de exploración e identificación del proyecto, en cuyas conclusiones se decía que:

"[...] Siempre con el respeto a los ritmos y al proceso de cambio que la propia comunidad decida autoimponerse, la alternativa de desarrollo conjunto de la recuperación del sitio junto al fortalecimiento comunitario de la población de La Blanca, puede pasar por la apuesta sobre el marco de una estrategia de desarrollo turístico sostenible y responsable, con especial énfasis en el desarrollo de las capacidades y de la autonomía de la comunidad, de la erradicación de la pobreza y la plena participación democrática en el proceso de avance hacia una mejora sustancial en la calidad de vida. En definitiva, hacia un auténtico desarrollo humano sostenible". (Monterde 2005, p. 174).

Una de las principales problemáticas a la que nos enfrentamos fue a la escasa -e incluso nula- identificación de los pobladores del entorno con el sitio arqueológico. Para la gran mayoría, las ruinas suponían un obstáculo, al ocupar una zona en la que no podían cultivar ni llevar a pastar al ganado. Pocos sabían que, en los tiempos antiguos, La Blanca había sido una próspera ciudad habitada por los mayas, quienes habían construido sus monumentales edificios. Por todo ello, no se sentían en absoluto identificados con ese patrimonio. Esa falta de identificación contribuía a que el expolio no fuera visto como una actividad especialmente grave, sino como la oportunidad de obtener algún recurso económico de un terreno que no podía aprovecharse para actividades agrícolas o ganaderas.

Para entender esta situación, es importante recordar que el origen de la aldea de La Blanca y de las poblaciones del entorno es fruto de las políticas impulsadas por la Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo Económico de Petén (FYDEP), iniciadas en el año 1959. Según Schwartz (1995), esta fue la segunda gran oleada colonizadora de Petén, con el fin de generar desarrollo agropecuario mediante la colonización de húmedas selvas tropicales. Ello motivó que, desde mediados de la década de los sesenta del siglo XX, se produjeran movimientos migratorios hacia esta región selvática desde distintas partes del país. Fue así como se empezaron a adjudicar tierras y concesiones a las diferentes familias emigrantes, al tiempo que se construyeron caminos y algunas infraestructuras con el propósito de integrar este departamento, hasta entonces totalmente despoblado, en la red productiva del Estado. También comenzaron a ser frecuentes las denominadas "agarradas de tierra sin dueño" (Caal coord. 2013; p. 26), por parte de familias necesitadas, y con el correr de los años la deforestación se fue incrementando de manera considerable.

En muchas de esas tierras había ruinas arqueológicas mayas, pero dado que los nuevos pobladores procedían de regiones muy distintas del país guatemalteco, no las consideraban una "herencia de sus ancestros", sino más bien un estorbo para el desempeño de sus labores agrícolas y ganaderas, lo que explica el rechazo que existía hacia ese patrimonio.

El proyecto La Blanca se ha desarrollado durante más de quince años. El 15 de septiembre de 2004 llegaba el pri-

mer equipo de trabajo para conseguir entrar en la zona arqueológica y hacer el primer levantamiento topográfico. Y el 27 de mayo de 2019 se realizaron las ceremonias de entrega oficial de los trabajos de excavación, restauración y puesta en valor realizados en el sitio arqueológico. Fue realizada por los máximos representantes de las dos universidades valencianas a una representación del Gobierno de Guatemala, junto con una emotiva ceremonia con la población de La Blanca en la escuela de la aldea.

A lo largo de estos quince años hubo muchas actuaciones dentro del proyecto La Blanca. En 2016 se inició una de ellas, denominada: "Fortalecimiento comunitario cultural para el desarrollo sostenible de La Blanca (Guatemala)"; para la que se había solicitado el apoyo del programa ADSIDEO del CCD de la UPV, en la convocatoria de 2015, desarrollando las acciones programadas hasta finales de 2017.

Los objetivos específicos planteados en esta actuación fueron los siguientes:

- Contribuir a la identidad cultural de los habitantes de La Blanca, a la igualdad de género y a una ciudadanía comprometida con el desarrollo sostenible mediante la toma de conciencia de los habitantes de La Blanca, y especialmente de los más jóvenes, de los valores patrimoniales y culturales de la antigua ciudad maya de La Blanca.
- Contribuir a promover oportunidades económicas y a promover los derechos de la mujer y la igualdad de género en la aldea de la Blanca,

mediante la formación de sus habitantes como guías locales o anfitriones comunitarios.

- Contribuir a promover oportunidades económicas para los habitantes de La Blanca mediante el fomento de un turismo cultural de baja intensidad atraído por los valores culturales y patrimoniales de la antigua ciudad maya de La Blanca.

Para ello, se definieron diversas acciones de concienciación, de formación para los habitantes de La Blanca y de mejora de las condiciones del Centro de Visitantes, que se desarrollaron entre 2016 y 2017, dentro de las temporadas de campo, por el equipo del proyecto.

Los objetivos planteados se encuadrarán dentro de la línea innovadora de patrimonio para el desarrollo, basada en la recuperación y puesta en valor del patrimonio cultural de los pueblos para que sirva como un motor de desarrollo social, económico y cultural. La metodología se basa tanto en el manejo de la información, como en un sistema de gestión de conocimientos aprendidos y toma de decisiones para organizar la propuesta y las acciones según objetivos y metas.

Para este proyecto se contó, como contraparte, con el Centro Universitario de Petén de la Universidad San Carlos de Guatemala (CUDEP-USAC), que contribuyó con personal formado en el centro y con voluntarios de apoyo.

Partiendo de los tres objetivos específicos del proyecto, se abrieron tres líneas de trabajo relacionadas entre sí: la primera enfocada a la conciencia-

ción de la población más joven de La Blanca, la segunda con un carácter formativo y capacitador dirigida hacia la población adulta, hombres y mujeres, para promover los derechos de igualdad de género y, la tercera, de acción para la dotación de recursos materiales y didácticos que complementarían al Centro de Interpretación del sitio arqueológico, para aumentar el atractivo del lugar, fomentando así el turismo cultural de baja intensidad.

La metodología de la primera línea de trabajo consistió en la realización de talleres de concienciación y capacitación para el alumnado, de entre 5 y 15 años, de las dos escuelas de las poblaciones cercanas al sitio arqueológico de La Blanca. Se propuso que la edad mínima de los participantes fuera de 5 años, porque se consideraba que los menores de esa edad no tenían las aptitudes necesarias para comprender el contenido de las actividades. Cada taller constó de 6 sesiones de 2 horas cada uno. La finalidad principal de las actividades era que los participantes llegasen a conocer aspectos básicos de la antigua civilización maya e incitar en ellos el interés por conocer la historia de sus antepasados. Como finalidad específica de los talleres, se pretendía que los participantes llegaran a comprender la historia del sitio arqueológico La Blanca, cómo era en la antigüedad y cómo utilizaban los antiguos mayas los espacios, edificios y recursos naturales del lugar.

La segunda línea de trabajo, acorde al objetivo específico de favorecer nuevas oportunidades económicas y promover los derechos de la mujer y la igualdad de género en la vecina aldea, se abordó con la realización de cursos de capa-

citación de los hombres y mujeres, de 20 familias de La Blanca, como guías culturales del sitio arqueológico o anfitriones comunitarios.

En este caso, se contó con la participación de personal capacitado para estas acciones por el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP), la Institución guatemalteca líder en formación profesional de trabajadores, servicios de capacitación y asistencia técnica, de forma que al finalizar los cursos de capacitación, los participantes recibieron un título oficial de Guía turístico, o de Anfitrión comunitario para el caso de que no tuvieran los estudios mínimos exigidos por el INTECAP. Para el desarrollo de los cursos se contó con el material didáctico que se adquirió en el INTECAP y que se le entregó a cada uno de los participantes para la realización del curso. Los cursos se estructuraron en 4 actividades, cada una de ellas con una finalidad específica:

Los cursos se estructuraron en 4 actividades, cada una de ellas con una finalidad específica.

- Actividad 1. Capacitación en la adquisición y manejo de los conocimientos básicos en torno a la necesidad de conservar el Patrimonio Cultural y Natural del sitio arqueológico de La Blanca.
- Actividad 2. Capacitación en la adquisición y manejo de los conocimientos básicos para realizar las visitas guiadas al sitio arqueológico y al Centro de Visitantes de La Blanca.
- Actividad 3. Capacitación en el manejo de las técnicas didácticas apropiadas.
- Actividad 4. Realización práctica de

una visita guiada por el sitio arqueológico y por la aldea de La Blanca.

El trabajo de guía o anfitrión comunitario podrá suponer una nueva fuente de ingresos para las familias de La Blanca, que en la mayoría de los casos sólo cuentan con los escasos ingresos derivados de las tradicionales actividades agrícolas y ganaderas de subsistencia.

La metodología para abordar la tercera línea de trabajo que persigue: el fomento del turismo cultural a través de la puesta en valor del sitio arqueológico de La Blanca; consistió en complementar los actuales medios y materiales del Centro de Interpretación de La Blanca, con nuevos recursos destinados a mejorar las condiciones de uso y a facilitar la visita de los grupos turísticos. Con ese fin, se incorporó:

- Una maqueta urbana de la antigua ciudad de La Blanca para ayudar al visitante a comprender la dimensión y ordenación histórica del sitio.
- Paneles informativos sobre el conocimiento de la arquitectura que tenían los antiguos mayas y la importancia y relevancia científica de esa herencia cultural, especialmente para La Blanca.

Estos nuevos recursos han facilitado la visita turística didáctica para todo tipo de público, en la que los visitantes comprenden mejor los conceptos básicos de la antigua cultura maya, la historia y la evolución de esta ciudad.

Con ello, se ha fomentado que las agencias y los *turoperadores* de Flores (la capital departamental y localidad

más cercana desde donde se organizan la mayoría de las visitas turísticas en este área del Petén) se interesasen por ofrecer a sus turistas una visita al sitio, donde los propios guías locales formados en los cursos de capacitación pueden conducir las visitas, y donde los nuevos anfitriones comunitarios pueden acoger a los visitantes en la aldea y ofrecerles servicios complementarios a la visita, como podría ser alojamiento y comida.

3 RESULTADOS Y VALORACIÓN

3.1 Principales resultados

El principal resultado obtenido en el proyecto *Fortalecimiento comunitario cultural para el desarrollo sostenible de La Blanca (Guatemala)*, fue la realización de los talleres de concienciación para la población más joven de la comunidad de La Blanca. Estas actividades tienen, como ya hemos dicho, un doble objetivo: por un lado, el reforzar su identidad histórica y cultural y, por otro, concienciar a la población sobre la importancia de respetar y conservar el patrimonio, que puede establecerse como un motor de desarrollo social y económico sostenible para la comunidad.

Además, se ha finalizado la elaboración del modelo digital de La Blanca y se ha impreso en tres dimensiones y a escala, trasladando la maqueta e instalándola en el Centro de Interpretación, así como la incorporación al mismo de un panel informativo sobre la arquitectura de La Blanca. Mediante la mejora de los recursos de este espacio y la difusión de la visita al sitio de La Blanca, a través de las agencias de viajes de Flores, se ha fomentado el turismo cultural de baja intensidad al sitio arqueológico y a la comunidad de La Blanca.

Y, finalmente, se realizó el curso de formación de guías locales y anfitriones comunitarios para la población

adulta, que concluyó con la entrega de las correspondientes titulaciones.

3.2 Conclusiones y futuro

El Proyecto La Blanca ha llevado a la realidad la estrategia de patrimonio para el desarrollo, demostrando así que un proyecto de investigación científica y cultural puede generar un motor de desarrollo económico, social y cultural para su entorno inmediato.

Este proyecto fue concebido inicialmente como un proyecto piloto para demostrar que, en situaciones similares de sitios arqueológicos mayas vinculados a pequeñas poblaciones, se podría aplicar esta metodología para obtener como resultado la excavación, restauración y puesta en valor del sitio arqueológico, a la vez que se generaba una situación de desarrollo sostenible de la población del entorno.

Los resultados obtenidos abren nuevos caminos de desarrollo sostenible en algunas zonas del Petén de Guatemala, vinculadas a la gran cantidad de sitios arqueológicos identificados, pero que aún están a la espera de ser excavados e investigados científicamente, para poder así ser puestos en valor, ofreciendo un potencial enorme de generación de desarrollo sostenible mediante el patrimonio cultural.

4

CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

Tanto el Proyecto La Blanca, desde sus orígenes, como el proyecto *Fortalecimiento comunitario cultural para el desarrollo sostenible de La Blanca (Guatemala)*, han contribuido al desarrollo humano sostenible del entorno inmediato de La Blanca mediante las acciones realizadas que han ido encaminadas a fortalecer los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), de la Agenda 2030 de Naciones Unidas:

- ODS 4. Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
- ODS 5. Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- ODS 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
- ODS 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación.

BIBLIOGRAFÍA

Caal Morales, W. (Coord.) (2013). *Diagnóstico territorial de Petén 2032*. Tomo I. Guatemala: SEGEPLAN.

Muñoz Cosme, G. y Vidal Lorenzo, C. (2017). La Acrópolis de La Blanca: un ejemplo singular de la arquitectura maya. *Restauración Arqueológica, special issue 2017*, 12-25.

Monterde Díaz, R. (2005). La Blanca: Una iniciativa piloto de incidencia de la recuperación del patrimonio maya en el desarrollo local. En G. Muñoz y C. Vidal (Eds.), *La Blanca. Arqueología y Desarrollo* (pp.161-174). Valencia, España: Editorial UPV.

Schwartz, N. (1995) Reprivatización y privación: sistemas tradicional y contemporáneo de tenencia de la tierra en el Petén, Guatemala. *Mesoamerica* 29, 215-232.

Vidal Lorenzo, C. y Muñoz Cosme, G. (2005). Introducción. En G. Muñoz y C. Vidal (Eds.), *La Blanca. Arqueología y Desarrollo* (pp.15-16). Valencia, España: Editorial UPV.

un proyecto de

Sanjuán Pellicer, Neus ¹

Bautista Carrascosa, Inmaculada ²

Oscá Lluch, José María ³

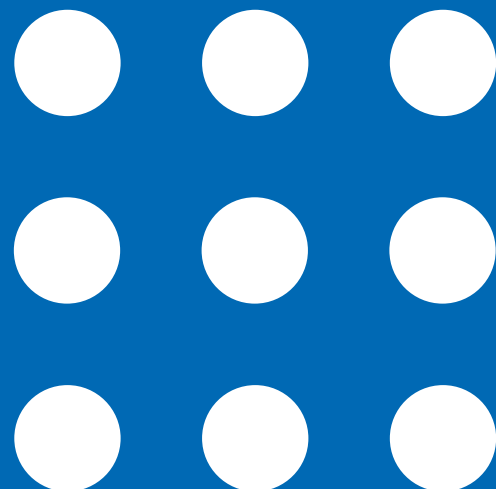
Escobar, Neus ¹

Fenollosa Ribera, Loreto ⁴

Ribal Sanchis, Javier ⁴

Clemente Polo, Gabriela ¹

Lidón Cerezuela, Antonio ²



CONTRIBUCIÓN A LA SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE ARROZ EN SAINT LOUIS (SENEGAL)

¹ Grupo ASPA. Departamento de Tecnología de Alimentos.

² Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología Forestal.

³ Departamento de Producción Vegetal.

⁴ Universitat Politècnica de València. Departamento de Economía y Ciencias Sociales.

1 INTRODUCCIÓN

La agricultura sostenible implica la capacidad de los agro-ecosistemas de permanecer productivos a largo plazo, es decir, ser económicamente competitivos, producir alimentos de calidad en cantidad suficiente y a precios razonables, y ser respetuosos con el medioambiente (UN-DSD 2000). La agricultura sostenible debe incorporar criterios que protejan el medioambiente, permitan la rentabilidad económica y promuevan la equidad social. Las comunidades deben ser capaces de crear un equilibrio entre estos tres aspectos y seguir la regla de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las de las futuras generaciones.

Senegal es un país con una economía fundamentalmente agraria (la agricultura emplea al 77% de la mano de obra) donde la dieta básica se basa en el arroz (75-100 kg. por persona y año) y con importaciones que se han triplicado en menos de 30 años (1,2 millones de toneladas anuales). En un contexto mundial marcado por el aumento del precio de los productos agrícolas, el gobierno de Senegal ha hecho de la autosuficiencia en arroz un objetivo. Bajo esta perspectiva, lanzó el *Programme National d'Autosuffisance en Riz* (PNAR), un programa estratégico para el aumento de la producción de arroz, con una meta de un millón de toneladas de arroz para 2012. En marzo de 2012, el entonces recién estrenado gobierno puso en marcha una nueva

política agraria para el periodo 2014-2017 (PNAR 2), que apuntaba a la producción de 1,08 millones de toneladas (t) de arroz en 2017. Si bien estas metas no se han alcanzado, estos programas han permitido recuperar la tasa de autosuficiencia, que cayó al 20% a finales de los años 1990, a cerca de un 35% actualmente.

Los principales sistemas de producción de arroz en Senegal son el cultivo de regadío, el de secano (*riz pluvial*) y el cultivo en tierras bajas (FAO, 2018). El cultivo en regadío se practica esencialmente en el valle del río Senegal, donde generalmente la aplicación de fertilizantes y pesticidas depende de la disponibilidad en los almacenes locales y del coste. Cáritas Española viene trabajando desde hace tiempo en proyectos de seguridad alimentaria en el norte del país. En concreto, en 2015 empezó con la ejecución de un proyecto con la *Union the Femmes Productises de Riz de Ross-Béthio* (UFPRB), en la región de Saint Louis. El proyecto pretendía subvencionar durante tres años el cultivo de 70 ha. de arroz por campaña, de un total de 140 ha. que posee la UFPRB, además de proporcionar formación en distintos aspectos (agricultura, nutrición, etc.) a las mujeres de la unión. El rendimiento del arroz en Ross-Béthio es bajo (2-4 t/ha), debido en gran parte a la salinización del suelo, a lo que se suman otros problemas como la presencia de malas hierbas, plagas de pulgón, así como deficiencias en el sistema de riego y drenaje. Debido a que la mujer senegalesa sufre discriminación en muchos ámbitos, el empoderamiento de las mujeres en las actividades generadoras de ingresos era uno de los objetivos prioritarios del proyecto.

Por otro lado, la producción de arroz consume recursos (agua, tierra, energía y productos químicos, en particular nitrógeno) y, como consecuencia, conlleva un impacto sobre el medioambiente. El arroz en campos inundados crece en condiciones anaerobias que favorecen la formación y liberación de metano a la atmósfera, gas con gran potencial de efecto invernadero. Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, el cultivo de arroz inundado contribuye, en conjunto, al 13% de las emisiones antropogénicas de metano de todo el planeta. Además, en el Sahel, donde se localiza Ross-Béthio, los efectos del cambio climático se traducen en un aumento de la temperatura media y cambios en los patrones de lluvias. Por lo que los aspectos relacionados con la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos deben considerarse como factores críticos para el desarrollo de la zona.

La situación descrita relaciona la sostenibilidad de los campos de arroz con la posibilidad de reducir su impacto ambiental y el consumo de recursos, a la vez que se aumenta el rendimiento y los ingresos del agricultor y se contribuye así a la seguridad alimentaria en el país. Una aproximación factible a la sostenibilidad agraria consiste en evaluar en qué medida las integrantes de la UFPRB hacen un uso eficiente de los recursos y minimizan los impactos sobre el medioambiente, mientras consiguen sus objetivos económicos. Para este fin, se requieren indicadores de resultados tanto desde el punto de vista económico como desde el medioambiental.

El objetivo general del proyecto fue aumentar el rendimiento y el beneficio

económico del cultivo de arroz por la UFPRB, junto a la disminución del impacto ambiental, para así contribuir a la sostenibilidad del cultivo del arroz. Conocer dicho impacto permite proponer mejoras en el cultivo para aumentar la producción y, a su vez, minimizar el impacto ambiental y las pérdidas post cosecha para, en definitiva, incrementar la renta de la población rural y la conservación del entorno, favoreciendo así a las comunidades de productores. En pocas palabras, se trata de contribuir a mejorar la seguridad alimentaria de forma sostenible.

Los Informes de Desarrollo Humano publicados por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), desde el año 1990, se enfocan en las capacidades de desarrollo humano. Siguiendo al PNUD, el desarrollo humano consiste en la ampliación de las capacidades de todas las personas para que puedan libremente elegir lo que desean ser y hacer, de manera que puedan gozar de una vida prolongada, saludable y creativa, perseguir objetivos que consideren valiosos y participar activamente en el desarrollo sostenible y equitativo del planeta que comparten. El desarrollo humano representa la garantía del pleno ejercicio de los derechos fundamentales, como el acceso a educación o salud, la capacidad de poder expresarse en democracia y tener seguridad, poder vivir en un medio ambiente sano alrededor, y adquirir confianza y autoestima en el propio proyecto vital.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La determinación de la sostenibilidad del cultivo del arroz se abordó mediante el Enfoque de Ciclo de Vida (ECV), de acuerdo con la *Life Cycle Initiative* lanzada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (<http://www.lifecycleinitiative.org>). El ECV es una forma de análisis que va más allá del enfoque tradicional. Se centra en el lugar y el proceso de producción, en el presente caso en la explotación agrícola, para incluir los impactos ambientales y económicos de un proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida completo. Así, el ciclo de vida de un proceso agrícola incluye no solo la etapa agraria, sino también procesos adicionales como la producción de los fertilizantes y su transporte al campo o la producción de fuentes de energía para el transporte o para bombear el agua de riego. A la larga, el ECV pretende reducir el consumo de recursos y las emisiones al ambiente de los sistemas productivos, así como mejorar su rendimiento económico-social a lo largo de su ciclo de vida.

Por tanto, el marco teórico del proyecto engloba dos metodologías basadas en el ECV, el análisis ambiental de ciclo de vida (ACV, *life cycle assessment* en inglés) y el análisis de costes de ciclo de vida (ACCV, *life cycle costing* en inglés). De acuerdo con la norma ISO 14040, el ACV se define como la evaluación de las entradas y salidas y de los potenciales impactos medioam-

bientales de un sistema a lo largo de todo su ciclo de vida. Por otro lado, el ACCV es una herramienta que permite analizar a lo largo del tiempo la evolución de ingresos y gastos que puede generar un sistema determinado. Para exponer las actividades se utiliza la terminología propia de estas metodologías. No obstante, se irán definiendo dichos términos a lo largo del texto.

Hay que tener en cuenta que las mujeres de la Unión se agrupan en GIES (Grupos de Interés Económico) y que estas realizan dos campañas arroceras al año, una en el llamado *Hivernage* o estación húmeda (de junio a noviembre, aproximadamente) y otra en la *Contrasaison sèche*, o estación seca (de marzo a junio). En pocas palabras, el planteamiento inicial consistió en evaluar mediante ACV y ACCV las técnicas de producción implementadas en las campañas de 2016 por parte de las diferentes GIE que integran la Unión. De esta manera se evalúa lo que denominamos "Escenario Inicial" y, como resultado de dicha evaluación, proponer mejoras a implementar en las campañas 2017. Estas mejoras constituyen el "Escenario Alternativo" que, tras ser implementadas, se evaluaron también para verificar su efectividad. A continuación, se exponen de manera resumida las actividades realizadas en el proyecto.

Al comienzo del proyecto, se realizó una revisión bibliográfica relacionada con la temática del mismo y se eligieron la Unidad Funcional (UF) y los límites del sistema a considerar en el estudio. La UF es la unidad de referencia en base a la cual se expresarán los resultados del ACV y ACCV y es de especial importancia al comparar alternativas.

Los límites del sistema se refieren a la definición de las etapas del proceso consideradas, así como a la temporalidad del estudio y deben ser iguales en el ACV y ACCV.

En segundo lugar, se recopiló la información del escenario inicial (actividad 2). La finalidad fue recopilar datos correspondientes a las dos campañas del cultivo del arroz de 2016 de la Unión. Así, se realizaron encuestas a las productoras que integraban cada GIE. Se contó para ello con la cooperación de los técnicos de proyecto de Caritas St. Louis, así como con el apoyo de responsables de la *Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal* (SAED). Con el fin de obtener información más precisa para la posterior evaluación ambiental, se realizaron también pruebas analíticas en algunas de las parcelas para evaluar la calidad del suelo.

Los datos recopilados en la actividad 2 permitieron realizar la evaluación económica del escenario inicial (actividad 3) mediante ACCV. Para ello se realizó un inventario económico. Es decir, como resultado de la actividad 2 se dispuso de información relativa al consumo de inputs medido en unidades físicas (metros cúbicos de agua, kg de fertilizante nitrogenado, etc.), así como de precios de estos mismos inputs. Esto sirvió para estimar los costes variables y fijos para cada explotación muestreada. Asimismo, se determinaron los ingresos en función de los rendimientos y precios de mercado. A partir de los datos de inventario se obtuvieron diversas medidas de resultado económico (principalmente margen bruto y margen neto). Los resultados se expresaron en base a dos unidades:

1 hectárea y 1 kg. de arroz; cada una de estas unidades de referencia constituyen lo que se denomina Unidad Funcional (UF).

A continuación, se realizó la evaluación medioambiental del escenario inicial mediante un ACV (actividad 4). En primer lugar, se realizó un inventario ambiental de ciclo de vida. Esto implica recopilar toda la información de consumo de recursos y emisiones al ambiente que se producen en las etapas incluidas en los límites del sistema, y expresarla en base a cada una de las UF escogidas. Así, a partir de los datos de consumos de materias primas (fitosanitarios, agua...) y recursos energéticos (gas-oil) recopilados en la actividad 2, se determinaron las emisiones derivadas de la actividad agrícola (como el NO₂ emitido por la acción de las bacterias desnitrificantes del suelo, que contribuye al cambio climático). Para la elaboración del inventario se recurrió también a los resultados de las analíticas realizadas, así como a modelos de cálculo y a bases de datos existentes. Por ejemplo, las emisiones de CH₄ se calcularon a partir de los aportes de fertilizantes y de los modelos del IPCC (2006) y la lixiviación de nitratos y las emisiones de N₂O a partir del balance de nitrógeno de la actividad 2. También se recurrió a datos secundarios como la base de datos Ecoinvent, por ejemplo, para el consumo de recursos y emisiones vinculadas a la fabricación de los fertilizantes utilizados o al transporte.

Con los datos de inventario, y con ayuda de software Gabi 6.0, se calcularon una serie de categorías de impacto que tratan de capturar los distintos efectos sobre el medioambiente del proceso evaluado. Puesto que existen

múltiples categorías de impacto, con el fin de condensar la información obtenida, se seleccionaron aquellas más ligadas a los sistemas agrarios, como son el calentamiento global, la eutrofización, la toxicidad inducida por sustancias como los herbicidas o la presión sobre las reservas de agua.

A partir de un análisis de las técnicas empleadas junto con los resultados de las evaluaciones del Escenario Inicial (actividades 3 y 4), se determinaron acciones encaminadas a mejorar el cultivo desde los puntos de vista técnico, económico y ambiental, bajo lo que se denominó Escenario/s Alternativo/s. Las propuestas se centraron en aquellos aspectos más fáciles de implementar y que pueden tener más influencia en los resultados. Estas propuestas no se implantaron en todas las parcelas pues, de lo contrario, sería difícil saber si las posibles diferencias respecto al sistema de partida se deben únicamente a la implementación de las mejoras, o si han influido también factores externos, como el comportamiento del mercado o la climatología en esa campaña. Además, dado el enfoque de empoderamiento del proyecto, fueron las propias agricultoras quienes decidieron la adopción de las propuestas del Escenario/s Alternativo/s de cultivo. Destacar que, aunque en un principio se preveía no introducir mejoras hasta tener los resultados de las dos campañas de 2016, para la estación húmeda de ese mismo año se establecieron ya una serie de propuestas alternativas que se realizaron en 4 parcelas (que denominamos parcelas experimentales).

Para evaluar las consecuencias de las mejoras propuestas en el Escena-

rio/s Alternativo/s, se repitió el análisis económico y ambiental mediante la obtención de información correspondiente, tanto a las productoras que implementaron las propuestas como de las que no lo hicieron. Esta información permitió realizar la evaluación económica y medioambiental de los cambios propuestos.

En el año 2016 se realizó una auditoría del proyecto que desarrollaba Cáritas, cuyos resultados destacaron que la localidad de Ross-Béthio presentaba un índice de desarrollo aceptable. Como consecuencia, el proyecto financiado por Cáritas España concluyó en 2017, año en el que solo se financió el cultivo de 30 ha. durante la estación seca, abandonando ya el proyecto en la estación húmeda de ese mismo año. En esta campaña, con la inestimable ayuda de los técnicos de Cáritas St. Louis, se midieron los caudales y tiempos de riego, salinidad del agua y concentración inicial de nitrógeno mineral. Estos datos, junto los correspondientes a los aportes de nitrógeno, se utilizaron para realizar un balance de nitrógeno con el modelo LEACHM (Wagenet y Hutson, 1989) que mejoró los datos de inventario. Asimismo, se mejoraron los datos de consumo de agua de riego, que junto los de pluviometría en la zona permitieron analizar el impacto de la escasez de agua.

Por último, se analizaron los resultados obtenidos y se determinaron las diferencias de los escenarios evaluados en las distintas campañas desde el punto de vista técnico, económico y ambiental. Se pretende con ello que Cáritas pueda utilizar el enfoque propuesto para proyectos futuros en la misma zona y con otros beneficiarios.

