Tecnología e innovación para el desarrollo en África Subsahariana

Aplicaciones prácticas en el contexto post Covid-19

Jesús Vázquez Minguela (Coord.)

POLITÉCNICA
itd UPM
Fundación Cideal
de cooperación e investigación

Tecnología e innovación para el desarrollo en África Subsahariana

Aplicaciones prácticas en el contexto post COVID-19

© CIDEAL, 2021
© Los autores, 2021

Fundación CIDEAL de Cooperación e Investigación

Calle Guzmán el Bueno, 133
Edificio Germania, planta 10
28003 Madrid (España)
Tel.: (+34) 91 553 84 88
Correo electrónico: cideal@cideal.org
www.cideal.org

Diseño y maquetación: Estudio Punto y Coma
Fotografía de portada: Rigel

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización expresa del editor.

El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva del autor y no refleja necesariamente las opiniones de la Fundación CIDEAL de Cooperación e Investigación, el Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano de la Universidad Politécnica de Madrid, o la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Tecnología e innovación para el desarrollo en África Subsahariana

Aplicaciones prácticas en el contexto post COVID-19

Jesús Vázquez Minguela (Coord.)

POLITÉCNICA
itd UPM
Fundación Cideal
de cooperación e investigación

Con la colaboración de:

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES, UNIÓN EUROPEA Y COOPERACIÓN
aecid
Cooperación Española

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 13

2. METODOLOGÍA 15

3. DIAGNÓSTICO TRANSVERSAL: África Subsahariana ante el nuevo contexto global. Incidencia de la COVID-19. *Jesús Vázquez Minguela, Lucía Ridruejo Arias y Patricia de Blas Aranda* 17

3.1. Desafíos económicos: impulso del comercio electrónico y las finanzas digitales como respuesta a la ralentización del crecimiento 19

3.2. Desafíos sanitarios: salud como derecho, déficit de cobertura y respuestas innovadoras locales 23

3.3. Desafíos sociales: urbanización pujante, protección de los derechos humanos frente a la inseguridad sociopolítica 28

3.4. Desafíos medioambientales: resiliencia frente al cambio climático, medios de vida sostenibles y auge de las energías renovables 34

3.5. Desafíos agrícolas y agroalimentarios: inseguridad alimentaria, mejoras en la cadena de valor agroalimentaria y adaptación al cambio climático 40

3.6. Desafíos digitales, tecnológicos y de innovación: despliegue de infraestructuras, brechas digitales y nuevas formas de organización empresarial 44

4. TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE ÁFRICA SUBSAHARIANA: análisis sectorial y potencialidades 55

4.1. Agrotecnología. *Carlos Gregorio Hernández Díaz-Ambrona* 56

4.2. Agroindustria y desarrollo territorial. *Virginia Díaz Barcos* 66

4.3. Crecimiento sostenible en el sector agroalimentario en África. *Rossana Tornel y Eva Iglesias* 75

4.4. Gestión del cambio climático y del medio ambiente. *Margarita Ruiz Ramos, Alfredo Rodríguez y Ana Tarquis* 86

4.5. Formación no presencial y metodologías educativas innovadoras. *Susana Muñoz Hernández*..... 95

4.6. El papel de la tecnología y la innovación para afrontar los retos en salud en África Subsahariana. *María Jesús Ledesma Carbayo, Lara García Delgado y Elisa López Varela* 105

4.7. La necesaria revolución digital en los países del Sahel. *Celia Fernández-Aller y Manuel Sierra Castañer.* 117

4.8. Herramientas a implantar: aplicación de los SIG en África. *David Pereira Jerez* 130

4.9. La gestión de riesgos, compañera de la innovación. *Rocío Rodríguez Rivero* . 153

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 161

Propuestas generales.....163

Líneas prioritarias de actuación.....166
A. Agrotecnología, agroindustria y cadena de valor 166
B. Salud 170
C. Medio ambiente y gestión del cambio climático 171
D. Revolución digital 172

Líneas prioritarias de actuación transversales..... 173

Casos de referencia 174

6. CONCLUSIONES 181

BIBLIOGRAFÍA..... 185

ANEXO I: Áreas de trabajo y miembros del equipo investigador 217

ANEXO II: Listado de personas consultadas.....218

ANEXO III: Encuesta enviada a personas expertas en cooperación al desarrollo.....219

ANEXO IV: Encuesta enviada a personas del sector privado 220

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. África Subsahariana de acuerdo con la clasificación de Naciones Unidas 18

Figura 2: ¿Cuándo se logrará la cobertura generalizada de vacunación? 24

Tabla 1: Datos sobre propiedad de telefonía móvil y disparidad de género 46

Tabla 2: Variación regional de la intensidad de cultivo y del uso de insumos agrícolas en algunos países de referencia y africanos 58

Figura 3: Evolución del área cosechada de maíz en los principales países de la zona ecuatorial africana. 64

Figura 4: Suministro alimentario de energía 2017 76

Figura 5- (a): Dominio 5 (África) de los RCMs del proyecto CORDEX; (b)- Actividades de AGMIP en África 91

Figura 6. Relación de coste de alfabetización digital según metodologías 101

Figura 7: Situación de la regulación sobre privacidad en los países africanos. 122

Tabla 3: Normativas sobre protección de datos personales en varios países de África 123

Tabla 4a: ITD en distintos países de África Subsahariana. 124

Tabla 4b: ITD en distintos países de África Subsahariana. 125

Figura 8: Análisis gráfico de los datos de la tabla 4 (IDI en distintos países de África Subsahariana). 126

Tabla 5: Infraestructuras de Datos Espaciales de algunos países africanos 135

Figura 9: Visualización web de la red de distribución eléctrica en ECOREX 137

Figura 10: Global Roads Open Access Data Set producido por el CIESIN 141

Figura 11: Plataforma del FEWS (Famine Early Warning) 147

Figura 12. Necesidades máximas previstas por FEWS NET durante el año 2020 en 29 países, incluyendo los impactos de la pandemia del COVID-19 en la seguridad alimentaria a junio de 2020 150

Figura 13: Comparativa de las dimensiones de "Distancia al poder" y de "Miedo a la incertidumbre" entre las sociedades del África Subsahariana y España 153

Figura 14: Mapa riesgo-país en África. 156

Figura 15: Ejemplo de matriz de evaluación de riesgos 159

LISTA DE ABREVIATURAS	
ABEC	African Biomedical Engineering Consortium
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
AfCFTA	Área Continental Africana de Libre Comercio
AgMIP	Proyecto de Intercomparación y Mejora de Modelos Agrícolas
ALFIN	ALFabetizacion INformacional
AMUCC	Asociación de Mujeres Caficultoras del Cauca
ASS	África Subsahariana
AUDA-NEPAD	Agencia de Desarrollo de la Unión Africana
BCG	Bacilo de Calmette-Guerin
BM	Banco Mundial
BPG	Bien Público Global
CAADP	Comprehensive Africa Agriculture Development Programme
CDC	Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades
CEDEAO	Comunidad Económica de Estados de África Occidental
CGIAR	Climate Change Agriculture Food Security
CGLS	Copernicus Global Land Service
CIESIN	Centre for International Earth Science Information Network
CISM	Centro de Investigação em Saúde de Manhiça
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project
CSA	Agricultura Climáticamente Inteligente
DIGOPPS	Digital Opportunities
DLP	Desarrollo Local Participativo
ECREEE	ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
ENSAM	Encuestas Nacionales de Seguridad Alimentaria y de Mercados
EOA	Ensemble Outcome Agreement
ESA	Agencia Espacial Europea
FAO	Food and Agriculture Organization
FAREC	Feed Africa Response to COVID-19
FEADER	Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural

LISTA DE ABREVIATURAS	
FEWS	Famine Early Warning
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
FIIBAP	Fundación para la Investigación e Innovación Biomédica en Atención Primaria de la Comunidad de Madrid
GCMs	General Circulation Models
GDO	Global Drought Observatory
GD-PAME	Global Database on Protected Area Management Effectiveness
GDPR	Reglamento General de Protección de Datos
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GEOGLAM	Global Agriculture Monitoring
GEOSS	Global Earth Observation System of Systems
GLCC	Global Land Cover Characterization
GloFAS	Global Flood Awareness System
GPW	Gridded Population of the World
GWIS	Global Wildfire Information System
IDE	Infraestructuras de Datos Espaciales
IIASA	Institute for Applied Systems Analysis
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ITD	Índice de Desarrollo de las TIC
JMP	Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene
LEADER	Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale
NIRSAL	Sistema de Riesgo Compartido basado en Incentivos para Préstamos Agrícolas de Nigeria
NNUU	Naciones Unidas
NNUU-GGIM	United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMA	Oscilación Multidecadal del Atlántico

LISTA DE ABREVIATURAS	
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONEDD	National Observatory of the Environment and Sustainable Development
PALDICA	Proyecto de Alfabetización Digital
PMA	Programa Mundial de Alimentos
PRAPS	Projet Régional d'Appui au Pastoralisme au Sahel
PRODER	Programa de Desarrollo y Diversificación Económica de Zonas Rurales
RCMRD	Regional Centre for Mapping of Resources for Development
RCMs	Regional Climate Models
RRSA	Reserva Regional de Seguridad Alimentaria
SAN	Seguridad Alimentaria y Nutricional
SDE	Servicios de Desarrollo Empresarial
SEDAC	Socioeconomic Data and Applications Center
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SIMLESA	Intensificación Sustentable de los Sistemas de Producción de Maíz y Leguminosas para la Seguridad Alimentaria en África Oriental y África Austral
TEDECO	Tecnología para el Desarrollo y la Cooperación
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TRIMING	Programa de Transformación de la Gestión del Riego en Nigeria
UA	Unión Africana
UE	Unión Europea
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-D	Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones
UNECA	United Nations Economic Commission for Africa
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos
USG	Servicio Geológico de Estados Unidos
WAAPP	Programa de Productividad Agrícola de África Occidental
WCRP	World Climate Research Programme
YALI	Iniciativa de Liderazgo Joven Africano

1. INTRODUCCIÓN

La situación generada por la COVID-19 ha puesto de manifiesto los importantes desafíos globales a los que se debe hacer frente. La pandemia se ha mostrado al tiempo como un síntoma y como un elemento potenciador de distintas crisis sistémicas que vienen aquejando al planeta desde hace años, evidenciando también las limitadas capacidades de resiliencia del sistema. Enfrentamos por tanto una realidad en buena parte conocida, a la que se suman nuevos retos, y sobre todo un nuevo contexto internacional que se está reconfigurando ante los acontecimientos de los últimos meses.

La estrategia para hacer frente a esta realidad debe ser global y compartida entre los países del Norte y del Sur. Hacen falta medidas que, más allá de la emergencia sanitaria, permitan hacer frente a las consecuencias socioeconómicas de la pandemia. Los países del Norte ya están avanzando en esta dirección y prevén importantes paquetes de ayuda y estímulos. Pero la realidad es distinta en el Sur, donde el Estado no dispone de los recursos necesarios para fortalecer sus instituciones, apoyar a la ciudadanía y al sector productivo. Es por ello que la cooperación internacional tiene un importante papel que jugar de cara a aportar respuestas eficaces y duraderas. Y esto es particularmente relevante en el caso de África Subsahariana, una de las regiones más desfavorecidas del planeta.

Pero además de medidas, se requiere acometer una reflexión de fondo para entender mejor qué transformaciones son necesarias. La búsqueda de soluciones innovadoras, apoyada en las llamadas nuevas tecnologías, se perfila como uno de los campos más promisorios de cara al futuro. Sobre todo teniendo en cuenta que las tecnologías de la información y la comunicación se han difundido a nivel global, incluyendo en los países del Sur, permitiendo un acceso más fácil de las poblaciones a la conectividad y a la información global.

Son muchas las esferas de la realidad donde la innovación y las nuevas tecnologías tienen un importante papel que jugar. Algunos de los campos que a priori presentan mayor potencial y relevancia son los relativos al desarrollo rural y la agrotecnología; el sector salud y la gestión de pandemias; el medioambiente y la medición y mitigación de los efectos del cambio climático; la industria digital y el comercio electrónico; o el desarrollo de hubs tecnológicos como herramienta de innovación y emprendimiento; por citar algunos casos.

Los principales donantes a nivel mundial son conscientes de esta realidad y en buena medida se encuentran alineados con este planteamiento. En concreto, la Cooperación Española, en su *Estrategia de respuesta conjunta frente al Covid-19*, reconoce

el importante papel de la ciencia, la investigación y las tecnologías digitales en la cooperación al desarrollo y la necesidad de poner éstas al servicio del bien común.

A partir del contexto descrito, el continente africano se presenta como una tierra de oportunidades en términos de cooperación, emprendimiento e innovación. África albergará la clase media más joven y de mayor crecimiento a nivel mundial en los próximos años, con unas previsiones de consumo que algunos sitúan en 2 trillones de euros anuales para el año 2025. La región presenta, en definitiva, un gran dinamismo, juventud e interés por las nuevas tecnologías.

En torno a este planteamiento, la Fundación CIDEAL planteó la elaboración de una investigación sobre "Tecnología e innovación para el desarrollo en África Subsahariana", encomendando su realización al Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano de la Universidad Politécnica de Madrid (itdUPM). Esta iniciativa forma parte de las acciones de Educación para el Desarrollo que CIDEAL desarrolla en el marco de dos convenios financiados por la Agencia Española de Cooperación al Desarrollo (AECID) en Malí y Níger[1], que más allá de la sensibilización del público en general, se dirigen a tres colectivos particulares:

- Comunidad universitaria, para generar conocimiento aplicado y difundirlo.
- Tejido empresarial, para promover que empresas y organizaciones de la economía social se impliquen e inviertan en estos ámbitos.
- Comunicadores y divulgadores de opinión, para que sensibilicen sobre la realidad de África Subsahariana e iniciativas de interés para su desarrollo.

Ante la complejidad del momento actual y el nuevo contexto global emergente asociado al Covid-19, el principal valor añadido de esta investigación es aportar un exhaustivo diagnóstico multisectorial para dar a conocer la realidad de África Subsahariana y sus potencialidades en términos de tecnología e innovación aplicadas al desarrollo, planteando propuestas concretas y unas líneas de acción prioritarias. Esperamos contribuir con ello a un mejor conocimiento de esta región del planeta y de las oportunidades que ofrece, así como a identificar áreas concretas donde la cooperación internacional para el desarrollo pueda intervenir de manera eficaz.

Fundación CIDEAL de Cooperación e Investigación

1. Mali (Autonomía económica y social de las mujeres en la región de Sikasso); Níger (Promoción de los derechos económicos, sociales y políticos de las mujeres de la región de Maradí).

2. METODOLOGÍA

La presente investigación surge a iniciativa de la Fundación CIDEAL, desde donde se elaboró un primer planteamiento de las temáticas a abordar en torno al papel de la tecnología y la innovación para el desarrollo en África Subsahariana en el contexto post COVID-19. Dicho planteamiento fue compartido con el itdUPM en diversas reuniones, que sirvieron para acabar de perfilar los contenidos concretos que serían abordados en la investigación.

Partiendo de esa base, y dado el enfoque holístico requerido por este trabajo, el itdUPM definió un equipo multidisciplinar (Anexo I) formado por doce personas: diez miembros del itdUPM y dos colaboradoras externas designadas en un proceso de selección abierto a estudiantes del segundo curso del Máster interuniversitario UPM-UCM "Estrategias y tecnologías para el desarrollo humano". Uno de los miembros del itdUPM actuó como coordinador, mientras el resto llevó a cabo un trabajo específico en su ámbito de especialización profesional y de cooperación al desarrollo.

Las dos colaboradoras externas y el coordinador realizaron un análisis transversal de la documentación de base, seleccionada previamente para establecer un diagnóstico sobre los efectos de la pandemia en los países de África Subsahariana.

La documentación de base fue elaborada previamente de manera conjunta por CIDEAL y el itdUPM, y fue ampliándose progresivamente durante el desarrollo del trabajo. Toda la documentación utilizada por el equipo aparece referenciada en los diversos apartados del documento.

El itdUPM propuso a CIDEAL incorporar al trabajo las opiniones de personas cuya experiencia y vocación hacia la cooperación al desarrollo se juzgaran de gran valor para lograr los objetivos. También de expertos que conocieran el papel del sector privado en acciones de desarrollo y cooperación. A tal efecto, el equipo investigador y el personal de CIDEAL hicieron propuestas, resultando todas aceptadas.

Se confeccionaron dos encuestas, una dirigida a expertos/as en cooperación y otra a expertos/as del sector privado. El listado de personas consultadas se muestra en el Anexo II. El diseño de ambas encuestas se muestra, respectivamente, en los Anexos III y IV.