Cabe resaltar que, durante el año 2018, aunque Caritas había concluido el proyecto de Ross-Bethió, los técnicos de Caritas Saint Louis solicitaron muestra colaboración en un nuevo proyecto de características similares en la región de Podor, para la estación seca de 2018. Por estas razones solicitamos una prórroga al CCD de la UPV y colaboramos con los técnicos de Podor de manera similar a la realizada en Ross-Béthio.

3 RESULTADOS Y VALORACIÓN

3.1 Resultados principales del proyecto

A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se presentan la contribución a las categorías de impacto ambiental consideradas, así como los ingresos obtenidos, expresado todo por kg de arroz, resultado del ACV y ACCV para las dos temporadas de cultivo efectuadas en 2016.

		Estación seca	Estación húmeda
Cambio climático (kg CO ₂ -eq./kg arroz)	CC	0,691	0,621
Eutrofización acuática (kg P-eq./kg arroz)	EU	9,89·10 ⁻⁵	9,33·10 ⁻⁵
Acidificación (kg SO ₂ -eq./kg arroz)	AC	5,91·10 ⁻²	2,06·10 ⁻²
Ecotoxicidad (CTUe/kg arroz)	ET	31,241	2,460
Toxicidad humana (CTUh/kg arroz)	HT	8,35·10 ⁻⁸	5,27·10 ⁻¹⁰
Escasez de agua azul (m ³ de agua ecosis-eq./kg arroz)	BW	1,305	0,020
Escasez de agua verde (m ³ de agua ecosis-eq./kg arroz)	GW	2,31·10 ⁻⁴	3,00·10 ⁻⁴
Resultado económico (€)	I7	0,456	0,413

Tabla 1. Resultados del ACV y ACCV en las dos campañas arroceras efectuadas por la UFPRB. UF = 1 kg de arroz. Fuente. Elaboración propia.

Como se ha explicado en la descripción de actividades, y más concretamente en la actividad 5, aunque la idea inicial era no introducir mejoras hasta tener los resultados de las dos campañas de 2016, para tener más datos para evaluar y validar mejoras potenciales, se decidió proponer una serie de alternativas a las técnicas habituales para la estación húmeda de 2016 que se implementaron en 4 parcelas (que denominamos parcelas experimentales). Así, a partir de los datos recopilados para el cultivo de la estación seca de 2016, se realizó una evaluación técnica, económica y ambiental de las prácticas realizadas y se detectaron una serie de aspectos críticos. En primer lugar, hay que destacar que la caracterización de muestras de suelo superficiales tomadas indica que la salinidad del suelo es muy elevada (hasta 6,6 dS/m), lo que constituye una de las principales limitaciones de cara a aumentar el rendimiento del cultivo y reducir el consumo de agua, recurso que podría llegar a ser limitante ante el cambio climático. Además, se observó que no se realizaba abonado de fondo y que había problemas con la *Leptochloa*, una mala hierba problemática en la zona que no es controlable con los herbicidas utilizados.

Se han detectado problemas adicionales relacionados con las infraestructuras. Debido a deficiencias del sistema de riego (el canal principal de riego se secó durante días y favoreció una plaga de roedores, ya que al estar los campos sin agua se propagaron con más facilidad) los rendimientos fueron muy bajos en general, incluyendo las parcelas experimentales. Mientras que en la estación seca de 2016 el rendimiento medio en las 70 ha. contem-

pladas en el proyecto de Cáritas para ese año fue de 4,8 t. de arroz cáscara/ha, en la estación húmeda de ese mismo año fue de 1,96 t/ha. Por tanto, los impactos ambientales por kg. de arroz fueron mucho mayores.

Para la campaña correspondiente a la estación seca de 2017 se propusieron dos itinerarios de cultivo alternativos además del convencional. Dichos itinerarios se implementaron en 37 parcelas de 0,25 ha. A grandes rasgos, se aumentó la densidad de siembra (de 120 a 150 kg/ha) y se cambió el plan de fertilización ajustando las dosis de N a las necesidades del cultivo, y realizando abonado de fondo más otro de cobertera, en lugar de dos abonados de cobertera. Además, en uno de dichos itinerarios se propuso la aplicación de *pendimetalina* justo antes de la siembra para combatir la *Leptochloa*, una mala hierba problemática en la zona que no es controlable con los herbicidas utilizados normalmente. La *pendimetalina* tiene un tiempo de aplicación muy limitado y el retraso en la aplicación hizo que las parcelas tratadas con este producto no llegaron a buen término. No obstante, las parcelas cultivadas siguiendo el otro itinerario alternativo presentaron mayor rendimiento (un 53% más que el obtenido en la campaña de la estación seca del año anterior), menores costes de producción (aprox. 10% menos por ha. cultivada) y también menores impactos ambientales: un descenso en torno al 30% por kg. de arroz en categorías de impacto como acidificación del suelo, agotamiento de combustibles y recursos minerales, y una disminución cercana al 10% por kg. de arroz en cambio climático y eutrofización.

Por los motivos indicados arriba, no se pudo continuar el proyecto en Ross-Béthio para así repetir de nuevo el itinerario alternativo que dio mejores resultados en la campaña húmeda de 2017, lo que hubiera permitido obtener resultados más consistentes, además de poder seguir implementando otras mejoras. Por ejemplo, en su momento también valoramos la posibilidad de realizar un abonado con materia orgánica, pero los técnicos de Cáritas St. Louis, tras consultar a proveedores, confirmaron que el compost es muy caro en la zona. Otra posibilidad hubiera sido compostar por parte de la UFPRB el estiércol de ganado, pero en la zona donde el ganado está libre, lo que dificulta la recolección del estiércol. Los técnicos de Cáritas St. Louis también manifestaron su interés en que la Unión de Mujeres produjera su propia semilla, si bien no tuvimos posibilidad de implementarlo y valorar los resultados.

En el caso de Podor, se recopilaron datos del cultivo y tras su evaluación se realizaron una serie de propuestas, pero no se evaluó la implementación de las mismas, ni se ha seguido implementando mejoras en las campañas siguientes, pues el proyecto arrancó más tarde de lo previsto y solo se centró en la estación seca de 2018. En esta localización, el principal problema al que se enfrentan muchos agricultores es la falta de una buena red de riego, con recorridos del agua muy largos y acequias sin impermeabilizar, que provocan pérdidas excesivas por infiltración en los canales de tierra, por lo que a algunos agricultores apenas les llega agua de riego. La propuesta de Cáritas St. Louis fue la compra de una nueva motobomba para aumentar el número

de puntos de bombeo y reducir las pérdidas de agua en las acequias.

En la actualidad, el grupo investigador está finalizando un informe donde se señalan los principales aspectos a tener en cuenta en el cultivo del arroz en el valle del río Senegal y que esperamos les resulte útil para otros proyectos en el norte del país. Con ello pretendemos, de alguna manera, dar continuidad al proyecto.

3.2 Aprendizajes del proyecto e impacto en la línea de trabajo

Los aprendizajes del proyecto han sido múltiples, abarcan muchas dimensiones y han sido biunívocos. Como miembros de la UPV creemos que el saldo ha dado positivo y hemos aprendido mucho de las experiencias. De momento, no disponemos de información objetiva para evaluar la pregunta más importante para nosotros: qué impacto ha podido tener para la población beneficiaria.

Desde el punto de vista del desarrollo del proyecto y de cara a nuevos proyectos, las metodologías de recogida de datos deben ser más ágiles. También consideramos de gran relevancia establecer de inmediato relaciones con centros de investigación (p.e. *Africa Rice*) y universidades de la zona, aunque la experiencia nos dice que es un proceso largo y que no siempre llega a relaciones fructíferas. El proyecto nos ha permitido trabajar con problemas reales y hemos podido constatar que la seguridad alimentaria sostenible es un campo complejo, donde interactúan muchos otros factores además de los técnicos. La problemática de Senegal y del Sahel en particular es muy comple-

ja. Hemos visto sobre el terreno cómo el cambio climático es una gran limitación al desarrollo: tanto en Podor como en Ross-Béthio hay graves problemas en lo referente a disponibilidad de agua debido a los cambios en el régimen de lluvias, lo que afecta principalmente al cultivo en la estación húmeda. Las deficiencias en las infraestructuras de riego suponen un freno al rendimiento del cultivo que sería conveniente superar, si bien para ello se necesitan fuertes inversiones. A esto podemos añadir el problema de la salinidad del suelo en Ross-Béthio, debido a la penetración de las mareas atlánticas en la llanura. El régimen hidrológico del río Senegal, con grandes fluctuaciones de caudal entre la época seca y la húmeda, se ha visto alterado con la construcción de la presa de Diama en 1986, pensada para permitir el desarrollo de una agricultura intensiva en zonas más interiores (Isupova y Mikhailov, 2008). En 2003 la situación se agravó tras la creación de una apertura artificial en la denominada "Lengua de Barbarie", realizada con el fin de evitar inundaciones en la isla de Saint Louis. Por supuesto, hay organismos como Africa Rice que trabajan activamente en el desarrollo de nuevas variedades de arroz, adaptadas a las problemáticas locales, como es el desarrollo de semillas tolerantes a la salinidad. Al final, hemos constatado que hay muchos factores interactuantes que no podemos controlar desde nuestro proyecto. Además, el monocultivo tiene muchos problemas asociados, como el aumento de plagas y malas hierbas. Posiblemente una decisión acertada sería incorporar rotaciones de cultivos, pero seguir o cambiar de cultivo debe ser una decisión de las productoras.

Otro aprendizaje que hemos incorporado es el propio planteamiento de la cooperación. Hemos constatado las contradicciones existentes entre Norte y Sur que, inevitablemente, nos llevan a cuestionar el alcance de la cooperación. Mientras nuestro gobierno manda activos de la guardia civil destinados a patrullar las costas para evitar migraciones (como nos contaban ellos mismos), hay empresas españolas que producen melones allí, donde los bajos salarios y la falta de legislación medioambiental les permite abaratar costes y aumentar beneficios. Mientras Europa negocia cuotas de pesca (nos hemos encontrado con marineros vascos que van a faenar allí), a su vez recibe cada vez peor a los migrantes. Creemos en el trabajo que realizan muchas ONG, hemos conocido Cáritas St. Louis de cerca, pero se requieren acuerdos internacionales para implementar medidas que impidan que el Norte siga explotando el Sur.

Con todo, esta experiencia ha reforzado nuestra línea de investigación en indicadores de sostenibilidad para la agricultura. Estamos desarrollando otro proyecto ADSIDEO con Cáritas Ziguinchor sobre restauración de suelos para el cultivo del arroz. En esta zona se practica el cultivo del arroz con agua pluvial y los cambios en los patrones de precipitación han tenido un impacto netamente negativo sobre la productividad. Este acercamiento a otras sociedades y formas productivas, propiciado por los proyectos de cooperación al desarrollo, nos ha servido para interiorizar y reflexionar sobre la problemática a la que se enfrentan. Este aprendizaje nos ayuda también a divulgar estas experiencias en nuestra actividad docente.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

El proyecto que se presenta en este capítulo está relacionado con el ODS número 2 de la Agenda 2030: hambre cero. Como dice este ODS, “el aumento de la productividad agrícola y la producción alimentaria sostenible son cruciales para ayudar a aliviar los riesgos del hambre”. Una producción sostenible implica el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente, dimensiones que han sido clave en el desarrollo del presente proyecto a través tanto de un enfoque científico interdisciplinar basado en un ECV y que integra a investigadores de diferentes departamentos. Entre las metas que señala el ODS 2, este proyecto se dirige a la meta 2.3, en lo referente a “duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres y a la meta 2.4 en cuanto a asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad”.

De forma transversal, se han cubierto otros objetivos como el objetivo 5: “igualdad de género”; ya que poner a las mujeres en el centro de las economías dará lugar a mejores resultados de desarrollo y se encauzará al mundo para alcanzar los ODS. También con el objetivo 12: “consumo y producción responsables”; para evitar la degradación medioambiental, aumentar la efi-

ciencia de recursos y promover estilos de vida saludables.

Como se ha descrito en el plan de actividades, tuvimos dificultades en el desarrollo de las actividades inicialmente propuestas. Principalmente, porque tras la auditoría externa del proyecto de Cáritas al que dábamos apoyo, se decidió abandonar la población objetivo de Ross Bethio por la de Podor y, además, después hubo un retardo en la implementación del proyecto en Podor. Estos cambios nos han impedido realizar un seguimiento más exhaustivo de la implementación de las propuestas de mejora del cultivo del arroz y nos resulta difícil valorar si el proyecto ha llevado a formas de cultivo más sostenible en las comunidades a las que iba dirigido. No obstante, creemos que puede ser importante para Cáritas, pues esperamos que en el desarrollo de posteriores proyectos incluya la dimensión ambiental de la sostenibilidad.

La Universidad debe realizar una reflexión estratégica sobre la integración de los ODS en la política universitaria, lo que implica abordar estos objetivos de forma transversal, así como integrar la Agenda 2030 en los distintos ámbitos de acción de la universidad: la formación, la investigación y la extensión universitaria. Es innegable el papel que el CCD de la UPV juega en la integración de los ODS a través de las actividades que realiza.

BIBLIOGRAFÍA

FAO (2018). La rizicultura a Senegal <http://www.fao.org/ag/aprao/projet-aprao/apercu-de-la-riziculture/senegal/fr/>. Consultado 24/06/2020.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4: agriculture, forestry and other land uses. Available at <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>. Consultado 15 May 2020.

Isupova, M. V. y Mikhailov, V. N. (2008). Hydrological and morphological processes in Senegal River mouth area. *Water Resources*, 35(1), 30-42.

UN-DSD, United Nations Division for Sustainable Development (2000). Agenda 21, Chapter 14: Promoting Sustainable Agriculture and Rural Development. New York United Nations.

Wagenet R. J. y Hutson J. L. (1989). LEACHM: Leaching Estimation and Chemistry Model: A process based model of water and solute movement, transformations, plant uptake and chemical reactions in the unsaturated zone. Ver. 2. Ithaca, NY: Water Resource Institute, Cornell University.

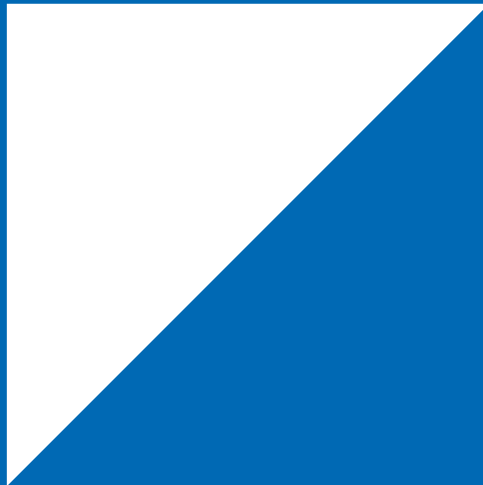
un proyecto de

Escriche Roberto, M^a Isabel ^{1*}

Domenech Antich, Eva ¹

Cárcamo Cantarero, Claudia Leticia ²

Juan Borrás, Marisol ¹



ASESORAMIENTO EN LA GESTIÓN DE CALIDAD Y SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS APÍCOLAS DE LAS COMUNIDADES LENCAS DE HONDURAS. MODELO DE PROMOCIÓN SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICA DE LAS POBLACIONES RURALES DE CENTROAMÉRICA

¹ Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Departamento de Tecnología de Alimentos. España.

² Siguatepeque. Departamento de Comayagua. Honduras

* iescrich@tal.upv.es

1 INTRODUCCIÓN

Honduras es uno de los países con menores ingresos en América Latina y el Caribe, con una incidencia de pobreza por hogares a nivel nacional del 64,5% (en 2012) y una pobreza extrema por hogares del 42,6% (en 2013), 29% a nivel urbano y 55,6% a nivel rural. Los bajos Índices de Desarrollo Humano (IDH) del país (0.625, posición 121) y de PIB per cápita (2.226 dólares/año). Estos datos muestran que la población hondureña tiene un bajo nivel de vida (PNUD, 2018) En Honduras, aproximadamente el 20% de la población es miembro de un pueblo indígena o *afrohondureño*; Pech, Nahua, Tolupan, Maya Chortí, Lenca, Garífuna, Negros de Habla Inglesa, Tawahka y Miskitu. Aproximadamente el 80% de estos pueblos viven en sus territorios ancestrales, zonas protegidas o de alta riqueza de biodiversidad, y cuyos medios de subsistencia dependen precisamente de la diversidad de los ecosistemas en donde habitan: la tierra, la fauna y flora (PNUD, 2018).

Desde hace algún tiempo, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y la Embajada de España en Honduras vienen apoyando en Honduras la implementación de políticas, programas y proyectos que apoyen al desarrollo socioeconómico de estos pueblos rurales, dando prioridad a aquellos que

contribuyan a la reducción de la pobreza y la protección del medio ambiente.

Honduras tiene una gran biodiversidad en relación con su tamaño. Su ubicación tropical privilegiada entre dos océanos y sus condiciones topográficas crean una gran variedad de hábitats, de flora (2,5% de la flora mundial) y de fauna. La preservación de la biodiversidad en las zonas rurales indígenas contribuiría a la conservación de los paisajes de remotas y amplias regiones. Esto podría ayudar en la reafirmación de sus derechos sobre las tierras que constituyen su hábitat, reduciendo de esta forma la amenaza de usurpación y deforestación.

El desarrollo apícola es una valiosa actividad humana que juega un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad y en el hábitat general, por su contribución a la polinización tanto de plantas silvestres como de cultivo. En Honduras, el 80% del territorio es apto para llevar a cabo esta actividad; sin embargo, la contribución de la apicultura al PIB agropecuario, no ha superado el 0,1% en los últimos años. Existen aproximadamente 2.500 apicultores, la mayoría de ellos pequeños productores que poseen de 3 a 10 colmenas con un rendimiento aproximado de 25 litros/colmena. Según los datos del Banco Central de Honduras de 2015, la actividad apícola desarrollada en Honduras en el periodo 2010-2013, no llegó a satisfacer ni la mitad de las necesidades del consumo interno del país, con una producción interna siempre inferior a las importaciones, con una dependencia de éstas superior al 53% (USDA, 2016).

Otros países de Latinoamérica, al contrario que Honduras, satisfacen su demanda interna de miel y, además, desarrollan una importante actividad exportadora. Es evidente que la apicultura en Honduras está infrautilizada y, por tanto, es necesario implementar políticas de desarrollo de esta actividad que cubran las necesidades propias del mercado interno y eviten la dependencia de las importaciones. Todo ello reduciría el precio de la miel y animaría a la población a incrementar el consumo de este nutritivo alimento. Una mejor explotación de este recurso por los pueblos rurales les supondría una significativa fuente de ingresos, disminuyendo así los niveles de pobreza. Para Honduras, además, contribuiría a la mejora de su economía, con el beneficio indirecto de la protección del entorno y la biodiversidad.

En los últimos años, el mercado mundial demanda productos agroalimentarios diferenciados, con características específicas en base a criterios de: obtención (Fairtrade International, 2020), procedencia botánica o geográfica (Juan-Borrás et al., 2015), así como características organolépticas o nutricionales específicas (Juan-Borrás et al., 2016). Con relación a los criterios de obtención, destaca la iniciativa de Comercio Justo o *Fairtrade*, que pretende favorecer a poblaciones rurales de países en vías de desarrollo que viven en zonas remotas con un acceso muy limitado a los mercados, y que en ocasiones se encuentran a merced de los movimientos especulativos del mercado internacional y de los tratantes locales (Fairtrade International, 2020). El *Fairtrade* representa una alternativa al comercio convencional y se basa en la cooperación entre productores y con-

sumidores. Ofrece a los productores (de miel, cera de abejas y de otros alimentos) un trato más justo y condiciones comerciales más provechosas. Esto les permite mejorar sus condiciones de vida y hacer planes de futuro. Para los consumidores, es una manera eficaz de reducir la pobreza a través de sus compras diarias, ya que ofrece a los apicultores un precio correcto a lo largo del tiempo. A cambio, el "colmenero" debe cumplir las exigencias del Comercio Justo que asegura el sello "Fairtrade".

Actualmente, un importante nicho de mercado lo ocupa la miel orgánica, la cual debe certificar la ausencia de agentes contaminantes. Para su obtención se requiere que los apiarios se ubiquen, como mínimo, en un radio de tres kilómetros a los cultivos agrícolas, o bien que no se empleen plaguicidas ni determinados productos químicos para el control de plagas. Estas condiciones podrían cumplirse en amplias zonas rurales de Honduras, especialmente en comunidades indígenas dedicadas a una agricultura con ausencia de sustancias químicas.

Sin embargo, no es posible acceder a las oportunidades que ofrecen los mercados de los países desarrollados, si no se cumplen los requisitos de calidad exigidos para estos productos por la normativa internacional (Codex Alimentarius para la miel, 2000). En muchas ocasiones, la falta de información puede hacer que los apicultores alteren la calidad de la miel y de los otros productos de la colmena, por aplicar malas prácticas durante su cosecha, manipulación o almacenamiento.

Es posible encontrar en Honduras información sobre la producción de miel,

editada por organismos no gubernamentales, instituciones públicas e internacionales (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2009; USDA, 2016). Sin embargo, no se dispone prácticamente de datos relacionados con el desarrollo de esta actividad por las comunidades indígenas, ni sobre la aportación que ocasionaría en la conservación de la biodiversidad, la mitigación al cambio climático, la sostenibilidad, la salud y la alimentación. Tampoco existe información sobre el gran potencial que los productos de la colmena pudieran tener en mitigar la extrema pobreza en que se encuentran estas comunidades.

Para las familias ubicadas en zonas rurales, tanto de Honduras como del resto de Centroamérica, el sector apícola puede representar una oportunidad de negocio que les ayude a mitigar su pobreza, ya que les permitiría incrementar sus ingresos de manera significativa a corto y medio plazo. Esto implica no solo el aprovechamiento de la miel, sino además del resto de productos de la colmena como el propóleo, la jalea real, la cera o el veneno. Es necesario brindar a los pequeños apicultores la información adecuada sobre la calidad de sus productos y asesorarles en el cumplimiento de unas prácticas apícolas adecuadas, que permitan mantener la calidad de acuerdo a los requerimientos del mercado internacional. De esta forma, se podrán fortalecer sus capacidades y mejorar sus sistemas de producción.

Por todo ello, en este estudio se plantearon dos objetivos fundamentales: 1) dar a conocer a las comunidades Lenca de Honduras la importancia nutricional y económica de los productos

apícolas y 2) evaluar la calidad y las características diferenciadoras de los productos de la colmena que ellos obtienen.

La colaboración de la ONGD SHI-Honduras (Sustainable Harvest International Honduras) y de la Cooperativa Agropecuaria Apícola Pionera de Honduras Limitada (COAPIHL) garantizó la consecución del primer objetivo planteado, alineado con los objetivos de ambas organizaciones.



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Ubicación del trabajo desarrollado

Para alcanzar los objetivos planteados, en el presente trabajo se realizó: 1) un estudio de campo directamente en 9 comunidades Lenca de Honduras, con la finalidad de darles a conocer la importancia nutricional y económica de los productos apícolas; y 2) un estudio de análisis químico en el Laboratorio de la Miel y los Productos Apícolas del Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IIAD) de la Universitat Politècnica de València (UPV), en España, con la finalidad de evaluar la calidad y las características diferenciadoras de los productos de la colmena que obtienen estas comunidades.

2.2 Comunidades estudiadas

Las comunidades estudiadas pertenecen al pueblo Lenca del departamento de Comayagua, en la zona centro de Honduras. Se eligió el municipio de Siguatepeque por su alto Índice de Desnutrición Infantil y pobreza y, también, por su ubicación en un área de interés ambiental: el Parque Nacional Cerro

Azul Meámbar, que se puede observar en la Imagen 1. Se trabajó con 355 familias de 9 comunidades: 60 de Santa Cruz, 25 de El Junco, 52 de El Pito, 30 de El Caliche, 42 de La Laguna, 44 de El Sauce, 48 de La Peñita, 32 de Monte de Dios, 22 de La Cuchilla (Imagen 1).

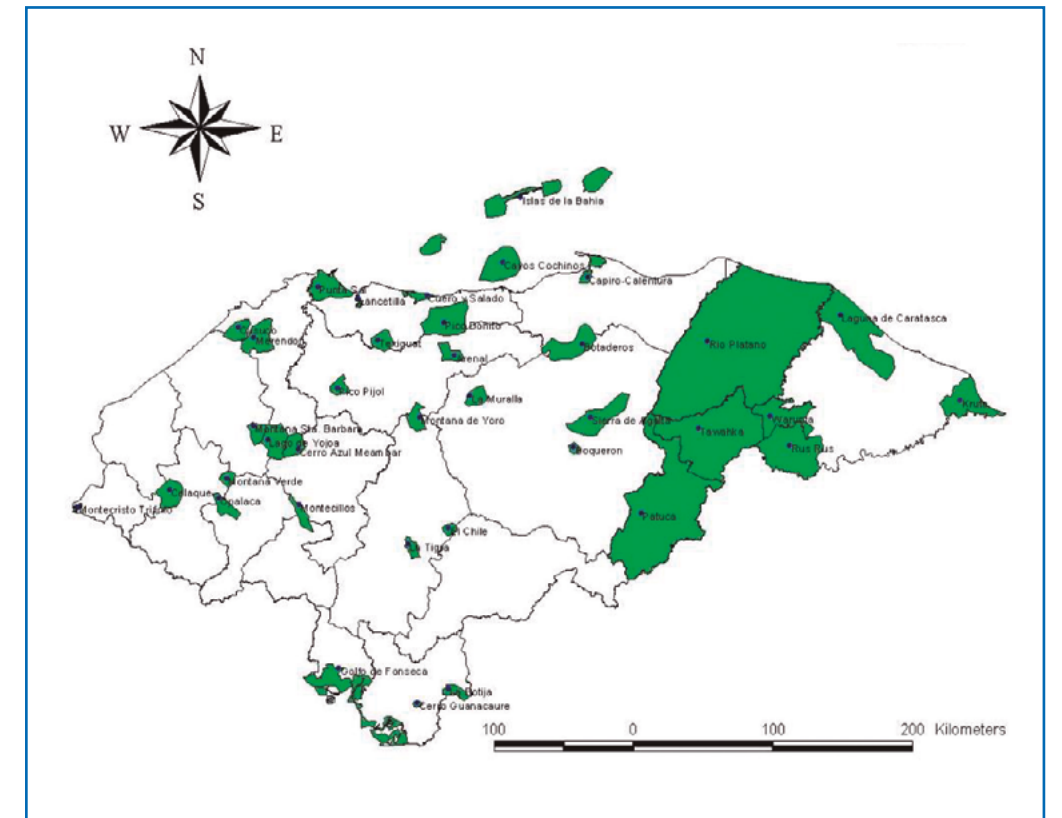


Imagen 1. Áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales. En la zona punteada en rojo habitan las comunidades Lenca objeto de este estudio.

Fuente: http://www.birdlist.org/cam/honduras/mapa_parques_nacionales.jpg

2.3 Metodología

Se aplicó la técnica de *Tormenta de ideas*, o *Brainstorming*, y *Focus groups* dirigidos por la colaboradora hondureña del presente proyecto. En cada jornada de trabajo se les formulaban preguntas generadoras de debate, a partir de las cuales se orientaba la discusión. Por ejemplo: ¿qué actividades locales piensan que pueden realizar vuestras familias para mejorar su alimentación y sus ingresos? La finalidad era recoger sus emociones, prioridades, experiencias e inquietudes.

La principal ventaja de esta manera de actuar era mejorar su interés y colaboración, así como su implicación en las actividades, al verlas como algo propio y positivo y no como algo impuesto. Para las entrevistas, se seleccionaron las familias más vulnerables, pero solo familias Lencas de cada comunidad (Lencas puras o con algunos miembros del grupo étnico Lenca).

3 RESULTADOS Y VALORACIÓN

3.1 Evaluación del estado social y nutricional de las principales comunidades de Lencas del Departamento de Comayagua

3.1.1 Datos demográficos y económicos de estas comunidades.

La Tabla 1 muestra la información recogida sobre los datos demográficos y económicos de las comunidades estudiadas. Estos datos fueron proporcionados por los líderes de cada comunidad y principales representantes (maestros, sacerdotes, presidente del tribunal del agua y presidente del comité de padres). En cada comunidad, se propuso a un mediador para facilitar las entrevistas con las familias.

Son poblaciones con un porcentaje de población indígena Lencas de hasta 90%. No superan los 900 habitantes y la edad media ronda los 40 años. Se dedican a la agricultura de subsistencia y al trabajo en plantaciones vecinas (café, plátanos, etc.). Sus ingresos son escasos, inferiores a 200 \$/mes y con una tasa de empleo entre 38 y 60%. No todas las comunidades tienen servicios públicos básicos y la tasa de alfabetización es muy baja.

	Santa Cruz	El Junco	El Pito	El Caliche	La Laguna	El Sauce	La Peñita	Monte de Dios	La Cuchilla
LOCALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD									
km a Siguatepeque	18	27	23	25	20	24	25	27	35
Altitud nivel mar (m)	1033	1347	1582	957	1098	1514	1540	1495	1221
DATOS DEMOGRÁFICOS Y ECONÓMICOS									
Población total	900	288	425	175	480	650	800	780	200
Población Lenca	420	175	365	158	294	308	336	224	155
Relación hombre/mujer	1,08	1,13	0,96	0,92	1,22	1,17	1,27	1,04	0,89
Edad media	35	33	36	30	38	30	32	35	31
Ingreso medio (\$/mes)	190	175	175	160	180	170	170	160	150
Empleo medio (%)	60	41	50	53	55	42	38	44	45
Tiendas de alimentos	1	0	1	0	1	1	1	1	0
SERVICIOS PÚBLICOS									
Energía eléctrica	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Agua	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Letrinas	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Escuela primaria	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
ALFABETIZACIÓN (%)									
Ninguna	23,3	9,1	23,2	20	13,6	13,6	4,16	0	36,4
Primaria	73,7	81,8	73	80	86,4	86,4	91,7	86,7	63,6
Secundaria	3	9,1	3,8	0	0	0	4,16	13,3	0

Tabla 1. Información de la comunidad, datos demográficos y económicos. Fuente. Elaboración propia.

3.1.2 Costumbres alimentarias.

Tradicionalmente el cultivo de alimentos es de autoconsumo. Toda la familia está involucrada en el trabajo agrícola, en el que las mujeres juegan un papel importante, ya sea solas o en cooperación con sus esposos.

La comida generalmente se prepara y cocina de manera tradicional (pre-hispánica). El maíz se come en forma de tortilla o tamal y otros alimentos se hierven o asan. Los niños son alimentados con leche materna durante dos o tres años, junto con verduras, pan y alimentos líquidos.

Al igual que otras poblaciones indígenas colombianas, tienen la creencia de que las mujeres embarazadas y lactantes deben evitar comer pescado, huevos, frijoles, repollo, yuca, aguacate y plátanos, ya que pueden causar un dolor espasmódico severo. Este hábito, combinado con la escasa disponibilidad de cultivos y la insuficiente variedad de tipos de alimentos, aumenta los casos de malnutrición en niños y mujeres embarazadas o lactantes.

3.1.3 Información obtenida de las encuestas.

Estas familias llevan una dieta básica, basada principalmente en maíz y frijoles, y ocasionalmente: arroz, yuca, papa, batata, chayote (un tipo de calabacín), zanahoria, remolacha, mango, aguacate, naranjas, etc. El consumo de huevos, pollo, cerdo y pescado (fundamentalmente tilapia) es escaso y el de verduras y frutas es muy poco variado.

La crianza de gallinas y cerdos es común en la mayoría de las familias,

pero en pequeñas cantidades. La carne la suelen comer dentro del tamal o en sopa, pero no diariamente. También consumen, aunque de forma esporádica, otros alimentos como pan dulce, mermeladas de frutas, café, bebidas a base de cacao, refrescos y alcohol (solo hombres adultos). Este tipo de alimentos refleja un cambio reciente en su dieta debido a influencias extranjeras. Esta situación empeora su precaria dieta, ya que, para poder comprarlos, suelen vender los productos agrícolas que ellos mismos obtienen.

Cuando se les preguntó sobre su estado nutricional, el 90% de los entrevistados afirmaron que eran conscientes de que su nutrición era insuficiente, especialmente entre los niños. Como conclusión de esta tarea cabe destacar:

- Las deficiencias nutricionales de estos pueblos indígenas son preocupantes, ya que tienen muchos hijos, hay muchas mujeres embarazadas o amamantando y, además, los adultos realizan actividades físicas duras. En adultos la esperanza de vida es baja.
- Hay desnutrición infantil. Hecho que se refleja en un menor peso y tamaño de las y los niños (inadecuado para la edad), en comparación a los de la misma edad en Honduras. Esta situación provoca trastornos clínicos y riesgo de enfermedades.
- La mayoría de las familias Lencas padecen inseguridad alimentaria. Esta situación se debe a las limitadas oportunidades económicas y al desconocimiento de la relación existente entre el consumo de

alimentos (tipos y valor nutricional) y su influencia en la salud. La dieta a base de maíz y frijoles es pobre, no variada e insuficiente para satisfacer las necesidades mínimas de energía y nutrición.

3.2 Identificación de posibles actividades y acciones que puedan ser desarrolladas por la población indígena Lenca hondureña, considerando la opinión de los propios implicados

Como resultado del estudio anteriormente descrito, se decidió continuar trabajando con las comunidades para

intentar asesorarles en la búsqueda de actividades económicas que pudieran desarrollar para mejorar su pobreza extrema y, sobre todo, para mejorar su dieta. La idea era que pudieran generar ingresos a partir de los recursos naturales que encuentran en su entorno.

Mediante la técnica de Tormenta de ideas se generaron ideas de carácter horizontal y vertical. Las ideas de carácter horizontal son las referentes a acciones solidarias que podrán realizar juntos, para mejorar el bienestar de todas las familias en las comunidades (véase Figura 1).



Figura 1. Ideas de carácter horizontal propuestas por las familias entrevistadas.
Fuente. Elaboración propia.

Las ideas de carácter vertical comprenden actividades económicas o microempresas que podrían desarrollar las familias. En algunos casos, las ideas planteadas se basaron en los conocimientos que algunas de ellas habían adquirido previamente. La Tabla 2 muestra las 6 ideas nombradas en mayor porcentaje.

LLUVIA DE IDEAS	SC	LL	EP	ES	EC	MD	LC	LP	EJ	%
Incentivar producción miel y derivados	■	■	■	■	■	■	■	■	■	88.9
Aumentar producción orgánica de granos, café y hortalizas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	88.9
Explotar racionalmente el bosque, venta de madera y leña	■	■	■	■	■	■	■	■	■	77.8
Artesanías, telares, tejidos y alfarería	■	■	■	■	■	■	■	■	■	77.8
Proteger las cuencas hidrográficas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	77.8
Eco-albergue, pesca, turismo rural y festivales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	55.6

Tabla 2. Ideas de carácter vertical más importantes suministradas por las nueve comunidades. SC (Santa Cruz); LL (La Laguna); EP (El Pito); ES (El Sauce); EC (El Caliche); MD (Monte de Dios); LC (La Cuchilla); LP (La Peñita); EJ (El Junco). Fuente. Elaboración propia.

Entre las actividades planteadas, además de la agricultura orgánica que ya han venido realizando apoyados por la ONG Cosecha Sostenible Internacional, destaca como novedad la producción y comercialización de miel. En definitiva, el desarrollo de la apicultura les permitiría:

- Complementar su precaria dieta en proteínas (con el polen) o en hidratos de carbono (con la miel).
- Producir miel y otros productos de la colmena orgánicos e incluso de Comercio Justo, ya que viven en áreas boscosas lejos de zonas agrícolas tratadas con pesticidas. La gran ventaja que presentan estas comunidades es que, por su

ubicación, podrían formar parte de la cooperativa apícola que funciona en Siguatepeque (COAPIHL). Atendiendo a la información de la cooperativa COAPIHL cada colmena podría producir 25 l. de miel.

- Desarrollar una actividad económica, basada en la venta de miel y en la fabricación artesanal de productos con base de miel (bebidas, cremas, jabones).

Según COAPIHL, para comenzar la actividad apícola, la inversión mínima necesaria sería de unos 700 dólares por familia (a fecha de 2018). Este dinero les permitiría comprar material básico (colmenas, overol, guantes, velo, ahumador, cepillo, espátulas, cuchillo desoperculador, burrito metal, excluidor, etc.) y sufragar un curso básico de capacitación de manejo de colmenas (Imagen 2).

Como conclusión de esta tarea hay que destacar:

- Se plantea como novedad que las comunidades del pueblo Lenca pongan en valor el gran potencial de la apicultura, ya que los esfuerzos de ayuda de ONG, hasta la fecha, se habían centrado en la producción agrícola. Este planteamiento es realizable al tratarse de un recurso disponible en su entorno.
- La colaboración COAPIHL, garantizará la formación de las personas interesadas en la explotación adecuada de las colmenas y, además, facilitará la comercialización de sus productos.
- Este proyecto beneficiará directamente a las familias que se dediquen a la producción artesanal de miel, tanto por su beneficio nutricional como económico, e indirectamente a toda su comunidad por su positiva implicación en la biodiversidad de la zona en la que habitan. La Imagen 3 muestra colmenas ubicadas en una zona donde habitan comunidades Lencas.



Imagen 2. Apicultores de la cooperativa COAPIHL recolectando miel. Fuente. Cooperativa COAPIHL.



Imagen 3. Colmenas ubicadas en una comunidad Lenca. Fuente. Elaboración propia.

Las familias son conscientes de que la miel y el polen podría ser consumidos por las familias para ayudar a complementar su alimentación y favorecen el desarrollo y crecimiento de los y las niñas, ya que aportan energía, proteínas, vitaminas y minerales. Además, la miel es muy valorada por sus propiedades curativas, especialmente para enfermedades respiratorias que son muy frecuentes entre las comunidades. Además, el estudio ha servido para que las comunidades tomaran conciencia del valor potencial de la apicultura (miel, polen, cera y propóleo), junto a otras actividades que vienen explotando (agricultura ecológica, bosques, artesanía, etc.). La actividad apícola es vista como realizable, pues se trata de un recurso disponible en su entorno que no requiere de excesiva inversión. Sin embargo, también saben que necesitan asesoramiento para llevar a cabo unas correctas prácticas apícolas que mejoren sus productos, tanto en calidad como en cantidad.

El resultado de las tareas descritas en los apartados 3.1 y 3.2 han sido presentados en diferentes congresos (Cárcamo et al., 2017; Escriche et al., 2018; Escriche et al., 2018).

3.3 Evaluación de la calidad y de las características diferenciadoras de los productos de la colmena obtenidos por las comunidades Lencas

En el laboratorio de la UPV se han analizado muestras de miel, cera y de propóleo procedentes de las diferentes comunidades. Estas determinaciones analíticas pusieron de manifiesto que,

en general, los productos apícolas obtenidos por estas comunidades cumplían con los criterios de calidad establecidos por la normativa internacional y que, por lo tanto, se pueden comercializar de forma segura. Esta confirmación, junto con la localización geográfica de los apiarios en un entorno botánico privilegiado, permite plantear la posible adecuación a los criterios de calidad y de localización requeridos por la apicultura ecológica y el Fairtrade.

La comparación de estos productos apícolas con los de otras procedencias geográficas, de Europa y África, ha permitido demostrar que los productos de estas comunidades indígenas de Honduras presentan ciertas peculiaridades diferenciadoras, algunas de gran valor comercial (como la presencia de ciertas sustancias antioxidantes que pueden proporcionarles un importante valor añadido). El resultado del trabajo de laboratorio ha dado lugar a diversas publicaciones en congresos y revistas internacionales (Cárcamo et al., 2017; Sobrino-Gregorio et al., 2018; Escriche y Juan-Borrás, 2018; Sobrino-Gregorio et al., 2018; Sobrino-Gregorio et al., 2020; Tanleque-Alberto et al., 2020).

El presente estudio podría ser extrapolado a otros grupos indígenas que habitan en zonas rurales tanto de Honduras (especialmente los que viven en las áreas montañosas), como de cualquier país en vías de desarrollo, ya que su situación socioeconómica puede no diferir significativamente.

Una mejor explotación de la apicultura por los pueblos rurales desfavorecidos comportaría un importante beneficio nutricional para ellos y supondría

una significativa fuente de ingresos disminuyendo su pobreza, sin olvidar el beneficio indirecto de la protección de su entorno y de la biodiversidad de la zona en la que habitan.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

Los objetivos planteados en este proyecto están en línea con los marcados por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, en relación al Desarrollo Humano y Sostenible. Contempla diferentes aspectos de las áreas estratégicas promovidas y apoyadas por el PNUD en Honduras. Concretamente, se alinea con el Área Estratégica 1, “contribuyendo a una Honduras sin pobreza extrema”, y con el Área Estratégica 3, “contribuyendo a una Honduras productiva, generadora de empleos dignos, que aproveche de manera sostenible e integrada sus recursos naturales y reduzca los riesgos de desastres derivados de la vulnerabilidad ambiental”.

Por otra parte, el planteamiento del presente proyecto en el momento en el que se desarrolló, también se adecuaba a las orientaciones y directrices del IV Plan Director 2013-2016, mediante el cual Honduras se considera uno de los países prioritarios para la Cooperación Española. Las acciones de la Cooperación Española en este país se encontraban amparadas en el Marco de Asociación País, MAP Honduras

2014-2018, que fue firmado en 2014. Para AECID el desarrollo rural y territorial en Honduras ha venido siendo una línea de acción prioritaria y, dentro de ella, todo lo relacionado con los sistemas de producción agrícola. Además, el presente proyecto era un paso más en los planteamientos de PNUD y AECID, en relación a las líneas de trabajo ya iniciadas con las comunidades indígenas de Honduras, así como por la ONGD SHI-Honduras y por COAPIHL.

Hasta la fecha, los esfuerzos se venían centrando en temas relacionados con los sistemas de producción agrícola; pero gracias al presente proyecto (subvencionado por la UPV en el marco del Programa ADSIDEO-Cooperación 2016), por primera vez se ha planteado que esas mismas poblaciones rurales pusieran en valor el gran potencial de la apicultura para reducir su pobreza.

La idea final de este proyecto de cooperación al desarrollo era dar a conocer el potencial nutricional y económico de la apicultura en las comunidades indígenas Lencas, con la finalidad de fortalecer su sistema de vida y desarrollo, haciéndoles menos vulnerables ante la pobreza. Este planteamiento es realizable ya que se trata de un recurso disponible en su entorno que, además, juega un papel fundamental en la continuidad de su hábitat y en la conservación de la biodiversidad. Ya que contribuye a la polinización tanto de plantas silvestres como de cultivo. Por tanto, como se menciona anteriormente, la idea aquí desarrollada podría ser aplicable a otros grupos indígenas en Honduras o en cualquier país en vías de desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

La investigación ha sido financiada por el Programa ADSIDEO-Cooperación 2016 del Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) de la UPV.

BIBLIOGRAFÍA

AECID (2020). Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. <http://www.aecid.hn/sitio/> Descargado julio 2020.

Cárcamo, C.L., Sobrino-Gregorio, L.; Domenech, E., Juan-Borrás, M., Visquert, M. y Escriche I. (2017). Evaluación del estado nutricional de familias vulnerables de la comunidad lenca de Santa Cruz (Honduras). Potencial de los productos de la colmena en la mejora de su dieta. IX Congreso CYTA/CESIA, 16-19 Mayo 2017. Madrid.

Cárcamo, C.L., Juan-Borrás, M., Sobrino-Gregorio, L., Domenech, E., Visquert, M. y Escriche, I. (2017). Caracterización de la capacidad antioxidante y del perfil fenólico de propóleo de honduras procedente de la comunidad Lenca de santa cruz. IX Congreso CYTA/CESIA, 16-19 Mayo 2017. Madrid.

Codex Alimentarius para la miel (2000). http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCS/ccs7/S00_03s.pdf Descargado julio 2020.

Escriche, I., Doménech, E., Juan-Borrás, M. y Cárcamo, C.L. (2018). Social and nutritional status of the indigenous Lencas communities of Honduras. IV Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo, Córdoba 12-14 Diciembre de 2018.

Escriche, I., Doménech, E., Sobrino-Gregorio, L. y Cárcamo, C.L. (2018). Social and nutritional status of the indigenous Lencas communities of Honduras. IV Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo, Córdoba 12-14 Diciembre de 2018.

Escriche, I. y Juan-Borrás, M. (2018). Standardizing the analysis of phenolic profile in propolis. Food Research International, 106, 834-841.

Fairtrade International, (2020). <http://www.fairtrade.net/es/about-fairtrade/what-is-fairtrade.html> Descargado julio 2019.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Secretaría de Agricultura y Ganadería y PYMERURAL (2009). *Manual de apicultura básica para Honduras*. <http://hdl.handle.net/123456789/142> Descargado julio 2020.

Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M. y Escriche, I. (2014). Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. Food Research International 60, 86-94.

Juan-Borrás, M., Periche, A., Domenech, E. y Escriche, I. (2015). Routine quality control in honey packaging companies as a key to guarantee consumer safety. The case of the presence of sulfonamides analyzed with LC-MS-MS. Food Control, 50, 243-249.

Juan-Borrás, M., Domenech, E. y Escriche, I. (2016). Mixture-risk-assessment of pesticide residues in retail polyfloral honey. Food Control. 67, 127-134.

PNUD (2019). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Honduras <http://www.hn.undp.org/> Descargado julio 2019.

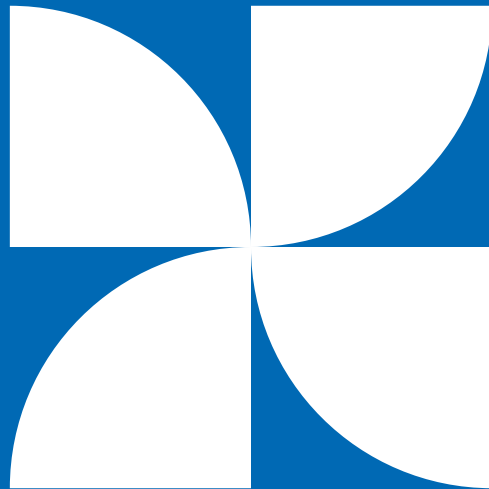
Sobrino-Gregorio, L., Tanleque-Alberto, F., Bataller, R., Soto, J. y Escriche, I. (2018). Monitoring the country origin of honey applying an automatic pulse voltammetric electronic tongue 11th Ibero-American Congress on Sensors (IBERSENSOR 2018), Barcelona, Spain, 20 Septiembre 2018.

Sobrino-Gregorio, L., Bataller, R., Soto, J. y Escriche, I. (2018). Monitoring honey adulteration with sugar syrups using an automatic pulse voltammetric electronic tongue. Food Control, 91, 254-260.

Sobrino-Gregorio, L., Tanleque-Alberto, F., Bataller, R., Soto, J. y Escriche, I. (2020). Using an automatic pulse voltammetric electronic tongue to verify the origin of honey from Spain, Mozambique and Honduras. Journal of the Science of Food and Agriculture, 212-217.

Tanleque-Alberto, F., Vargas, M., Juan-Borrás, M. y Escriche, I. (2020). Thermal properties and hydrocarbon composition of beeswax from Mozambique and other geographical origins. Journal of Apicultural Research. Aceptado para su publicación en julio 2020.

USDA (2016). Análisis de coyuntura del cultivo de miel de abeja en Honduras. <https://docplayer.es/113947195-Analisis-de-coyuntura-del-cultivo-de-miel-de-abeja-en-honduras.html>. Descargado julio 2020.



**FOMENTO DE LA SEGURIDAD
ALIMENTARIA Y LA
MEJORA NUTRICIONAL DE
LA POBLACIÓN RURAL DEL
DEPARTAMENTO DEL CAUCA
(COLOMBIA), MEDIANTE EL
DESARROLLO DE ALIMENTOS
AUTÓCTONOS SOSTENIBLES
A PARTIR DE CHONTADURO
(CACTRIS GASIPAES H.B.K)**

¹ Universitat Politècnica de València. Departamento de Tecnología de Alimentos.

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los signos visibles de la pobreza a nivel mundial es el hambre y la desnutrición. Alrededor de 836 millones de personas viven en la pobreza extrema y el 80% de ellas pertenecen al área rural, donde la mayoría dependen de la agricultura. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el hambre no es un problema de suministros mundiales insuficientes, sino de falta de acceso a los medios para producir o comprar alimentos. Debido a que los más afectados son las personas que viven en el área rural, apostar por ellos mediante la inversión en el desarrollo rural, el establecimiento de sistemas de protección social, la construcción de vínculos urbano-rurales y el aumento de los ingresos de los agricultores, es clave para lograr dos de los diecisiete objetivos planteados por las Naciones Unidas (NNUU) para el año 2030:

1. Erradicar la pobreza extrema en todo el mundo.
2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, y promover la agricultura sostenible.

Colombia es uno de los países prioritarios de América Latina considerados dentro del Plan Director (PD) de la Cooperación Española. Las actuaciones financiadas AECID y por las

Organizaciones No Gubernamentales de Desarrollo (ONGD) españolas en Colombia, se han centrado en cuatro sectores prioritarios: construcción de la paz, acción humanitaria, género en desarrollo y crecimiento económico rural. El departamento del Cauca (Colombia) ha sido considerado como una zona priorizada de acuerdo con el PD y el Marco de Asociación País (MAP 2015-2019) por los altos índices de pobreza y pobreza extrema que presenta esta región. La situación económica y social en el Cauca se manifiesta en bajas posibilidades de desarrollo, marcada dependencia alimentaria, consumo mayoritario de alimentos de bajo valor nutritivo, movilidad en cultivos de uso ilícito, preocupantes índices de deserción escolar acompañada por el pobre rendimiento académico, bajo desarrollo físico e intelectual, migración y baja calidad de vida, desnutrición y, por consiguiente, mayores tasas de incidencia y prevalencia de morbi-mortalidad. Especialmente en la zona rural de este departamento (61,12% de la población caucana), donde el sustento económico de las familias proviene de las labores agropecuarias, se presenta con mayor incidencia el problema de seguridad alimentaria con un mayor índice de necesidades básicas insatisfechas debidas, principalmente, a los bajos ingresos económicos percibidos.

El cultivo de *chontaduro* es uno de los pilares importantes de la economía del departamento del Cauca, hace parte del entorno cultural, económico, social y ambiental de la zona, del cual cientos de familias dependen para sobrevivir. La mayor parte del *chontaduro* es comercializado en fresco, lo cual no permite que los productores obtengan mayor rentabilidad por su producción.

Aunque el *chontaduro* es un fruto atípico, por ser un producto rico en proteína y grasa y de bajo contenido en agua, no deja de ser un producto susceptible a la degradación por microorganismos y enzimas que disminuyen su vida útil en fresco. Adicionalmente al ser un cultivo de ciclo estacionario (dos picos por cosecha, dos meses por semestre), su disponibilidad en el año se ve muy limitada y, por tanto, es deseable la aplicación de procesos que permitan ampliar la gama de productos a base de esta fruta disponibles en el mercado, y que puedan conservar y mantener las propiedades nutricionales y funcionales de esta fruta excepcional. Por consiguiente, el desarrollo de este proyecto contribuye mediante la diversificación e innovación de productos de valor agregado a partir de *chontaduro*, con el fortalecimiento de la cadena productiva de este fruto en el departamento del Cauca.

El desarrollo de nuevos productos ayuda al fomento de la competitividad agrícola, al promover acciones asociativas que originen iniciativas emprendedoras para la generación de empleo e ingresos en la estructura familiar. Ello está vinculado positivamente con la reducción de la pobreza rural, disminuyendo la dependencia económica y aumentando la igualdad de oportunidades de las personas. Además, contribuye con la sostenibilidad medioambiental, ya que la valoración de los recursos naturales nativos y el fomento de su aprovechamiento permiten el mantenimiento de la biodiversidad y la promoción del uso sustentable de los ecosistemas y de los recursos naturales. De esta manera, es posible evitar la sustitución de estos cultivos autóctonos, por cultivos de mayor comer-

cialización, o cultivos ilícitos, lo cual conlleva inherentemente a aumentar el conocimiento de este cultivo, tanto en el país de origen como en los países desarrollados, los cuales podrían ser potenciales importadores.

Desde el punto de vista científico-técnico, el objetivo general de este proyecto fue desarrollar productos a base de *chontaduro* de alto valor nutritivo, funcional y sensorial. Se estandarizó el proceso de obtención de harina de *chontaduro* (HC) y a partir de ésta se generaron formulaciones óptimas mezclando con harina de maíz (HM) en distintas proporciones para el desarrollo de nuevos productos tipo snacks: 100% HM, 75% HM- 25% HC y 50% HM- 50% HC. Se seleccionó la formulación óptima en función de sus características funcionales y su viabilidad de elaboración tecnológica, y se determinaron las mejores condiciones de almacenamiento. Por último, se mejoró la formulación mediante la adición de sal y se evaluó su aceptación sensorial.

Finalmente, se planteó como objetivo final la transmisión del conocimiento adquirido a los productores involucrados y ofrecerles apoyo y seguimiento para la implementación de procesos asequibles, que permitan aumentar la gama de productos disponibles derivados de esta fruta en la región y, por tanto, aumentar la competitividad de este sector.

Más concretamente, los objetivos específicos que se plantearon y se alcanzaron durante la ejecución del proyecto fueron los siguientes:

1. Obtención y caracterización de la harina de *chontaduro*.

1.1 Evaluación del aporte nutricional y del valor funcional de la harina de *chontaduro*.

2. Desarrollo de nuevos productos extrusionados a partir de harina de *chontaduro* de alto valor nutritivo, funcional y sensorial.

2.1 Estandarización del proceso de obtención de snacks a partir de harina de *chontaduro*.

2.2 Evaluación del efecto del procesado de la materia prima en la composición nutricional y funcional de los snacks obtenidos.

3. Estudio de la estabilidad de los productos obtenidos para establecer la humedad y actividad del agua críticas a partir de las cuales se lleva a cabo la pérdida de calidad del producto final y, así, conocer las mejores condiciones de almacenamiento.

4. Evaluación del grado de aceptabilidad por parte del consumidor de los productos obtenidos.

4.1 Evaluación del grado de aceptación de las muestras.

4.2 Evaluación de la intención de compra de las diferentes muestras.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El plan de trabajo (Imagen 1) y la metodología que se siguieron para alcanzar los objetivos planteados en el proyecto se dividieron en cuatro tareas o actividades principales, que se exponen a continuación.

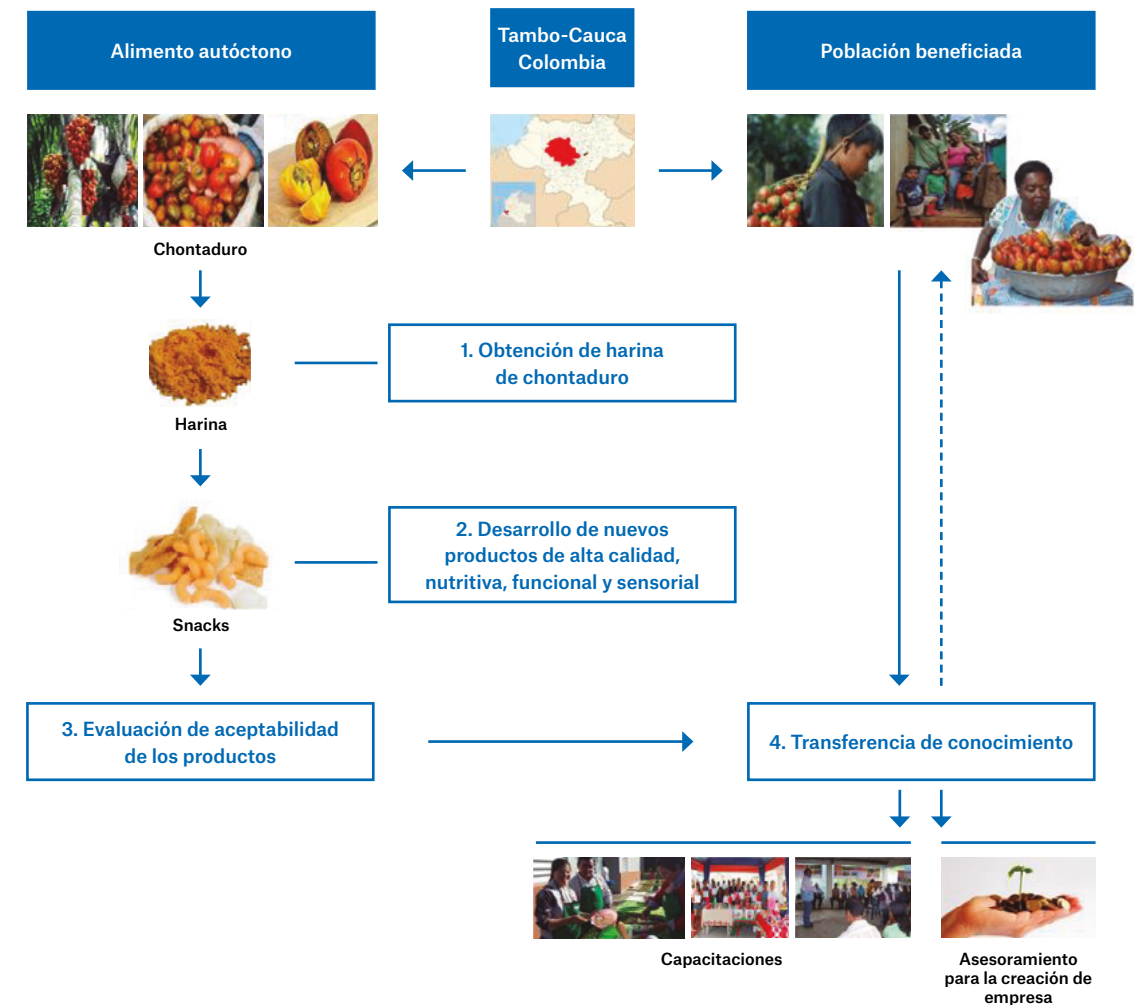


Imagen 1. Plan de trabajo propuesto para alcanzar los objetivos del proyecto.
Fuente. Elaboración propia.

TAREA 1. OBTENCIÓN DE HARINA DE CHONTADURO

1.1 Selección de materias primas.

Los frutos de *chontaduro* (*Bactris gasipaes* H.B.K) se obtuvieron en el corregimiento de Cuatro Esquinas localizado a 23 km. de la cabecera municipal de El Tambo, Cauca (Colombia). Los frutos fueron transportados por vía terrestre hacia la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, localizada en la ciudad de Popayán.

1.2 Procesado del *chontaduro*.

Los *chontaduros* se lavaron y se sometieron a cocción por escaldado en agua en ebullición durante 50 min. Las muestras se pelaron separando su cáscara y semilla del mesocarpio, y se cortaron en rodajas de 0,3 cm. de espesor. Posteriormente se secaron por aire caliente a 50°C durante 10 horas, empleando un secador de bandejas, con una velocidad del aire de 7,62 m/s hasta que el producto alcanzó una humedad de 12%. Las muestras secas se molieron en un molino de discos, con malla 0,5 mm. y la HC así obtenida, se envasó en bolsas al vacío y se envió a la UPV para su posterior análisis y empleo en la formulación de los snacks (Imagen 2).