Las encuestas sirvieron también de base para realizar entrevistas directas a otras personas con experiencia en los temas objeto de estudio. Tanto las personas encuestadas como las entrevistadas fueron informadas con detalle de los objetivos del

proyecto por los miembros del equipo investigador, de forma que sus respuestas se adaptaran lo más posible a la naturaleza del trabajo.

El equipo investigador adoptó un método de trabajo colaborativo que se consideró muy adecuado para recoger e integrar aportaciones en áreas tan distintas como las recogidas en el Anexo I, pese a tener como factor común su papel en el desarrollo de los países del África Subsahariana. Dicho método ha consistido en que los distintos miembros del equipo han trabajado de forma independiente en sus respectivos ámbitos de especialización en una primera fase, siempre enfocándose en el objetivo de la investigación. De esta forma, se ha pretendido dotar a las colaboraciones de una libertad de acción que permitiera profundizar sin límites de creatividad ni condicionantes laterales. No obstante, se acordó que, en la medida de lo posible, las colaboraciones respondieran a la estructura que se muestra a continuación:

- Destacar la importancia de cada área en el desarrollo (más específicamente en África Subsahariana) e incidir en qué forma puede influir el escenario post COVID-19 en proyectos futuros de desarrollo (no exclusivamente de cooperación).

- Mencionar la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías que se juzgan prioritarias en el futuro próximo en África Subsahariana, teniendo en cuenta lo anterior, y planteando propuestas de acción concretas.

- Recoger experiencias exitosas basadas en la innovación y en la aplicación de nuevas tecnologías, así como reflexiones sobre la forma en que ambas se inscriben actualmente en la cooperación e ideas para mejorar al respecto.

Las colaboraciones y el diagnóstico se integraron posteriormente en un documento único, junto a las encuestas recibidas. Dicho documento fue analizado por todo el equipo investigador para mejorarlo reforzando ideas, evitando repetición de contenidos y consensuando las consideradas como conclusiones principales.

3. DIAGNÓSTICO TRANSVERSAL. África Subsahariana ante el nuevo contexto global. Incidencia de la COVID-19

Jesus Vázquez Minguela, Lucía Ridruejo Arias y Patricia de Blas Aranda[2]

El presente diagnóstico aspira a desgranar los principales desafíos de la región de África Subsahariana (ASS), examinando de igual manera cómo está afectando la pandemia de la COVID-19 a estos desafíos y cuáles se esperan que sean las consecuencias a corto-medio plazo.

El ámbito de análisis del estudio es la región del ASS (figura 1). Es una zona que comprende 49 países, y que abarca el 16.5% de la superficie del planeta, en el que reside el 14,0% de la población, pero que sólo genera el 2,0% del PIB mundial[3]. Si se compara con la totalidad de África, la región subsahariana comprende el 74% de la superficie, el 81,6% de la población y el 71,8% de la renta[4]. Pertenecen a este ámbito diecinueve de los veinte países más pobres del planeta (según su renta per cápita) y sólo se encuentran cinco entre los cien más ricos (Seychelles en el puesto 67, Mauricio en el 81, Guinea Ecuatorial en el 85, Botswana en el 94 y Gabón en el 96)[5].

---

2. itd / Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas UPM (Jesús Vázquez Minguela); Máster Interuniversitario UPM-UCM sobre Estrategias y Tecnologías para el Desarrollo Humano (Lucía Ridruejo Arias, Patricia de Blas Aranda).
3. Datos de NNUU-Stats correspondientes a 2020 (http://data.un.org/)
4. Datos de NNUU-Stats correspondientes a 2020 (http://data.un.org/)
5. Datos de NNUU-Stats correspondientes a 2018 (http://data.un.org/)

Figura 1. África Subsahariana de acuerdo con la clasificación de Naciones Unidas

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la extensión de la región, y la gran riqueza y diversidad cultural de los países que la conforman, este análisis presenta el panorama general aportando ejemplos y casos de éxito para abarcar la diversidad de realidades. Al análisis pormenorizado de los retos regionales se suma la descripción de los nichos prioritarios, de cara a dibujar las líneas principales en la región en el contexto posterior a la pandemia y definir el papel de las nuevas tecnologías y la innovación como herramientas de desarrollo.

Esta sección se subdivide en seis apartados que abarcan los desafíos en el ámbito económico, sanitario, social, medioambiental, agrícola-agroalimentario y tecnológico, aspirando a ofrecer una visión general acerca de esta región africana. El capítulo finaliza con un apartado de conclusiones que pueden servir de base para identificar prioridades y oportunidades de actuación útiles para el desarrollo de ASS.

La selección de los indicadores que se mencionan en este capítulo se ha realizado atendiendo a la relevancia y aceptación a nivel global. Para su recopilación, se han utilizado las bases de datos oficiales más actualizadas de diversos organismos internacionales cuyo ámbito de actuación o mandato están relacionados con los desafíos analizados.

3.1. Desafíos económicos: impulso del comercio electrónico y las finanzas digitales como respuesta a la ralentización del crecimiento

La región de África Subsahariana, en la que vive el 14% de la población mundial según datos de 2018 (Suzuki, 2019), ha seguido una tendencia económica al alza desde 2004. El continente africano en su conjunto representa el 3% del comercio mundial y entre el 1% y el 2% de las inversiones directas extranjeras (Kabunda, 2020). El hecho de que durante 2019 varias de las economías con mayor crecimiento económico del mundo se situarán en la región de ASS, como es el caso de Sudán del Sur, Ruanda, Costa de Marfil, Ghana, Etiopía o Mauritania, dan ejemplo de esa tendencia al alza (Egoscozábal, 2020). A pesar de la época de bonanza económica que ha atravesado la región, las condiciones de vida de la población no han sufrido grandes mejoras, ni tampoco se ha traducido en el impulso de sistemas sociales que promuevan la redistribución de la riqueza (Mateos, 2016). La región se caracteriza por una situación económica marcada por la dependencia de materias primas, las desigualdades, la economía informal y la carencia de sistemas fiscales y sociales robustos (Banco Mundial [BM], 2020a).

La recesión mundial provocada por las medidas frente a la propagación del virus, especialmente el cierre de fronteras, así como las medidas comerciales proteccionistas, han ocasionado un descenso abrupto del crecimiento de la región dada su fuerte dependencia mercantil. El pasado colonial del continente africano delimita unas relaciones comerciales desequilibradas y fuertemente dependientes de los países occidentales. A ello se le suma el fuerte endeudamiento nacional que arrastra aún hoy el continente. Todo ello contribuirá a que los impactos de la COVID-19 tengan una mayor afectación que en otras regiones dada su situación socioeconómica. Según las previsiones del BM para la región en 2020, se estima un descenso en el crecimiento de entre el -2,1% hasta el -5,1% como consecuencia de la pandemia (BM, 2020a). En caso de cumplirse estas predicciones, la región viviría su primera recesión en veinticinco años, agravada por la disminución del crecimiento de sus principales socios comerciales, principalmente los países europeos y China.

Las consecuencias nefastas tras las medidas de contención han supuesto el derrumbe de la exportación de materias primas y la caída en la demanda de petróleo y minerales, con el consiguiente descenso en su precio; la interrupción de las cadenas de valor; y el desplome del sector turístico. De igual manera, las medidas proteccionistas han resultado en bloqueos comerciales y en la pérdida de gran cantidad de inversiones (BM, 2020a). El panorama que deja la crisis conlleva la drástica reducción del empleo, así como su consecuente pérdida de bienestar (BM, 2020a).

El empleo de la región se caracteriza por trabajos de baja productividad, principalmente en la agricultura de pequeña escala y el empleo informal, circunstancia que

afecta al 89,2% de la población. La situación de extrema pobreza, que alcanza a un total de 140 millones de personas (el 59,8% del total mundial), y la falta de protección social, abogan a la ciudadanía a realizar todo tipo de actividades económicas para sobrevivir (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2020). A pesar de que los datos de desempleo son inferiores al 5% -entendiendo éste como la proporción de población activa sin trabajo, pero buscándolo y disponible para realizarlo-, la tasa de subutilización de mano de obra llegó en 2019 al 21,5%, mayoritariamente por insuficiencia de horas dada la baja calidad de los empleos. Las elevadas tasas de personas trabajadoras por cuenta propia son igualmente otro síntoma de la falta de trabajo decente en la región (OIT, 2020).

El fuerte crecimiento demográfico se prevé que afecte negativamente a las problemáticas existentes en el mercado laboral. Dado el papel principal que juega la agricultura en la región y ese aumento exponencial de la población entre los 15 y los 24 años, que se estima alcance los 283 millones en 2030 (OIT, 2020), la economía regional requiere de transformaciones estructurales que saquen provecho a las materias primas a través de la industria manufacturera (Banco Africano de Desarrollo, 2019). Ha de promoverse por lo tanto el desarrollo de cadenas de valor añadido que aumenten el coste final de los productos.

Las medidas frente al COVID-19 afectan de forma desproporcionada a su población, y el sector informal presenta una brecha de género de seis puntos porcentuales (OIT, 2020). Las mujeres se encuentran entre los colectivos más perjudicados, dado que llevan a cabo los empleos más precarios (BM, 2000d) y son quienes menor poder adquisitivo y de ahorro tienen. Ello, unido a la carga de cuidados no remunerados en sociedades con débiles sistemas de protección social, resultan en una afectación mayor de la crisis en las mujeres (Naciones Unidas [NNUU], 2020). La infancia y los colectivos migrantes y desplazados son, de igual manera, grupos en riesgo.

Para trabajar en pos de la igualdad de género dentro de la región es primordial que toda ayuda o subsidio incorpore una mirada de género, para asegurar la accesibilidad a las mismas de los sectores más feminizados, y contribuir así a la supresión de barreras de acceso al mercado laboral y a la igualdad de oportunidades y salarios (NNUU, 2020). A este respecto las tecnologías digitales ofrecen de nuevo un nicho con gran potencial transformador. La iniciativa eTrade for Women, desarrollada por la Conferencia de las NNUU sobre Comercio y Desarrollo, aspira a empoderar a la próxima generación de mujeres empresarias de los países en desarrollo, capacitando e inspirando sobre la base de logros femeninos en la red.

Las personas migrantes tienen un papel primordial en el empleo informal, y en particular en el sector de la agricultura, a pesar de que las estadísticas oficiales no recojan su contribución. En Costa de Marfil se estima que el 19% del PIB nacional se

debe a la contribución de los inmigrantes, principalmente dentro del sector agrícola. En Sudáfrica se calcula que los inmigrantes aumentan el ingreso per cápita en un 5% (Food and Agriculture Organization [FAO], 2020a). Estos ejemplos ofrecen una perspectiva del peso que la migración juega en la economía regional.

La situación actual de pandemia ha afectado al colectivo migrante reduciendo el envío de remesas, que constituye la principal fuente de ingresos de divisas en la región de África Subsahariana de la que dependen para cubrir gastos básicos tanto zonas rurales como hogares urbanos (FAO, 2020a). En 2019, en Sudán del Sur las remesas representaron un incremento del 34,4% del PIB nacional, el 21,4% del de Lesotho y el 15,5% del de Gambia (BM, 2020b). Los desafíos a los que se enfrentan las personas migrantes y desplazadas, las restricciones en el movimiento y la recesión económica prevén una reducción en el envío de remesas a ASS de entorno al 23%, pasando de cuarenta y ocho mil millones de dólares en 2019 a treinta y siete mil millones en 2020 (BM, 2020c). Esta reducción tendrá un impacto importante en los medios de vida de la población, exacerbando la necesidad de los hogares más dependientes y dificultando su capacidad de superar el ciclo de la pobreza, lo que podría conllevar estrategias de afrontamiento negativas tales como trabajo infantil, explotación laboral o matrimonios infantiles (FAO, 2020a; BM, 2020b). A pesar de la reducción que sufrirán, las remesas continuarán siendo una de las principales fuentes de ingresos en la región, en especial en vista de la reducción que se espera sufra la inversión extranjera.

Uno de los aspectos clave relativos a las remesas tiene que ver con su envío, que en la región se realiza principalmente en efectivo. La pandemia ha puesto de manifiesto la necesidad de apoyar el desarrollo de tecnología digital en el sector, contribuyendo asimismo a la reducción de su elevado coste de transacción. La región ostenta el más elevado a nivel mundial con una tarifa entorno al 8,6%, cifra que casi triplica el 3% que la Agenda 2030 establece deseable (BM, 2020c). A este respecto, tanto la banca por internet como los sistemas de dinero móvil resultan oportunidades para abaratar esas tasas de transacción (FAO, 2020b). Compañías de telefonía móvil como SAFARICOM, ofrecen ya servicios de transferencias monetarias sin necesidad de tener una cuenta bancaria, construyendo un nuevo sistema de dinero móvil que facilita las transacciones monetarias.

De igual forma, la financiación digital emergente presenta una oportunidad para apoyar al sector agrícola y potenciar las agro-PYME, ofreciendo oportunidades de expansión para el acceso a mercados a través del comercio electrónico, las plataformas digitales y los sistemas de entrega adaptados al contexto de pandemia, contribuyendo así a la reducción de pérdidas de las personas productoras y a la contención del virus (FAO, 2020b). De cara al futuro, las tecnologías financieras pueden asimis-

mo contribuir a aumentar la resiliencia del sector frente a posibles amenazas y facilitar el acceso a planes gubernamentales de apoyo, así como a financiación privada.

El sector agroalimentario resulta uno de los más afectados por la pandemia con consecuencias fatales para la seguridad alimentaria del ASS. Cada punto porcentual de caída del PIB mundial se estima que afecte a 0,7 millones de niñas y niños, provocando retraso en su crecimiento (FAO, 2020c). Dada la reducción de los recursos, las intervenciones en materia de nutrición deben dirigirse a los micro niveles más afectados frente a los estímulos macroeconómicos que no contribuyen a alcanzar los resultados deseados (FAO, 2020c). La promoción de medidas a nivel regional, tales como cadenas de valor interregionales, resultan una oportunidad de desarrollo (BM, 2020a). La Unión Africana (UA) ofrece a este respecto un marco alentador. Si bien es verdad que las restricciones en los desplazamientos y la producción sitúan la recién creada Área Continental Africana de Libre Comercio (AfCFTA, por sus siglas en inglés) en una posición de peligro, el impulso del comercio electrónico representa nuevamente un recurso apropiado para promover la integración económica de los países subsaharianos.

El emprendimiento digital puede jugar un papel primordial en la región a través de la promoción de respuestas adaptadas al territorio que respondan a las necesidades reales de la población. En el ámbito de la agricultura, dado su importante peso en la región, puede ofrecer nuevas perspectivas de desarrollo de negocio que se adapten al contexto post pandemia. De cara a mejorar la resiliencia del tejido productivo, resulta imprescindible proporcionar liquidez a las empresas cuyos negocios resulten viables, tanto aquellas que se encuentren dentro del sector formal como las que formen parte del sector informal (FAO, 2020; OIT, 2020). De igual manera se requiere, además de fortalecer los sistemas de salud, prestar apoyo a las personas trabajadoras a través de subsidios salariales que eviten los despidos masivos.

De cara a la respuesta política son necesarias medidas económicas que impulsen la diversificación dentro de las cadenas de valor regionales, la productividad y la resiliencia (BM, 2020a). La mejora de la conectividad de la región, así como la reducción de los costes de transacción y transporte, resultan también imprescindibles (JMP et al., 2017). E igualmente el desarrollo de infraestructura ecológica que responda a las necesidades regionales, apoyándose en sus posibilidades para contribuir a la eficiencia energética a través de energías renovables, así como a la conservación del suelo y el desarrollo de cuencas hidráulicas (BM, 2020a). Por último, las tecnologías digitales resultan claves para el comercio, la educación, e incluso la sanidad.

La diversidad de países que abarca la región resulta en diversos efectos en cada caso como consecuencia de la pandemia. Entre los más afectados se encontrarán los exportadores de materias primas, los dependientes del petróleo, y los exportadores de

metales y los destinos turísticos, que se verán afectados por el fuerte descenso de la demanda y las restricciones de movimiento (BM, 2020a). De igual forma, el nivel de conectividad nacional determinará en los próximos años las posibilidades de desarrollo de sistemas tecnológicos de una gran variedad de tipologías, incluidos los financieros, lo cual será determinante para la implementación de medidas. Reducir la brecha digital de la región continuará siendo clave para lograrlo.