1.3 Caracterización de las materias primas.

A continuación, se describen los diferentes análisis que se realizaron a la HC, HM y a los alimentos diseñados.

- Humedad: por secado en estufa de vacío a 60°C y presión < 100 mm Hg (AOAC 20.013).
- Actividad del agua: por higrometría de punto de rocío.
- Proteínas: a partir del método de Kjeldahl (AOAC 928.08).
- Grasas: método directo de extracción con éter de petróleo empleando un extractor continuo Soxhlet (AOAC 991.36).
- Cenizas: calcinación de la muestra en mufla, hasta obtención de cenizas blancas (AOAC 923.03).
- Fibra dietética total (AOAC 985.29).
- Compuestos funcionales: se analizaron por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) los carotenoides y las vitaminas A y C, según Munzuroglu et al. (2003) y Sánchez-Moreno et al., (2003), respectivamente. Los compuestos fenólicos por espectrofotometría, según Selvendran y Ryden (1990).
- La fibra soluble y no soluble se analizará mediante la cuantificación del ácido galacturónico presente en las fracciones pécticas hidrosoluble, oxalato soluble y pectina total.
- Actividad antioxidante: se utilizarán dos metodologías. Por un lado, se

evaluará empleando el método del DPPH basado en la capacidad de las sustancias antioxidantes para captar radicales libres propuesto por Sánchez-Moreno et al. (1998). Por otro, se utilizará el método FRAP según metodología propuesta por Benzie y Strain (1999).

- Color: se determinarán por espectrocolorimetría las coordenadas CIE *L*a*b (Iluminante D65, observador 10°) y a partir de ellas los atributos de color luminosidad, tono y croma.

TAREA 2. OBTENCIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE HARINA DE CHONTADURO CON LAS MEJORES PROPIEDADES NUTRITIVAS, FUNCIONALES Y SENSORIALES

2.1 Materias primas.

Además de la HC obtenida en la Tarea 1, se empleó HM, adquirida en el mercado local, para la elaboración de los snacks extruidos.

2.2 Elaboración de snacks extruidos.

2.2.1 Preparación de muestras.

Se realizaron 3 formulaciones diferentes que incluyen la mezcla HC y HM: 100% HM, 75% HM- 25% HC y 50% HM- 50% HC. El contenido de humedad de las formulaciones se determinó antes del proceso de extrusión y se ajustó posteriormente mediante la adición de agua a la alimentación líquida de la extrusora.

2.2.2 Procesado de muestras mediante extrusión (Imagen 2-4).

Los ensayos de extrusión se realizaron en un extrusor "Brabender Kompaktextruder KE19" (Duisburg, Alemania), ubicado en el Departamento de Tecnología de los Alimentos de la UPV. El extrusor está equipado con un tornillo único de dimensiones 1:3, a una velocidad de 150 rpm., una velocidad del alimentador de 20 rpm. y una boquilla de 3 mm de tamaño. Este equipo consta de 4 zonas donde la temperatura varía según las condiciones que requiere el producto. En este caso, las condicio-

nes fueron: 33°C la zona inicial, 69°C la segunda zona, 170°C la tercera zona y 179°C la zona final; además de una presión de 74,8 bares en todo el equipo. Posteriormente, los productos extruidos se cortaron y fueron sometidos a secado por aire caliente a una temperatura de 60°C, hasta obtener un producto con una humedad menor al 10%. Finalmente, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se envasaron al vacío hasta su análisis.

2.2.3 Determinaciones analíticas.

Además de los análisis descritos en el apartado 1.3., a todas las muestras extruidas obtenidas se les analizó:

- Densidad aparente: se calculará de acuerdo al método reportado por Alvarez Martínez et al. (1988).
- Índice de absorción de agua e índice de solubilidad de agua: se determinarán de acuerdo al método para cereales desarrollado por Anderson et al. (1969).
- Índice de expansión: será calculado de acuerdo a la metodología descrita por Alvarez Martínez et al. (1988).
- Propiedades mecánicas y color: se realizó un ensayo de compresión y de penetración o dureza, empleando un equipo universal de ensayos de textura. El color se determinó por espectrocolorimetría según 1.3.

2.2.4 Selección de los mejores productos obtenidos.

Mediante un ANOVA multifactorial se analizaron las diferencias estadísticas de los valores obtenidos y la correlación de los diferentes parámetros

analizados para cada muestra. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis estadístico, se seleccionaron aquellas muestras con las mejores propiedades nutricionales, físicas, físico-químicas y funcionales.

TAREA 3. EVALUACIÓN DEL GRADO DE ACEPTABILIDAD POR PARTE DEL CONSUMIDOR DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS

Esta tarea se llevará a cabo en los productos tipo snacks obtenidos del proceso de extrusión seleccionados en 2.2.4.

3.1 Determinación de los atributos sensoriales característicos de los productos obtenidos (Imagen 5).

Se realizó un análisis sensorial hedónico para evaluar el grado aceptación de las muestras, así como la evaluación de la intención de compra de las mismas. El análisis se desarrolló en la sala de catas del edificio 3P de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (UPV). Esta sala cumple las especificaciones de la norma ISO 2007. El panel constó de 84 catadores no entrenados. El grado de aceptación se evaluó utilizando una escala hedónica de 9 puntos (9 = "Me gusta mucho"; 5 = "Indiferente"; 1 = "Me disgusta mucho"). Los catadores evaluaron la "apariencia" y el "color" antes de consumir cada muestra y, después de probarla, evaluaron su "textura", "sabor" y el agrado en general. Finalmente, respecto a la intención de compra, los catadores respondieron una pregunta cerrada sobre si comprarían el producto o no.

TAREA 4. ESTUDIO DE ESTABILIDAD (IMAGEN 6)

Para llevar a cabo el estudio de estabilidad, se estudió la influencia de la humedad en el estado físico y en la calidad de los productos seleccionados en 2.2.4 y en la Tarea 3.

- Los productos se acondicionaron a distintos niveles de humedad en ambientes con diferente humedad relativa (HR) (entre 10 y 75 %) 20 °C (Moraga et al., 2006; Telis y Martínez-Navarrete, 2009), hasta alcanzar el equilibrio (peso constante), que supone la igualdad entre la actividad del agua (aw) de la muestra y la HR/100 del ambiente en el que se ha equilibrado.
- Con los datos de la humedad de las muestras a cada HR, se construyó y modelizó la isoterma de sorción del producto.
- A las muestras equilibradas a los diferentes contenidos en humedad, se les analizará los parámetros mecánicos, ópticos y compuestos funcionales anteriormente descritos.

3 RESULTADOS Y VALORACIÓN

Los resultados mostraron que los productos extruidos elaborados con HC destacaron por su contenido nutricional (proteínas 6 g./100 g., base seca (bs.), carbohidratos 86 g./100 g. bs., grasa 3 g./100 g. bs.), compuestos bioactivos (compuestos fenólicos 100 mg ácido gálico/100 g. bs., carotenoides 5,69 mg. beta-caroteno/100 g. bs.) y actividad antioxidante (0,134 mmol Trolox/100 g. bs.). En cuanto a los análisis físicos, todos los productos mostraron un característico carácter crujiente, sin influir el tipo de harina y todas las muestras presentaron una tonalidad amarillenta, no observándose diferencias significativas en los parámetros ópticos con la adición de *chontaduro* al producto (véase imágenes 2, 3 y 4).



Imagen 2. Harina de *chontaduro*.
Fuente. Elaboración propia.

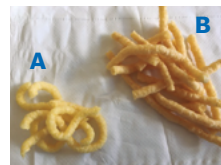


Imagen 3. Productos extruidos:
A. Formulación 100% harina maíz. B. 50%harina *chontaduro* 50% harina maíz.
Fuente. Elaboración propia.



Imagen 4. Proceso de extrusión.
Fuente. Elaboración propia.

En cuanto al análisis sensorial realizado (Imagen 5), las muestras con mayor cantidad de HC presentaron una mayor puntuación en apariencia, color, sabor y agrado general, la adición de sal al producto mejoró el grado de aceptación del consumidor y aumentó la intención de compra.

En cuanto al estudio de estabilidad (Imagen 6), se estudiaron los cambios producidos durante el almacenamiento en la calidad funcional del producto, observándose una disminución de los compuestos bioactivos y de la actividad antioxidante al aumentar la a_w y el tiempo. Los compuestos fenólicos

fueron los que se mantuvieron más estables, mientras que la vitamina C no se detectó a partir $a_w > 0,43$ y los carotenoides se degradaron durante el periodo de acondicionamiento.

Como conclusión general de este proyecto, se puede decir que la sustitución de harina de maíz por harina de *chontaduro* es una buena opción para el desarrollo de snacks de buena calidad nutricional y funcional. Para garantizar la calidad funcional del producto se recomienda su almacenamiento en humedades relativas inferiores a 43%, a temperatura ambiente, conservándose hasta 4 meses desde su envasado.

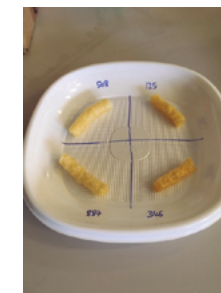


Imagen 5. Muestras presentadas al panel de catadores en el análisis sensorial de los productos extruidos. Fuente. Elaboración propia.



Imagen 6. Cámara de humedad relativa controlada para el estudio de almacenamiento y estabilidad. Fuente. Elaboración propia.

4

CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

La investigación llevada a cabo en este proyecto contribuye al Desarrollo Humano y Sostenible a través de la transferencia del conocimiento adquirido a los productores de *chontaduro* de la zona del Cauca (Colombia).

Actualmente, el grupo de investigación de la UPV mantiene contacto con el grupo de investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, para la impartición de cursos de capacitación en temas de emprendimiento empresarial, seguridad alimentaria, cultivos sostenibles, técnicas higiénico-sanitarias, y técnicas de deshidratación, dirigidas a las familias asociadas al cultivo del *chontaduro*. En este punto se dará prioridad a la participación de mujeres, especialmente aquellas que son cabeza de familia y que hayan sido perjudicadas por la violencia y desplazamiento de grupos armados del país.

Lamentablemente, ni el presupuesto financiado ni el tiempo disponible para la realización del Proyecto hicieron posible el viaje y la estancia en Colombia para la consecución de este último objetivo, durante el tiempo de vigencia del proyecto de investigación.

En un futuro cercano también se pretende contribuir en el asesoramiento en la implementación de procesos asequibles, que permitan la producción y comercialización de los alimentos ob-

tenidos mediante la tecnología de extrusión, puesta a punto en este proyecto de investigación. De manera que a las familias interesadas en el emprendimiento y desarrollo de nuevos productos se les dará asesoramiento para la implementación de procesos, con los recursos que tengan disponibles. Para ello, se contará con el apoyo de la empresa Seguridad Alimentaria de Occidente S.A.S - SegAlco, dedicada desde 2006 a la producción y comercialización de alimentos saludables a base de Soya y Quinua.

BIBLIOGRAFÍA

[1] AOAC

[2] Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F., Griffin, E.L. (1969). *Cereal Science Today*, 14, 4-12.

[3] Alvarez-Martinez, L., Kondury, K. P., & Karper, J. M. (1988). *Journal of Food Science*(53), 609-615.

[4] Benzie, I.F.F.; Strain, J.J. (1999). *Methods in Enzymology*, 299, 15-27.

[5] Munzuroglu, O.; Baratas, F.; Geckil, H. 2003. *Food Chemistry*, 83: 205-212.

[6] Moraga, G.; Martínez-Navarrete, N.; Chiralt, A. (2006). *Journal of Food Engineering*, 72, 147-156.

[7] Sánchez-Moreno, C.; Larrauri, J.A.; Saura-Calixto, F. (1998). *J. Sci. Food Agric.* 76, 270-276.

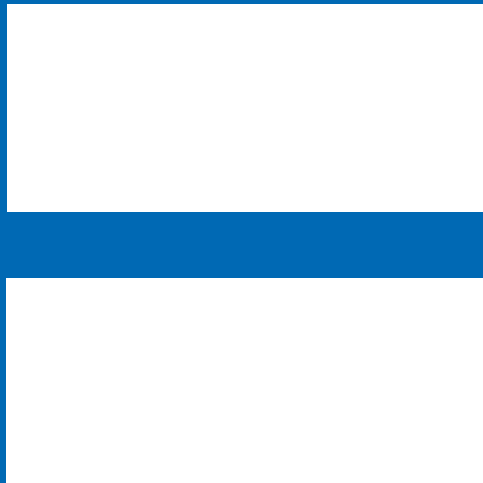
[8] Sánchez-Moreno, C.; Plaza, L.; De Ancos, B.; Cano, M. P. (2003). *J. Sci. Food Agric.* 83, 430-439.

[9] Selvendran, R.R.; Ryden, P. (1990). *Methods in plant biochemistry*, vol. 2 (pp.549). London: Academic Press.

[10] Telis, V.R.N.; Martínez-Navarrete, N. (2009). *Food Biophysics*, 4, 83-93.

un proyecto de

González Urango, Hannia ¹
Otero Hermida, Paula ¹
García Melón, Mónica ¹



ALIANZAS CORRESPONSABLES POR LA IGUALDAD DE GÉNERO

¹ Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento – INGENIO
(CSIC – Universitat Politècnica de València).

1

INTRODUCCIÓN

La igualdad de género es una de las prioridades en el trabajo de las estrategias de Cooperación al Desarrollo. En el caso de Colombia, país prioritario para la Cooperación española, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) estima que este se encuentra entre los países que tienen más elevadas tasas de empleo femenino informal, es decir, la mayoría de las mujeres que perciben una remuneración desempeñan su trabajo en la economía informal. Más de la mitad de las mujeres están protegidas por regulaciones mínimas, disfrutan de escasos o ningún beneficio como la seguridad social o condiciones de trabajo decentes. Podemos considerar que son vulnerables debido a los bajos salarios y la posible pérdida de su puesto de trabajo (PNUD, 2018). Esta situación se desarrolla en un contexto de políticas públicas de bienestar débiles.

¿Cómo pueden diferentes actores aportar sus capacidades para contribuir a la equidad de género en Colombia? El trabajo parte de esta pregunta para enfocarse en conocer las percepciones que tienen algunos actores con relación a ciertas capacidades (de las personas) relacionadas con el acceso a la *autonomía económica*, como uno de los ejes principales de la política nacional de género.

El caso de estudio se enmarca en la política de equidad nacional (CONPES

Social 161). Para ello se contó con la participación de diferentes actores que valoraron diversas potencialidades -legitimidad y liderazgo, recursos, capacidad de articulación de alianzas, conocimiento y metodologías, entre otros. Los actores valoraron las propias potencialidades y las de otros actores involucrados, con el fin de facilitar la reflexión sobre cómo aportar dichas capacidades al trabajo común. El objetivo fue identificar las principales capacidades necesarias para construir la política de igualdad de forma articulada, así como las posibles divergencias entre las percepciones y autopercepciones que se dan entre los actores participantes. El impacto en la sociedad, y en posibles políticas públicas de esta investigación, se lograría contribuyendo a evitar malentendidos generados por expectativas no cumplidas y clarificando qué puede aportar cada actor para construir redes de trabajo más sólidas y eficaces, explicitando complementariedades y puntos débiles en la articulación de alianzas para construir redes de trabajo más sólidas y eficaces.

Para comenzar este trabajo, se diseñó una aproximación para generar un modelo de toma de decisiones participativo contando con los actores objetivo del proyecto: asociaciones por la igualdad de género, asociaciones empresariales, autoridades públicas (estatales, regionales y locales), empresas, organizaciones y movimientos de la sociedad civil, organizaciones religiosas, organizaciones y representantes de la diversidad étnica colombiana, partidos políticos, sindicatos o comités de personas trabajadoras y universidades y estudiantes.

Como se introducía, el objetivo fue identificar las principales potencialidades, así como las posibles divergencias y complementariedades entre las percepciones y autopercepciones que se dan entre los actores participantes. El modelo de toma de decisiones (de capacidades y de actores), se construyó a partir de la técnica multicriterio denominada Proceso Analítico Jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*, AHP) (Saaty, 2008), una técnica de investigación participativa cuya utilidad ha sido contrastada en otros campos de la toma de decisiones ubicadas en ámbitos como el de las políticas económicas, sociales y el ámbito medioambiental, en los que hay diferentes criterios a utilizar por parte de las distintas participantes, y en los que es especialmente relevante la transparencia y trazabilidad del proceso de toma de decisiones (Gómez-Navarro et al., 2009; Peris et al., 2013).

1.1 Contexto

En los años noventa, Colombia era definida como un Estado Fallido por las altas tasas de violencia y el conflicto armado presente en el país (Marcella 2009). Tras la estabilización, importantes organizaciones feministas colombianas adaptaron la relevancia interna de la violencia a discursos internacionales en la materia, motivando una *governance feminism* (Halley et al. 2006) -cuando un determinado discurso feminista toma forma en el poder institucional- con un fuerte enfoque temático en la violencia, pero también introduciendo nuevas vías de gobernanza "a distancia" y/o centralizadas asociadas a nuevos modelos de gobernanza (Céspedes-Báez 2014).

En cualquier caso, Colombia ha desarrollado políticas de igualdad desde 1984, cuando dio sus primeros pasos legislativos en la materia. Inicialmente, al igual que en otros países, éstas se desarrollaban como políticas sociales y no como un problema global y económico del que depende el Desarrollo Humano (Londoño, 2016). A partir del cambio de milenio, con el impulso de Naciones Unidas, se inicia la estrategia que pretende la incorporación de la perspectiva de género en el conjunto de sectores, involucrando al conjunto de actores que trabajan en las políticas tradicionales (Astelarra, 2004). Se observa una paulatina institucionalización de las políticas con la creación, en 2010, de la primera Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer y también se observa un cambio discursivo hacia políticas que reclaman en mayor medida un cambio estructural. Además, se incorporan al debate público las problemáticas de mujeres indígenas, afrodescendientes y desplazadas por el conflicto armado, así como cuestiones relacionadas con la diversidad en las identidades de género y sexualidad. Las políticas colombianas, se caracterizarían, al igual que en otros muchos países tanto del Norte como del Sur Global, por la falta de implementación de las políticas formuladas (Cano, Castillo, Díaz, 2015).

Los primeros pasos de las políticas públicas colombianas de género estuvieron caracterizados por la falta de participación, siendo ésta un aspecto todavía a mejorar (Ruiz, 2009; Londoño, 2016). Así mismo, los procesos participativos desarrollados mostraron dificultades que terminaron por ofrecer un mayor conocimiento de las diferentes perspectivas fortalezas y debilida-

des de actores gubernamentales y movimientos de mujeres (Londoño, 2016). Con respecto a la posible participación de otros actores, los estudios para el caso colombiano no muestran un gran recorrido, con la excepción del Acuerdo Nacional por la Equidad entre mujeres y hombres (14 de octubre del 2003), firmado por diferentes actores del país, como universidades y asociaciones empresariales colombianas de distintos sectores como el bancario (ASO-BANCARIA), hotelero (COTELCO), agricultor (SAC), industrial (ANDI) y las cámaras de comercio (Confecámaras) (Londoño, 2016).

De acuerdo con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, en 2012 el gobierno colombiano propuso la política pública de equidad de género para las mujeres y el plan integral para garantizar una vida libre de violencias que, en el horizonte de los siguientes 10 años, contribuiría al disfrute efectivo de los derechos de las mujeres en el país. Para ello se elaboró la Política Pública Nacional de Equidad de Género para las Mujeres y el Plan de Acción Indicativo 2013-2016 (Documento CONPES Social 161 de 2013).

De forma global, en el conjunto de la política CONPES y su evaluación, se identifican diferentes grados de participación y roles. Por un lado, están los roles de *target* u objetivo de la política planteada por el gobierno colombiano (empresas y asociaciones de igualdad que reciben fondos para su desarrollo, y entidades públicas para las que el gobierno también plantea acciones y programas); por otro lado, actores que son posibles aliados o colaboradores de los actores públicos en su implementación (PNUD, academia, ONG, asocia-

ciones...) y, finalmente, actores que son líderes e interlocutores legítimos también para el diseño/evaluación de las políticas (asociaciones de igualdad).

Es altamente relevante que uno de los factores de éxito identificados en el análisis de la política sea precisamente la construcción de redes con más actores, como la academia, fundaciones y ONG, así como la empresa privada. A su vez, uno de los principales retos identificados en la política de equidad de género es precisamente la consecución de esas redes de aliados, principalmente con el fin de lograr apoyo técnico y recursos, poniéndose especial énfasis en la empresa privada (CPEM, 2017). Por tanto, se observa que uno de los retos identificados es incorporar a los diferentes sectores, especialmente el empresarial, en un rol más proactivo en la gobernanza de estas políticas.

1.2 Objetivos del proyecto

El objetivo global del proyecto fue el de conocer las percepciones entre los distintos actores respecto a las potencialidades requeridas para trabajar en uno de los ejes de trabajo definidos en la política pública nacional de Equidad de Género colombiana.

En el largo plazo, los resultados facilitan la construcción de alianzas duraderas para la mejora de la situación de género entre diferentes actores y de redes de trabajo multi-actor más sólidas, a partir de la aplicación de técnicas participativas de decisión multicriterio y la perspectiva de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC).

A nivel metodológico, el trabajo permite contribuir a la igualdad de géne-

ro a través del análisis de potenciales alianzas público-privadas en problemáticas prioritarias, mediante el uso de la técnica AHP, eficiente en términos de tiempo y consenso.

Los resultados facilitan además el desarrollo de un mejor trabajo conjunto, exponiendo qué capacidades se pueden aportar para promover la equidad, contrastar las expectativas existentes entre los mismos actores y el análisis para construir redes de trabajo más sólidas.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Al inicio del proyecto se plantearon las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las potencialidades de los actores colombianos para promover la equidad de género y en qué grado son auto-percibidas por los actores?

¿Cómo percibe cada actor las potencialidades de otros actores involucrados en la equidad de género?

¿La metodología utilizada es útil en un ámbito complejo como es el de la equidad de género?

La investigación desarrollada en este proyecto fue de tipo exploratorio, en el que por primera vez utilizamos esta técnica en el ámbito de igualdad para la toma de decisiones participativa multicriterio, de corte cualitativo, el AHP (Saaty, 1980). Esta técnica ha sido seleccionada porque hemos considerado que el tratamiento de la igualdad de género es un ámbito multicriterio y multiexperto, puede aplicarse disponiendo de información cuantitativa o cualitativa, puede utilizarse en situaciones de información incompleta o incierta y permite la transparencia y trazabilidad de todo el proceso de toma de decisiones.

La técnica de decisión multicriterio AHP permite determinar la importancia relativa de criterios intangibles. AHP descompone un problema de la toma de decisiones en niveles jerárquicos: una

meta, nivel de criterios y subcriterios; y nivel de alternativas (Saaty, 2008). En cada nivel de la jerarquía, se realizan comparaciones pareadas entre los elementos que están en el mismo nivel, en base a la importancia o contribución de cada uno de ellos al vértice del nivel superior al que están ligados. Este proceso de comparación conduce a una escala de medida relativa de prioridades o pesos de los elementos.

El método es, probablemente, la técnica de decisión multicriterio más conocida y ampliamente utilizada en diferentes áreas (Macharis et al., 2004; Terrados et al., 2007), entre las

que se encuentra el diseño de políticas públicas (Petrini et al., 2016; Zahir, 2009), el tratamiento con diferentes grupos de interés (Danaeefard et al., 2019), la gobernanza (Mas-Tur et al., 2019), y la RSC (Almatrooshi et al., 2018; Chen & Fan, 2011; Tsai et al., 2010).

Con la aplicación de las técnicas de toma de decisiones citadas, los *stakeholders* o actores del proyecto participan en la selección de criterios, métodos de evaluación y *feedback*. Tal y como muestra la Figura 1, el proyecto se ha desarrollado siguiendo las siguientes fases:

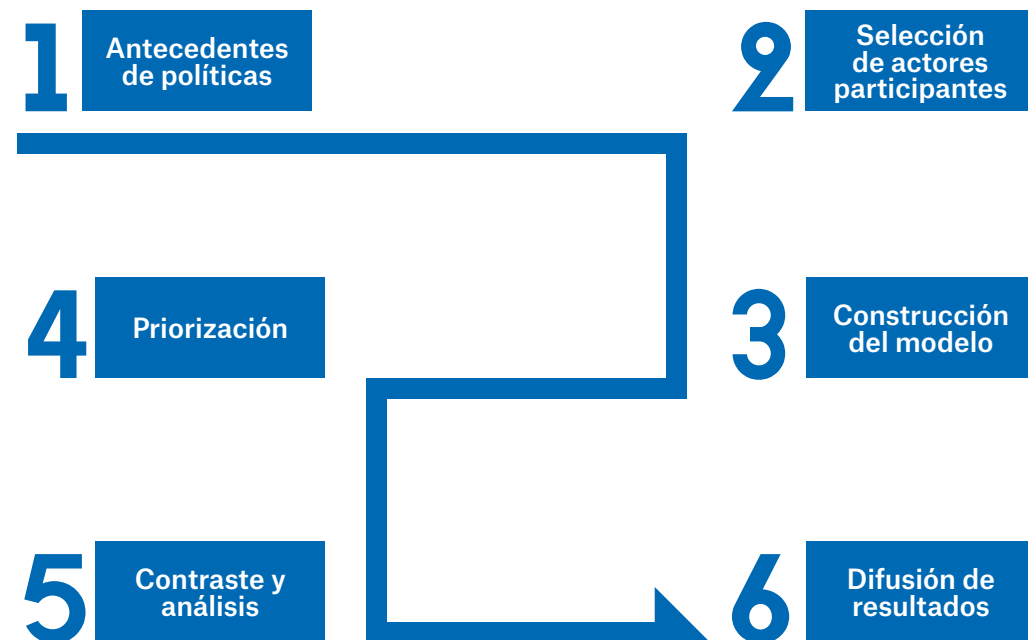


Figura 1. Fases principales del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

A partir del estudio de la mencionada política (CONPES Social 161), otros documentos y políticas nacionales y del intercambio de ideas con algunos de los participantes en el proyecto, se identificaron los actores a estudiar. Entre ellos se encuentra autoridades públicas y otros actores clásicos en las políticas de igualdad. Es importante aclarar que el criterio de selección estuvo determinado por la diversidad entre actores. De los diez grupos identificados, cinco (en negrita) aceptaron la invitación a participar. En el conjunto del proceso participaron 20 personas de 19 organizaciones diferentes, procedentes de diferentes regiones del país.

Asociaciones por la igualdad de género.

Asociaciones empresariales.

Autoridades públicas (estatales, regionales, locales).

Empresas.

Organizaciones y movimientos de la sociedad civil.

Organizaciones religiosas.

Organizaciones y representantes de la diversidad étnica colombiana.

Partidos políticos.

Sindicatos o comités de personas trabajadoras.

Universidades y estudiantes.

El modelo de toma de decisión está diseñado en dos fases. La primera para la definición del eje de trabajo y, la segunda, para la evaluación de capacidades entre actores. Los ejes de trabajo en materia de equidad de género en Colombia considerados fueron:

Transformación Cultural y Construcción de paz.

Autonomía económica y acceso a activos.

Participación en escenarios de poder y toma de decisiones.

Salud y Derechos Sexuales y Reproductivos.

Enfoque de Género en la Educación.

Plan para garantizar una vida libre de violencias.

Los participantes propusieron las capacidades consideradas en la segunda parte del modelo. Estas representan los requerimientos necesarios para avanzar en el eje seleccionado:

- **Legitimidad y liderazgo:** reconocimiento global que la sociedad otorga a la organización.
- **Influencia político-legal:** capacidad de influencia a otros actores y al sistema político y legal colombiano, para transformarlo hacia una mayor igualdad de género.
- **Capacidad de movilización:** capacidad de convocar a personas individuales y/o colectivos en acciones concretas (ej.: para una manifestación o acción de visibilidad pública).

- **Recursos** (económicos/humanos/otros): disposición de personal, financiación, espacios, materiales u otros.
- **Conocimiento y metodologías:** saberes teóricos y prácticos que apoyen la construcción de una mayor equidad de género.
- **Articulación de alianzas:** capacidad para forjar redes y colaboraciones entre distintos actores.

Los actores realizaron la priorización mediante AHP de los elementos anteriores, lo que permitió la selección de uno de los ejes de trabajo (eje No.2) y la obtención de las valoraciones de los actores a la luz de las capacidades identificadas, de acuerdo con su contribución a dicho eje. Los resultados representan las potencialidades con las que cuentan los actores para el desarrollo de los distintos ejes de trabajo en materia de igualdad y equidad.

Los resultados preliminares y finales, individuales y globales, fueron enviados para su contraste y validación a las personas participantes.

3 RESULTADOS Y VALORACIÓN

3.1 Principales resultados

Valoración global de capacidades para avanzar en el eje de trabajo **Autonomía económica y acceso a activos**.

De manera general, las capacidades relacionadas con los “recursos y la articulación de alianzas” son las mejor valoradas, mientras que se valora muy poco la “capacidad de movilización”. Estas dos últimas son las de mayor consenso entre los participantes. En contraposición, la mayor discrepancia se percibe en la preferencia con respecto a “conocimiento y metodologías”. Las universidades, estudiantes y asociaciones de igualdad la valoran notablemente más que las empresas y las organizaciones religiosas.

El conjunto de actores otorga relativa importancia a la “legitimidad y liderazgo”, excepto el grupo estudiantes y las asociaciones de igualdad. Mientras que empresas y organizaciones religiosas otorgan mayor importancia a la “influencia político-legal” que el resto de los actores (Figura 2).

Los resultados por grupos de participantes también muestran algunos puntos interesantes. La Figura 3 resume los aspectos que han destacado en la percepción de cada uno de los actores.

Capacidades	Actores	Org Empresarial	Grupo Empresas	Grupo Universidades	Grupo A. Igualdad	Org Religiosas	Grupo Estudiantes	GLOBAL
C1. Legitimidad		0,27	0,12	0,13	0,08	0,15	0,10	0,14
C2. Influencia político-legal		0,11	0,24	0,12	0,16	0,37	0,08	0,18
C3. Capacidad de movilización		0,05	0,08	0,11	0,06	0,05	0,04	0,07
C4. Recursos económicos		0,47	0,24	0,21	0,29	0,12	0,37	0,28
C5. Conocimiento y metodologías		0,03	0,06	0,18	0,19	0,06	0,30	0,14
C6. Articulación de alianzas		0,06	0,26	0,24	0,22	0,25	0,11	0,19

Figura 2. Priorización de las **capacidades más relevantes** para avanzar en el eje de trabajo **Autonomía económica y acceso a activos** por la equidad de género en Colombia.

Fuente: Elaboración propia.

Universidades	Alta: Articulación de alianzas y Recursos.
Empresas	Baja: Movilización y Conocimiento y metodologías.
Asociaciones de igualdad	Resaltan: Recursos. Baja: Capacidad de movilización y Legitimidad y liderazgo.
Organizaciones religiosas	Alta: Influencia Político-Legal.
Estudiantes	Alta: Recursos y Conocimiento y metodologías.
Organizaciones empresariales	Alta: Recursos y Legitimidad y liderazgo.

Figura 3. Aspectos que han destacado en la percepción de cada uno de los actores.

Fuente: Elaboración propia.

Capacidades percibidas por los actores con respecto a sí mismos y a los demás.

En estos segundos resultados se observa como los actores han valorado en qué grado están en condiciones de contribuir con las diferentes capacidades, para desarrollar el eje de “Autonomía económica y acceso a activos”, así

como han valorado cómo perciben a los demás actores. Se observan notables diferencias en la percepción entre los diferentes actores, principalmente entre las valoraciones que un actor hace de sí mismo versus la valoración que recibe del resto. Estas discordancias pueden dificultar la construcción de redes de trabajo sino se abordan de manera apropiada.

A continuación, presentamos un resumen para cada uno de los actores que participaron en el proceso.

Asociaciones de igualdad

Reciben altas valoraciones en el conjunto de capacidades de forma general por parte de los demás actores, aunque sus autovaloraciones son incluso más altas. La mayor discrepancia se observa en cuanto a "recursos".

Destacan las altas valoraciones en cuanto a "legitimidad y liderazgo, y capacidad de movilización". Sin embargo, las asociaciones de igualdad perciben ambas capacidades como muy poco relevantes para la política, como se ha citado anteriormente (Figura 4).

Actores \ Capacidades	C1. Legitimidad	C2. Influencia político-legal	C3. Capacidad de movilización	C4. Recursos económicos	C5. Conocimiento y metodologías	C6. Articulación de alianzas
Asoc. por la igualdad	★	★	★	★	★	★
Asoc. Empresariales	★	★	★	☆	★	★
Empresas	★	★	★	★	★	★
Universidades	★	★	★	★	★	★
Org Religiosas	★	★	★	★	★	★
Estudiantes	★	★	★	★	★	★

Figura 4. Capacidades percibidas por las asociaciones por la igualdad.
Fuente. Elaboración propia.

Asociaciones empresariales

Reciben valoraciones media-altas por parte de los demás actores. En general, las valoraciones están alineadas y son similares.

Muchos de los actores destacarían su capacidad de "articulación de alianzas y capacidad de movilización".

Algunos actores ven menos potencial en materia de "conocimiento y metodologías" (Figura 5).

Actores \ Capacidades	C1. Legitimidad	C2. Influencia político-legal	C3. Capacidad de movilización	C4. Recursos económicos	C5. Conocimiento y metodologías	C6. Articulación de alianzas
Asoc. Empresariales	★	★	★	★	★	★
Empresas	★	★	★	★	★	★
Universidades	★	★	★	★	★	★
Asoc. por la igualdad	★	★	★	★	★	★
Org Religiosas	★	★	★	★	★	★
Estudiantes	★	★	★	★	★	★

Figura 5. Capacidades percibidas por las asociaciones empresariales.
Fuente. Elaboración propia.

Empresas

De manera general, reciben altas valoraciones por parte de los demás actores y de sí mismas. Especialmente en aspectos como “recursos y articulación de alianzas”, que fueron considerados como especialmente relevantes para el eje de trabajo en la primera parte de este trabajo.

La capacidad menos valorada es la “capacidad de movilización” (Figura 6).

Actores \ Capacidades	C1. Legitimidad	C2. Influencia político-legal	C3. Capacidad de movilización	C4. Recursos económicos	C5. Conocimiento y metodologías	C6. Articulación de alianzas
Empresas	★	★	★	★	★	★
Asoc. Empresariales	★	★	★	★	★	★
Universidades	★	★	★	★	★	★
Asoc. por la igualdad	★	★	★	★	★	★
Org Religiosas	★	★	★	★	★	★
Estudiantes	★	★	★	★	★	★

Figura 6. Capacidades percibidas por las empresas.
Fuente. Elaboración propia.

Universidades

Altas puntuaciones globales. Destaca la valoración y autovaloración en “conocimiento y metodologías”. Sin embargo, en la primera parte no fue valorada como una capacidad tan relevante para el eje de trabajo. También cuentan con altas valoraciones en cuanto a “articulación de alianzas” de forma general.

Se les percibe con menor capacidad en materia de “recursos” y especialmente en cuanto a la “influencia político-legal”. Sin embargo, las universidades se auto-perciben con más capacidad en “influencia política-legal” de la que el resto de los actores le otorga (Figura 7).

Actores \ Capacidades	C1. Legitimidad	C2. Influencia político-legal	C3. Capacidad de movilización	C4. Recursos económicos	C5. Conocimiento y metodologías	C6. Articulación de alianzas
Universidades	★	★	★	★	★	★
Asoc. Empresariales	★	★	★	★	★	★
Empresas	★	★	★	★	★	★
Asoc. por la igualdad	★	★	★	★	★	★
Org Religiosas	★	★	★	★	★	★
Estudiantes	★	★	★	★	★	★

Figura 7. Capacidades percibidas por las universidades.
Fuente. Elaboración propia.

Organizaciones religiosas

Recibe muy bajas puntuaciones por parte de resto de actores, en contraste con su auto-percepción (Figura 8). Es el único actor en el que se observa una divergencia tan alta.

El actor que les concede más crédito son las asociaciones de igualdad.

Actores \ Capacidades	C1. Legitimidad	C2. Influencia político-legal	C3. Capacidad de movilización	C4. Recursos económicos	C5. Conocimiento y metodologías	C6. Articulación de alianzas
Org Religiosas	★	★	★	★	★	★
Asoc. Empresariales	☆	☆	★	☆	☆	☆
Empresas	☆	☆	★	☆	☆	★
Universidades	★	★	★	☆	☆	★
Asoc. por la igualdad	★	★	★	★	★	★
Estudiantes	☆	☆	★	☆	☆	☆

Figura 8. Capacidades percibidas por las organizaciones religiosas.
Fuente. Elaboración propia.

Otros actores

En la Tabla 1 se muestran las capacidades percibidas por otros actores:

Autoridades públicas	Reciben valoraciones muy altas en el conjunto de capacidades por parte de universidades, asociaciones por la igualdad, estudiantes y organizaciones religiosas. Sin embargo, la percepción de empresas y asociaciones empresariales es más crítica, excepto en materia de recursos.
Partidos políticos	Reciben valoraciones medias.
Organizaciones y movimientos civiles	Reciben valoraciones medio-altas de forma general, si bien empresas y organizaciones religiosas valoran su posible aportación en menor medida que las universidades y asociaciones por la igualdad.
Organizaciones de diversidad étnica	Reciben valoraciones medias, aunque hay diferentes puntos de vista en cuanto a su relevancia. De manera global, universidades y asociaciones por la igualdad puntúan de forma elevada el conjunto de sus potenciales capacidades, mientras que las empresas y asociaciones empresariales son más críticas.
Sindicatos	Reciben valoraciones medias, aunque con fuertes divergencias en la opinión de los demás actores acerca de sus capacidades. Destacan sus capacidades en materia de movilización, influencia político-legal y articulación de alianzas.

Tabla 1. Capacidades percibidas por los Otros actores.
Fuente. Elaboración propia.

3.2 Principales aprendizajes

La técnica AHP utilizada está avalada por numerosos estudios en diferentes campos, aunque su aplicación a las políticas de género es novedosa. Por ello, el trabajo contribuye con algunas reflexiones útiles para la comunidad científica acerca de su uso. Así mismo, el desarrollo de esta investigación ha permitido desarrollar una novedosa aplicación de evaluación entre actores. La forma de aprovechar los resultados obtenidos con la metodología es diferente a la lectura tradicional. El equipo de investigación ha podido comprobar que el enfoque propuesto es útil, por lo que se propone continuar con el uso del mismo enfoque en otras aplicaciones.

El uso de este enfoque metodológico, no usual en los estudios de políticas públicas de igualdad, también ha favorecido la inclusión de actores no clásicos, como las asociaciones empresariales y religiosas, quienes están presionando el discurso público en materia de igualdad de forma notable en el contexto estudiado.

Por otra parte, el equipo ha podido notar que las publicaciones están encaminadas principalmente a evaluar la participación de los actores y su relación con la gobernanza. Los pocos casos que explican cómo fomentar la cohesión o corresponsabilidad, proponen acciones *ad-hoc* sin reflexión generalizable, que demuestran la efectividad de la participación durante todo el proceso de toma de decisiones. Sin embargo, no prescriben cómo fomentar y mantener esta participación, así como cuál sería la vía para reducir las divergencias en las percepciones de

los roles de los diferentes actores. Por ello pensamos que, a la vista de los resultados obtenidos, se abre una línea de investigación interesante.

Este trabajo también fomenta una línea de investigación relacionada con la participación de empresas comprometidas con las políticas públicas, más allá de las asociaciones empresariales. Ya que éstas son, a menudo, más reticentes a las acciones de promoción de la igualdad que algunas de las empresas particulares. Las organizaciones de igualdad, y especialmente las universidades y las asociaciones empresariales, consideran que las empresas son actores legítimos en el dominio de las políticas. Un enfoque local permitiría el estudio efectivo de las pequeñas y medianas empresas. Las políticas de género son inevitablemente multinivel y el dominio local parece más probable que articule alianzas sin mediación de organizaciones intermediarias, pero esto apenas se ha estudiado desde el campo de las políticas públicas (Otero-Hermida y Bouzas, 2019).

Asimismo, si bien en la construcción del modelo no fueron referidos actores del ámbito rural, la revisión de la bibliografía sí sugiere que sería necesario observar líneas de trabajo y actores relacionados con este ámbito en un futuro. Por otra parte, se valora muy positivamente, el alto número de participantes del entorno empresarial, lo cual es menos usual en los estudios de políticas de igualdad, dada la dificultad de su participación, motivada por un escaso interés en muchos casos.

Se valora en positivo las posibilidades que este trabajo tiene para que las políticas públicas se orienten en el

análisis de los resultados obtenidos, según los perfiles de los actores. Esta información segmentada por actores ofrece información más clara para la posible contribución de este trabajo a la toma de decisiones por parte de las autoridades en las políticas de igualdad y al desarrollo de redes de trabajo multi-actor más sólidas.

3.3 Difusión de los resultados

Envío de un informe resumen de resultados a los actores participantes y al organismo estatal de igualdad colombiano para su conocimiento de las divergencias en las visiones, motivando posibles debates sobre ellos.

Artículo: *Businesses as social partners in equality policies? New governance models, role shift and role gaps in other actor's expectations*. Revista: *Gender Work and Organization* (en proceso de revisión por pares a fecha de redacción de este capítulo).

Ponencia: *Potencialidades y capacidades en el trabajo por la igualdad de género: valoraciones divergentes de los distintos actores en el caso colombiano*. I Congreso Internacional de Ciencia, Feminismos y Masculinidades, 1 y 2 de marzo de 2019. Universidad Politécnica de Valencia.

Notas de investigación (*working papers*) difundidas en el sitio web del proyecto INPERRI (<https://inperri.webs.upv.es/>). Proyecto liderado por la misma IP del proyecto. Los materiales se ubicaron en esta web con el fin de que tuvieran acceso público y gratuito.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

El proyecto de investigación permitió valorar las potencialidades de distintos actores sociales en la equidad de género en Colombia. Dado que la equidad es una cuestión que alcanza distintos ámbitos de la sociedad, implica involucrar a diversos actores. Si bien el fin es común, cada actor puede aportar de manera diversa, a través de aspectos como legitimidad y liderazgo, influencia, capacidad de movilización, recursos, conocimiento y metodologías, o la capacidad de articulación de alianzas.

Los resultados muestran que existen notables divergencias entre las potencialidades autopercibidas y las capacidades que otros actores valorarían, así como distintas percepciones acerca de la relevancia de las capacidades en sí mismas. El trabajo ofrece resultados preliminares sobre la visión de actores clásicos en las políticas de igualdad, como las asociaciones de igualdad, y con respecto a actores crecientemente influyentes en las mismas, como las empresas, asociaciones empresariales y las asociaciones religiosas. El fin es debatir posibles implicaciones de estas divergencias, teniendo en cuenta que es un trabajo de carácter cualitativo.

De manera general, las capacidades relacionadas con los Recursos y la Articulación de Alianzas fueron las mejor valoradas. Este último se considera un elemento a destacar que parece situar

un escenario prometedor para las políticas, pese a la siempre limitada cantidad de recursos, así como dadas las discrepancias observadas.

Los resultados han sido enviados a los actores participantes. No obstante, cabe destacar que, pese al esfuerzo realizado en la investigación y el interés del equipo investigador en debatir y compartir los resultados, los tiempos de investigación juegan en contra de dicho interés por parte de las personas participantes. El análisis de resultados lleva asociado bastante tiempo y ello motiva la paulatina desconexión de las personas participantes. Consideramos que esto sería un aspecto que mejorar, si bien hay factores institucionales y relacionados con la administración ajenos al control del equipo investigador.

En cualquier caso, se ha mostrado que la técnica aplicada ofrece reflexiones útiles para la construcción de redes de colaboración entre actores, a partir de una perspectiva más clara sobre la percepción de las potencialidades entre actores, evitando así malentendidos generados por expectativas no cumplidas, así como señalando las posibles áreas de complementariedad. Este último aspecto es muy relevante, al evitar solapamientos y posibles gastos de recursos, así como por la contribución que supone definir roles de acción más claros, para unas redes y alianzas más fuertes, estables y efectivas.

Reflexiones finales y principales contribuciones

Los resultados indican que, en los nuevos contextos de política pública y gobernanza, estamos ante cambios en los roles de los actores. Se ha observado una brecha de roles en relación con las expectativas de los diferentes actores. En el artículo publicado debatimos un posible cambio de rol de las empresas hacia una mayor participación social, así como una percepción similar de los demás actores, lo cual supone que se les otorga legitimidad. Sin embargo, también se detecta una baja valoración de las empresas de algunas potenciales contribuciones de actores clásicos de las políticas, como es el caso de las universidades y el conocimiento y metodologías, lo cual puede ser fuente de futuros conflictos. Con estos resultados, en el citado artículo hemos discutido los posibles ajustes de roles que pueden surgir en el marco de las políticas de igualdad.

Los resultados muestran que los actores considerados más legítimos son los actores clásicos, como las organizaciones de igualdad y las autoridades públicas. En cuanto a las universidades, su contribución clara es el conocimiento y las metodologías, si bien como se citaba, esta contribución no es considerada tan necesaria por algunos actores.

Con respecto a las empresas, se confirma el llamado general de todos los actores y desde las mismas políticas de igualdad pública en Colombia a su contribución específica en cuanto a recursos y su capacidad de generación de alianzas.

En conclusión, esta investigación captura empíricamente la posible aparición de nuevos roles (las empresas, por ejemplo), en nuevos contextos de gobernanza de políticas de igualdad en Colombia. Así mismo, pone en evidencia las brechas o discrepancias de roles relevantes en las expectativas, con respecto a qué actores pueden contribuir a las políticas de igualdad dirigidas a mejorar la autonomía económica y el acceso a los activos, como las políticas de empleo. Además, se demuestra que los diferentes actores esperan un cambio hacia roles más proactivos en temas de igualdad.

AGRADECIMIENTOS

El equipo extiende su agradecimiento al Programa ADSIDEO – COOPERACIÓN 2016 del Centro de Cooperación al Desarrollo de la Universitat Politècnica de València y a las instituciones y las personas que han contribuido con el diseño y el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Almatrooshi, S., Hussain, M., Ajmal, M., & Tehsin, M. (2018). Role of public policies in promoting CSR: empirical evidence from business and civil society of UAE. *Corporate Governance: The international journal of business in society*, 18(6), 1107-1123. <https://doi.org/10.1108/CG-08-2017-0175>

Céspedes-Báez, L. M. (2014). Far Beyond What Is Measured: Governance Feminism and Indicators in Colombia. *International Law*, 25, 375-444.

Chen, S., & Fan, J. (2011). Computer Network and Information Security. En *Computer Network and Information Security* (Vol. 5).

Danaeefard, H., Ahmadi, H., & Pourezat, A. A. (2019). Expert Consensus on Factors Reducing Policy Coherence in the Context of Iran: Delphi-AHP. *International Journal of Public Administration*, 42(1), 66-75. <https://doi.org/10.1080/01900692.2017.1400558>

Gómez-Navarro, T., García-Melón, M., Acuña-Dutra, S., & Díaz-Martín, D. (2009). An environmental pressure index proposal for urban development planning based on the analytic network process. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(5), 319-329. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2008.10.004>

Halley, J., Kotiswaran, P., Shamir, H., & Thomas, C. (2006). From the international to the local in feminist legal responses to rape, prostitution/sex work, and sex trafficking: Four studies in contemporary governance feminism. *Harv. JL & Gender*, 29, 335.

Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K., & Verbeke, A. (2004). Promethee and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis—Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, 153(2), 307-317. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00153-X)

Marcella, G. (2009). *Democratic governance and the rule of law: Lessons from Colombia*. Strategic Studies Institute.

Mas-Tur, A., Roig-Tierno, N., & Ribeiro-Navarrete, B. (2019). Successful entrepreneurial learning: Success factors of adaptive governance of the commons. *Knowledge Management Research & Practice*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/14778238.2019.1633892>

Peris, J., García-Melón, M., Gómez-Navarro, T., & Calabuig, C. (2013). Prioritizing Local Agenda 21 Programmes using Analytic Network Process: A Spanish Case Study. *Sustainable Development*, 21(5), 338-352. <https://doi.org/10.1002/sd.514>

Petrini, M. A., Rocha, J. V., Brown, J. C., & Bispo, R. C. (2016). Using an analytic hierarchy process approach to prioritize public policies addressing family farming in Brazil. *Land Use Policy*, 51, 85-94. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.10.029>

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83. <https://doi.org/10.1504/IJSS-CI.2008.017590>

Terrados, J., Almonacid, G., & Hontoria, L. (2007). Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools. Impact on renewables development. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 11(6), 1275-1287. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.08.003>

Tsai, W.-H., Hsu, J.-L., Chen, C.-H., Lin, W.-R., & Chen, S.-P. (2010). An integrated approach for selecting corporate social responsibility programs and costs evaluation in the international tourist hotel. *International Journal of Hospitality Management*, 29(3), 385-396. <https://doi.org/10.1016/J.IJHM.2009.12.001>

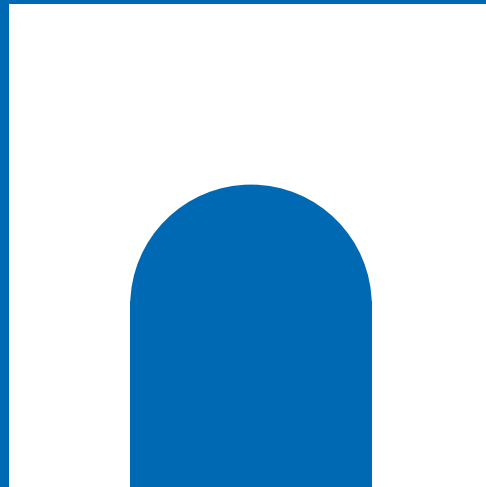
Zahir, S. (2009). Synthesizing Intensities of Group Preferences in Public Policy Decisions Using the AHP: Is It Time for the “New Democracy”? *Canadian Journal of Administrative Sciences / Revue Canadienne des Sciences de l'Administration*, 16(4), 353-366. <https://doi.org/10.1111/j.1936-4490.1999.tb00694.x>

un proyecto de

Mileto, Camilla ¹

Vegas López-Manzanares, Fernando ¹

García Soriano, Lidia ¹



CONBURKINA – ARQUITECTURA

¹ Universitat Politècnica de València. Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO).

1 INTRODUCCIÓN

Baasneere, está situado al norte de Burkina Faso, al margen de la carretera nacional 15, a mitad del trayecto entre las capitales de Kaya y Kongusi, en la zona denominada el Sahel, la más árida del país. Baasneeré, está compuesto de nueve poblados, que reciben el nombre de “*village administrativas o quartiers*”, con una población global de unos 15.000 habitantes. La agricultura es la principal fuente de subsistencia. La mayoría de la población se dedica al cultivo del mijo, el sorgo, el maíz, el cacahuete y el arroz. Dedicán también parte de su actividad de subsistencia a la ganadería y a la artesanía (Imagen 1), en concreto, a trabajar la madera y manipular metales. A nivel social, el hombre tiene mucha más atención que la mujer, tanto a nivel de atención sanitaria, educación, o formación profesional. La población femenina está en condiciones de inferioridad y sumisión, pero son las que sustentan con su trabajo la economía doméstica. Son ellas las que cuidan de la familia, realizan tareas en el campo, venden en los mercados, etc. El trabajo de la población masculina se centra casi exclusivamente en la tarea de recolectar los cereales que se cultivan. La población infantil es numerosa y corretea libremente por todo el pueblo (Maravilla, 2017).



Imagen 1. Taller de cerámica en el pueblo de Baasneere. Fuente. Elaboración propia.

Desde 2012, Baasneere está hermanado con el pueblo de Algemesí (Valencia). Este hermanamiento se ha llevado muy activamente a través de las acciones de cooperación e intercambio, que han visto muy implicados los respectivos ayuntamientos y las asociaciones “Algemesí Solidari” y “*Buud-Bumbu de Bao/Baasneere. Pour le développement et l’amitié entre les peuples (A3B)*”. La trayectoria de trabajo conjunto ha llevado, entre otros proyectos (desarrollados en ámbito de alimentación, salud pública, educación, campo de verano con los niños, etc.), al desarrollo de un proyecto común para la construcción de una escuela secundaria en el propio poblado, para permitir a la población juvenil del lugar cursar sus estudios sin tener que desplazarse hasta la escuela más cercana en Kaya, a unos 30 kilómetros, por una carretera de tierra. Esta

situación a menudo se ha traducido en la imposibilidad de cursar sus estudios y, por lo tanto, en una desigualdad de oportunidades importante para la población de este poblado (Maravilla, 2017).

Desde 2014, el grupo Res-Arquitectura de la Universitat Politècnica de València (UPV), dirigido por Camilla Mileto y Fernando Vegas, ha llevado a cabo una estrecha colaboración con la Asociación Algemesí Solidari, apoyando la iniciativa a través de cursos de formación en técnicas de construcción con tierra, taller para el diseño de la escuela, formación de cooperantes, experiencia y apoyo en la construcción de la escuela. De estos cursos salieron los cooperantes que en octubre de 2016 viajaron a Baasneere para ayudar en la construcción de la escuela. Estas colaboraciones previas permitían vislumbrar la viabilidad del proyecto, que se basó además en otros dos factores: por un lado, Algemesí Solidari mantiene un importante vínculo con la comunidad de Baasneere a raíz de las diferentes actividades y campos de trabajo realizados hasta la actualidad; y, por otro lado, la necesidad de un colegio de educación secundaria ha sido una demanda surgida directamente de la comunidad, por tanto, se trata de un objetivo muy valorado por la gente del poblado.

La escuela se ha planteado desde el primer momento como un proyecto común a desarrollar por las dos comunidades, la del pueblo de Baasneere y la del pueblo de Algemesí, y en acuerdo y armonía con el lugar y sus costumbres y arquitectura. La escuela se sitúa en un punto estratégico para que las niñas y los niños puedan acudir

andando desde todas las aldeas del conjunto de Baasneere y, posiblemente, de otras aldeas más alejadas. El proyecto de la escuela se desarrolló de forma participativa a partir de las ideas desarrolladas en el taller “Proyectando y construyendo en Burkina Faso. Propuesta para una escuela secundaria en Baasneere” (julio 2014), organizado en la UPV por docentes y estudiantes de arquitectura y responsables de Algemesí Solidari (X. Ferragut y J.V. Maravilla, investigadores del proyecto ConBurkina). Estas primeras ideas, surgidas en el taller, se expusieron y discutieron con representantes de la población de Baasneere y de A3B durante el mismo mes de agosto de 2014, en una exposición de paneles donde toda la población pudo ofrecer su opinión. Desde ese momento, se desarrolló el proyecto de forma participativa entre un grupo de arquitectas y arquitectos voluntarios, entre los cuales participó activamente Lidia García Soriano (miembro del grupo de investigación del proyecto ConBurkina) y los responsables de las asociaciones Algemesí Solidari y A3B, hasta conseguir los permisos definitivos para poder empezar a construir la escuela en el mes de octubre de 2016.

La escuela se plantea como un conjunto de edificación baja y dispersa, respetando las pautas de la arquitectura del poblado. El conjunto se irá construyendo año tras año empezando por los aularios (uno por año siguiendo la implantación de los cursos) y los servicios higiénicos, siguiendo luego con el bloque de servicios administrativos, la biblioteca y los alojamientos del personal docente (Maravilla, 2017).

El proyecto se ha desarrollado teniendo en cuenta en todo momento los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad: medio ambiental, sociocultural y socioeconómico. Se ha planteado un conjunto edificado que respeta los parámetros de sostenibilidad, desde el punto de vista de la implantación, la elección de materiales y técnicas para su construcción y la producción y construcción del mismo edificio. La población local está muy involucrada en el proyecto y se ha contado en todo momento con su colaboración, para apoyo y las facilidades para el alojamiento, manutención, transporte y relaciones con las autoridades. Además, se ha contado con su aportación de materiales (unos 160 m.³ de piedras y áridos) para la construcción del podio del edificio, proyectado con un perímetro de mampostería en seco, relleno de diferentes capas de áridos de diferente granulometría, y rematado con un pavimento de piedras planas.

Para la escuela de Baasneere se ha elegido una construcción de módulos de muros y bóvedas, construidos con Bloques de Tierra Comprimida (BTC o CEB, Compressed Earth Block, en inglés) con una sobrecubierta metálica, que garantiza la conservación del conjunto y evita el sobrecalentamiento gracias a su separación de la estructura de tierra y la ventilación continua de la misma.

El BTC es un material empleado para la construcción de elementos de fábrica que se produce mediante la compactación en una prensa de una masa de tierra estabilizada. La pieza resultante es un elemento modular de pequeñas dimensiones y con un peso suficientemente reducido como para

que un único operario lo pueda manejar con comodidad. La sencillez de su producción, que puede ser realizada en la misma obra mediante la utilización de bloqueadoras manuales de tamaño muy reducido, hacen que este sistema sea óptimo para la construcción en zonas de difícil acceso o ubicadas en un entorno poco industrializado. En lo que respecta a la sostenibilidad de la técnica, no requiere la utilización de combustible en su producción y, gracias a su adaptabilidad a las materias primas locales, reduce el consumo energético por transporte de materiales. Al mismo tiempo, es un producto másico que, gracias a su elevada densidad e inercia térmica, genera elementos arquitectónicos aislantes y transpirables, que aportan un elevado nivel de confort higrotérmico a los espacios construidos con ellos.

En los sistemas abovedados, los elementos constituyentes de la fábrica trabajan únicamente a compresión, lo que posibilitaría el empleo del BTC en su construcción. Sin embargo, la adaptabilidad del sistema queda comprometida por la absorción de los empujes mediante elementos de acero que, a pesar de ser reducidos, requieren una infraestructura industrial de una mayor tecnología para su producción. Para la construcción de este tipo de espacios en zonas en las que resulte complicado recurrir al empleo de tirantes metálicos, será conveniente estudiar la construcción de sistemas alternativos para la contención de empujes, como el uso de contrafuertes o de encadenados de madera, temas que todavía necesitan de estudio, investigación y experimentación (Mileto, 2018c).