3.2. Desafíos sanitarios: salud como derecho, déficit de cobertura y respuestas innovadoras locales

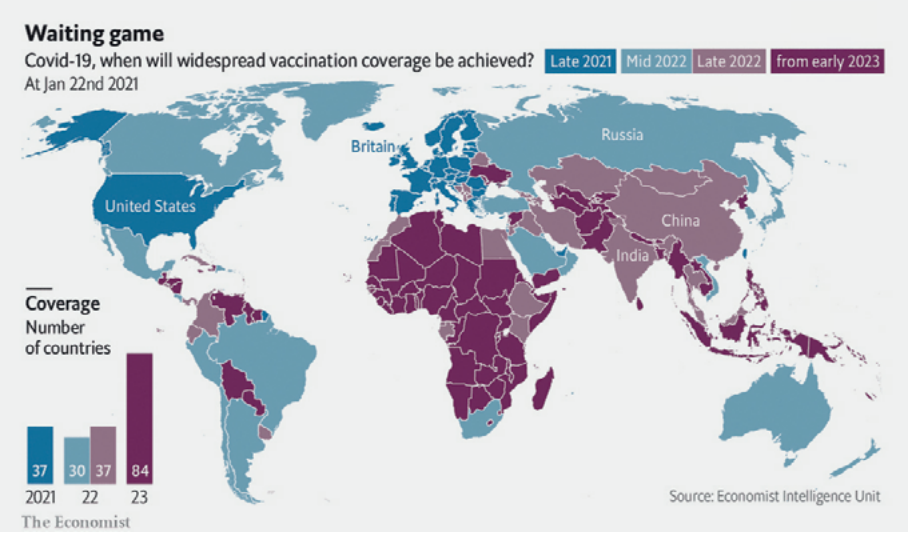
La carrera por las esperadas vacunas contra la COVID-19 ha hecho que se ponga el foco en la salud como derecho, abriendo el debate para el reconocimiento del acceso a medicamentos y vacunas como bien público global (BPG).

Aunque parece evidente que la demanda global de vacunas contra la COVID-19 sobrepasa la oferta de las empresas farmacéuticas que, en muchas ocasiones, se ha desarrollado gracias a la financiación pública, la petición liderada por India y Sudáfrica a la Organización Mundial del Comercio (OMC) para suspender las patentes de tecnologías, medicamentos y vacunas mientras dure la pandemia, como ocurrió con los retrovirales genéricos contra el VIH, ha sido rechazada por los países del norte (Agudo, 2020; Bernal, 2020; Sanahuja, 2020).

A pesar de la creación de Covax, un mecanismo internacional público-privado que pretende garantizar la equidad en la distribución de vacunas, éste carece de financiación suficiente para asegurar la llegada de estas a los países de rentas bajas que no tienen las mismas condiciones de negociación y adquisición de los países con rentas altas. A principios de enero de 2021, de las más de cuarenta millones de dosis de la vacuna contra la COVID-19 inoculadas, sólo veinticinco dosis habían sido administradas en países de bajos ingresos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021). Otra iniciativa es la *People's Vaccine Alliance,* una coalición de organismos internacionales entre los que están Oxfam, Amnistía Internacional y Global Justice Now, que abogan por una vacuna accesible para todas las personas en todos los lugares y libres de costes.

De acuerdo con un informe del Economist Intelligence Unit, la mayor parte de países de renta media no conseguirá vacunar a su población hasta finales de 2022 (de éstos sólo cuatro son países del ASS: Sudáfrica, Etiopía, Kenia y Gabón), mientras que se estima que el resto de países de ASS tendrán que esperar hasta principios de 2023 (EIU, 2021).

Figura 2: ¿Cuándo se logrará la cobertura generalizada de vacunación?



Fuente: EIU, 2021 (https://www.economist.com/graphic-detail/2021/01/28/vaccine-nationalism-means-that-poor-countries-will-be-left-behind)

Aumentar la producción de fármacos en África Subsahariana es una prioridad urgente para garantizar la seguridad sanitaria en un continente que importa entre el 70 y el 90% de sus medicamentos (Conway et al., 2020). Los principales desafíos a los que debe hacer frente el sector farmacéutico en el continente son la fragmentación del mercado, la inexistencia de autoridades regulatorias eficaces y los desajustes entre las políticas de salud, industria, comercio, finanzas y propiedad intelectual (Pallarès, 2020).

Con la entrada en vigor del AfCFTA, se está estudiando la oportunidad de crear una Agencia Africana de Medicamentos abordar la cuestión de la capacidad regulatoria y armonizar las políticas de salud públicas en la región, aunque todavía es necesario el consenso de los países para su creación y puesta en marcha (Pallarès, 2020).

El momento actual pone de manifiesto la necesidad de invertir en el sector para reducir la dependencia y construir una industria sostenible y con economías de escala. Para ello, será necesario apostar por empresas africanas que cumplan con los estándares internacionales de calidad mediante la cooperación técnica y la transferencia de conocimientos, en aras de garantizar un aumento de la producción local que se traduzca en un mayor acceso a medicamentos en el continente, de tal forma que se logre reducir la dependencia extranjera y de las agencias de medicamentos.

Otro de los principales retos en materia de salud en la región del ASS es el déficit de cobertura generalizado como consecuencia de la escasa financiación, que se puede comprobar a partir de los datos sobre el número de camas por cada mil personas y el número de personal sanitario por cada cien mil personas. El número de camas por cada mil personas es solo superior a 2,5 en países del sur de África como Mauricio, Namibia y Sudáfrica; pero en otros países es incluso inferior a una, como ocurre en Angola, Etiopía, Ghana, Nigeria, Senegal y Tanzania (BM, 2020).

La escasez de personal médico cualificado y la falta de oportunidades laborales para el mismo es un desafío para muchos países de la región, especialmente en las zonas rurales o de difícil acceso, pues la baja densidad demográfica hace que la prestación de servicios sanitarios sea relativamente costosa (BM, 2020). Esto provoca que existan grandes disparidades geográficas tanto entre los países de la región como dentro de los propios Estados. Por ejemplo, en Togo, según datos de 2018 de la OMS, sólo había ocho profesionales médicos y catorce profesionales de enfermería por cada cien mil personas, el 64% de los cuales se encontraban en la región de la capital (BM, 2020).

Desde la Cooperación Española ya se están llevando a cabo iniciativas en materia de especialización del personal sanitario a través del Programa de Formación Médica Especializada en Etiopía y Níger para contribuir a la meta 3.8 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 3, que pretende la cobertura sanitaria universal, aumentando el acceso y calidad de los servicios hospitalarios (AECID, 2019).

La inexistencia de servicios de salud en zonas rurales o el difícil acceso a los mismos hace que aumente la dependencia del trabajo de las ONGD extranjeras especializadas en salud que, si bien su trabajo sigue siendo esencial para dar cobertura a las personas que necesitan asistencia sanitaria y el control de epidemias, no dejan de basarse en intervenciones de duración determinada. Por otro lado, el personal internacional de estas organizaciones puede ser repatriado a sus países de origen por el riesgo de la pandemia, reduciendo o incluso acabando con los recursos humanos disponibles. El fortalecimiento de los sistemas de salud y las capacidades humanas y técnicas seguirá siendo una prioridad de la cooperación internacional en el contexto post COVID-19.

La pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto la urgencia de alcanzar las metas en materia de agua, higiene y saneamiento de la Agenda 2030. Cuando desde las instituciones y organismos nacionales e internacionales se hacía un llamamiento a la ciudadanía para prevenir la enfermedad mediante el lavado de manos y la distancia social, en África Subsahariana, de acuerdo con los datos más recientes del *Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene* (JMP en sus siglas oficiales), solo el 22% de la población tenía acceso a servicios de saneamiento gestionados de

forma segura, mientras que el acceso a agua potable era del 24% de la población. Por su parte, solo el 17% contaba con cobertura de las instalaciones básicas de lavado de manos con jabón y agua (JMP et al., 2017).

La falta de recursos implica problemas de acceso a servicios sanitarios, que afectan a las personas en situaciones más vulnerables, como las mujeres, que tienen necesidades sanitarias específicas en cuanto a salud sexual y reproductiva, y cuyo acceso se ha visto obstaculizado por la pandemia del COVID-19 (NNUU, 2020a). Además, debido a la feminización del trabajo de cuidados, las mujeres se ven más expuestas al virus, pues el sector sanitario está ampliamente representado por el sexo femenino (NNUU, 2020a). También las personas refugiadas, desplazados internos y migrantes han experimentado barreras para acceder a servicios de salud, debido a prácticas discriminatorias por su estatus jurídico, por los costes de la asistencia o el desconocimiento de la lengua (NNUU, 2020b).

Por otro lado, de las experiencias en emergencias sanitarias previas en la región, como la de ébola, se pueden extraer lecciones muy valiosas para contener la pandemia de COVID-19 en el continente. Una de ellas fue el importante rol que juega la comunidad en materia de prevención, el seguimiento de los casos, asegurar flujos creíbles de información y la organización para facilitar el acceso a atención sanitaria o conseguir agua y jabón (OMS, 2020a). Las respuestas a nivel comunitario son especialmente relevantes en aquellos países en los que la credibilidad y el alcance del Estado se ha visto dañado (BM, 2020).

En esta línea, será importante contar con el sector privado como un eslabón más en la cadena de valor, a partir de colaboraciones con las que impulsar la transferencia de conocimientos e incentivar la producción local de medicamentos, equipos médicos y de protección como las mascarillas, teniendo en cuenta la materia prima disponible localmente (Bernal, 2020). Para ello, será esencial que la cooperación internacional impulse el liderazgo de los países africanos para el desarrollo de innovaciones locales adaptadas al contexto.

Desde la oficina regional africana de la OMS se impulsó un *Hackathon* virtual para reunir propuestas locales innovadoras para hacer frente a la pandemia. A través de esta iniciativa, la OMS proporcionó financiación inicial para desarrollar y poner a prueba aquellas propuestas de innovación más prometedoras (OMS, 2020a), como NextGenCoviAI. Creada por la empresa de innovación ugandesa Global Auto Systems, se trata de una plataforma de datos que gestiona la información en tiempo real sobre las infecciones por el nuevo coronavirus, y que ha sido implementada por el Ministerio de Salud de la República de Uganda (The Republic of Uganda Ministry of Health &OMS, 2020).

La pandemia de COVID-19 ha aumentado el riesgo de que se invisibilicen otras emergencias sanitarias, como la de ébola en la República Democrática del Congo, y ha supuesto un cambio en las prioridades de atención médica a nivel global, poniendo en riesgo los avances conseguidos en las últimas décadas para alcanzar la meta 3.3 del ODS 3 relativa a "la erradicación de las epidemias del sida, la tuberculosis, la malaria y las enfermedades tropicales desatendidas y a combatir la hepatitis, las enfermedades transmitidas por el agua y otras enfermedades transmisibles"(NNUU, 2015).

Los países en los que trabaja el Fondo Mundial de la lucha contra el VIH/SIDA, la tuberculosis y la malaria (Fondo Mundial) sufrieron interrupciones en el acceso a tratamiento derivadas de las restricciones a la movilidad y la escasez de materias primas para la producción de medicamentos, así como en el aprovisionamiento de pruebas diagnósticas para la detección del VIH/SIDA, malaria o tuberculosis como consecuencia de la reorientación del sector a la fabricación de pruebas para la detección del antígeno SARS-CoV2 (Salud por Derecho, 2020b; OMS, 2020b). Las licitaciones realizadas por el Fondo Mundial aseguraron los volúmenes de producción y permitieron cierta flexibilidad en la oferta, minimizando el riesgo de agotamiento de existencias (OMS, 2020b). Todo ello ha puesto en evidencia las costuras de un sistema de I+D+i enfocado en los beneficios económicos privados frente a las necesidades de la población.

En este sentido, sería necesario equilibrar la agenda de investigación en materia de salud y desarrollo de medicamentos a favor de las enfermedades infecciosas, que hoy en día tienen un peso minoritario en la investigación y desarrollo (Salud por Derecho, 2020c). El actual contexto sanitario pone en evidencia la necesidad de repensar la agenda de I+D+i en materia de salud y acceso universal a medicamentos, lo cual implica necesariamente realizar un ejercicio de transparencia y una revisión del concepto de innovación para que las patentes no sean el principal incentivo y que las inversiones públicas permitan maximizar el retorno social asegurando el interés público (Bernal, 2020; Salud por Derecho, 2020a).

El programa MALTEM en Mozambique, coordinado por ISGlobal y el Centro de Investigación en Salud de Manhiça, es un ejemplo exitoso de cooperación para la investigación en materia de lucha contra la malaria. Un estudio sobre el proyecto Magude, confirmó que mediante el uso intensivo de las herramientas de prevención y tratamiento disponibles actualmente se puede reducir la carga de la enfermedad (Galatas et al., 2020). Aunque para su total eliminación todavía será necesario buscar nuevas herramientas, la investigación aporta valiosas lecciones en cuanto a identificación de estrategias.

3.3. Desafíos sociales: urbanización pujante, protección de los derechos humanos frente a la inseguridad sociopolítica

El África Subsahariana cuenta con grandes retos que afrontar: los conflictos, la dependencia de ayuda humanitaria, el Estado de derecho o la degradación del medio ambiente colocan a la región en una situación de vulnerabilidad endémica. A pesar de que la agenda política aspira a alcanzar los objetivos marcados por la Agenda 2030 y la Agenda 2063[6], la debilidad de los sistemas de gobernanza regional dificulta su consecución, ya incluso previamente a la llegada de la pandemia.

La región de ASS está marcada por una urbanización en alza no exenta de un amplio espectro de vulnerabilidades a desastres. Se estima que en 2040 habrá más gente viviendo en las ciudades que en las zonas rurales, hasta alcanzar un total de 854 millones de habitantes urbanos (ONU-Habitat, 2020). El rápido incremento de la población de las grandes urbes subsaharianas, con una tasa de crecimiento poblacional urbano del 41% (BM, 2020a), presenta grandes desafíos como resultado de una planificación fragmentada con crecientes áreas informales y desigualdades acuciantes en cuanto a prestación de servicios básicos. Los núcleos urbanos se convierten así en zonas de prioridad incremental dada la importancia demográfica y los altos riesgos de pobreza (ONU-Habitat, 2020).

Las macrociudades del ASS presentan riesgos ligados a la calidad de las viviendas, las infraestructuras, los servicios de los barrios, la contaminación del aire y del agua y la capacidad mermada de los gobiernos locales de tomar decisiones. A estos riesgos se suman las condiciones socioeconómicas de la población y una financiación pública deficiente; la pobreza urbana resulta pues subestimada. Según las estimaciones del Programa Mundial de Alimentos (PMA), las personas residentes en las grandes urbes del ASS desembolsan entre un 11% y un 18% más en cubrir necesidades básicas como agua o comida en comparación con las ciudades del resto del mundo, lo cual influye en su presupuesto disponible para solventar estrategias de reducción de riesgo como la mejora de sus viviendas o su acceso a salud (PMA, 2020). El caso de Ibadán, una de las ciudades más grandes de Nigeria, es un ejemplo de cómo el crecimiento exponencial de la ciudad requiere de financiación concentrada en el desarrollo de infraestructuras y servicios sociales que mitiguen los riesgos a los que se enfrenta la población (Olaniyan et al., 2020).

Para optimizar la planificación y gestión de desastres se requiere la mejora de las fuentes de información para así conocer los riesgos urbanos y sus posibilidades de

6. La Agenda 2063 es la hoja de ruta diseñada por la UA y sus países miembros con el objetivo de lograr el desarrollo inclusivo y sostenible del continente africano según prioridades y valores panafricanistas.

reducción a nivel local. Con ese objetivo, la iniciativa Urban Africa Risk Knowledge, que se lleva a cabo en nueve ciudades del ASS, aspira a romper los ciclos de riesgo urbano conectando la investigación científica con los actores políticos. A través de métodos de co creación, se promueven innovaciones con el objetivo de alcanzar núcleos urbanos más resilientes y sostenibles, contribuyendo de esa manera a resolver las principales causas: falta de datos desglosados sobre las condiciones que determinan la vulnerabilidad de determinadas zonas; ausencia de análisis sistemáticos de las formas en que los procesos de urbanización influyen en la distribución socio espacial del riesgo; o insuficiente capacidad de coordinación entre agentes en riesgo y gobiernos (ONU-Habitat, 2020).