2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto ConBurkina pretendió proporcionar un apoyo a la iniciativa de las asociaciones Algemesi Solidari y A3B, para la construcción de la escuela secundaria en Baasneere (Imagen 2). Este proyecto se enmarca desde un objetivo global, que puede relacionarse directamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 8, formulado en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (NNUU). El ODS 8 pretende conseguir “un mundo que invierta en su infancia y donde todos los niños crezcan libres de la violencia y la explotación; un mundo en el que todas las mujeres y niñas gocen de la plena igualdad entre los géneros y donde se hayan eliminado todos los obstáculos jurídicos, sociales y económicos que



Imagen 2. La escuela de Baasneere. Aulario construido en la primera fase. Fuente. Elaboración propia.

impiden su empoderamiento; un mundo justo, equitativo, tolerante, abierto y socialmente inclusivo en el que se atiendan las necesidades de los más vulnerables”. De forma más específica, este proyecto pretendió favorecer una educación accesible e igualitaria en la población de Baasneere (según el ODS 4 de la Agenda 2030 Naciones Unidas y el mismo Plan Director 2013-16 de Cooperación Española). A pesar de que esta población cuenta con dos escuelas primarias, carece de escuela secundaria y la población infantil y juvenil debe desplazarse muchos kilómetros andando hasta la escuela secundaria más cercana. Si los núcleos familiares no se lo pueden permitir, generalmente las jóvenes y los jóvenes del pueblo dejan la escolarización en edad muy temprana.

El proyecto ConBurkina entronca con el espíritu general de la construcción de la escuela secundaria y el firme propósito de construir una escuela más adaptada al entorno, tanto a nivel arquitectónico y de materiales, como de impacto social y económico. Las escuelas del país se construyen generalmente con materiales industriales, como bloques de cemento y chapa metálica, creando a menudo espacios que se sobrecalientan, llegando a ser insalubres e invivibles. En muchos casos, ello obliga a la población estudiantil a salir de las instalaciones y desarrollar las clases en el exterior a la sombra de algún árbol.

El proyecto de la escuela de Baasneere plantea una clara mejora respecto a estas escuelas comunes gracias a una atención especial al emplazamiento, la distribución de los módulos y las técnicas constructivas empleadas. En este

sentido, el proyecto trata de fomentar un entorno educativo adecuado, con instalaciones sostenibles y adaptadas al entorno en el que se van a emplazar, tanto arquitectónicamente como a nivel de materiales empleados, enlazando claramente con el ODS 4.

Concretamente, el proyecto ConBurkina se planteó para reforzar esta iniciativa desde tres ejes fundamentales (Mileto, 2018b): el apoyo científico-técnico necesario para la construcción de la escuela y la mejora del edificio desde un punto de vista de la sostenibilidad (medioambiental, sociocultural y socioeconómica); el apoyo en el proceso de formación técnica de la población juvenil dirigido al empoderamiento de la población de Basneere; y la participación de la población (administración local, alumnos de la escuela y futuros alumnos) en el proceso de construcción de la escuela, a través de talleres participativos. El desarrollo de estos tres ejes de trabajo se puede resumir en los objetivos específicos del proyecto:

- Ofrecer apoyo científico-técnico a los agentes encargados de la construcción de la escuela. Para ello, se desarrolla una investigación concreta sobre las posibilidades de las bóvedas tabicadas de BTC, su construcción y su aplicabilidad al proyecto de la escuela.
- Impulsar el conocimiento de materiales y recursos locales para emplearlos en la construcción. La construcción de la escuela servirá para impulsar un aprendizaje que puede ser trasladado a otros tipos edificatorios.

- Acercar el empleo de BTC y la construcción de bóvedas tabicadas a los habitantes de Baasneeré, de forma que la sientan como propia, como una mejora técnica de su arquitectura tradicional, que les permita mejorar sus construcciones sin renunciar al empleo de materiales locales que se adaptan a las condiciones climáticas propias del lugar y que fomentan la sostenibilidad de recursos (Imagen 3).
- Promover la capacidad productiva y generadora de recursos de la gente de Baasneeré. Actualmente, la economía del pueblo se basa en la agricultura y ganadería de subsistencia y apenas existe actividad económica. Ello dificulta, en muchos casos, la formación de la población juvenil locales y les impide mejorar sus condiciones de vida. Con este taller se pretende dar a estas personas una base técnica que permita su contratación como peones durante la obra de la escuela, de manera que consoliden el conocimiento adquirido y puedan iniciar un recorrido profesional en el campo de la construcción.



Imagen 3. Arquitectura de adobe y cubierta vegetal en Baasneere.
Fuente. Elaboración propia.

Para la obtención de estos objetivos, el trabajo se ha desarrollado en seis fases:

Fase 1. Estudio de la realidad local

La realidad local ha sido estudiada desde 2012 por la propia asociación Algemésí Solidari, en colaboración con A3B (Maravilla, 2017). Sin embargo, el proyecto ConBurkina se ha iniciado con la realización de un estado del arte de este conocimiento, a través de un análisis de la situación actual (estudio de la población: características, costumbres, valores, etc.; estudio de la arquitectura tradicional de la zona, estudio de proyectos de escuelas en zonas similares, posibilidades del entorno: materiales disponibles, empresas constructoras, formación existente y requerida, etc.); y de un estudio de las posibilidades locales: contacto con la población interesada en realizar la formación a través de la asociación A3B, estudio de disponibilidad de materiales ligantes (cemento, cal, yeso) para la realización de los BTC y los morteros de agarre (para las bóvedas tabicadas), y la toma de muestras de las tierras locales y ligantes disponibles en el lugar o fácilmente accesibles (Nácher, 2017).

Fase 2. Investigación y experimentación científica en la UPV

Esta segunda fase del proyecto ha consistido en la investigación científica y experimentación realizadas íntegramente en las instalaciones de la UPV (Mileto, 2018d). En esta fase se han estudiado los materiales traídos de

Baasneere para realizar los BTC y los morteros de agarre. A través de la experimentación, se ha llegado a definir el tamaño y la composición óptimos del BTC, buscando el equilibrio entre la resistencia, la ligereza y la sostenibilidad de la producción del mismo. Para la realización de esta experimentación se ha empleado una blocadora manual. Además, se ha determinado también la composición del mortero de agarre que permite un fraguado rápido para la construcción de la bóveda tabicada sin cimbras.

En esta fase se ha desarrollado una metodología de trabajo focalizada tanto en el conocimiento pormenorizado de los materiales, como en el proceso constructivo, en cinco acciones de investigación sucesivas: caracterización material del BTC, estudio de la dosificación del mortero de agarre de las piezas, dosificación del mortero de tierra, dosificación de los morteros mixtos y construcción de prototipos de bóvedas tabicadas de BTC (Imagen 4).



Imagen 4. Pruebas de materiales (BTC y mortero de tierra) para la construcción de bóvedas tabicadas desarrolladas en la UPV. Fuente. Elaboración propia.

Fase 3: diseño de las actividades de formación y participación

En esta fase del proyecto se han organizado todas las actividades a realizar en Burkina Faso: el diseño de las actividades de formación técnico-científica para personal trabajador de diversas empresas constructoras de Ouagadougou, el diseño de las actividades de formación técnico-científica para población joven de Baasneere, el diseño de las actividades de participación que se realizarán con la población infantil y la formación del personal de cooperación de la asociación Algemesí Solidari, para que puedan colaborar en la realización de las actividades.

Fase 4. Empoderamiento de la comunidad local y formación del personal técnico local

Se han realizado dos talleres, uno en la capital, Ouagadougou, para un grupo de personal trabajador de diversas empresas constructoras, y otro en Baaneere, para la población joven con posibilidades de trabajar en el futuro en la construcción de la escuela. Ambos talleres se han estructurado de la misma manera: las actividades a desarrollar se han planteado siguiendo una metodología "learning by doing", basada en un proceso de aprendizaje en el que se invierte el modelo pedagógico convencional (Mileto, 2018a). Partiendo de la realización de una actividad práctica concreta, se extraen las reglas que la han hecho posible y se adquie-

ren los conocimientos teóricos de forma deductiva. Siguiendo este proceso de abstracción progresiva del conocimiento, los talleres se han estructurado en tres partes: en primer lugar, una breve introducción a las bóvedas y a la técnica que se iba a utilizar; a continuación, un ejercicio práctico de construcción que ha incluido la fabricación de los medios auxiliares necesarios y su empleo para la fabricación de una bóveda; en tercer lugar, se ha desarrollado un pequeño módulo teórico, en el que se han mostrado numerosos casos reales para mostrar las opciones que ofrece la técnica; por último, se ha llevado a cabo una actividad práctica de diseño que les permitiera explotar las posibilidades del sistema aprendido (Imagen 5).



Imagen 5. Talleres de formación para la construcción de bóvedas tabicadas con BTC. Fuente. Elaboración propia.

Fase 5. Actividades de participación social

Esta fase del proyecto ha consistido en la realización de actividades de participación social con la población infantil y juvenil que estudiará en la escuela (Mileto, 2018a). El taller organizado para las niñas y los niños de Baasneere tuvo por objetivo fomentar el valor y el aprecio la franja más joven de la población, tanto por la arquitectura tradicional construida con tierra propia de su país, como por las técnicas constructivas del proyecto de la escuela de educación secundaria que será su escuela en el futuro (Imagen 6).

La primera sesión de taller trató sobre las características de la tierra, abordándose, de manera sencilla, temas como su color, textura o composición. En primer lugar, se realizó una breve explicación sobre este material y sus variaciones de tonalidad. En la segunda sesión de taller, las actividades trataron sobre la tierra como material de construcción. Se inició la sesión con una breve explicación sobre las casas tradicionales de distintas partes del mundo para mostrar cómo, en cada lugar, la arquitectura tradicional se construye con los materiales naturales propios. Se trataba de hacer ver a las niñas y los niños por qué su arquitectura se construye con tierra, mostrándoles, de manera sencilla y mediante diversos juegos, cómo se puede utilizar este ma-

terial. La intención de todas estas actividades fue aportar a la población más joven de Baasneere conocimientos que sirvieran para fortalecer su apreciación por la cultura propia y empoderar, de esta manera, a las generaciones futuras, que serán las encargadas de tomar las decisiones en los próximos años, frente a los cambios impuestos por la industria, la globalización o la especulación.



Imagen 6. Talleres de sensibilización para la población infantil de Baasneere. Fuente. Elaboración propia.

Fase 6. Difusión y explotación de los resultados

Como conclusión del trabajo realizado se han ido preparando diversas publicaciones científicas sobre el proceso y los resultados de la parte experimental de proyecto. Además, se ha puesto en marcha una web del proyecto (conburkina.blogs.upv.es) donde se han publicado los resultados. Se ha realizado también una exposición sobre el proyecto que ha sido expuesta en la Escuela de Arquitectura de la UPV en noviembre de 2018 y en Algemés en enero 2019. Para esta exposición, además de paneles, se han preparado vídeos explicativos que enmarcan y ayudan a comprender mejor las tareas desarrolladas en el proyecto. Por otra parte, se ha preparado una publicación más amplia que recoge el desarrollo del proyecto y para que pueda servir a futuras experiencias.

3 RESULTADOS Y VALORACIÓN

Desde hace más de veinte años, el grupo de investigación RES-Arquitectura de la UPV, dirigido por Camilla Mileto y Fernando Vegas, se ocupa de la investigación, protección, conservación y restauración de la arquitectura histórica monumental y vernácula y, desde 2006, se ocupa directamente de la arquitectura histórica construida con tierra. En estos años se han desarrollado diversos proyectos y trabajos de investigación en esta área, tanto a nivel nacional como internacional. Entre ellos, se pueden destacar los proyectos Terra Incongnita y Terra (In)Cognita (financiados por la UE) y los proyectos Res-Tapia, SOS-Tierra y Risk-Tierra (financiados por el Plan Nacional de Investigación). Gracias a la actividad desarrollada en este ámbito de investigación, desde 2012, Camilla Mileto y Fernando Vegas han sido nombrado representantes de España de la Cátedra UNESCO de Arquitectura de Tierra, Culturas Constructivas y Desarrollo Sostenible.

Más recientemente, y al hilo de los proyectos de investigación, se ha iniciado una nueva línea de trabajo que ha permitido dar el salto de la investigación puramente teórica a la investigación orientada a la acción, en el ámbito de los proyectos de cooperación. Así pues, en este marco surge el proyecto ConBurkina, como un trabajo que nace con el objetivo inicial de unir las tareas de investigación con la cooperación y

la contribución al desarrollo sostenible. El proyecto ha representado un avance científico en la adaptación de las técnicas de la construcción con tierra y, especialmente, las bóvedas tabicadas construidas con BTC, en un país del continente africano. Pero también ha supuesto una importante reflexión sobre lo que significa la cooperación al desarrollo sostenible y el rol que la arquitectura puede tener en ella.

En este punto conviene destacar el trabajo que está desarrollando María Lidón de Miguel dentro del grupo de investigación. A partir de una beca del CCD de la UPV, pudo desarrollar su Trabajo Final de Máster (TFM) en Baasneere (Lidón, 2019), estudiando la arquitectura vernácula y su transformación reciente. María Lidón actualmente se encuentra desarrollando su tesis doctoral, en la que aborda una reflexión más compleja sobre la interacción entre la realidad local y la cooperación internacional, en el ámbito de la conservación de la arquitectura.

En este sentido cabe también reflexionar sobre la aportación, a la sociedad actual, de los materiales tradicionales empleados en la arquitectura vernácula, no solo en los contextos económicamente desfavorecidos, si no cada vez más en los países más desarrollados. Esta reflexión, que crece en el grupo de investigación a través de su trayectoria en el estudio de la arquitectura vernácula en España, Europa y el resto del mundo, tuvo un primer punto de maduración en el proyecto *Versus-Vernacular Heritage Sustainable Architecture* (finaciado por la UE). En él se trató de identificar y poner en valor las lecciones de sostenibilidad medioambiental, socio-

cultural y socioeconómica que puede aportar la arquitectura vernácula y que pueden ser válidas para la arquitectura contemporánea. Estas reflexiones, conjuntamente con las experiencias desarrolladas por el mismo grupo en los talleres de formación y sensibilización, han llevado a proponer a la UE el proyecto *Versus+Heritage for People*, concedido para el periodo 2019-2023. En este proyecto se pretende trabajar sobre todo en la sensibilización de la población local hacia la arquitectura vernácula y sus valores a través de talleres y eventos participativos.

Volviendo al proyecto ConBurkina, la situación política del país ha imposibilitado una continuidad de trabajo *in situ* a partir de 2019. No obstante, la escuela se sigue construyendo por fases y el grupo de investigación sigue participando en el diseño de las diversas partes del conjunto, en colaboración con Algemesi Solidari, así como en el asesoramiento de materiales y técnicas constructivas.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

El proyecto ha supuesto la colaboración estrecha entre todos los agentes involucrados. El conjunto de responsables de las asociaciones Algemesi Solidari y A3B, como impulsores del proyecto de la escuela y responsables del proyecto arquitectónico. El grupo de investigación de la UPV, que han prestado su apoyo científico y técnico a través de las tareas de investigación desarrolladas para proporcionar en todo momento la mejor solución posible, así como para formar el personal dedicado a la construcción del lugar y sensibilizar la población infantil que ocupará la escuela. La administración local, que ha colaborado en todo momento facilitando las tareas *in situ* apoyando la iniciativa de forma global y especialmente al personal voluntario y sus múltiples labores, así como guiando el conocimiento de la cultura, las costumbres y la arquitectura local. El personal docente de la escuela que apoyó en el desarrollo de las actividades de sensibilización realizadas con las niñas y los niños. Por último, la población de Baasneere, que ha colaborado dejando estudiar sus casas y sus costumbres.

Evidentemente la mayor contribución del proyecto está sin duda ligada al apoyo técnico que se ha aportado a la iniciativa. También a las acciones de formación y sensibilización realizadas para que se comprendiera y apreciara la arquitectura que se estaba construyendo, en la búsqueda de una arquitect-

tura más responsable con el entorno ambiental y social.

En este sentido, como ya se ha apuntado, el proyecto ha contribuido principalmente a los ODS 4 (proporcionar una educación de calidad) y 5 (lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas), pero también al ODS 11 (lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles), especialmente en el aspecto de “proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales”. Resaltar también la contribución al ODS 9 (construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación), haciendo énfasis en el aspecto de “aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo”. Respecto a la relación del proyecto con el ODS 8 (promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos), sobre todo en la promoción de “políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de

las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros”.

Por otra parte, una contribución igualmente importante ha sido la forma de plantear el proyecto, que no tiene necesariamente que ver con el resultado arquitectónico que se puede conseguir, si no con el recorrido de aprendizaje mutuo que se realiza durante el proceso y con la importancia de la identificación local con la arquitectura. La escuela no está acabada y se seguirá construyendo en los próximos años, pero la colaboración mantenida en este tiempo ha creado un aprendizaje conjunto en la colaboración, la comprensión de la diversidad cultural, el respeto mutuo y la valoración de las diferencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Lidon De Miguel M. (2019): Baasneere (Burkina Faso): estudio urbano, tipológico y constructivo, Trabajo Final de Máster, UPV, inédito (<https://riunet.upv.es/handle/10251/131854>)
- Maravilla Moreno, J. V. & Ferragud Adam, X. (2017): “The school of Baasneere, the process of international cooperation” en *Vernacular and Earthen Architecture: Conservation and Sustainability* pp. 389 – 392. ISBN 978-1-138-03546-1. Publicación indexada en WoS y Scopus. Londres: Taylor & Francis Group.
- Mileto, C., Vegas F., García-Soriano L., Cristini V., Gómez-Patrocínio F.J. (2018a): “Building workshops for empowerment and sustainable development. A training experience in Baasneeré (Burkina Faso)”. EDULEARN 2018 – International Conference on Education and New Learning Technologies. IATED ed.
- Mileto, C., Vegas F., García-Soriano L., Gómez-Patrocínio F.J. (2018b): Research experiences in cooperation and sustainable development. The case of Baasneeré (Burkina Faso). VIBRArch Valencia 1 Bienial Research of Architecture. October, 18-19 – Valencia
- Mileto, C., Vegas F., García-Soriano L., Gómez-Patrocínio F.J. (2018c): ConBurkina. Proyecto de apoyo científico y de formación para una iniciativa de cooperación - ConBurkina. Scientific support and training project for a cooperation initiative. REEDES.
- Nácher, Martínez, J.; Maravilla Moreno, J. V.; Ferragud Adam, X. & Gómez-Patrocínio, F. J. (2017): “CEB production in social insertion workshops. An experience in Algemesi (Spain)” en *Vernacular and Earthen Architecture: Conservation and Sustainability* pp. 399 – 402. ISBN 978-1-138-03546-1. Publicación indexada en WoS y Scopus. Londres: Taylor & Francis Group.
- Vegas F., Mileto, C., Gomez-Patrocínio F.J., García-Soriano L. (2018d): “Early experiences for the construction of CEB tile vaults. Preliminary study of the dosage of blocks and mortar”. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*. Vol.(11) Issue (1), pp.048-052

un proyecto de

Gielen, Eric ¹

Palencia Jiménez, Jorge Sergio ¹

Flores Juca, Enrique ²

Sarmiento Moscoso, Luis Santiago ²



**ESTUDIO DE LA RELACIÓN
ENTRE EL COSTE DEL SUELO
Y LA VULNERABILIDAD.
EFECTOS SOBRE LOS PATRONES
DE OCUPACIÓN. CUENCA
(ECUADOR)**

¹ Universitat Politècnica de València (España).

² Universidad de Cuenca (Ecuador).

1 INTRODUCCIÓN

Desde finales de la década de los 80 del siglo pasado, en las ciudades y áreas metropolitanas, tanto del ámbito mundial como de América Latina, se han registrado modificaciones importantes en su configuración, como resultado de cambios demográficos (vegetativos y/o migratorios), políticos, económicos, reestructuración del Estado, etc.; sustentados en un desarrollo socioeconómico regido por el mercado. Ha sido a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando el crecimiento de las ciudades en el mundo ha experimentado su mayor incremento. El 54% de la población mundial actual reside en áreas urbanas y se prevé que para 2030 esta cifra llegue al 60%, según datos de las Naciones Unidas (NNUU, 2019). Además, según este mismo informe, este fenómeno no solo afecta a las grandes ciudades o *megaciudades*, sino también a las áreas urbanas con menos de medio millón de habitantes.

En el caso de la ciudad de Cuenca (Ecuador), considerada por las NNUU como ciudad intermedia, en el año 2016 fue sede de la Conferencia Temática sobre Ciudad Intermedia de Hábitat III de las NNUU sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible. Varios estudios (Donoso, 2016; Flores, 2013; Flores, 2016) concluyen que la ciudad ha experimentado un crecimiento demográfico importante. Además, como en otras ciudades latinoamericanas, el crecimiento urbano se ha desarrollado

consolidando ciertas zonas no urbanas que generan, de manera no intencionada, áreas con grandes desequilibrios. A lo cual se le suma el acceso desigual al suelo urbano por parte de la población.

En línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 11: "lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles"; se sabe que los procesos de urbanización que surgen como consecuencia de este crecimiento han desbordado, en muchos casos, la capacidad de conducción, regulación y mantenimiento de los gobiernos locales en muchas ciudades latinoamericanas. Ocurre especialmente con la ocupación indiscriminada de áreas de alto riesgo natural, tanto hídrico como geológico, donde se suelen asentar las poblaciones más pobres, incrementando considerablemente, si cabe aun, su vulnerabilidad y limitando sus posibilidades de desarrollo.

Este trabajo pretende incidir en los objetivos 1 (Fin de la Pobreza) y 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) marcados por la Agenda 2030 de las NNUU y, más concretamente, sobre sus siguientes metas:

- ODS 1.4. Garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de las tierras.
- ODS 1.5. Fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos re-

lacionados con el clima y otras crisis y desastres económicos, sociales y ambientales.

- ODS 11.1. Asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.
- Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para una planificación y gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países; redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio natural.

Para ello, es imprescindible un mayor conocimiento de los factores explicativos del crecimiento urbano: valor del suelo, aptitud, vulnerabilidad, accesibilidad, etc.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El crecimiento urbano de las ciudades se caracteriza por dos procesos fundamentales: la concentración y la dispersión. Por un lado, el fenómeno de migración de lo rural a lo urbano provoca un movimiento de la población y una mayor concentración de la población en las urbes. Esta concentración hace que en las ciudades de grandes dimensiones no solo se concentre la población, sino también que adquieran un papel cada vez más importante en materia de economía, equipamientos, transportes y comunicaciones. Por otro lado, este mismo crecimiento de las urbes, que de hecho se consolidan en conurbaciones, viene acompañado por un fenómeno de dispersión urbana, con características, causas y consecuencias que dependen fuertemente del contexto geográfico, siendo diferentes entre los países más pobres y los más industrializados (EEUU y Europa).

El crecimiento urbano de las ciudades se caracteriza por dos procesos fundamentales: la concentración y la dispersión. Por un lado, el fenómeno migratorio que se produce desde lo rural a lo urbano provoca un movimiento de la población y su concentración en las ciudades o sus alrededores. Las grandes aglomeraciones humanas se acompañan además de concentración de la economía, equipamientos, transportes y comunicaciones. Por otro lado, el crecimiento de las urbes, se consolidan en conurbaciones y vienen acom-

pañados de un fenómeno de dispersión urbana, con características, causas y consecuencias que dependen fuertemente del contexto geográfico, siendo diferentes entre los países más pobres y los más industrializados (EEUU y Europa).

En el caso de las ciudades latinoamericanas estos dos procesos parecen, en muchas ocasiones, actuar como dos vectores contrapuestos, ya que concentran riqueza en determinados lugares con mayor oportunidad y dispersan pobreza, ocupando los lugares residuales, menos interesantes en términos de accesibilidad a conocimiento, recursos, servicios públicos, etc. y con mayor vulnerabilidad a riesgos. Por un lado, como apunta Clichevsky (2003), aparecen concentraciones residenciales para la población de altos ingresos, tanto en las áreas urbanas consolidadas como en la periferia. Por otro lado, crecen los asentamientos informales o irregulares en el resto del territorio (Gómez López, 2012; Usach et al., 2009). Este fenómeno acrecienta la fragmentación social y un incremento de las desigualdades económicas y espaciales (De Lázaro, 2006).

Así, el incremento del tamaño de las ciudades ha dado lugar al surgimiento de espacios, situados en sus periferias que son difíciles de delimitar y definir, caracterizados por una integración de lo urbano con lo rural y por la heterogeneidad y conflictividad social. Estos espacios periurbanos se han venido estudiando por numerosos autores desde hace años (Avila, 2001; Puebla, 2009; Frediani, 2010; Duran, 2016). En el contexto latinoamericano, el periurbano se puede explicar por dinámicas en las cuales se interrelacionan fenómenos

como la expansión incontrolada de las urbes, las migraciones del campo a las ciudades, el mercado ilegal de tierras y la precariedad urbana, entre otros (Avila, 2001). Duran (2016) añade la falta de planes urbanos, lo que ha generado una mayor polarización social.

En el caso de Cuenca, la ausencia de un eficiente control urbano y la falta de actualización de la planificación urbana y territorial, ha propiciado la construcción de un espacio periurbano de gran extensión y desordenado, que presenta graves problemas territoriales. Uno de los más complejos es el emplazamiento de edificaciones y conjuntos habitacionales en sitios vulnerables a diferentes tipos de riesgo: desde la cercanía a márgenes de ríos y quebradas, zonas de altas pendientes, zonas de condiciones especiales al ser suelos de rellenos en drenajes naturales o quebradas, etc. A ello se suma que una gran extensión de la zona de expansión se asienta sobre fallas de orden geológico y basamentos volcánicos y sedimentarios (Flores, 2016). El crecimiento urbano de Cuenca se ha expandido con un marcado gradiente, que nace en el propio límite urbano y concluye en la ruralidad, sin un punto de cierre definido más allá del área de expansión urbana delimitada en los planes. Esta zona de expansión se ha visto acompañada por la implantación de numerosas construcciones irregulares (fuera de la norma), así como asentamientos informales. A pesar de los intentos planteados en diferentes planes de ordenación, resulta claro que Cuenca no consiguió abordar la problemática planteada por el crecimiento de la zona periurbana: el crecimiento urbano de la ciudad desborda ampliamente los límites urbanos establecidos

hasta ahora y ha sido incapaz de controlar la expansión urbana y encauzarlo hacia las zonas con mayores aptitudes.

Es en este contexto que se realizó el proyecto de investigación "Estudio de la relación entre el coste del suelo y la vulnerabilidad. Efectos sobre los patrones de ocupación", financiado por el Programa ADSIDEO-Cooperación 2017, por parte de la Universitat Politècnica de València (UPV), y la Universidad de Cuenca (UC). El proyecto se desarrolló sobre la ciudad de Cuenca (Ecuador) y tuvo una duración de dos años.

El objetivo del trabajo realizado en Cuenca era, en primer lugar, comprender mejor el proceso de transformación urbana y generar nuevos conocimientos que expliquen la especialización del suelo. En segundo lugar, proponer herramientas apropiadas a las condiciones de la región, que puedan ser utilizadas como guía para planificar nuevos asentamientos, reordenar los existentes y completar los sectores deficitarios, con el fin último de mejorar las condiciones de vida y satisfacer las necesidades básicas de los ciudadanos que los habitan.

A nivel metodológico había que delimitar el ámbito de estudio que se correspondería con el espacio periurbano. A continuación, se elaboró un mapa dinámico con el inventario de los medidores de luz de alta (de la empresa ETAPA suministradora de electricidad en Cuenca), antes del año 2008 y en los años sucesivos hasta 2018. Se obtuvo con ello una cartografía de los asentamientos urbanos, caracterizado por la densidad de viviendas, y su transformación entre 2008 y 2018. En

una tercera fase, se identificaron distintos factores explicativos potenciales para su transformación: pendiente, accesibilidad, áreas con riesgo natural (peligrosidad), espacios naturales, valor del suelo de los predios, etc. Finalmente, se intentó formular un modelo espacio-temporal mediante Sistema de Información Geográfica, con el objetivo de modelizar los patrones de asociación entre las tipologías urbanas y los distintos factores explicativos inventariados. Se trataba de construir un modelo que permitiera, a modo prospectivo, generar una imagen de futuro del crecimiento de los asentamientos urbanos en el espacio periurbano, evaluar sus efectos en relación a un incremento de la segregación socio-espacial de la población y la vulnerabilidad de la población en mayor riesgo de pobreza.

3

RESULTADOS Y
VALORACIÓN

Cuenca es la tercera ciudad de Ecuador con 505.585 habitantes, según el censo de población de 2010, por detrás de Guayaquil y Quito. Con medio millón de habitantes, Cuenca es considerada por las NNUU como ciudad intermedia. En 2016 fue sede de la Conferencia Temática sobre Ciudad Intermedia de la Conferencia de Hábitat III de las NNUU sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible. Dicha conferencia pretendía reforzar el compromiso mundial hacia una urbanización sostenible y la implementación de una Nueva Agenda Urbana, elaborada a partir de la Agenda Hábitat de Estambul del 1996.

La ciudad de Cuenca se sitúa en la provincia de Azuay, al centro-sur de la región interandina de Ecuador, en la hoya del río Paute, a una altitud de 2.550 metros (Imagen 1). El cantón de Cuenca tiene una superficie de 3.086 km² y se encuentra subdividido en 22 parroquias rurales y 15 parroquias urbanas.



Imagen 1. Situación de Cuenca (Ecuador).
Fuente. OpenStreetMap.

Los límites urbanos y el de área de expansión urbana definidos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón de Cuenca, ya no sirven para estudiar el crecimiento urbano de la ciudad (Imagen 2). Es necesario pues delimitar un nuevo límite para el estudio de la ciudad. El área periurbana, que aparece en la Imagen 2, se ha propuesto extendiendo el área de expansión urbana a las zonas rurales más próximas, siguiendo criterios de densidad (considerando como urbano una densidad superior a una vivienda por hectárea), continuidad y proximidad del tejido urbano consolidado. El ajuste final se realizó manualmente considerando el límite administrativo del cantón de Cuenca (al este), así como criterios topográficos, hidrográficos y las principales vías de acceso a la ciudad.

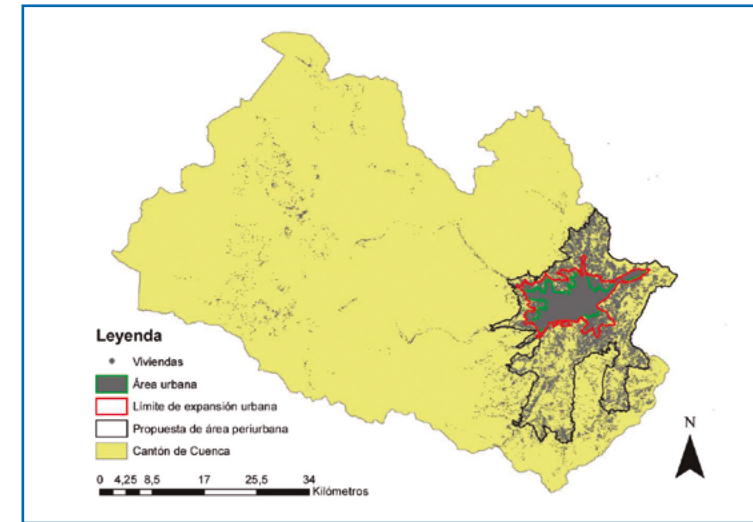


Imagen 2. Propuesta de área periurbana de la ciudad de Cuenca.
Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de medidores de luz proporcionados por la empresa eléctrica ETAPA.

Delimitada el área periurbana, se analizó el crecimiento urbano de la última década entre 2008 y 2018. Para ello, se parte de una base de datos de los medidores de la empresa suministrador de electricidad ETAPA. El número de medidores de luz en el ámbito de estudio ha crecido un 70%, pasando de 38.020 medidores existentes antes de 2008 a 64.896 medidores en 2018. Este crecimiento ha sido relativamente estable en el periodo estudiado, oscilando el crecimiento anual entre el valor mínimo que se registró en el año 2015 (3,12%) y el máximo en 2009 (6,39%). Con ello, se ha podido extrapolar una línea tendencial con un alto valor de R cuadrado de 0,9985, y proyectar el número total de medidores a 10 años que podría ser superior a 90.000 viviendas en 2028, lo cual significaría 25.000 medidores adicionales.



La distribución espacial de los medidores permite entender cuál es el modelo de ocupación resultante del crecimiento urbano entre los años 2008 y 2018. Para caracterizar y entender los patrones de ocupación urbana, se han producido mapas de densidad de viviendas y comparado los dos años (Imagen 3). Como se puede ver, el crecimiento urbano se produce no solo en el área de expansión urbana, sino también fuera de él (en toda el área periurbana identificada), transformando grandes extensiones de suelo rural, sin que el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón de Cuenca pudiera controlar este proceso, ya que señalan que en el suelo rural no se admitirían asentamientos urbanos.

Con ello, se han elaborado unos nuevos mapas tipificando la densidad por intervalos de medidores por hectárea, en 4 categorías de suelo urbano:

- I: Densidad ≤ 1 medidor/ha;
- II: Densidad entre 1 y 2 medidores/ha;
- III: Densidad entre 2 y 4 medidores/ha;
- IV: Densidad > 4 medidores/ha.

La superficie ocupada por las categorías III y IV, con más de dos medidores por hectárea, se ha multiplicado por dos pasando de ocupar apenas 11%, antes de 2008, a 23% del ámbito de estudio en 2018. Así pues, resulta evidente la transformación del suelo rural y su ocupación urbana progresiva por la extensión de la ciudad. En la Imagen 4 puede observarse mejor el crecimiento de la mancha urbana entre los años 2008, 2013 y 2018, así como la distribución en el ámbito de estudio de las distintas categorías de densidad.

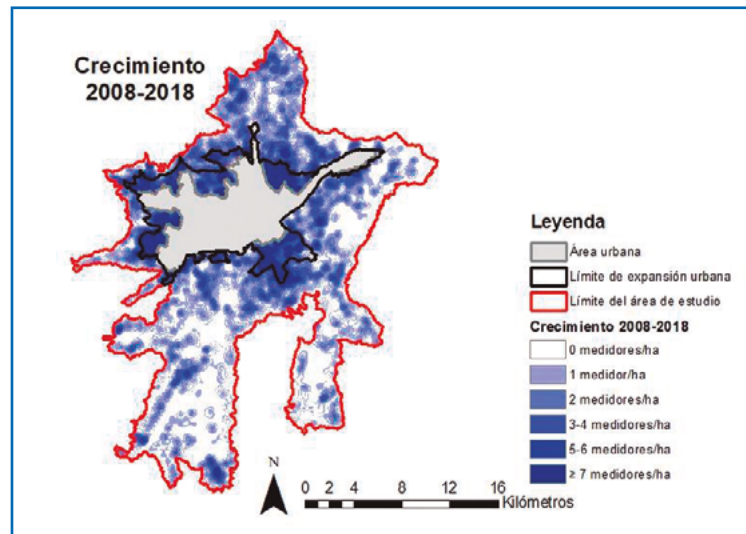


Imagen 3. Crecimiento urbano medido a través de los nuevos medidores dados de alta entre 2008 y 2018. Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de medidores de ETAPA.

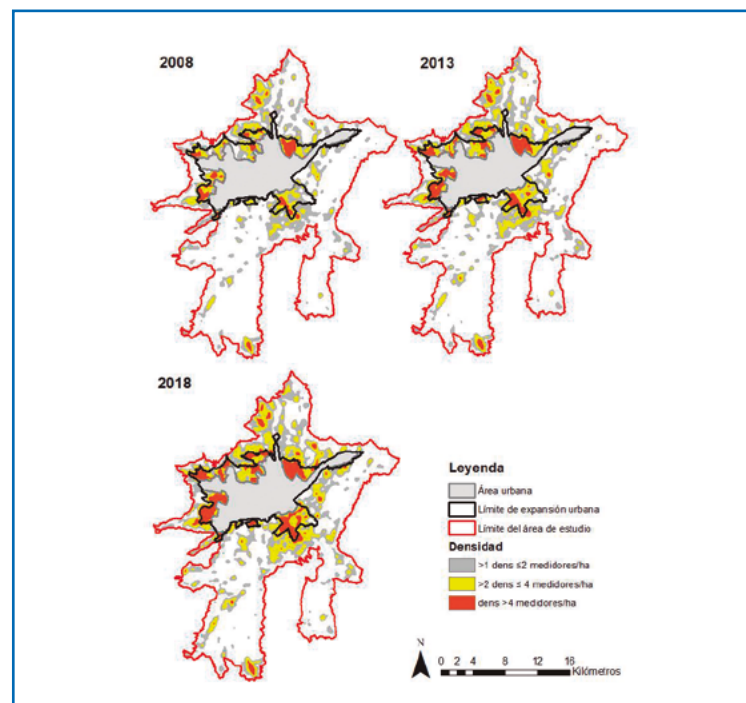


Imagen 4. Distribución de las categorías de densidad de medidores en los años 2008, 2013 y 2018. Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de medidores de ETAPA.

Habiendo identificado las dinámicas urbanas en la última década y considerando que esta misma tendencia se podría repetir en el futuro, se procede a modelizar y proyectar el desarrollo futuro de la ciudad en el año 2028. Para simular el crecimiento futuro del ámbito de estudio de Cuenca, se utiliza el

plug-in MOLUSCE (Modules for Land Use Change Evaluation) para QGIS diseñado para analizar, modelar y simular cambios en los usos del suelo. El esquema metodológico del modelo de simulación de crecimiento implantado es el que se presenta en la Imagen 5.

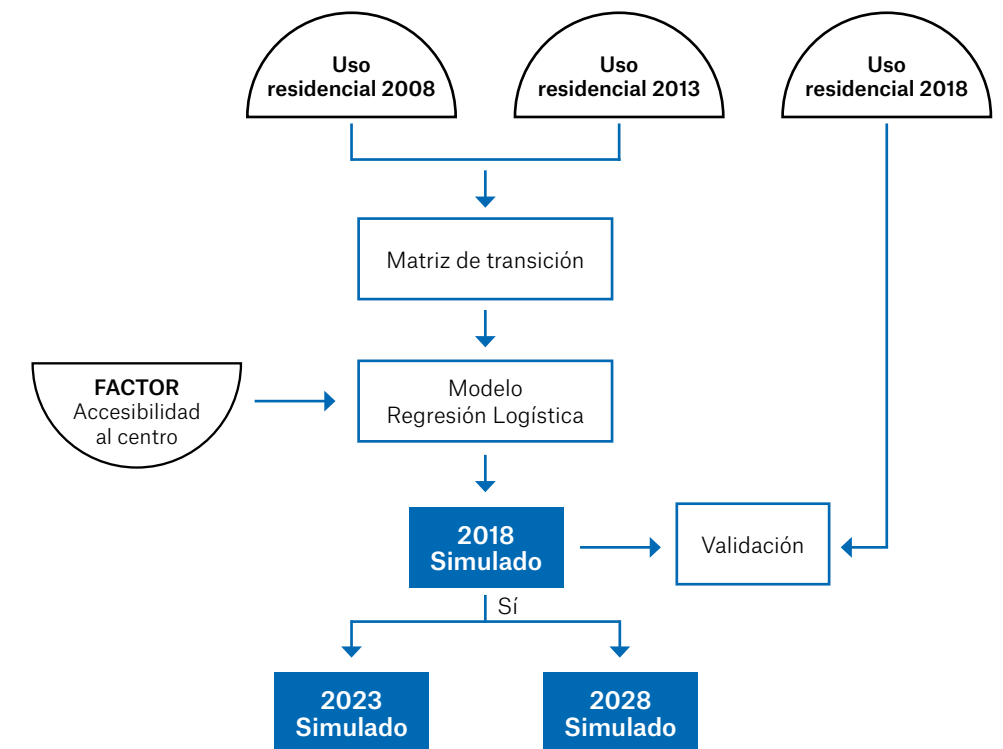


Imagen 5. Esquema metodológico del modelo de simulación de crecimiento. Fuente. Elaboración propia.

En primer lugar, se define el modelo de regresión logística a partir de los medidores del año 2008 y 2013, que se valida luego con los medidores de 2018. Se introduce además la accesibilidad al centro como factor explicativo adicional del crecimiento. Se obtiene así la matriz de transición siguiente (Tabla 1). La herramienta MOLUSCE proporciona dos estadísticos para validar el modelo: el índice de Kappa (0,77212) y la proporción de concordancia (86%). Según estos indicadores, el ajuste es aceptable.

Una vez validado, se puede usar el modelo para proyectar y obtener, con una iteración, la simulación para 2023 o, con dos, el mapa simulado para el año 2028. El mapa resultante para el año 2028 se muestra en la Imagen 6.

El crecimiento de Cuenca previsible para 2028 supone 3.688,75 hectáreas más de suelo con densidades superiores a 1 medidor por hectárea o 2.876,50 hectáreas con densidades superiores a 2 medidores por hectárea. Aunque este crecimiento es ya de por sí importante, el reto para la sostenibilidad es aún más evidente si analizamos qué tipos de suelo se pueden ver transformados. En cuanto a espacios naturales, el 34% de los espacios naturales se encontraría amenazados por la presencia de viviendas con densidades superiores a 2 medidores por hectárea. En cuanto a las pendientes, pasa algo parecido ya que, en 2028 se podría duplicar las viviendas en zonas con pendientes elevadas o muy elevadas, llegando a ocupar más de 3.100 hectáreas. En lo que se refiere a la superficie urbana afectada por riesgos, esta superficie sería de 3.698 hectáreas. Finalmente, sin el control del Plan de Desarrollo y

Class color	1	2	3	4
1 < 1 med./ha	0,891838	0,106205	0,001795	0,000162
2 de 1 a 2 med./ha		0,648918	0,348582	0,002500
3 de 2 a 4 med./ha			0,726312	0,273688
4 > 4 med./ha				1,000000

Tabla 1. Matriz de transición. Fuente: Elaboración propia.

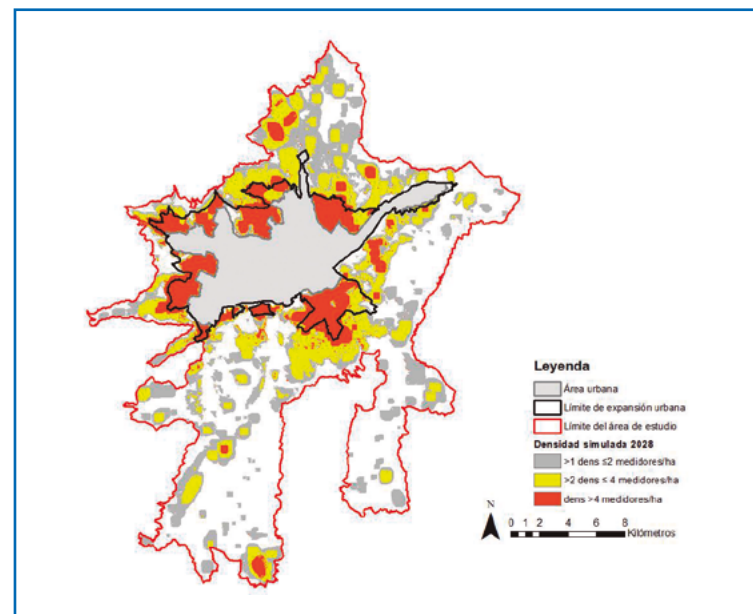


Imagen 6. Proyección del modelo de ocupación del suelo para 2028. Fuente: Elaboración propia.

Ordenamiento Territorial del Cantón de Cuenca (PDOT), de las 1.869 hectáreas en 2018 con más de 2 medidores por hectárea en zonas de ordenación de tipo conservación o recuperación, en 2028, se podría incrementar en más de 1.000 hectáreas, llegando a 2.876 hectáreas.

A continuación, se plantearon dos modelos estadísticos, ambos por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) (en ArcGIS). El primero de ellos, pretende investigar cuáles podrían ser los factores explicativos del crecimiento urbano. Para ello y después de un análisis exploratorio, se formuló el siguiente modelo estadístico:

$$VD = \beta_0 + \beta_1 x V_1 + \beta_2 x V_2 + \beta_3 x V_3 + \beta_4 x V_4 + \beta_5 x V_5 + \beta_6 x V_6 + \beta_7 x V_7$$

Donde:

- VD es la variable dependiente, el crecimiento a explicar.

• V_1, \dots, V_7 son las variables independientes, que supuestamente explican el crecimiento. Las variables independientes que se han usado son: Accesibilidad al centro de la ciudad, Accesibilidad a centros educativos, Pendiente, Distancia a las vías más cercanas, Nivel de uso del suelo (PDOT), Proximidad a medidores de 2007.

• $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_7$ son los 7+1 coeficientes del modelo.

El modelo se ha formulado según las categorías de densidad visto anteriormente, dando lugar a los resultados siguientes (Tabla 2):

Variable	β (0-3 med/ha)	β (4-7 med/ha)	β (>7 med/ha)
V_1 Log(Nº medidores 2007)	0,419823*	0,918738*	0,863599*
V_2 Proximidad a medidores 2007	0,246191*	0,122570*	0,049891*
V_3 $1/(\text{Accesibilidad al centro})^{1/2}$	1,334169*	1,165125*	0,871316*
V_4 $1/(\text{Accesibilidad a centros educativos})^{1/2}$	0,009364*	0,011468	0,034332*
V_5 $1/\text{Pendiente}$	0,240861*	0,078643	0,103042
V_6 $1/\text{Distancia a las vías más cercanas}$	0,061804*	-0,003819	-0,007238
V_7 Nivel de uso del suelo (PDOT)	0,015489*	0,009657*	0,015552*
β_0 Constante	0,594318*	-0,017911	0,142976*
VD Log(Nº medidores 2018)	$R^2(0,317044)$	$R^2(0,35368)$	$R^2(0,688975)$

Tabla 2. Efectos de las variables según modelo 1 MCO. Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. En primer lugar, el modelo explica mejor el crecimiento en las zonas más densas (con más de 7 med./ha);
2. En segundo lugar, las variables presentan signos o efectos coherentes con el sentido que se les esperaba;
3. En tercer lugar, todas las variables seleccionadas son estadísticamente significativas en las zonas con menor densidad (< 3 med./ha), siendo que la pendiente y la distancia a las vías más cercanas, lo son únicamente para esta categoría;
4. En cuarto lugar, sí sale significativo las categorías de ordenación del PDOT, demostrando cierto control del planeamiento sobre parte del crecimiento, aunque no sea limitante ya que se producen crecimientos en categorías de uso para la conservación;
5. En quinto lugar, como era previsible, la presencia de medidores en 2007 tiene un efecto significativo positivo, mayor en densidades de 4 a 7 med./ha;
6. En sexto lugar, la accesibilidad al centro tiene un efecto significativo en todas las categorías, mayor conforme menor densidad.

Este primer modelo estadístico desarrollado pone de manifiesto algunas de las variables que condicionan el crecimiento urbano y arroja criterios de interés para un mejor control por

parte del planeamiento. Los resultados de este proyecto podrían ser utilizados en otros ámbitos, ya que el crecimiento de asentamientos de manera dispersa y sin apenas control sobre el suelo por parte del planeamiento, es un problema relativamente común en las grandes ciudades y ciudades medias de los países latinoamericanos. Entender mejor las variables involucradas en el crecimiento urbano permitirá diseñar propuestas de instrumentos normativos y/o de gestión territorial-urbanístico. El libro que se está preparando en colaboración con la UC y que pretende plantear propuestas en este mismo sentido, permitirá la divulgación y la réplica en otros ámbitos de los resultados del proyecto.

El segundo modelo estadístico investiga los factores explicativos del coste del suelo. Para la determinación del precio del suelo, a partir de los datos ya vistos anteriormente, se plantea el siguiente modelo mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios:

$$\text{Valor} = \beta_0 + \beta_1 \text{Dist}_V \text{Vías} + \beta_2 \text{Acc}_E \text{Edu} \beta_3 \text{Acc}_C \text{Cab} + \beta_4 \text{Acc}_C \text{Centro} + \beta_5 \text{Pendiente} + \beta_6 \text{Densidad} + \beta_7 \text{Nivel}_U \text{uso}_S \text{suelo} + \beta_8 \text{Sup}_T \text{terreno} + \varepsilon_3$$

La variable dependiente es el valor del suelo y las independientes son las variables de distancia a vías, la accesibilidad a escuelas medido en minutos, accesibilidad a cabecera parroquia, accesibilidad al centro de la ciudad, la pendiente del terreno analizado, categoría de ordenación del PDOT (el nivel de uso de suelo) y el área del terreno. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3:

Variables	β
Distancias a vías más cercanas (m)	-0,12 ***
Accesibilidad a Educación (min)	0,14***
Accesibilidad a la Cabecera Parroquial (min)	0,291 ***
Accesibilidad al Centro (min)	-0,31 ***
Pendiente (%)	-0,18**
Densidad de viviendas en 2018	0,25 ***
Superficie de categoría de ordenación PDOT: área urbana (%)	-0,01**
Superficie de categoría de ordenación PDOT: Conservación (%)	-0,14**
Superficie de categoría de ordenación PDOT: Expansión (%)	0,2
Superficie de categoría de ordenación PDOT: Producción (%)	-0,05***
Superficie de categoría de ordenación PDOT: Recuperación (%)	-0,07
Superficie del terreno	0,05**

Nota: ***Nivel de significancia al 1%, ** Nivel de significancia al 5%, * Nivel de significancia al 10%.

Tabla 3. Efectos de las variables según modelo 2 MCO.
Fuente. Elaboración propia.

Se evidencia que variables como tener mejores accesos a centros educativos, a la cabecera parroquial y mayor nivel de densidad poblacional, incrementan el precio del suelo de 0,14 a 0,26, mientras que el resto de variables como mayores niveles de inclinación del terreno, que se destine el espacio a producción y conservación y acceso al centro de ciudad, influyen negativamente en el precio del suelo en las áreas de estudio de la Ciudad. Por el contrario, el porcentaje del terreno que se destina a recuperación y expansión no aparecen como variables significativas en el precio del suelo.

Valoración de la investigación

Se valora muy positivamente los aprendizajes del proyecto, tanto a nivel investigador/académico como personal.

En primer lugar, el hecho de investigar en el marco de este proyecto de cooperación, se plantea en un contexto territorial muy diferente, lo cual en un área de conocimiento como el urbanismo y la ordenación territorial proporciona una experiencia muy enriquecedora, más aun, cuando los profesores de la UPV tienen cada vez más docencia en diferentes Másteres con un alto porcentaje de estudiantes de Latinoamérica.

En segundo lugar, y siguiendo con la idea anterior, se valora muy positivamente también los aspectos relacionados con la toma de datos, indispensable para la propia actividad investigadora. La falta de datos en algunos aspectos concretos se tuvo que suplir con solución imaginativa dando más sentido si cabe a la labor investigadora.

En tercer lugar, otro aspecto relevante para el aprendizaje son las diferencias que existen entre países en relación con el urbanismo y la ordenación del territorio, en cuanto al marco legal y los procesos de transformación del territorio. Por un lado, la práctica del urbanismo en Europa y en particular en España es una actividad con un marco legal muy definido, donde casi todo el territorio se encuentra regulada. Cada parcela tiene una serie de afecciones y normas urbanísticas que definen y controlan de manera efectiva su uso potencial. En el caso de Ecuador y muchos países latinoamericanos, el

planeamiento, aunque existe, no tiene la efectividad que tiene en España: el crecimiento urbano se hace a menudo al margen del planeamiento, siendo este incapaz de controlar los procesos de transformación del suelo. Por otro lado, los procesos de transformación del suelo tienen dinámicas, causas y efectos muy diferentes. En la literatura se habla de dispersión urbana o *urban sprawl* (Gielen, 2016; OECD, 2018) para describir asentamientos urbanos de baja densidad sobre grandes extensiones de territorio, pero en realidad poco tiene que ver la dispersión en Europa o Estados Unidos, con la que se da en una ciudad como Cuenca, por ejemplo. Difieren en las características del tejido urbano resultante, sus causas o factores explicativos, y sus efectos. Esto último resultó especialmente enriquecedor por las investigaciones sobre la medición y los efectos del *urban sprawl* de los profesores investigadores de la UPV (Gielen, 2016; Gielen y al., 2018; Gielen y al., 2021).

Finalmente, abordar un objetivo como el ODS 11, para lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, y sus distintas metas, en un contexto como el de Cuenca, hace entender y proporciona una mayor sensibilidad hacia las múltiples implicaciones y aspectos de análisis que tiene el ODS.

Como consecuencia de todo lo anterior y fruto de este trabajo, se ha establecido un convenio específico de colaboración entre el equipo de la UC y el Departamento de Urbanismo, estableciendo las bases de una red duradera que facilite el intercambio de información, profesores e investigadores (doc-

torando) en temas relacionados con la Ordenación del Territorio y el Urbanismo, fortaleciendo así el marco de cooperación ya establecido entre la UPV y Unidad de Investigación de Población y Desarrollo Local Sustentable PYDLOS de la UC. En el marco de este convenio, por un lado, se está preparando un libro recogiendo los resultados del trabajo y, por otro, los profesores investigadores de la UPV han empezado una colaboración académica en la maestría en ordenación territorial ofertada por la UC.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

La contribución del proyecto al ODS 11 es obvia. El crecimiento actual de la ciudad de Cuenca, más allá del área de expansión urbana, está configurando un área periurbana que plantea múltiples retos para lograr una ciudad y unos asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Muchas de las metas del ODS 11 se encuentran directamente relacionados con la reflexión abierta por este proyecto sobre el modelo de ciudad y sus factores explicativos. La transformación del área periurbana de Cuenca cuestiona el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y genera barrios marginales. Con un mayor conocimiento de los procesos de transformación urbana, Cuenca aumentaría su capacidad para una planificación y la gestión

participativa, integrada y sostenible de los asentamientos humanos, conseguiría proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural, y podría reducir significativamente la exposición a los riesgos naturales, con especial hincapié en las personas en situaciones de vulnerabilidad.

Además, este mismo proyecto aborda también, de manera transversal, la mayoría de los ODS restantes, ya que el modelo de ciudad y de asentamientos urbanos está en el origen de otros tantos retos planteados por el funcionamiento de una ciudad como Cuenca. Evidentemente la pobreza, el agua, la seguridad alimentaria, la educación, la energía, el crecimiento económico sostenible, la resiliencia de las infraestructuras, el cambio climático y sus efectos, la conservación de los ecosistemas, etc.; son otros de los ODS trabajados, aunque sea de manera indirecta.

Los resultados de este proyecto pretenden mejorar el planeamiento urbano y territorial, arrojando un mayor conocimiento del proceso de transformación del suelo y dotándole de las herramientas de control necesarias para dirigir la ciudad en unos nuevos límites urbanos.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila, Héctor (2001). «Ideas y planteamientos teóricos sobre los territorios periurbanos: las relaciones campo-ciudad en algunos países de Europa y América Latina». *Investigaciones Geográficas: Boletín del Instituto de Geografía UNAM* 45:108-147.

Clichevsky, N. (2003): Presentación en "Territorios en Transición. Políticas públicas y transformaciones metropolitanas", de Queiroz Ribeiro, L. C.; Bragos, O. Edit: Universidad Nacional de Rosario. 2003

De Lázaro Y Torres M. L., González González M. J.; Izquierdo Álvarez S. (2006): Reflexiones sobre la terminología para designar a las ciudades que encabezan la jerarquía mundial. Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, 2006.

Donoso Correa M. E. (2016) Análisis crítico de la planificación urbana de la Ciudad de Cuenca. Revista semestral de la DIUC107, MASKANA, Vol. 7, No. 1, 2016.

Durán, G.; Martí, M.; Mérida, J. (2016). "Crecimiento, segregación y mecanismos de desplazamiento en el periurbano de Quito". *Íconos: Revista de Ciencias Sociales* 56: 123-146.

Flores Juca, G. E. (2013). La ordenación de la red vial del cantón Cuenca (Master's thesis).

Flores Juca, G.E.; Mora Arias E.A.; Salazar Siguenza J.G.; Chica Carmona J. G. (2016) La construcción irregular acercamiento a sus causas y efectos. X Congreso online sobre Turismo y Desarrollo / VI simposio virtual Internacional Valor y Sugestión del Patrimonio Artístico y Cultural.

Frediani, J.C. 2010. Lógicas y tendencias de la expansión residencial en áreas periurbanas. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.

Gielen, E. (2016). Costes del «Urban Sprawl» para la Administración local: El caso valenciano. Valencia: Servicio de Publicaciones de la Universitat de Valencia.

Gielen, E, Riutort-Mayol, G, Palencia-Jiménez, JS, et al. (2018). An urban sprawl index based on multivariate and Bayesian factor analysis with application at the municipality level in Valencia. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* 45(5): 888-914.

Gielen, E., Riutort-Mayol, G., Garcia, J. L., & Palencia-Jimenez, J. (2021). Cost assessment of urban sprawl on municipal services using hierarchical regression. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* 48(2):280-297.

Gómez López, C.; Cuozzo, R.; Boldrini, P. (2012): "Expansión urbana y desigualdades socio- territoriales en el Área Metropolitana de Tucumán. Argentina." Congreso AUGM. 2012

Usach, N.; Garrido Yserte, R. (2009). Globalización y ciudades en América Latina: ¿Es el turno de las ciudades intermedias en la Argentina? *Documentos y aportes en administración pública y gestión estatal*, (13), 07-38

OECD (2018), *Rethinking Urban Sprawl: Moving Towards Sustainable Cities*, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264189881-en>

Puebla, G. 2009. "Caracterización del periurbano en países centrales y periféricos a través de cuatro autores breve recopilación y análisis bibliográfico". *Breves Contribuciones del Instituto de Estudios Geográficos* 21: 135-155.

Naciones Unidas (2019). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. 60 p. https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf

un proyecto de

Borrachero Rosado, M^a Victoria ¹

Soriano Martínez, Lourdes ¹

Villca Pozo, Ariel Rey ¹

Monzó Balbuelna, José M^a ¹

Payá Bernabeu, Jorge Juan ¹



REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES PARA LA FABRICACIÓN DE CONGLOMERANTES SOSTENIBLES EN PAÍSES EN DESARROLLO

¹ Universitat Politècnica de València. Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón ICITECH.

1 INTRODUCCIÓN

La Cooperación Española, según el Plan Director 2013-16, tiene como finalidad última la contribución al desarrollo humano, la erradicación de la pobreza y el pleno ejercicio de los derechos. Para alcanzar este fin, el acceso a una vivienda digna es parte necesaria para los países en vía de desarrollo.

Todos los expertos coinciden en señalar el crecimiento continuo de la población, el proceso acelerado de urbanización mundial y los desequilibrios económicos globales (Norte-Sur) y locales, como las tres causas importantes de la carencia habitacional mundial (Alvarez de Andrés, 2008).

Una parte esencial en la construcción de viviendas seguras la constituyen los materiales de construcción, ya que su coste es de alrededor del 50% del coste total, incrementándose hasta el 80% e incluso hasta el 100% en los proyectos de autoconstrucción, para los estratos de menores recursos (United Nations Centre for Human Settlements, 1985; Berhane, 1987).