Las áreas urbanas subsaharianas densamente pobladas y con extensos asentamientos informales se convierten en focos de fácil propagación de enfermedades infecciosas, como ha puesto de manifiesto la pandemia del COVID-19. La situación se ve agravada por la falta de conocimiento de las autoridades locales acerca de los problemas de salud que impactan en sus residentes, especialmente en los *slums* (Urban ARK, 2019). La carencia de datos sanitarios que recojan los registros de muertes dificulta enormemente la tarea de análisis sobre la incidencia de la COVID-19 en estas zonas. La situación actual de pandemia puede resultar en el agravamiento de las desigualdades existentes en la región. Uno de los aspectos a tener en cuenta es que las zonas más densamente pobladas están habitadas por personas dependientes del sustento diario para su supervivencia, por lo que cualquier medida de confinamiento les afecta directamente y de forma desproporcionada. Lo que en algunos casos será irreversible, provocando situaciones de escasez de alimentos extremas. Por esta razón, es indispensable promocionar acuerdos de gobernanza que incluyan actores de la sociedad civil que cuenten con acceso a la raíz de las causas, posean capacidad de registrar eventos y comprendan las necesidades. Son los únicos que pueden apoyar la capacidad de recuperación de los hogares incluso en estas circunstancias (ONU-Habitat, 2020).

Más allá del ingente proceso de urbanización, una amplia mayoría de las personas pobres del continente africano, en torno al 70%, vive en zonas rurales y se dedica de forma mayoritaria a la actividad agrícola (Mbuyi Kabunda, 2020). Razón por la cual el desarrollo rural persistirá como línea prioritaria de la cooperación al desarrollo, aspirando a hacer frente al éxodo hacia las ciudades a través del desarrollo de partenariados que incluyan como agentes principales a la población local. A través de la creación de polos de desarrollo formados por personas autóctonas, se logra actuar sobre las potencialidades y responder a las necesidades más acuciantes de la región (Mbuyi Kabunda, 2020). De esta manera se promueve en todo momento la autonomía de las personas beneficiarias y la toma de responsabilidad por parte de la comunidad de incidencia para asegurar la durabilidad de las acciones y alcanzar la esperada resiliencia comunitaria.

A pesar de que se ha reducido el número de conflictos de alta intensidad, África es el continente más afectado por los mismos con una situación de inseguridad generalizada. El año 2020 había sido elegido por los socios de la UA como fecha límite para hacer efectivo el compromiso regional de "silenciar las armas". Sin embargo, la región se encuentra aún anclada en conflictos prolongados, presentando además, nuevas formas de violencia exacerbadas por el terrorismo y la propagación del extremismo, que causan desplazamientos masivos de personas (Amnistía Internacional, 2020a).

La justicia y la rendición de cuentas siguen siendo asignaturas pendientes en la región (Amnistía Internacional, 2020a). Durante 2019, la represión generalizada de la disidencia fue una tónica general: en más de veinte países se negó el derecho a manifestarse a través de medidas como la imposición de prohibiciones ilegítimas, las detenciones arbitrarias o el uso indiscriminado de la violencia. La libertad de expresión se restringió en dos tercios de los países reprimiendo a periodistas, blogueras y blogueros, así como a grupos de la sociedad civil y a miembros de la oposición política (Amnistía Internacional, 2020b). En esa línea, las violaciones de derechos humanos han continuado con medidas como el acaparamiento de tierras para usos comerciales, privando de medios de vida a miles de personas en Angola, o la dificultad en el acceso a la salud y a la educación en Burkina Faso, Camerún o Mali (Amnistía Internacional, 2020b).

La llegada del coronavirus a la región del ASS ha conllevado implicaciones significativas para los derechos políticos, las libertades civiles y la seguridad alrededor de la región. A comienzos de 2020, las preocupaciones principales en materia de derechos humanos incluían los abusos vinculados a los conflictos en Sudán del Sur y Sudán; la lucha armada en Burkina Faso, Camerún, Chad, Mozambique, Níger y República Democrática del Congo; así como la inestabilidad sociopolítica que ha llevado a un golpe de Estado en Mali y los conflictos en República Centroafricana y Somalia (Amnistía Internacional, 2020b). Enfrentamientos a los que hay que sumar el desatado recientemente en la región de Tigray, en Etiopía. La erosión democrática se espera que aumente como consecuencia de las medidas implementadas por algunos gobiernos en la región. Los casos de Guinea y Zimbabue con movimientos hacia la autocratización durante la crisis de la COVID-19, son un ejemplo de ello. En otras ocasiones la pandemia ha desviado la atención internacional, como en Camerún, trasladando el foco de la represión gubernamental. Incluso en países con democracias consolidadas se han llegado a restringir las libertades civiles como la libertad de prensa (Amnistía Internacional, 2020c).

África Subsahariana cuenta con más de 550 millones de niñas y niños y se calcula que el 48% de la infancia de la región está afectada por la pobreza (UNICEF, 2020a). La infancia es por tanto uno de los colectivos en situación de riesgo y requiere de po-

líticas de desarrollo que promocionen la universalización de la educación primaria, la expansión de la secundaria y terciaria, así como el diseño de currículos adaptados a las necesidades futuras de la región (Sanahuja, 2020).

La deserción escolar representa casi la mitad del número total de jóvenes entre los 12 y los 24 años; según cifras de 2015, esta proporción alcanzaba un total de 89 millones de jóvenes en la región (Inoue et al., 2015). La consecuente falta de competencias y habilidades de las generaciones que no hayan pasado por el sistema educativo dificultará su acceso a un empleo digno, manifestándose en inestabilidad laboral, bajos salarios, exposición al desempleo y mayor riesgo de explotación laboral. La esperanza de vida, el compromiso socio-comunitario y las perspectivas propias de estas personas quedarán también duramente afectadas.

En vistas a motivar la continuación de estudios, una medida decisiva es retener a los colectivos en situación de riesgo a través del diseño de políticas que coloquen en el centro sus intereses y motivaciones. La educación alternativa a través de itinerarios que respondan a las necesidades más acuciantes y la integración en el mercado laboral se presentan como los aspectos claves a desarrollar para atraer al alumnado. La introducción de un itinerario enfocado en las nuevas tecnologías en los sistemas educativos puede ser una oportunidad para el desarrollo de nuevas habilidades entre los y las jóvenes, y los avances facilitarán "saltos de rana" al incorporar avances tecnológicos sin necesidad de pasar por etapas intermedias (Sanahuja, 2020), siempre que se acompañe de inversiones en infraestructura y acceso a Internet.

La pandemia ha intensificado las problemáticas a las que hace frente la infancia de la región. Según estimaciones de UNICEF, más de la mitad de la población infantil podría estar enfrentándose a la inseguridad alimentaria en la actualidad (UNICEF, 2020a). El cierre de los centros educativos, que afectó a alrededor de 250 millones de estudiantes, provocó que más de 50 millones de niñas y de niños perdieran el acceso a comidas diarias gratuitas (UNICEF, 2020a). La situación actual pone en peligro a toda una generación aumentando el riesgo de trata, explotación laboral y sexual, matrimonios infantiles y violencia de género. Ello urge a los gobiernos de la región y a los países donantes a aumentar sus esfuerzos para ofrecer educación gratuita y de calidad a todas las niñas y niños de la región independientemente del contexto en el que vivan (UNICEF, s.f.).

Las medidas de digitalización de la enseñanza implementadas en otras regiones han supuesto una dificultad añadida en el caso de ASS, dada la baja penetración de Internet y el bajo acceso a medios tecnológicos. En la región, el 89% de las personas que estudian no tiene acceso a un ordenador y el 82% no tiene la posibilidad de conectarse a Internet (NNUU, 2020). La escasa fiabilidad del suministro eléctrico hace que, a pesar de la posibilidad del acceso a través de dispositivos móviles, las respuestas de

enseñanza a distancia a través de medios digitales no hayan obtenido el resultado esperado.

Han de promocionarse medidas que promuevan el uso de otras tecnologías más allá de los medios en línea como la radio o la televisión para facilitar el seguimiento escolar por parte del alumnado, adaptando así las intervenciones al contexto tecnológico local. A este respecto, dos son las brechas digitales principales que atajar. Por un lado, la brecha entre zonas urbanas y rurales en relación a la conectividad y, por otro, entre educación pública y privada. La respuesta por parte de la cooperación al desarrollo ha de ser multisectorial y, dada la complejidad de la situación, coordinarse con la acción humanitaria para alcanzar el fortalecimiento de los sistemas públicos (UNICEF, 2020b).

África Subsahariana atesora una población joven, la mitad de la cual tiene menos de 25 años, representando una de las mayores fuerzas laborales del mundo (Filmer et al., 2014). Las disparidades entre las tasas de empleo juvenil entre países radican en el perfil de estos según su riqueza. De forma generalizada, el difícil acceso de la juventud al mercado laboral en la región es un hecho, lo que sumado a la ingente cantidad de empleos en el sector informal, dificulta las posibilidades de desarrollo de la juventud.

A pesar de las políticas y protocolos implementados durante la pandemia para apoyar a las personas trabajadoras de los sectores vulnerables y responder a la situación de vulnerabilidad acrecentada, no se han alcanzado los resultados esperados. En el caso de Nigeria, se realizó un estudio demostrando que la vulnerabilidad resultó, contrariamente, incrementada. Las circunstancias del gigante de la región, con un 80% de personas jornaleras, una alta densidad poblacional de las urbes y la sobrepoblación de los barrios marginales, no ha facilitado el éxito de las medidas (Olaniyan, 2020; BM, 2021).

Sin embargo, se ha puesto de manifiesto nuevamente que las carencias de servicios básicos y servicios sociales de la región se suplen a través de formas de vida fuertemente comunitarias que logran paliar la falta de respuesta institucional; aunque este modo de organización no ha sido tenido en cuenta durante el diseño y la implementación de las medidas anti COVID-19. El control urbano impuesto ha supuesto un impedimento al espíritu de cooperación propio de los entornos más desfavorecidos, entorpeciendo la respuesta comunitaria. Con el fin de evitar este error en los proyectos de cooperación futuros, resulta imprescindible la inclusión de actores de terreno no gubernamentales para diseñar respuestas adaptadas al contexto que incidan en las causas de forma efectiva en toda intervención, de acuerdo con los valores de la Agenda 2030 (Soyinka 2020; Sanahuja 2020).

En línea con el objetivo de aumentar la efectividad de las medidas, adaptarlas a las necesidades de cada contexto y lograr la no propagación del virus en un ambiente de paz, las comunidades han de tomar parte en el diálogo en todo momento para adaptar las medidas a las necesidades de cada realidad socioeconómica. En la región subsahariana son pocos los países, como Ruanda o Sudáfrica, que tienen capacidad de instaurar y gestionar estrategias nacionales. Una de las principales problemáticas a resolver en este ámbito es de nuevo la falta de información, así como el desarrollo de modelos de predicción que ofrezcan una visión del estado de cada territorio.

Resulta imprescindible, de igual forma, que las medidas para responder a la pandemia tengan en cuenta la protección de los derechos humanos, incluyendo el acceso a comida y agua, así como a servicios sanitarios que respondan a las necesidades del contexto actual. Es necesario asimismo focalizar la atención en la protección de los derechos de las mujeres y de las niñas; la situación de vulnerabilidad en la que se encuentran en el contexto actual, con una sobrerepresentación en el sector informal, se ha exacerbado catapultándolas a vivir privadas de seguridad laboral (Amnesty International et al., 2020), por lo que será imprescindible apoyar el emprendimiento y los medios de vida de las mujeres.

Las cuarentenas, los confinamientos, las restricciones en el movimiento y la distancia social afectan directamente a una multitud de empleos desarrollados por ellas dentro de ese extendido sector informal subsahariano. Asimismo, no se ha de obviar la exposición de las mujeres de la región a una amplia variedad de formas de violencia, que van desde la represión policial a los métodos usados por los grupos guerrilleros insurgentes. Además de todo ello, las mujeres padecen el riesgo de violencia doméstica, incrementado con las medidas implementadas durante la pandemia (PNUD, 2020). Es esencial proteger a las mujeres frente a cualquier tipo de violencia, incluir un enfoque de género en toda intervención y aplicar los aprendizajes adquiridos con anterioridad, como el aumento de embarazos adolescentes en Sierra Leona durante la pandemia del ébola (Save the Children et al., 2015)

En último lugar, los movimientos migratorios dentro de la propia ASS son característicos de la región y según datos de 2017 presentaban un volumen total de más de 25 millones, de los cuales en torno a un tercio se encontraban en la franja de edad entre los 15 y 24 años (FAO& ECA, 2018). Muchas de esas personas se ven forzadas a abandonar sus hogares como resultado de un conflicto o por razones de persecución. Las personas refugiadas de la región ascienden a un total de 5,3 millones de personas, y se localizan principalmente en África Central y África Oriental; por su parte, las personas desplazadas internas dentro de sus propios países de origen se elevan hasta alcanzar un total de 8,9 millones (FAO& ECA, 2018).

La pobreza rural, la falta de perspectivas laborales, la desigualdad o la falta de acceso a protección social empujan igualmente a un porcentaje importante de personas provenientes del medio rural a emigrar (FAO& ECA, 2018). Por último, el cambio climático surge como factor desencadenante de movimientos migratorios; según las estimaciones, se prevé que en 2050 el total de personas migrantes climáticas en la región ascienda a 85,7 millones de personas, al menos el 4% de la población (BM, 2018). La baja disponibilidad de agua, la productividad de los cultivos, el aumento del nivel del mar y la explotación insostenible de los recursos actúan como factores de impulso de la migración climática.

Las personas desplazadas son también un colectivo en riesgo, y de hecho cuatro de los seis campos de refugiados más grandes del mundo se encuentran en Etiopía, Kenia, Tanzania y Uganda (ACNUR, 2017). Los riesgos sanitarios en estos emplazamientos aumentan por la sobrepoblación de los asentamientos. La dependencia absoluta de la ayuda humanitaria sitúa a los emplazamientos en una situación límite que puede desencadenar situaciones de fuerte inestabilidad social, por lo que el apoyo y construcción de medios de vida en contextos de emergencia será fundamental para incorporar un enfoque humanitario-desarrollo. Un ejemplo de la incorporación de este enfoque en intervenciones es el proyecto llevado a cabo por el centro itdUPM a través de la Alianza Shire, una alianza público-privada que provee servicios energéticos fotovoltaicos en un asentamiento de personas refugiadas en el norte de Etiopía, a través de la formación y la promoción del empleo de personas usuarias de las instalaciones.

3.4. Desafíos medioambientales: resiliencia frente al cambio climático, medios de vida sostenibles y auge de las energías renovables

A pesar de que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del continente africano sólo suponen el 3% de las emisiones globales, África es más vulnerable a los efectos del cambio climático por sus condiciones eco-climáticas y socioeconómicas, dependientes en gran parte del sector primario. Las tensiones e inseguridad que se vive en partes del continente se están viendo agravadas por los efectos del cambio climático y por los problemas de desigualdad en la región, a pesar de su riqueza en materias primas y recursos naturales.

Las condiciones geográficas del continente harán que, aunque se consiga la meta del Acuerdo de París de frenar el calentamiento global a 2°C, el continente sufra un calentamiento superior a 4°C, lo cual provocará un incremento de al menos el 10% de la superficie del Sáhara (Andaluz, 2016). De acuerdo con un estudio de 2017 de la FAO, los países más afectados por el aumento de las temperaturas serán Congo, la

parte oriental de Madagascar y los países de la banda del Sahel, que también serán los más afectados por la escasez de lluvias, principalmente Eritrea, el norte de Mauritania, Sudán y Tanzania (FAO, 2017). Por otro lado, las zonas más afectadas por la disminución del rendimiento de los cultivos serán el distrito de Savanes en Togo, Melaky en Madagascar, los distritos de Soroti, Kitgum, Lira y Kumi en Uganda, Sud Bandama en Costa de Marfil, el distrito de Koulikoro en Mali y los distritos de Volta y Upper East en Ghana (FAO, 2017).

Los medios de vida rurales de la región dependen, principalmente, de la agricultura de secano y los regímenes de precipitaciones naturales que, en los últimos años, se han vuelto menos predecibles, aumentando la duración e intensidad de períodos meteorológicos extremos como sequías e inundaciones como consecuencia del cambio climático. El aumento de las temperaturas y los cambios en las precipitaciones probablemente lleven a una reducción de la productividad de los cultivos, afectando gravemente a la seguridad alimentaria, así como a un aumento de las plagas, las malas hierbas y las enfermedades sobre cultivos y el ganado (Niang et al., 2015).