La promoción del sector de los materiales de construcción en los países en vías de desarrollo, por parte del programa Hábitat de las Naciones Unidas (NNUU), ha sido una constante que se inició en la Conferencia sobre asentamientos humanos celebrada en Vancouver en 1976 (United Nations Centre for Human Settlements, 1985).

El motivo de esta preocupación por el sector de los materiales de construcción es doble: a) son parte esencial en la construcción de infraestructuras (escuelas, hospitales, fábricas, aeropuertos, carreteras, etc.); y b) son causantes de problemas de durabilidad, costes elevados, mantenimientos inadecuados, abandono de proyectos constructivos, etc.; que ha llevado en muchos casos a la importación de materiales con los problemas añadidos de suministro y costes.

En la Cumbre para el Desarrollo Sostenible que se llevó a cabo en septiembre de 2015, los estados miembros de las NNUU aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático (Imagen 1). Los ODS, también conocidos como Objetivos Mundiales, se basan en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), ocho objetivos contra la pobreza que el mundo se comprometió a alcanzar en 2015 como meta. Los nuevos Objetivos Mundiales y la Agenda van mucho más allá de los ODM, abordando las causas fundamentales de la pobreza y la necesidad universal de desarrollo que funcione para todas las personas.



Imagen 1. Objetivos de desarrollo sostenible.
Fuente: <http://comunicacion.intecca.uned.es>

La construcción, como actividad transversal, tiene vinculación con una buena parte de los ODS, si bien más directamente con el ODS 1: “Fin de la pobreza”, y más concretamente la “pobreza de vivienda”, que es una de las formas más significativas de pobreza. Esta “pobreza de vivienda” estaría directamente relacionada con el ODS 11: “Ciudades y Comunidades Sostenibles”. En el ODS 11 se indica que más de la mitad de la población mundial vive hoy en zonas urbanas. En 2050 esta cifra habrá aumentado a 6.500 millones de personas, dos tercios de la humanidad. No es posible un desarrollo sostenible sin transformar radicalmente la forma en la que construimos. La extrema pobreza suele concentrarse en los espacios urbanos y los gobiernos nacionales y municipales luchan por absorber el aumento demográfico de estas áreas.

Mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades implica garantizar el acceso a viviendas seguras y asequi-

ble y el mejoramiento de los asentamientos marginales. En el ODS 9: “Industria, Innovación e Infraestructura”; se habla del interés en la promoción de las industrias sostenibles y la inversión en investigación e innovación científica, a la vez que promover la innovación y el emprendimiento.

El proyecto que se presenta, pretende la utilización de materiales de construcción novedosos más sostenibles, como son los hormigones cal-puzolana-geopolímero. Este ODS 9 también tendría vínculos con el ODS 8: “Trabajo Decente y Crecimiento Económico”; en el que se intenta estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad e innovación tecnológica. El ODS 12: “Producción y Consumo Responsable”; busca la reducción de la huella ecológica mediante un cambio de los métodos de producción, la reducción y reciclado de los desechos, así como apoyar a los países en desarrollo a avanzar hacia patrones sostenibles de consumo.

El proyecto presentado incide directamente en estos puntos, ya que las puzolanas empleadas son, en gran medida, materiales residuales, y los precursores empleados para fabricar dichos geopolímeros también son sintetizados a partir de materiales residuales.

Finalmente, el ODS 13: “Acción por el Clima”; pone de manifiesto que las emisiones de gases de efecto invernadero continúan aumentando y hoy son un 50% superiores al nivel de 1990. Debemos tener en cuenta que uno de los principales gases de efecto invernadero es el dióxido de carbono, y que la

industria del cemento portland genera entre el 5 y 7% del total de dióxido de carbono emitido a la atmósfera, por lo que se trata de una actividad muy contaminante. La sustitución del cemento portland por los conglomerantes propuestos en el proyecto supondría una reducción muy notable de la huella de carbono.

El precio del cemento portland es alto debido a los elevados costes energéticos, de transporte (en África cada 250 km. se duplica el precio) y a sobrecostes debidos a factores no técnicos. A pesar de los elevados costes, el cemento portland se usa inadecuadamente en muchos casos, sobre todo cuando se requieren bajas resistencias mecánicas, como en cimentaciones, morteros de recubrimiento y estabilización de suelos. Se estima que tan sólo el 20% de los usos del cemento son técnicamente adecuados.



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Marco teórico y objetivos

La propuesta para estos nuevos materiales conglomerantes es la mezcla de microhormigones (morteros) de cal-puzolana con materiales de activación alcalina (geopolímeros). Los geopolímeros aportarán resistencias mecánicas a los morteros cal-puzolana, sobre todo en las primeras edades de curado, mejorando la deficiencia de resistencias que tienen los morteros de cal-puzolana en dichas edades y aumentarían su durabilidad.

Los materiales empleados para la fabricación de dichos hormigones serán el residuo de catalizador de craqueo catalítico, la ceniza de cáscara de arroz principalmente, además de otros materiales residuales alternativos propios de países como Bolivia y Guatemala. Los cementos cal-puzolanas de distintos orígenes presentan relaciones 80:20 o 70:30 en peso (Day, 1990). Este tipo de cementos cal-puzolana se utilizan de forma habitual en países en vías de desarrollo, ya que, por regla general, la cal presenta un coste inferior al cemento portland y, en muchos casos, las puzolanas están a disposición de los usuarios a coste cero o a un coste muy reducido. Algunas de las puzolanas utilizadas son, por ejemplo, las cenizas volcánicas o materiales residuales agrícolas, como la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) o la ceniza de bagazo de caña de azúcar, también residuos

industriales como el catalizador gastado de craqueo catalítico, etc. (Méndez et al., 2010; Méndez et al., 2012; Martirena, 2014).

Se usan en India, África, América y Europa. Cuando se utilizan mezclas de cal con ceniza de cáscara de arroz se pueden llegar a obtener resistencias de 10 MPa a 3 días de curado y de 35 MPa a 28 días, poniendo de manifiesto las potencialidades de una ceniza de buena calidad. No obstante, debemos tener en cuenta que un aumento de resistencia, no implica necesariamente un aumento de la durabilidad, parámetro que se considera tan importante que el primero. El factor económico es muy importante también, en el contexto en el que nos movemos. Así pues, debemos tener en cuenta que la producción de cal es más económica y amigable medioambientalmente que la de cemento portland. La mezcla cal-ceniza de cáscara de arroz cuesta aproximadamente la tercera parte que el cemento portland, además supone un ahorro frente a los ladrillos cerámicos, que necesitan cocción a elevada temperatura. Los cementos cal-puzolana tienen ventajas frente a la cal sola, ya que producen hasta el triple de resistencia respecto a esta última.

Los hormigones cal-puzolana endurecen más lentamente que los hormigones cemento portland-puzolana, exhibiendo menor resistencia a compresión a tiempos cortos. El proyecto que se presenta trata precisamente de paliar esta deficiencia que presentan los hormigones cal-puzolana, mediante la adición (en bajas proporciones) de material activado alcalinamente (geopolímero) de bajo coste económico y medioambiental. La adición del

geopolímero aumenta de forma muy significativa las resistencias mecánicas a tiempos cortos de curado, ampliando de forma significativa las posibilidades de uso de los hormigones cal-puzolana y previsiblemente aumenta la durabilidad de la mezcla.

El objetivo general del proyecto es la mejora de las resistencias mecánicas a tiempos cortos de curado de los hormigones cal-puzolana, mediante la adición de un cemento de activación alcalina (geopolímero), obtenido a partir de materiales residuales. El incremento de las resistencias mecánicas a tiempos cortos de curado que se produce en los hormigones cal-puzolana-geopolímero, amplía considerablemente las posibilidades de uso de estos hormigones, pudiendo sustituir en muchas aplicaciones a los hormigones convencionales de cemento portland, reduciendo de este modo el coste económico y medioambiental. Para alcanzar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar la compatibilidad de conglomerantes activados alcalinamente con los conglomerantes cal-puzolana en distintas proporciones.
- Fabricar pastas con las mismas dosificaciones a las ensayadas mecánicamente, para su caracterización microestructural.
- Estudiar la variación de las resistencias mecánicas con el tiempo de curado y el porcentaje de conglomerante activado alcalinamente (geopolímero) añadido al mortero de cal-puzolana.

- Utilizar un activador alcalino de un menor coste económico y medioambiental, obtenido a partir de CCA o tierras diatomeas (naturales, TN o residuales, THK) e hidróxido sódico en la preparación de morteros cal-puzolana-geopolímero.
- Posibilidad de preparación de un tipo de prefabricados para uso en viviendas sociales.

2.2 Marco metodológico

La metodología se ha desarrollado en tres etapas: revisión bibliográfica, realización de la parte experimental y análisis de resultados.

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica, para determinar si se ha utilizado este conglomerante mixto cal-puzolanageopolímero en prefabricados para uso en vivienda social y si hay nuevas investigaciones del uso de los mismos.

Posteriormente, se realizó una caracterización de los materiales que utilizamos en la preparación del conglomerante cal-puzolana-geopolímero. Estos materiales son: cal hidratada, catalizador gastado de craqueo catalítico (FCC), ceniza de cáscara de arroz (CCA) y tierras diatomeas de origen natural y/o residual. Para la caracterización de los materiales se utilizaron técnicas analíticas instrumentales, como la termogravimetría, fluorescencia y difracción de rayos X, difracción láser y microscopía electrónica de barrido. Una vez caracterizados los materiales de partida, se procedió a la preparación de los conglomerantes cal-puzolana-geopolímero, estable-

ciendo cuatro fases:

Fase 1. Se optimizó la dosificación del hormigón cal-puzolana-geopolímero, teniendo en cuenta las propiedades mecánicas que se requieren del mismo y también su comportamiento reológico. Se prepararon probetas de microhormigón (mortero) para la medida de las resistencias mecánicas a distintos tiempos de curado, comparando los resultados con los morteros convencionales, obtenidos únicamente por mezclas de cal y puzolana. En esta etapa también se prepararon pastas de ambos conglomerantes para hacer un seguimiento de la reacción mediante análisis termogravimétrico y también para su estudio morfológico mediante microscopía electrónica de barrido. En esta fase, los morteros cal-puzolana fueron cal-FCC y cal-CCA, mientras que para la elaboración del geopolímero se utilizó como precursor FCC y como activador una mezcla de silicato sódico e hidróxido sódico comercial.

Fase 2. Como indicábamos en la Fase 1, la preparación del geopolímero requiere de la utilización de un precursor (FCC) y de un activador (mezcla de silicato sódico e hidróxido sódico). Teniendo en cuenta que la aplicación se plantea en países en desarrollo, se propone, en lugar de utilizar silicato sódico que tiene un cierto coste económico y medioambiental, sintetizar éste *in situ* a partir de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) e hidróxido sódico. Debemos considerar que la ceniza de cascarilla de arroz, es un residuo producido en grandes cantidades en los países en desarrollo y que el hidróxido sódico, ha reducido su precio de forma drástica en los últimos años, pudiendo adquirirse a un precio aproximado de 300 eu-

ros/tonelada, lo que haría viable su uso en contextos menos favorecidos. Una vez preparadas las pastas y morteros, estos fueron caracterizados utilizando las técnicas expuestas en la Fase 1. A partir de aquí se obtuvo la dosificación óptima.

Fase 3. Teniendo en cuenta las dosificaciones óptimas alcanzadas en el punto 2, se utilizaron otras fuentes de sílice alternativas a la CCA. Investigaciones iniciales realizadas por el grupo de investigación nos llevaron a usar la tierra diatomea como fuente de sílice para la preparación del activador alcalino, del mismo modo que se emplea la CCA. Por ello, se usó una tierra de diatomea natural procedente de Guatemala y otra residual procedente del filtrado de cerveza de una fábrica española local.

Fase 4. Con las dosificaciones óptimas obtenidas en la Fase 2 y 3, se procedió a la utilización de estos conglomerantes en la preparación de materiales prefabricados para su uso en viviendas sociales en países en desarrollo, realizando diversos ensayos.

3 RESULTADOS PRINCIPALES DEL PROYECTO

El proyecto prácticamente se ha realizado casi al 100%, cumpliendo los objetivos previstos. La etapa 1, que consistía en una revisión bibliográfica sobre el uso conjunto de morteros cal-puzolanageopolímero, se ha venido realizando continuamente a lo largo de los dos años de proyecto, alcanzándose el objetivo marcado de tener una bibliografía actualizada sobre el tema. Las etapas 2 y 3, también se cumplieron prácticamente al 100%. Durante el segundo año se ha completado la fase 3 y se ha utilizado un material (tierra de diatomeas) procedente de Guatemala, con resultados satisfactorios. Al no conseguirse ningún material de Oroya, se ha ampliado el estudio a otro tipo de materiales residuales, como la ceniza de lodo de depuradora como puzolana en los morteros cal-puzolana, y una tierra de diatomeas de origen residual procedente del filtrado de la cerveza. Por último, la fase 4 que se ha realizado en los últimos 6 meses, consistía en fabricar algún tipo de prototipo para su uso dentro la auto-construcción en países en desarrollo, para que las personas de escasos recursos puedan replicarlo en la construcción de su vivienda. Aunque en un principio estaba previsto realizar sistemas como tejas, al final se ha considerado la fabricación de materiales tipo rasillas para tabicación, ya que en la fabricación de tejas se encontraron algunos problemas técnicos. El prototipo elaborado trata de recuperar un sistema constructivo

tradicional mediterráneo, siendo esta la construcción de bóvedas tabicadas que se realizaban con rasillas cerámicas mediante la superposición de, por lo menos, dos capas de rasillas puestas con la tabla tangente a la directriz de la bóveda. Este tipo de rasillas, fabricadas con los conglomerantes alternativos estudiados en este proyecto, servirán en un futuro para la construcción de un prototipo de vivienda social en Bolivia, y supondrían un gran aporte a los ODS, porque entre las principales ventajas de este sistema podemos mencionar: a) gran economía en la puesta en obra, si el operario es experto y no necesita ninguna cimbra; b) es autoportante; c) es ligero con relación a su capacidad portante, al ser de menor peso puede reducir los empujes laterales; d) capacidad ilimitada de generar formas. Los principales resultados se pueden resumir en los siguientes puntos:

■ Se han caracterizado mediante ensayos físico- químicos los materiales residuales de partida; un residuo de la industria petroquímica (FCC), ceniza de cáscara de arroz (CCA) y tierra de diatomeas (TN) de origen de Guatemala y de origen residual (GHK), comprobando que cumplen con las especificaciones necesarias para poder usarlos en este proyecto. A modo de ejemplo se muestra la composición química determinada por fluorescencia de rayos X (Tabla 1) y micrografías de microscopía electrónica en Imagen 2.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	*PF	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	Otros
FCC	47,76	49,26	0,60	0,11	0,17	0,02	0,02	0,53	0,31	0,01	1,22	-
CCA	85,58	0,25	0,21	1,83	0,50	0,26	3,39	6,99	-	0,67	-	0,32
THK	81,70	5,67	3,71	1,28	0,41	-	0,86	3,34	1,30	0,36	0,93	-
TN	76,36	8,07	1,95	0,38	0,38	-	0,22	12,1	0,14	-	0,31	0,2

*PF: Pérdida al fuego

Tabla 1. Composición química (% peso) de los materiales puzolánicos. Fuente. Elaboración propia.

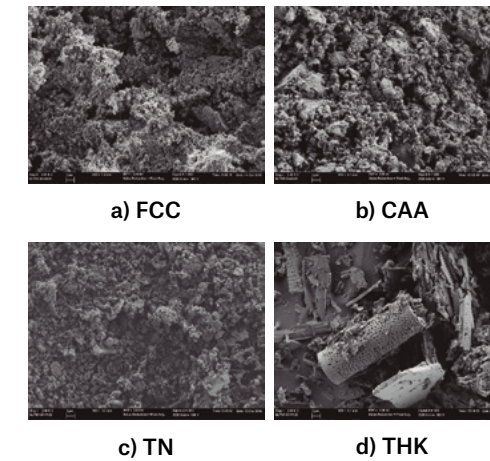


Imagen 2. Micrografías de SEM de los materiales de partida.

Fuente. Elaboración propia.

En la fase 2 y 3 se han realizado mezclas con distintos morteros cal-puzolana (FCC ó CCA) en relación 1:1 cal:FCC o 1:2 para las mezclas cal:CCA, y sustituyendo parte de estos morteros por geopolímero (H₂O + Na₂SiO₃ + NaOH y FCC), en distintas proporción (10-50%) para, en función de los resultados obtenidos, elegir la dosificación óptima con las mejores propiedades microestructurales y mecánicas. A la vista de los resultados, se ha elegido una sustitución del 30% para el mortero cal-puzolana por geopolímero.

Considerando que la fabricación del silicato sódico comercial también genera daño ambiental, se sustituyó el silicato comercial por un activador alcalino alternativo, fabricado a partir de CCA como fuente de sílice e hidróxido de sodio, al que denominamos geopolímero alternativo. En la Figura 1 se puede observar que al utilizar este geopolímero alternativo (Gres), en morteros con un 30% de geopolímero, obtenemos mejores resultados que utilizando el geopolímero comercial (Gcom), y este resultado es muy beneficioso.

En la Figura 2 representamos las resistencias obtenidas, usando como activadores alternativos, además de la CCA, las tierras de diatomeas, para mezclas de morteros cal-puzolana cal-FCC y sustituyendo un 30% de mortero por geopolímero.

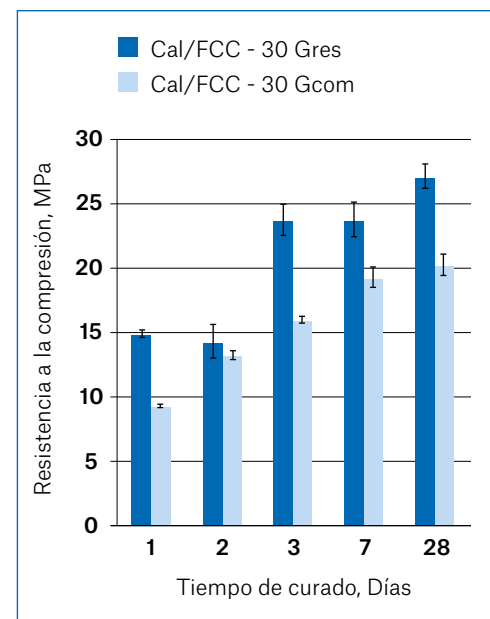


Figura 1. Resistencia a la compresión del geopolímero comercial Vs geopolímero alternativo. Fuente. Elaboración propia.

La mezcla "CON" corresponde al mortero control. Los restantes son las que se ha sustituido un 30% en peso de conglomerante por los distintos tipos de geopolímero (GCOM; GCCA; GTN y GTHK). Se han realizado ensayos a 3, 28 y 90 días de curado. Los resultados ponen de manifiesto, en primer lugar, la gran diferencia, para todos los tiempos de curado, entre el mortero control y los morteros mixtos con geopolímero; esta diferencia es más acusada cuanto menor es el tiempo de curado. Así, para 3 días de curado, la resistencia a compresión de los morteros con geopolímero, en el caso más desfavorable (GCOM), es 7 veces superior al CON, y en el caso más favorable (GCCA) llega a ser 12 veces superior respecto al control. El interés de estos morteros mixtos cal-puzolana-geopolímero, radica precisamente en esto; en conseguir incrementar drásticamente la baja re-

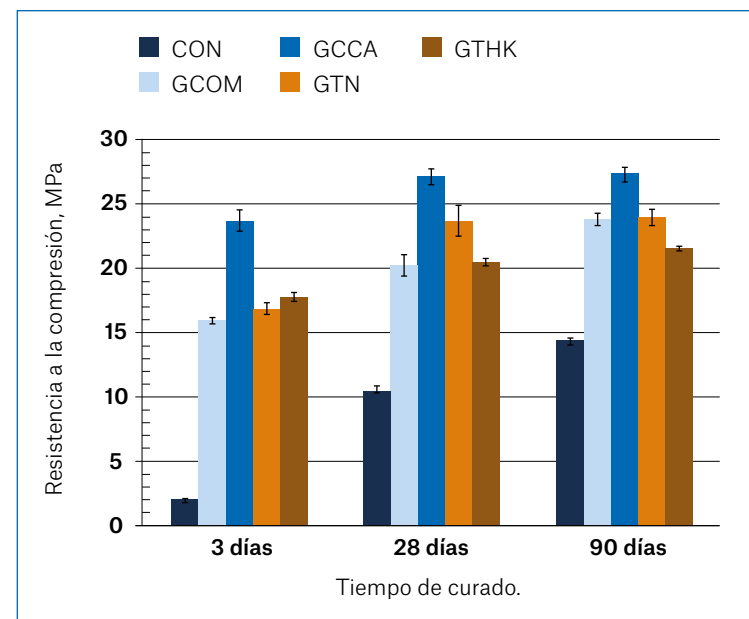


Figura 2. Resistencias a compresión del mortero de cal/puzolana y de los morteros mixtos cal/puzolana-geopolímero. Fuente. Elaboración propia.

sistencia a compresión que muestran los morteros cal-puzolana a tiempos cortos de curado. En todos los casos se observa un aumento de la resistencia conforme se incrementa el tiempo de curado. Para los 90 días de curado, la resistencia a compresión de los morteros con geopolímero, sigue siendo netamente superiores al CON; sin embargo, esta diferencia se ha reducido notablemente respecto a los morteros curados a 3 días. Si comparamos entre sí los 4 morteros que contienen geopolímero, se constata que, para todos los tiempos de curado, el que contiene ceniza de cascarilla de arroz (CCA), es el que presenta mayores resistencias a compresión. Destacar también el hecho que para 3 y 28 días de curado, los morteros que utilizaron como activador la fuente de sílice natural TN (mezcla GTN) o las sílices residuales como CCA y THK (mezclas GCCA y GTHK), presentaron resistencias a compresión superiores o prácticamente iguales al mortero, cuyo activador era una mezcla de hidróxido sódico y silicato sódico comerciales (GCOM). De esta forma, se constataría que los morteros con un menor coste económico y medioambiental tendrían mejores propiedades mecánicas. Queda demostrado que se puede emplear la CCA como fuente de sílice en la preparación de activadores alcalinos, en el tipo de matrices estudiadas.

Aunque no estaba en el proyecto inicialmente se han realizado ensayos de durabilidad, ya que, como se ha dicho anteriormente, es otro parámetro importante en este tipo de morteros. En este caso se han realizado ensayos de permeabilidad y resistencia a hielo-deshielo, con resultados satisfactorios, aunque se van a seguir realizando

más ensayos a las muestras fuera del proyecto. Por último, se fabricaron distintos tipos de resillas como prototipo, para su uso en vivienda social en tabicaciones.

En la Imagen 3 se puede observar el ensayo de la prueba de absorción de agua por capilaridad tomando como referencia la norma UNE EN 1015-18, para los morteros utilizados en este estudio y en la Imagen 4 se puede observar un detalle del vibrado de la fabricación de las resillas.

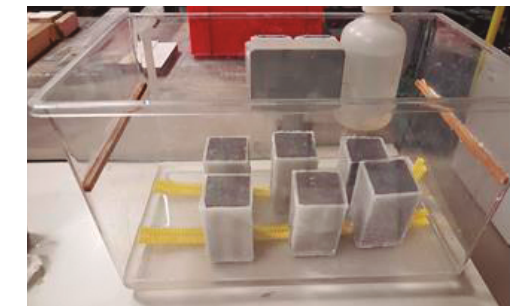


Imagen 3. Ensayo de absorción de agua por capilaridad. Fuente. Elaboración propia.



Imagen 4. Fabricación de la resilla en el momento del vibrado. Fuente. Elaboración propia.

4 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO AL DESARROLLO HUMANO Y SOSTENIBLE

Para el grupo de investigación este proyecto ha sido muy importante, no solo desde el punto de vista científico, sino también humano y social. Consideramos muy importante profundizar en estos temas de calado social en busca de conglomerantes más sostenibles, pero para uso en países en vía de desarrollo, que busque el abaratar los materiales usados e incluso puedan servir en la autoconstrucción.

Los resultados del proyecto van a poner a disposición materiales y tecnologías constructivas sostenibles de bajo coste económico y medioambiental para los sectores de menores recursos.

En el marco del presente proyecto se concreta la transferencia de los resultados directamente a Bolivia y a Guatemala, al estar vinculados dos profesores de universidad de dichos países. Ariel Rey Villca Pozo, es un arquitecto boliviano que ha cursado el Máster en Ingeniería del Hormigón y ha disfrutado de una beca con este proyecto para la realización de parte de su Tesis Doctoral. Consideramos que, cuando regrese a su país tras finalizar sus estudios de doctorado, realizará también este cometido al estar directamente implicado en la ejecución del mismo. Adicionalmente, el equipo de investigación que presenta el proyecto mantiene estrechas relaciones con investigadores cubanos, brasileños, peruanos y colombianos con los que

colabora en proyectos de investigación relacionados con la temática objeto de la presente solicitud. Si procede y en función de los resultados obtenidos, se podría contactar con ellos para implementar los materiales y tecnologías en los mencionados países.

Consideramos que los mencionados países reunirían las condiciones por los siguientes motivos:

1. Son productores de arroz y, por tanto, generan grandes cantidades de cascarilla de arroz.
2. Tienen refinerías de petróleo, por lo que disponen de cantidades significativas de catalizador gastado de craqueo catalítico (FCC).
3. Hay países como Guatemala que tienen grandes yacimientos de tierras diatomeas.
4. Las empresas cerveceras emplean las tierras diatomeas como parte del proceso de filtrado; el residuo generado podría emplearse en la fabricación del activador.
5. Con profesores de la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima, entre los que se encuentra la profesora Raquel Barrionuevo, hemos realizado varios proyectos financiados por la Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo (AECID), en la convocatoria del Programa de Cooperación Interuniversitaria (PCI). También hemos desarrollado un proyecto financiado por la Generalitat Valenciana en colaboración con el profesor Silvia Delvasto, de la Universidad del Valle en Cali (Colombia), sobre las posibilidades de uso de la CCA en ma-

teriales de construcción, en el que ha participado también la arrocera valenciana DACSA y la arrocera colombiana La Esmeralda. Recientemente, el profesor Fernando Martirena de la Universidad Marta Abreu, Las Villas de Santa Clara en Cuba, ha visitado el Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón de la UPV y hemos acordado participar en un intercambio de estudiantes para trabajar en distintos materiales sostenibles basados en residuos.

6. Son países prioritarios de la Cooperación Española.

La difusión de los resultados del proyecto se ha realizado a través de las siguientes vías:

1. Presentación de los resultados en congresos científicos de reconocido prestigio en la temática del proyecto

Ariel Rey Villca Pozo, Lourdes Soriano Martínez, María Victoria Borrachero Rosado, Jordi Payá Bernabeu, Jose María Monzó Balbuena. "Uso de cementos de activación alcalina en la mejora de las propiedades de los morteros cal-puzolana: aplicación en países en desarrollo". IV Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo, 12-14 diciembre, 2018, Córdoba, (Ponencia) pág. 1-7.

Ariel Rey Villca Pozo, Lourdes Soriano Martínez, María Victoria Borrachero Rosado, Jordi Payá Bernabeu, Jose María Monzó Balbuena. "Estudio de Morteros Mixtos Cal/Puzolana-Geopolímero: Resistencia a Compresión y Absorción de Agua". XV Congreso Latino-Americano de Patología de Construcción, XVII

Congreso de Control de Calidad en la Construcción, 8-10 octubre, 2019, Chiapas-México.

2. Artículos científicos

Actualmente, hay un artículo científico enviado a una revista indexada en el JCR del primer decil que está en fase de revisión. Hay otro artículo en fase preliminar de escritura.

3. Lectura de Tesis Doctoral

También se está ultimando la redacción de la última parte de la Tesis doctoral de D. Ariel Rey Villca Pozo, cuya defensa está prevista para diciembre del 2020.

4. Seminarios

Se está pendiente la realización de un seminario en Oruro (Bolivia) en relación con los resultados de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez de Andrés, E. (2008) «Análisis de la situación actual de la habitabilidad precaria en el mundo y alcance de los objetivos de le desarrollo del milenio». Informe Fundación CEAR.

Berhane Z. (1987) "Local building materials and low cost housing" Proc. of IAHS Word.

Congress on "Housing-Innovations in Science and Technology for the Future", Oktay, Ural ed, Berlín, pp 58-62.

Day, R. (1990) "Pozzolans for use in low-cost housing a state of the art report", Research Report CE92-1, International Development Research Centre, Canada.

Martirena, J.F. (2014) "Una alternativa ambientalmente compatible para disminuir el consumo de clinker de cemento portland: el aglomerante cal-puzolana como adición mineral activa". Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV).

Méndez, R.; Borrachero, M.V.; Payá, J.; Monzó, J. (2012) "Mechanical strength of lime rice husk ash mortars: a preliminary study". Key Engineering Materials, 557,pp 495-499.

Mendez, R.; Tabora, J.; Borrachero, M.V.; Payá, J.; Monzó, J. (2010) "Optimización de mezclas cal-puzolana destinadas a la construcción de materiales prefabricados no convencionales". 11 Simposio Aprovechamiento de residuos agro-industriales como fuente sostenible de materiales de construcción, Valencia.

"Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS) en la agenda de las empresas españolas" (2019) <http://comunicacion.intecca.uned.es/?p=12105>.

United Nations Centre for Human Settlements (1985) HABITAT "The use of selected indigenous building materials with potential far wide application in developing countries". Nairobi



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ÀREA DE COOPERACIÓ AL
DESENVOLUPAMENT