En el África Oriental, la pandemia de COVID-19 coincidió con una de las temporadas de lluvias más húmedas de la región, aunque también más corta y errática en cuanto a duración, provocando inundaciones que han causado víctimas, desplazamientos de población y daños en la infraestructura y en los cultivos de algunas partes de Burundi, Etiopía, Kenia, Ruanda, Somalia, Tanzania y Uganda (NNUU, 2020). Además, las abundantes lluvias en un corto periodo de tiempo han promovido el crecimiento de la plaga de la langosta del desierto, que daña cultivos alimentarios y el forraje de los pastizales, siendo la situación especialmente preocupante en Etiopía, Kenia y Somalia (NNUU, 2020). Por el contrario, en partes de Angola, Eswatini, Mozambique, Namibia y Sudáfrica se ha vivido una temporada de lluvias con precipitaciones inferiores a la media, lo que ha reforzado la sequía en las zonas mencionadas (FEWS, 2020).

De acuerdo con las previsiones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el cambio climático amplificará la presión sobre la disponibilidad de agua en el continente africano, al estar sujeto a una gran variabilidad hidroclimática (Niang et al., 2015). Por ello, una gestión sostenible de los recursos hídricos deberá ser uno de los objetivos prioritarios de cualquier proyecto de cooperación agrícola y medioambiental en el ASS.

Estos cambios en el ciclo del agua están amenazando la producción agrícola de los países de la región, poniendo en peligro los medios de subsistencia y la economía de miles de personas, mayoritariamente mujeres. También ha supuesto un aumento de los desplazamientos de población y los episodios de violencia entre poblaciones

agrícolas y ganaderas nómadas, por la escasez de agua y la desertificación que limitan las zonas de cultivo y pastos (FAO, 2020).

La búsqueda de pastos para adaptarse a estos fenómenos meteorológicos hace que los pastores nómadas se desplacen de las zonas áridas en el norte hacia las zonas tropicales y subtropicales del sur, lo que incluye la banda del Sahel y parte de África Oriental, siendo las zonas más conflictivas el norte de Burkina Faso, Camerún, Chad, Ghana, Guinea, el centro de Mali, el suroeste de Níger, Nigeria, Ruanda y Senegal. La escasez de recursos hídricos y de tierras es una de las múltiples causas, aunque no la única, que ha hecho que los conflictos aumenten en los países del Sahel y el este del continente (Tebas, 2017). Estos episodios de violencia intracomunitaria, aunque puntuales, pueden condicionar la implementación de proyectos de desarrollo rural en los países mencionados a medida que la competencia por los recursos se recrudece. Por ello, es crucial la participación comunitaria y de líderes locales en la formulación e implementación de proyectos, para conocer cómo están abordando las comunidades locales la competición por los recursos naturales escasos y qué estrategias emplean para reducir las tensiones y mantener la cohesión social. Así mismo, los proyectos de cooperación rural en estas zonas deberán ir dirigidos a la resiliencia y adaptabilidad al cambio climático de los medios de vida, teniendo en cuenta estas dinámicas de competencia por los recursos con el objetivo de conciliar ambas actividades (por ejemplo, mediante asistencia técnica para el desarrollo legislativo o a través de estudios que permitan el establecimiento de calendarios agro-pastorales para cada región o país).

Por otro lado, en el Sahel los científicos han encontrado pruebas de que la causa natural de las sequías podría ser un cambio cíclico en las temperaturas oceánicas en el Atlántico Norte, conocido como Oscilación Multidecadal del Atlántico (OMA), que se produce cada tres décadas aproximadamente. Este fenómeno consiste en que el Atlántico Norte pasa de estar dominado por agua cálida a temperaturas más frías. Como resultado, cuando las aguas son cálidas los patrones climáticos a gran escala cambian y traen más lluvia al Sahel, mientras que, cuando el Atlántico entra en una fase fría, las lluvias se quedan al sur del Sahel (NASA Earth Observatory, 2015).

El surgimiento de herramientas de previsibilidad meteorológica y geolocalización evidencia el aumento de fenómenos meteorológicos adversos, a la vez que sirven para la monitorización de aquellas zonas más afectadas, contribuyendo a dirigir la ayuda allá donde sea necesaria. A pesar de que en los últimos años se ha evidenciado la utilidad de estas herramientas de datos y geolocalización, que cuentan con el apoyo de organismos internacionales como la FAO, su uso todavía no está lo suficientemente extendido en la región del ASS, limitándose el mismo al seguimiento de los fenómenos meteorológicos extremos y las hambrunas desde un punto de vista humanitario, pero sin que ello implique una mejora en los proyectos de desarrollo

y sostenibilidad ambiental y agrícola a largo plazo. El uso extendido de estas herramientas permitiría el estudio de fenómenos naturales como la OMA, lo cual podría dar apoyo a la adaptabilidad al cambio climático en el continente basando los proyectos de cooperación en evidencias científicas y predicciones a largo plazo, permitiendo una transición de un modelo de cooperación asistencial hacia un modelo de seguridad alimentaria a largo plazo. Además, los proyectos de cooperación al desarrollo agrícola y de seguridad alimentaria pueden apoyarse en estas herramientas de datos en tiempo casi real para el análisis del contexto en el que se implementan, por lo que sería necesario estudiar las limitaciones de estas herramientas en aras de mejorar, extender y facilitar su uso por parte todos los actores implicados.

El aumento de la temperatura en el continente está condicionado por los mares, que ya evidencian una elevación de la temperatura y la acidificación, provocando el desplazamiento de los bancos de algunas especies de peces, lo cual afecta a la pesca de la zona (Andaluz, 2016). Además, la sobreexplotación de los recursos pesqueros por parte de embarcaciones extranjeras compromete la supervivencia de los medios de vida costeros locales, pudiendo constituir una de las causas del aumento de la migración irregular. En este sentido, se debería estudiar cuáles son los puntos de inflexión que impulsan a las comunidades locales o a sus miembros a trasladarse a otros lugares y de qué manera se llega a tal decisión, de forma que se puedan crear mecanismos de alerta temprana y adaptar las intervenciones al contexto local.

Los proyectos de cooperación y acuerdos comerciales deben tener en cuenta especialmente una explotación sostenible de los recursos y respetuosa con los medios de vida locales, para construir relaciones de igualdad con las que incentivar el desarrollo sostenible. La mala gestión de sistemas alimentarios tiene un impacto medioambiental sobre la biodiversidad, la pérdida del suelo o la degradación de la tierra, la escasez y contaminación del agua y la sobreexplotación de los recursos. Por ello, se hace imprescindible incorporar técnicas de producción, procesamiento, comercialización y consumo de los alimentos para avanzar hacia un sistema más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. La pandemia de COVID-19 ha alertado acerca de los problemas causados por la destrucción y la pérdida de biodiversidad; de hecho, según las investigaciones científicas, el coronavirus causante de la COVID-19 tiene origen animal, evidenciando la importancia de la interacción humana con los animales y ecosistemas (Sanahuja, 2020), por lo que es probable que la atención sobre los proyectos de protección de la biodiversidad aumente en el contexto post COVID-19.

Desde el continente africano ya se están llevando a cabo proyectos para mejorar las técnicas de producción de alimentos y proteger la biodiversidad aprovechando los conocimientos y técnicas locales tradicionales. Desde finales de los años 90, la asociación senegalesa Oceanium trabaja en la salvaguarda del medioambiente marino

a través de la salvaguarda de la pesca tradicional y ejerciendo presión para crear zonas marinas protegidas. En el año 2008 comenzó un proyecto de replantación de manglares en Casamance y Siné Saloum. Los manglares son ecosistemas que permiten una filtración del agua evitando la afluencia de agua salina. Con este proyecto, se han conseguido restaurar diez mil hectáreas de arrozales, siendo el proyecto de replantación de manglares más grande del mundo gracias a la movilización social. También ha contribuido positivamente en la creación de medios de vida sostenibles y a aumentar la productividad a partir de técnicas respetuosas con el medioambiente y aprovechando el conocimiento local (Tour du Valat et al., 2018).

Respecto a la explotación de los recursos minerales y energéticos, a pesar de que 49 países del ASS son considerados como ricos en recursos naturales, esta situación sigue sin traducirse en beneficios de desarrollo para sus habitantes. Se estima que el continente africano alberga un 30% de las reservas mundiales de minerales, superando el 50% según las estimaciones en el caso (García Luengos, 2014). La cuota mundial de reservas petrolíferas de la región subsahariana es del 5% y tiene una producción de petróleo de cerca del 8% con una tendencia al alza (García Luengos, 2014). Los impactos sociales, económicos y medioambientales son muy significativos, puesto que el acaparamiento de los recursos está contribuyendo a la inestabilidad de amplias zonas de ASS, por lo que se hace necesario un replanteamiento del sistema de producción y consumo en los países del norte global que dependen de los recursos africanos para mantener sus sectores industriales.

A pesar de esta riqueza en materias primas para la producción de energía, según estimaciones de Sustainable Energy for All, alrededor de 565 millones de personas del ASS no tienen acceso a energía (Han et al., 2020), si bien este indicador viene mejorando de forma constante (BM, 2018). Muchas familias dependen de la quema de leña y biocombustible para cocinar, lo que unido al sobrepastoreo y la quema de bosques para conseguir tierras cultivables, contribuye negativamente a la desertificación. Y es que según datos del BM sobre la evolución del área selvática en ASS, se ha dado un descenso continuo desde los años 90, cuando el área selvática representaba el 32% de la tierra, hasta alcanzar un 27,5% en el año 2016 (BM, 2016a). El porcentaje de tierras agrícolas ha ido aumentando desde los años 80, aunque a partir del año 2012 se ha mantenido en el 43% (BM, 2016b); a pesar de ello, las tierras cultivables en ASS tan solo representaban el 9% de la tierra en 2016 (BM, 2016c). Para hacer frente a la deforestación, una agricultura más productiva por hectárea y sostenible es el mayor aliado, pues ante el previsible aumento de la demanda de alimentos como consecuencia del crecimiento poblacional continuado, será necesario incorporar técnicas como la agricultura urbana, la agricultura hidropónica y sistemas agroforestales integrados que permitan una agricultura más eficiente.

La gran mayoría de habitantes del ASS depende de la recolección de combustibles sólidos para cocinar, especialmente en las zonas rurales. Ello repercute negativamente en la salud, en particular de las mujeres y sus hijas e hijos, causando alrededor de 500.000 muertes prematuras al año relacionadas con la contaminación del aire en los hogares por la inhalación de humos (AIE, 2020). La pandemia de COVID-19 y sus efectos probablemente hayan empeorado esta situación, debido a la ralentización de los programas de acceso descentralizado a la energía (AIE, 2020). Para hacer frente a esta situación, se requieren programas que apoyen el desarrollo de infraestructura eficiente, asequible y sostenible con el medioambiente y la salud de las personas. De igual manera, ha de tenerse en cuenta la posibilidad de que se produzcan "saltos de rana" en estos sectores, resultando en ciclos de desarrollo de infraestructura cada vez más cortos gracias al abaratamiento de la tecnología, lo que facilitará la innovación en la región. Un ejemplo es la energía solar fotovoltaica, que permite modelos más descentralizados que no requieren las estructuras del pasado en materia energética (Sanahuja, 2020).

A pesar de la existencia de combustibles limpios y cocinas mejoradas, en ASS solo un 11% de la población los utilizan debido a la limitada asequibilidad de los mismos frente a la recolección gratuita de biomasa (Hosier et al., 2017). A pesar de ello, en los últimos años está creciendo el mercado de biocombustibles alternativos y la innovación tecnológica para hacer escalable su uso gracias al interés de los donantes, inversores y los emprendedores africanos que buscan respuestas a los problemas locales (Hosier et al., 2017).

Un ejemplo de iniciativa de emprendimiento en innovación energética es el proyecto FASSOL The Solar House, llevado a cabo por la ONGD OAN International en Benín. Éste consiste en la creación de un espacio en el que las empresas dedicadas al sector de la energía solar puedan dar a conocer y vender kits de paneles solares financiados a través del método "*pay-as-you-go*", que permite a quien cobra el kit pagarlo en plazos flexibles sin grandes intereses (OAN, 2019).

Teniendo en cuenta los límites planetarios sobre energías fósiles, parece evidente que el futuro de la economía mundial estará basado en el aumento de las fuentes energéticas renovables y en un uso más eficiente de la energía. Las inversiones en energías renovables pueden impulsar el crecimiento del sector industrial en ASS de modo que se incentive la fabricación y producción local, lo cual se traduciría en oportunidades de emprendimiento y creación de empleo para el continente africano en un sector que atrae la atención de donantes e inversores. El desarrollo de tecnologías alimentadas por energía fotovoltaica representará una oportunidad para la creación de modelos de emprendimiento tecnológico, y se postulará como solución para los desafíos energéticos de la región.

Las inversiones en energías renovables también jugarán un papel crucial en la mejora de la productividad agrícola. Se estima que se podría traducir en un aumento del 30% en el rendimiento de los cultivos, incrementando el acceso a la información para la toma de decisiones y mejorar las cadenas de suministro y refrigeración, contribuyendo a la reducción del desperdicio de alimentos en un 25% (Han et al., 2020).

3.5. Desafíos agrícolas y agroalimentarios: inseguridad alimentaria, mejoras en la cadena de valor agroalimentaria y adaptación al cambio climático

La agricultura juega un papel primordial en el abordaje de los principales objetivos sociales y el logro de los ODS. A pesar de que se espera un aumento en la disponibilidad de alimentos, contribuyendo a la reducción de la subalimentación, la agricultura y la cadena alimentaria presentan grandes retos a los que hacer frente, entre los que se encuentran el cambio climático y los conflictos (FAO-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2016). Los problemas alimentarios de la región son apremiantes: con carácter previo a la pandemia, una de cada cinco personas en el continente africano sufría hambre (FAO, 2019) y la región de ASS tenía el mayor porcentaje de desnutrición del mundo (BM, 2020).

La agricultura resulta un sector crucial en ASS puesto que proporciona medios de vida a millones de personas. El sector representa además una alta participación en el PIB y en el empleo de la región. A pesar de que el valor total de la producción creció durante los últimos años y que las proyecciones tanto de producción como de demanda son positivas, el principal desafío de la región es alimentar a poblaciones en rápido crecimiento en un contexto de fuerte inestabilidad.

En 2017 el África Subsahariana tenía un total de 237 millones de personas en situación de desnutrición crónica, el mayor porcentaje con respecto a su población del planeta; frente a las cifras de 2015, se produjo un aumento de 32,6 millones de personas, siendo la mitad del incremento proveniente de África Occidental y un tercio de África Oriental (FAO, 2018). La región se caracteriza por brechas de rendimiento entre países como consecuencia de las diferencias agroecológicas, económicas, políticas y culturales (FAO- OCDE, 2016). La prevalencia del retraso del crecimiento en menores de cinco años sigue una tendencia a la baja; sin embargo, en África del Sur el sobrepeso infantil continúa aumentando (UNICEF, 2019).

Por otro lado, la proyección de incremento anual de la producción agrícola se estimó en un 2,6% (FAO- OCDE, 2016). La seguridad alimentaria en ASS se dificulta como consecuencia de la compleja situación económica, la debilidad de los precios de las materias primas (particularmente del petróleo y los minerales) y las condiciones cli-

máticas adversas (FAO- OCDE, 2016). El hambre sigue aumentando en la región, mientras los conflictos y los fenómenos meteorológicos extremos contribuyen a la inseguridad alimentaria y sitúan a millones de personas subsaharianas en situación de urgente necesidad de ayuda humanitaria. La crisis causada por la COVID-19 no ha hecho sino aumentar la falta de seguridad alimentaria que sufre la región y, según la FAO, 33 países del ASS presentan necesidad de ayuda externa para lograr alimentar a su población como consecuencia de las carestías, la falta de acceso a los alimentos y la inseguridad (FAO, 2020).

La pandemia actual conlleva una amenaza más a la ecuación en torno a la asequibilidad de los alimentos, una de las razones detrás de las tasas más altas de retraso en el crecimiento del planeta (UNICEF, 2019). En una región marcada por las desigualdades, los conflictos y el cambio climático, el creciente desempleo, la reducción de las remesas y la debilidad de las economías dificultan el acceso a los mercados ya de por sí con precios elevados en alimentos de origen animal. Además, la dependencia regional de la importación de alimentos complica el acceso a los mismos. De los 20 países en los que el coste de los productos de primera necesidad es mayor, 17 se sitúan en esta región (PMA, 2020). Sudán del Sur ya presentaba la situación más insostenible antes de la aparición de la crisis causada por la COVID-19. La cruenta guerra civil disparó los niveles de hambruna y malnutrición en el país, provocando que dos tercios de la población requiriese asistencia humanitaria. La situación se ha visto agravada con la pandemia, ya que durante las primeras tres semanas los precios de los productos básicos aumentaron un 35%, dificultando aún más la posibilidad de acceder a alimentos y provocando una mayor inseguridad alimentaria (PMA, 2020). A pesar de que la situación de Sudán del Sur es singular en cuanto al elevado precio de las materias primas, al país le siguen Burundi, Malawi, Sudán, Mali, Mozambique, Zimbawe, República Democrática del Congo, Congo, Burkina Faso, Lesotho, Gambia, Ruanda, Tanzania, Uganda y Benín (PMA, 2020). Estos precios desproporcionados de los alimentos imposibilitan la reducción de la pobreza de los países. Además, el deficiente desarrollo de la infraestructura agraria, sumado a los fenómenos meteorológicos y epizoóticos, desafían el desarrollo del sector agrícola a medio plazo (FAO- OCDE, 2016).

En este contexto de inestabilidad, fomentar el comercio interregional entre los países se presenta como una posible solución para transformar los sistemas agroalimentarios de ASS, contribuyendo así a la erradicación del hambre a través de la consolidación de la seguridad alimentaria (FAO-OCDE, 2016). A través de esta medida se favorece el desarrollo de cadenas de valor dentro de la región que resulte en un aumento del precio de venta final de los productos agroalimentarios en el mercado internacional, de forma que se disminuya la dependencia de importación de materias primas de otras regiones. La instauración de la AfCFTA, con la creación de un mercado único para impulsar la cooperación comercial regional gracias a la

reducción de buena parte de las barreras y aranceles aduaneros, es un gran avance en este aspecto, a pesar de que la pandemia está suponiendo un nuevo obstáculo a su implementación definitiva.

La región del África Subsahariana se caracteriza por una agricultura principalmente de subsistencia, dependiente de la agricultura de secano y de los regímenes de precipitaciones naturales, la cual ofrece reducidas posibilidades de desarrollo, además de verse más expuesta a los efectos del cambio climático. Resulta indispensable entonces promover acciones que permitan aumentar la producción, comercializar los excedentes y lograr así alcanzar beneficios. A este respecto, el partenariado público-privado se presenta como una posibilidad que contribuye a la mejora de la producción de la región. En esta línea, el proyecto "De la granja al mercado", desarrollado por el acelerador de innovación del Programa Mundial de Alimentos, ayuda a las y los pequeños agricultores a recibir información pertinente, inversiones y apoyo en el proceso de producción desde la siembra a la comercialización, consiguiendo la evolución de las agriculturas de subsistencia hacia agriculturas comerciales que promueven el bienestar socioeconómico.

Con el fin de lograr la entrada de inversión privada en el sector agroalimentario, los gobiernos han de implementar medidas que propicien la llegada de capitales. El extensionismo y el desarrollo de infraestructuras resultan aspectos claves para atraer capital. De igual manera, la inversión en I+D+i es primordial para el diagnóstico de la problemática agroalimentaria, la identificación de las necesidades concretas y el aporte de soluciones plausibles a cada situación. De esta manera, se lograría reducir las pérdidas, mejorar el acceso a los mercados y facilitar la disponibilidad de alimentos (FAO- OCDE, 2016).

Durante los últimos años, una de las iniciativas implementadas para aumentar la productividad ha sido la expansión de la superficie cultivada. A pesar de que esta medida ha resultado en el crecimiento agrícola y el aumento de los ingresos, la necesidad de aplicar respuestas sostenibles requiere de nuevas medidas para alcanzar un desarrollo agrícola que respete el entorno y los medios de vida locales (FAO, 2018). Resulta primordial a este respecto generar y ampliar prácticas agrícolas a través de la inclusión de tecnologías que afronten las principales problemáticas, como los fenómenos meteorológicos extremos y los efectos adversos del cambio climático. Además, la tenencia segura de la tierra ha de promocionarse para asegurar así la eficiencia de las inversiones en tecnología a largo plazo, así como garantizar la herencia de las tierras para consolidar el acceso de la juventud y las mujeres rurales a la continuación de la actividad agraria.

Según las estimaciones del BM, la región de ASS aparece como una de las principales afectadas por la pandemia por el riesgo de aumento de la pobreza (Gerszon Mahler

et al., 2020). Aunque la falta de datos dificulta estimaciones precisas, las simulaciones calculan que entre 90 y 150 millones de personas podrían caer en la pobreza extrema (Laborde et al., 2020). Por otro lado, las restricciones de movimiento que han afectado a los migrantes en toda la región perjudican directamente la temporada de cosecha, dado su papel esencial en el sector agrícola. Ello, sumado a las inherentes dificultades del clima de la región con fuertes sequías e inundaciones, dañan la producción de alimentos (FAO& ECA, 2018).

Teniendo en cuenta la rápida y constante urbanización de la región, parece urgente el desarrollo de medidas innovadoras que impulsen la agricultura urbana, permitiendo así la producción de alimentos a la par que se asegure la nutrición y se contribuya a alcanzar condiciones de vida favorables para aquellas personas que vivan en las ciudades (Agrónomos Sin Fronteras, 2019). Los beneficios de este tipo de iniciativas no sólo atenderán a los aspectos relativos a la alimentación, sino que además contribuirán a mejorar la gestión del suelo, del agua de lluvia, o de la biodiversidad, entre otros.

En el sector agroalimentario de nuevo las tecnologías digitales surgen como una oportunidad de desarrollo, y muy especialmente para la promoción de Agro-PYMES que respondan a las necesidades e intereses del mercado. Además, buenos sistemas de alerta temprana, a partir de la recolección de datos a tiempo real, pueden ser de suma utilidad para las personas trabajadoras del sector, apoyando su capacidad de anticipar problemas y adaptar la respuesta. También resultan sumamente útiles para la cooperación al desarrollo con el objeto de dirigir la ayuda allá donde más se necesita.

La innovación tecnológica también ofrece una oportunidad en el terreno de la actividad agrícola a través de los servicios financieros y la inclusión de la banca móvil y por Internet, con la reducción de las transacciones en efectivo y físicas. Por último, la financiación mixta, que promueve las alianzas público-privadas para alcanzar los objetivos en materia de desarrollo, puede resultar clave para el sector de cara a su adaptación al contexto post pandemia. Otra iniciativa que podría resultar de ayuda es el *crowdsourcing* para apoyar proyectos socioeconómicos con viabilidad económica y que requieran de apoyos puntales para su creación.

3.6. Desafíos digitales, tecnológicos y de innovación: despliegue de infraestructuras, brechas digitales y nuevas formas de organización empresarial

Las medidas para hacer frente a la transmisión del nuevo coronavirus han hecho que se incremente la demanda de herramientas digitales que den continuidad a la realización de actividades económicas y prestación de servicios en todo el mundo. En África Subsahariana, las barreras al desarrollo de infraestructura de telecomunicaciones y las numerosas brechas digitales han impedido minimizar los impactos de la COVID-19 sobre la economía y servicios públicos a través de la tecnología. A pesar de ello, se han hecho algunos avances en materia de cobertura móvil y acceso a Internet en todo el mundo, especialmente en África.

En 2020, en todo el continente africano se logró un crecimiento del 21% en el despliegue de la red 4G, siendo el que más creció respecto a los datos mundiales (Unión Internacional de Telecomunicaciones [UIT], 2020). Según los datos de la UIT, más del 80% de la población africana tiene acceso a cobertura móvil, de los cuales el 44,3% tiene acceso a cobertura móvil 4G, aunque existe una importante brecha digital entre el mundo rural (22% de cobertura 4G) y el urbano (77%). Además, en las áreas rurales, predominan redes de menor calidad: 33,1% en redes 3G y 18% en 2G, frente al 23% y 1% respectivamente en zonas urbanas. Esto se debe a los altos costes de inversión en el despliegue de infraestructuras en zonas donde el número de suscripciones no suponen beneficio económico o éstos son muy reducidos, dada la baja densidad demográfica de muchos países africanos, especialmente en áreas rurales. Esta barrera hace que la búsqueda de alternativas adaptadas al contexto local deba ser tenida en cuenta en los proyectos de cooperación técnica en materia de telecomunicaciones, así como el establecimiento de sinergias entre los sectores público y privado local para garantizar un acceso lo más equitativo posible.

Por lo tanto, la brecha digital está influida no solo por más factores que los exclusivamente tecnológicos, sino que son importantes otros de carácter económico, de estabilidad política y de acceso a servicios básicos, principalmente la energía, que hace necesario el empleo de estrategias mucho más integrales que el simple desarrollo empresarial de los servicios (Fuchs & Horak, 2008).

Desde los países africanos se están poniendo en marcha proyectos para desarrollar la infraestructura de telecomunicaciones, como la iniciativa *The National Optic Fibre Backbone Infrastructure* en Kenia. El objetivo de este proyecto es garantizar la conectividad de los 47 condados de Kenia para facilitar y mejorar la prestación de servicios gubernamentales como la tramitación del documento de identidad o el pasaporte. En su primera fase, el proyecto consiguió desplegar 4.300 km de cable de fibra óptica en 58 ciudades de 35 condados; en 2014 comenzó la segunda fase del proyecto para

construir 1.600 km de fibra (ICT Authority of Kenya, s. f.). El proyecto está financiado por los gobiernos keniata y chino bajo supervisión y ejecución del Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y de la Autoridad de TIC, respectivamente; la empresa encargada de la construcción de la infraestructura es Huawei, mientras que Telkom Kenya se encarga de las operaciones y el mantenimiento de la infraestructura.

También desde la Comunidad del África Oriental se están llevando a cabo iniciativas para avanzar hacia una cooperación para la integración regional en la esfera de las TIC. El objetivo sería armonizar las políticas de los Estados miembros en materia de TIC para aumentar la penetración de las mismas y fomentar la innovación en este ámbito, aunque siguen existiendo barreras para esta integración regional, como la falta de convergencia de marcos reglamentarios y los diferentes plazos para el desarrollo de la infraestructura (Beer et al., 2017). Por ello, en el escenario tecnológico post COVID-19, el fortalecimiento de los sistemas jurídicos y reglamentarios sobre tecnologías emergentes será otro desafío, tanto a nivel nacional como regional (AUDA-NEPAD, 2020).

A pesar de los avances en materia de cobertura, solo el 34% de los hogares africanos tiene acceso a Internet, volviéndose a producir una brecha entre los hogares urbanos (28%) y rurales (6%). Por otro lado, solo el 17% de los hogares urbanos y el 2% de los rurales tienen acceso a un ordenador, lo cual podría indicar que la mayoría de la población africana accede a Internet a través de dispositivos móviles. Esta hipótesis se demostraría según los datos de suscripción a telefonía. De acuerdo con los datos de 2018 del BM, el porcentaje de suscripciones a telefonía móvil celular en ASS era del 82%, que desde inicios de los años 2000 solo descendió durante un periodo de dos años entre 2015 y 2016 (BM, 2018a), a diferencia de las suscripciones a telefonía fija, que sólo representan un 5% y su tendencia es a la baja (BM, 2018b). Estos datos demostrarían el potencial de la telefonía móvil en la región del ASS. Por otro lado, de acuerdo con los datos de la UIT, a nivel global se ha producido una disminución en el número total de suscripciones a telefonía móvil celular por primera vez en la historia, siendo necesario estudiar las implicaciones sobre el continente africano y la región del ASS y si estos datos están relacionados con la pandemia de COVID-19 o con otras razones socioeconómicas (UIT, 2020).

La brecha de conectividad entre el mundo rural y el urbano no es la única a la que tiene que hacer frente el continente africano. Los datos evidencian una importante brecha de género entre las mujeres africanas que utilizan Internet (20%) y los hombres (37%) y, si bien esta dinámica se repite en el resto de continentes (salvo en América, donde el porcentaje de mujeres que utiliza Internet es ligeramente superior al de hombres), se trata de la región con más desigualdad (UIT, 2020). Esta brecha de

género, sin embargo, no se produce cuando se revisan los datos sobre propiedad de teléfono móvil:

Tabla 1: Datos sobre propiedad de telefonía móvil y disparidad de género

País	% de población que tiene un teléfono móvil propio	Índice de paridad de género en la propiedad de telefonía móvil
Burundi	18%	0
Costa de Marfil	68%	1
Djibouti	56%	1
Guinea	77%	1
Kenia	47%	1
Níger	42%	0
Nigeria	41%	1
Sudáfrica	60%	1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de UIT, 2020

De acuerdo con los datos disponibles por país de la UIT, el porcentaje de personas que tienen un teléfono móvil todavía no alcanza los niveles de otros continentes, siendo Guinea, Costa de Marfil y Sudáfrica los países con mayor proporción. A pesar de ello, esto no ha supuesto una gran desigualdad de género, siendo Burundi y Níger los únicos países con un bajo índice de paridad de género en la tenencia de telefonía móvil. Estos datos indicarían el potencial de la telefonía móvil como herramienta frente a la desigualdad de género, que deberá ser tenido en cuenta como aspecto relevante en los proyectos de empoderamiento digital femenino.

Durante la pandemia, se han evidenciado los efectos positivos que generan el acceso a Internet y otras herramientas de comunicación en la prestación de servicios públicos como la educación, la sanidad y la protección y atención social.

Las medidas de confinamiento adoptadas por la pandemia de COVID-19 han supuesto que las mujeres, y sus hijos e hijas que sufren violencia de género en el hogar, queden aisladas con sus agresores, exponiéndolas a un gran riesgo de violencia en el ámbito privado. En todo el mundo se tomaron medidas para hacer más accesible

la información sobre servicios de protección y apoyo a través del móvil e Internet, poniendo de manifiesto la utilidad de disponer de herramientas digitales de información y alerta para hacer frente a la violencia de género (NNUU, 2020). En ASS, teniendo en cuenta los datos anteriormente mencionados sobre paridad en cuanto a propiedad de móviles, podría constituir una oportunidad para establecer mecanismos de protección y alerta. A pesar de ello, sería necesario estudiar en qué medida el uso del teléfono por parte de las mujeres es libre y no está sujeto al control de los hombres de su familia. De igual manera, cabría extender el uso de tecnologías ya existentes como la radio, y buscar otras alternativas adaptadas al contexto para la difusión de información sobre servicios en materia de violencia de género sin que ello suponga riesgo para las mujeres que buscan este tipo de información.

Los datos de UIT también reflejan que solo el 40% de los jóvenes de entre 15 y 24 años usan Internet, porcentaje de uso muy desigual en relación con el resto de los continentes, donde la mayoría de jóvenes lo utiliza. De acuerdo con un estudio de UNICEF sobre los efectos de la COVID-19, el acceso a Internet por parte de los jóvenes de entre 15 y 24 años pertenecientes al 20% de los hogares más pobres es inexistente, lo que se debe en gran parte a la falta de infraestructura en las zonas rurales, si bien en los hogares urbanos disfrutaban de tasas de acceso a Internet más elevadas (UNICEF, 2020). Teniendo en cuenta los datos demográficos que demuestran la juventud de la población africana, la alfabetización digital y tecnológica debería ser prioritaria en la educación en aras de ofrecer mayores oportunidades para mejorar el futuro de la población, especialmente de la juventud.

En esta línea, el *Fondo Africano para la Educación, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* es un instrumento financiero continental que nace como respuesta al déficit de financiación de la educación para facilitar la enseñanza y la formación profesional técnica en las áreas anteriormente mencionadas. Con este fondo, se espera llegar a dos millones de personas, impactando en la creación de nuevas oportunidades de empleo para mujeres y jóvenes, así como facilitando la transformación industrial y económica del continente (AUDA-NEPAD, 2020).

En el ámbito privado, la innovación tecnológica y la digitalización suponen grandes beneficios en cuanto a productividad, aunque también implican una robotización de la economía que puede conllevar un aumento del desempleo en sectores mecanizados. Por otro lado, esta robotización también implica la creación de nuevas oportunidades de empleo y emprendimiento como la prestación de servicios financieros móviles, la vinculación de los agricultores con los compradores y el surgimiento de nuevas formas de organización en el sector empresarial, como incubadoras o hubs tecnológicos.

En el año 2016 existían entre 173 y 314 centros de innovación en África y, aunque la mitad de ellos se concentraban en cinco países (Egipto, Kenia, Marruecos, Nigeria y Sudáfrica), casi todos los demás países cuentan, al menos, con uno o dos hubs (Beer et al., 2017). Los centros de innovación ofrecen un espacio al empresariado para la búsqueda de soluciones locales a problemas locales, al tiempo que suponen oportunidades para su integración en las redes mundiales de producción (Beer et al., 2017). Para maximizar las ventajas de estas nuevas formas de trabajo colaborativas y de organización empresarial, como el nuevo modelo de organización empresarial basado en plataformas digitales (Sanahuja, 2020), es fundamental contar con la participación activa de sus integrantes y una buena adecuación a sus entornos locales y regulatorios (Friederici, 2018), haciendo prioritaria la expansión de habilidades tecnológicas, así como contar con inversores y capital inicial que apueste por el desarrollo de estas ideas.

En el sector agrícola, durante las restricciones sanitarias, surgieron en el continente iniciativas para apoyar la seguridad alimentaria a través del uso de tecnologías emergentes y la innovación. En Uganda, el Instituto para la Transformación Social desarrolló una aplicación móvil, *Market Garden*, que permitía vender y entregar los productos de forma segura, de tal forma que se logró reducir la actividad física en los mercados a través de pagos electrónicos (AUDA-NEPAD, 2020).

Por otro lado, la aplicación efectiva del área de libre comercio dependerá de la innovación y las tecnologías en las cadenas de valor de alimentos, como las blockchains, que apoyan el intercambio de bienes y servicios con pocos movimientos de dinero en efectivo (AUDA-NEPAD, 2020) y que pueden ser impulsadas gracias a la telefonía y banca móvil.

Aunque este análisis se centre en las nuevas tecnologías de la información, no hay que olvidar el potencial de otras herramientas ya existentes y con amplia extensión en ASS como la televisión o la radio, que han sido utilizadas en algunos países africanos durante las restricciones de movilidad y los cierres de escuelas para proporcionar un aprendizaje intergeneracional, incluso en la lengua local (AUDA-NEPAD, 2020).

3.7. Conclusiones

Se presentan a continuación las principales conclusiones derivadas del diagnóstico, estructuradas en torno a los diferentes sectores analizados:

Economía:

- A pesar de haber atravesado recientemente una época de bonanza económica, la región se caracteriza por una situación económica marcada por la dependencia de materias primas, las desigualdades, la economía informal y la carencia de sistemas fiscales y sociales robustos.

- El BM estima que la pandemia de la COVID-19 causará un descenso en el crecimiento de la región.

- La pandemia ha debilitado e interrumpido numerosas cadenas de valor como consecuencia de la aplicación de políticas proteccionistas, y ha ocasionado un fuerte descenso de la inversión extranjera.

- Teniendo en cuenta el fuerte crecimiento demográfico en la región, se requiere diseñar políticas que fomenten el empleo entre la población joven, la implantación de cadenas de valor y la promoción de industrias manufactureras como instrumentos clave.

- La pandemia de la COVID-19 ha afectado especialmente a mujeres, menores, personas migrantes y colectivos en situación de riesgo.

- Los migrantes se han visto afectados sobre todo por las restricciones de movilidad, generando problemas simultáneos: descenso de la producción agrícola en los países de destino y reducción de ingresos a través de las remesas en los países de origen.

- El sector agroalimentario es uno de los más afectados por la pandemia, con consecuencias fatales para la seguridad alimentaria del África Subsahariana.

- La integración económica de los países subsaharianos se considera una herramienta fundamental de su desarrollo; para ello, el AfCFTA se orienta a dicho objetivo, aunque su implementación ha sufrido retrasos por la pandemia.

Salud:

- La región se encuentra en condiciones desfavorables de acceso a las vacunas contra la COVID-19, lo que ha puesto de manifiesto la prioridad urgente de aumentar la producción de fármacos en África Subsahariana. La liberalización de las patentes y la producción local son imprescindibles para lograr la inmunización global.

- Los principales déficits sanitarios son de cobertura y de personal. Los problemas se acentúan en zonas rurales por la baja densidad de población y en la atención médica a mujeres, que han visto obstaculizado su acceso a los servicios sanitarios por la pandemia.

- La situación sanitaria previa y la pandemia ha mostrado que el trabajo de las ONGD extranjeras especializadas en salud sigue siendo esencial, pero acentúa la dependencia de ayuda externa, sobre todo en zonas rurales.

- La pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto la urgencia en alcanzar las metas en materia de agua, higiene y saneamiento de la Agenda 2030.

- Las respuestas comunitarias a la pandemia han jugado un papel muy relevante en su contención, mostrando que la cultura colaborativa propia de cada zona ha de ser tenida muy en cuenta en toda acción de desarrollo.

- La pandemia de la COVID-19 ha aumentado el riesgo de que se invisibilicen otras emergencias sanitarias, y ha supuesto un cambio en las prioridades de atención médica a nivel global.

- Se ha constatado un acceso discriminatorio a los servicios de salud para personas desplazadas y migrantes.

Sociedad:

- La debilidad de los sistemas de gobernanza dificulta alcanzar los objetivos marcados por la Agenda 2030 y la Agenda 2063, más aún como consecuencia de la pandemia.

- Las macrociudades deben ser objeto de especial atención de las políticas de desarrollo, ya que han sufrido la propagación de la pandemia y han experimentado un aumento del riesgo de pobreza.

- La mayor parte de la población vive en el medio rural, dedicándose principalmente a la actividad agrícola; por lo tanto, el desarrollo rural integral continúa siendo una prioridad.

- La región sigue afrontando numerosos conflictos de larga duración que, unidos a la expansión del terrorismo y a la violencia intracomunitaria, causan desplazamientos de miles de personas.

- La pandemia ha sido aprovechada por gobiernos autoritarios para implementar medidas que suponen una regresión democrática.

- Se mantiene la absoluta necesidad de aumentar los esfuerzos para ofrecer una educación gratuita, de calidad y adaptada a las necesidades específicas. La pandemia ha demostrado las ventajas de las nuevas tecnologías, adaptadas al contexto local.

- Es esencial incluir el enfoque de género en cualquier intervención.

- La pandemia ha aumentado los riesgos sanitarios en los campos de desplazados, por lo que se considera fundamental que estos lugares no dependan exclusivamente de la ayuda humanitaria y se implementen sistemas que desarrollen medios de vida propios.

Medioambiente:

- África es más vulnerable a los efectos del cambio climático por sus condiciones eco-climáticas y su fuerte dependencia del sector primario.

- La gestión sostenible de los recursos hídricos debe ser un objetivo prioritario en los próximos años.

- Los cambios en el ciclo del agua han supuesto un aumento de los desplazamientos de población y de los episodios de violencia.

- Las herramientas de previsión meteorológica y de geolocalización deben implementarse progresivamente para tener información que permita actuar con rapidez y eficacia donde y cuando sea necesario.

- La pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto la necesidad de afrontar con más decisión los problemas causados por la destrucción y la pérdida de biodiversidad.

- El acceso de la población a la energía es una gran prioridad, ofreciendo la energía solar fotovoltaica y los sistemas descentralizados enormes posibilidades.

- Es necesario seguir implementando programas que reduzcan el consumo de leña.

Agricultura e Industria Agroalimentaria:

- La crisis causada por la COVID-19 ha acentuado todos los problemas que ocasiona la falta de seguridad alimentaria que sufre la región.

- La agricultura juega un papel fundamental para conseguir los ODS, debiendo implementarse proyectos de desarrollo agrícola y de industria agroalimentaria modernos y sostenibles, que superen definitivamente la agricultura de subsistencia. Sobre esta base se ha diagnosticado como imprescindible favorecer el desarrollo de cadenas de valor dentro de la región.

- El retroceso causado por la pandemia muestra la necesidad de impulsar la investigación agrícola local, el extensionismo, los proyectos agroforestales, las alianzas público-privadas y el acceso a los mercados basado en las nuevas tecnologías.

- La innovación tecnológica ofrece una oportunidad en el terreno de la actividad agrícola a través de los servicios financieros, la inclusión de la banca móvil y por Internet, con la reducción de las transacciones en efectivo y físicas.

- La financiación mixta, que promueve las alianzas público-privadas para alcanzar los objetivos en materia de desarrollo, puede resultar clave para el sector de cara a su adaptación al contexto post pandemia.

- Otra iniciativa que podría resultar de ayuda es el crowdsourcing para apoyar proyectos socioeconómicos con viabilidad económica y que requieran de apoyos puntales para su creación.

Nuevas tecnologías:

- Pese al avance de los servicios digitales en los últimos años en ASS, las deficientes infraestructuras de telecomunicaciones y las numerosas brechas digitales aún existentes han impedido minimizar los efectos de la pandemia.

- La brecha digital entre el medio urbano y el medio rural es grande debido a los altos costes de desarrollo de infraestructura, por lo que los efectos tecnológicos de la pandemia han sido más graves en el medio rural. También se constata una brecha digital de género en el uso de Internet, no así en el uso del teléfono móvil.

- La cooperación regional en la esfera de las TIC es imprescindible en el escenario post COVID-19, que requerirá un gran esfuerzo de convergencia legal y de desarrollo de infraestructuras.

- Durante las restricciones sanitarias, en el sector agrícola surgieron iniciativas para apoyar la seguridad alimentaria a través del uso de tecnologías emergentes y la innovación.

- La pandemia ha puesto en evidencia la necesidad de apoyar el desarrollo de tecnología digital en todos los ámbitos: financiación digital, comercio electrónico, plataformas digitales, emprendimiento digital, sistemas de envío de remesas, educación, salud, etc.

4. TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE ÁFRICA SUBSAHARIANA: análisis sectorial y potencialidades

En el siguiente capítulo se presentan los trabajos realizados por los miembros del equipo investigador en sus respectivas áreas de especialidad

4.1. Agrotecnología. *Carlos Gregorio Hernández Díaz-Ambrona*[7]

4.1.1. Panorama de la agricultura en el África Subsahariana

África es el continente con la prevalencia de subalimentación más alta: afecta a casi el 21% de la población (más de 256 millones de personas), cerca de una cuarta parte del total mundial. Se estima que el 45% de la superficie del continente africano (3.356.300 Km2) es calificada como superficie agraria, lo que representa el 25% de la superficie agraria mundial.

La situación es más alarmante en la región de África Subsahariana, donde se estima que el 23% de la población puede haber padecido privación crónica de alimentos en los últimos años. En este sentido, se observa un incremento de la prevalencia de la subalimentación en todas las subregiones del ASS, excepto en África Oriental (FAO, 2018). Esta región tiene una gran vulnerabilidad social y económica a la pandemia de la COVID-19, la cual puede tener un impacto negativo en la seguridad alimentaria y nutricional en ASS debido al confinamiento durante los meses de la siembra de maíz y arroz. Se espera además un impacto mayor en las zonas de secano que en las de regadío (Ayanlade y Radeny, 2020). Para evitar estoas consecuencias, el Banco Africano de Desarrollo ha lanzado la iniciativa *Feed Africa Response to COVID-19* (FAREC) (Urama, 2020), con la idea de mantener abiertos los llamados corredores verdes que permitan el flujo de productos agrarios y el acceso financiero a los gobiernos.

La disponibilidad de alimentos es condición necesaria, pero no suficiente, para que exista seguridad alimentaria nutricional plena. En África hay 14 países donde la población subnutrida supera el 25%: Angola (38,0%), Botswana (28,5%), Burundi (28,0%), República Centroafricana (36,0%), Congo (40,9%), Etiopía (20,6%), Liberia (40,7%), Malawi (28,4%), Sierra Leona (30,9%), Sudáfrica (26,7%), Uganda (39,7%) y Zambia (44,5%).

Además de la disponibilidad, es necesario también el acceso a los alimentos, tanto físico como económico. Las restricciones a la movilidad originadas por el confinamiento, especialmente entre países y regiones, afectan de manera directa al acceso. Por otra parte, la falta de infraestructuras de almacenamiento y vías de comunicación dificulta el acceso físico a los alimentos en determinadas áreas, más allá de la capacidad económica de las personas. En cuanto al problema del acceso económico, éste se puede producir por falta de ingresos o bien por un aumento explosivo de los precios de los alimentos, tal y como ocurrió en la crisis alimentaria global de 2007-2008 (Sumpsi, 2019), algo que podría suceder en una situación post COVID-19.

---

7. itd / Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas UPM.

África es un importador neto de alimentos, aunque no todos los países del área geográfica subsahariana están en esa situación. Por otro lado, cabe recordar la previsión sobre el crecimiento demográfico del continente, que proyecta la duplicación de la población para el año 2050, alcanzando 2400 millones de habitantes, y que podría aumentar la presión sobre la seguridad alimentaria (Dietz y Pels, 2017).

La Agencia de Desarrollo de la Unión Africana (AUDA-NEPAD por sus siglas oficiales) estableció como objetivos alcanzar en 2025 el fin del hambre mediante el crecimiento agrario, la reducción de las pérdidas post cosecha, el incremento de la productividad agraria y la mejora de la calidad nutricional en la alimentación. En 2019, sólo un país, Uganda, se encontraba en la senda de conseguirlo (DREA, 2020). En este sentido, el segundo informe presentado en febrero de 2020 durante la revisión bienal sobre el progreso en la implementación de la *Declaración de Malabo de 2014 sobre el crecimiento y la transformación agrícolas acelerados para la prosperidad compartida y la mejora de medios de vida* (DREA, 2020), indica que ningún país está en la senda de mejorar el acceso a los insumos agrarios y a la tecnología que permitan incrementar los rendimientos y la productividad. El rendimiento medio de los cultivos en África no supera el 56% de la media mundial. Una parte se debe a un menor uso de insumos. Así, por ejemplo, son pocos los países (Etiopía, Marruecos, Seychelles y Túnez) donde el uso de fertilizantes está por encima de 50 kg/ha, y otros no alcanzan los 10 kg/ha (Tabla 2).

Se estima que África tiene algo más de 41 millones de fincas agrarias, de las cuales 33 millones tienen menos de dos hectáreas (Shimeles et al., 2018). Gran parte de la producción de estas pequeñas explotaciones se destina al autoconsumo, lo que no garantiza la seguridad alimentaria y nutricional familiar debido a la necesidad de vender una parte para el sustento del hogar (Tchamou Meughoyi, 2018). Por otro lado, el sistema de titularidad o derechos sobre la tierra agraria en África es complejo, y en algunos países no hay posibilidad de titularidad sobre los terrenos. Tal es el caso de Angola o Chad, mientras que en otros 12 países menos del 10% de los agricultores tiene títulos de tierras: Burundi (0,6%), Burkina Faso (1,6%), Etiopía (9,8%), Gabón (2,8%), Ghana (7,5%), Madagascar (0,6%), Malawi (0,1%), Mauritania (5,5%), Mozambique (6,0%), Senegal (3,7%), Eswatini (0,9%) y Tanzania (1,2%) (DREA, 2020).

El sector agrario emplea al 60% de la población en edad de trabajar, aunque el reparto es desigual según países. Esto constata el bajo nivel de mecanización y tecnificación de las fincas (Tabla 2), en las cuales casi todas las operaciones se realizan a mano y con herramientas rudimentarias.

Tabla 2: Variación regional de la intensidad de cultivo y del uso de insumos agrícolas en algunos países de referencia y africanos

Región	Rendimiento (t/ ha)			Superficie labor	Insumos (kg/ ha)				Número de tractores	Superf. por tractor (ha/tr)
	Trigo	Arroz	Maíz	106 ha	F*	H*	I*	Fertilizante nitrógeno	26.239.233	53
Mundo	2.7 (2.8)*	3.8 (7.4)*	4.2 (2.4)*	1.380				59	26.239.233	53
Sudán	1.9 (22.7)*	0.6 (8.1)*	0.9 (34.5)*	16,7	0,001	0,018	0,037	5	10.500	1.588
Etiopía	1.2 (7.2)*	sin datos	1.7 (3.4)*	9,9	0,007	0,013	0,011	8	3.000	3.283
Chad	2.2 (23.2)*	1.4 (7.0)*	1.0 (25.9)*	3,5	0,002	sin datos	0,223	3	170	20.412
España	2.6 (15.3)*	7.0 (4.3)*	9.1 (3.7)*	14,7	0,7	0,7	0,73	63	842.000	17

*F: fungicidas; *H: herbicidas; *I: Insecticidas / *Entre paréntesis: coeficiente de variación (5%) con respecto al valor medio/

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de FAO, 2000

En África Subsahariana, la baja productividad y variabilidad de las cosechas está relacionada con un bajo uso de los sistemas de riego, también ocasionado por un bajo éxito de las trasformaciones o del cambio del uso del suelo de una agricultura de secano a una agricultura de regadío (Comas et al., 2012). En el Sahel, está bien documentado cómo los polígonos de riego tienen una baja vida útil, lo cual se debe a la complejidad en su gestión y usos inadecuados que las agencias transformadoras no han podido evitar. Parece haber una mejora de la funcionalidad de los sistemas de riego cuando hay una mayor participación de las instituciones locales y regionales y unos adecuados servicios de extensión agraria.

La transformación en regadío es un objetivo y para 2025 se quiere duplicar la superficie regada. En este caso, 26 de 41 países sí estarían en la senda de cumplir este objetivo (DREA, 2020). El Sahel ha mostrado un bajo nivel de adopción de prácticas agrarias que aumenten la producción o la hagan más estable. En el caso del agua, según Dixon y Gulliver (2001), los polígonos de riego muestran una incidencia de la pobreza menor que en otras localidades. El manejo sostenible de los recursos naturales debe hacer frente a la degradación generalizada de los suelos, la disminución de su fertilidad y al bajo rendimiento de los cultivos que se derivan de la escasez de

agua (Dixon y Gulliver, 2001). La intensificación sostenible debe tener como resultado la recapitalización de la tierra y la mejora de la productividad.

Aun siendo un continente con una gran dependencia del sector agrario, el gasto público en inversión agraria es muy bajo: entre el 0,1% y el 17,7%. Solo Burundi, Burkina Faso, Mali y Mauritania cumplen con el objetivo de alcanzar el 10% del gasto público anual invertido en agricultura establecido en el *Comprehensive Africa Agriculture Development Programme* (CAADP) de la AUDA-NEPAD. En la última revisión bienal, ningún país se encontraba en camino de su logro (DREA, 2020).

En cuanto a la mejora tecnológica en el ámbito de la mejora vegetal (semillas), mejora animal y de las pesquerías, hay 16 países de la Unión Africana que van cumpliendo los objetivos establecidos en la Agenda 2025 (Angola, Botswana, Eritrea, Gambia, Ghana, Guinea, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Nigeria, Ruanda, Senegal, Túnez, Uganda, y Zambia). La implementación tecnológica en la agricultura requiere un sistema imparcial de asesoramiento técnico y un adecuado sistema de extensión agraria, especialmente relevante para asegurar la efectividad de las inversiones y de la propia adaptación tecnológica. En este sentido, solo hay siete países (Eswatini, Mauricio, Marruecos, Nigeria, Seychelles, Túnez, y Zimbabue) que cumplen los indicadores de logro (DREA, 2020).

La quema es una práctica muy arraigada en el continente africano. Ésta tiene varias finalidades, ya sea la caza, tanto para atrapar pequeños roedores como para ahuyentar todo tipo de especies que puedan producir daños personales y a los grandes mamíferos en la dirección de otros cazadores, o para desbrozar los terrenos que se utilizarán en próximas cosechas. Además, la escasa mecanización y la rápida regeneración de materia vegetal, según las zonas, hace que el trabajo de desbroce sea muy laborioso, siendo mucho más cómoda la quema. Este método constituye la principal fuente para incorporar las cenizas al suelo entre los agricultores locales, favoreciendo la acidificación del medio, e igualmente para el control de malas hierbas. Pero la realidad es otra, pues esta quema sistemática de la vegetación hace que las especies mejor adaptadas al medio y resistentes al fuego acaben colonizando en gran medida el medio y disminuyendo la biodiversidad.

En cuanto a las especies arbóreas, éstas tienen cortezas muy gruesas para resistir el fuego o almacenar agua en el interior de su tronco, como ocurre en el género baobab (Adansonia), por lo que se ven poco afectadas, aunque limitan la regeneración del arbolado. Respecto a las plantas de tipo herbáceo colonizantes, no presentan ninguna utilidad y no son aptas para el consumo animal, salvo en sus primeras etapas de crecimiento, puesto que presentan espículas silíceas, haciendo que no sean deseables por parte de los herbívoros. Muchas, además, poseen tubérculos o cormos, los cuales aseguran su rebrote con las nuevas lluvias.

Relacionado con la quema están los sistemas agrarios migratorios, que se presentan en la zona del bosque húmedo (República Democrática del Congo, República del Congo, área sudoriental de Camerún, Guinea Ecuatorial, Gabón, sur de Tanzania y extremo norte de Zambia, Mozambique y Angola). Los agricultores que practican el cultivo migratorio desbrozan cada año una nueva parcela del bosque y la cultivan por un período de 2 a 5 años, primero con maíz y otros cereales o cacahuete, y posteriormente con yuca. Cuando la productividad baja, se traslada a otra zona, volviendo a esta misma al cabo de unos años.

El control de plagas y enfermedades es crítico en la agricultura subsahariana. Las condiciones climatológicas presentes en la zona intertropical favorecen la proliferación de patógenos y de plagas. Estas enfermedades pueden tener una importancia local o afectar a toda la región por igual, o bien pueden verse afectadas por procesos de migración. Las plagas anteriores a la cosecha pueden afectar de manera directa a la producción final, de manera indirecta o ambas; e incluso algunas plagas, en especial las que practican orificios en las plantas, pueden favorecer el desarrollo de otras plagas en esa misma población.

Una plaga afecta de manera directa al rendimiento si durante su acción sobre la planta reduce la cantidad de grano (o producto útil) que se cosechará posteriormente (por ejemplo, cuando producen el aborto de los granos, se alimenta de ellos o produce la pudrición entera de la mazorca en maíz). Por otra parte, se considerarán daños indirectos aquellos en los que se verá dificultado o reducido el correcto desarrollo de la planta, lo cual reducirá en cierta medida el rendimiento del cultivo (por ejemplo, la aparición de micotoxinas asociadas a ciertos hongos).

Numerosos hongos y bacterias son causantes de enfermedades, pudiendo en muchas ocasiones provenir esta contaminación de otra parte de la planta, por ejemplo del tallo, en la que produce un efecto diferente. La consecuencia de estas enfermedades podrá depender de la frecuencia de lluvias y su intensidad, de la temperatura, de la variedad cultivada y de si ha sido dañada previamente por pájaros o insectos.

Las plagas migratorias transfronterizas son aquellas que se desplazan largas distancias en la búsqueda de alimentos y lugares adecuados para su reproducción, muy bien conocidas en África Subsahariana. Estas plagas abarcan especies tan diferentes como aves o insectos. En cuanto a las aves, la especie *Quelea erythrops* es una de las más destructivas de las cosechas, centrando sus ataques en la fase de maduración del grano, atacando preferentemente a maíz, mijo, sorgo, trigo y arroz. Según la FAO, este tipo de plagas puede producir pérdidas de entre el 15% y el 25% de la producción. Su zona de ataque se centra principalmente en el ASS, aunque también atacan zonas ecuatoriales, ya que se desplazan más de mil kilómetros durante su

migración en busca de alimentos. Las zonas afectadas pueden perder gran parte de sus cosechas e incluso en ocasiones la totalidad.

La langosta (*Locusta migratoria*) es una de las plagas migratorias más dañinas del mundo y, aunque su hábitat natural sean los ambientes semi áridos o desérticos, hacen internadas en las zonas de sabana en búsqueda de lluvias para reproducirse fuera de la zona gregaria. Las langostas ocasionan daños royendo las hojas, las flores, los frutos, las simientes, las cortezas o los brotes de las plantas. Los daños ocasionados por esta plaga son irregulares, ya que depende tanto de la especie que sea como de la cantidad que la componga. Durante 2020, se ha producido uno de los mayores eventos de la plaga Locust-19, afectando a más de 600.000 hectáreas y con daños estimados en más de 8.500 millones de dólares (Mitchell, 2020). Esta última incidencia de la plaga ha llegado a Oriente Medio y a América.

Los sistemas de pastoreo nómadas y trashumantes son una característica del ASS, y en particular del Sahel. El pastoreo está muy condicionado por el sistema cultural que lo acompaña, donde se prioriza el número de animales y la raza (según zonas) a una mejor condición corporal y número reducido del rebaño. En muchos casos la sociedad está dividida entre agricultores y ganaderos, teniendo implicaciones sobre la titularidad de los terrenos y su uso, generando conflictos en ocasiones. Sin embargo, las sequías periódicas, la degradación del suelo causada por el pastoreo excesivo y la deforestación ponen en riesgo estos sistemas.

El Banco Mundial apoya el *Projet Régional d'Appui au Pastoralisme au Sahel* (PRAPS) para aumentar la productividad, sostenibilidad y resiliencia de los pastores en el Sahel ante las crisis. Las crisis en el sistema pastoril son complejas debido a la movilidad de la población y la diversidad de factores implicados (disponibilidad de pasto, precio del forraje y de los piensos, y ratio entre el precio del cereal y el del animal). El sistema de respuesta que se está implementando se sustenta en dos acciones: preservar el rebaño principal y reducir la vulnerabilidad de este estilo de vida. Sendas acciones se basan en una adecuada gestión de los recursos forrajeros disponibles y en reserva para los pastores.

4.1.2. Dualidad agraria

Según Pindiriri (2018), la modernización tecnológica de la agricultura en África no puede subestimarse, teniendo en cuenta que África Subsahariana se ha quedado atrasada en anticuados métodos de producción agraria. La adopción de una nueva tecnología es compleja y adolece de causas muy diversas, especialmente en África, donde los factores culturales y sociales tienen un gran peso en el modelo a adoptar. En su estudio, Pindiriri (2018) destaca que la exposición del agricultor a la tecnología es clave para acelerar la adopción tecnológica, para lo que necesita formación.

Señala que las prácticas en la tecnología (como la extensión agraria) son clave para conseguir una alta probabilidad de adopción, y vincula el éxito al nivel de urbanidad de los agricultores; es decir, la adopción tecnológica aumenta en las proximidades de las zonas urbanas frente a las zonas rurales.

Si se discriminan las diferencias entre los sistemas de exportación y la producción local, podemos estar hablando de dos tipologías muy diferenciadas. La agricultura de exportación es a la vez importadora de los insumos y de la tecnología necesaria para su producción, pero sin participar en los canales locales logísticos.

Los sistemas de exportación son principalmente frutas y hortalizas, flor cortada, café, té y cacao, según las condiciones de cada zona, siempre vinculadas a la existencia de conexión comercial bien por puertos o aeropuertos. Estas producciones están altamente tecnificadas y son ajenas a las tecnologías agrarias del campo circundante. Algunos cultivos como el café, té o cacao se constituyen como motor de desarrollo cuando la comercialización se hace a través de asociaciones de pequeños y medianos productores, teniendo un impacto positivo en el desarrollo local. Modelo que podría trasladarse a otras producciones como la de frutas y hortalizas.

4.1.3. Seguridad alimentaria y nutricional

Las situaciones de crisis, como la pandemia de la COVID-19 o la crisis climática, son eventos sistémicos de amplio alcance, por lo que planteamientos como la Reserva Regional de Seguridad Alimentaria (RRSA), en la que participan 17 países de África Subsahariana, cobran especial relevancia. La reserva ha sido puesta en marcha a raíz de la crisis de precios de 2008-2012, tomado como modelo la reserva regional de arroz de Asia del Este, dentro de la estrategia de acción humanitaria de la CEDEAO (Comunidad Económica de Estados de África Occidental).

La reserva se basa en la monitorización de la seguridad alimentaria a través de la herramienta *Cadre Harmonisé*, que determina el grado de severidad de la inseguridad alimentaria y nutricional. Esta herramienta recibe el apoyo de AGRHYMET. Es una herramienta útil que ha sido desarrollada y es utilizada actualmente por la CEDEAO para medir la gravedad de las crisis alimentarias. El *Cadre Harmonisé* recoge un enfoque regional cuya función es prevenir las crisis alimentarias al identificar rápidamente a las poblaciones afectadas, ofreciendo medidas adecuadas para mejorar su seguridad alimentaria y nutricional (FAO, 2016).

La metodología utilizada para elaborar el *Cadre Harmonisé* se basa en la compilación de un conjunto de encuestas hechas a nivel país: Encuestas Nacionales de Seguridad Alimentaria y de Mercados (ENSAM), producciones agrícolas, monitoreo pastoral,

mercados, o informes de misiones que siguen la situación alimentaria, entre otros (CILSS, 2019).

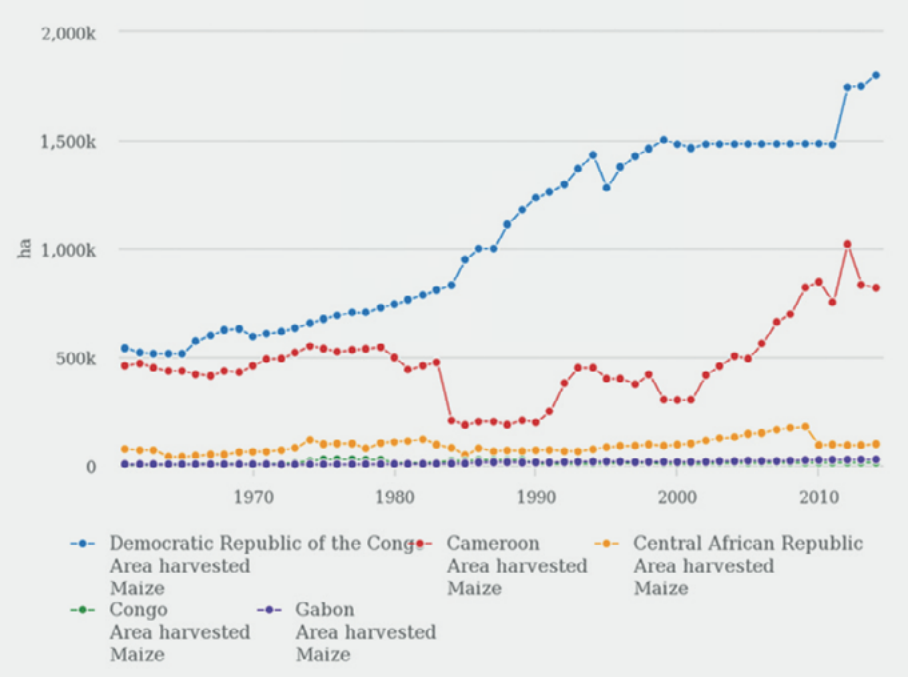
Las reservas alimentarias pueden considerarse como un mecanismo efectivo para hacer frente a las crisis alimentarias que pueden llegar a darse en la región de África Subsahariana. Sin embargo, para que esto ocurra es necesario que se den una serie de condiciones a nivel logístico dentro de cada país, así como que existan mecanismos legales que vinculen la existencia y funcionamiento de la RRSA con los planes nacionales de respuesta y contingencia.

La RRSA es una tercera línea de respuesta a las crisis, después de las reservas de alimentos a nivel local-comunitario y nacional. Por ejemplo, Burkina Faso, Mali y Níger tenían en 2019 cerca de 1.000 bancos de cereal operando, cada uno con una capacidad de 15 toneladas de grano (Galtier, 2019). Estas reservas contribuyen a la estabilidad de precios y reducen los márgenes entre agricultura y consumo y la especulación en el comercio de granos básicos, pues se nutren de compras a productores y productoras locales, lo que promueve la sostenibilidad de la agricultura local.

Además de los bancos locales, están las reservas nacionales y la regional. La situación del país determina sus necesidades, por lo que se distinguen dos grupos: los países costeros y los países sahelianos. Los países costeros no tienen reservas nacionales (Costa de Marfil, Guinea Bissau y Senegal) o son muy pequeñas (Benín y Togo), ya que sus puertos permitirían un acceso rápido al mercado internacional. Mientras, los países sahelianos, donde el evento de sequía es más frecuente y la accesibilidad a los mercados internacionales es menor, si presentan un sistema regulado de reservas públicas.

Los 17 países de esta región (Benín, Burkina Faso, Chad, Cabo Verde, Costa de Marfil, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea Bissau, Liberia, Mali, Mauritania, Nigeria, Níger, Senegal, Sierra Leona, Togo) suman una población de 369 millones de habitantes, con una densidad de población media de 50 personas por kilómetro cuadrado y una carga de 1,1 persona por cada hectárea de superficie agraria (FAOSTAT, 2019). Aplicando el concepto de unidad nutricional estándar (500 kilogramos de cereales por persona y año), la productividad media debería ser 0,55 toneladas por hectárea, lo que revela un sistema muy extensivo de producción, o lo que es lo mismo, muy demandante de superficie agraria para alimentar a la población (figura 3). Esto marcará la baja intensidad de la tecnología en el uso de los insumos agrarios antes comentado.

Figura 3: Evolución del área cosechada de maíz en los principales países de la zona ecuatorial africana.



Fuente: FAOSTAT, 2016

Para concluir, dos ejemplos de proyectos prioritarios a desarrollar son, por un lado, los proyectos de regadío como motor de desarrollo agrícola en ASS, y por otro, la agricultura de conservación basada en la intensificación sostenible.

En cuanto a los proyectos de regadío, el establecimiento de infraestructura ha de acompañarse de investigación que analice los errores cometidos en el pasado para asegurar modelos sostenibles en el tiempo. Para tal fin, los métodos de codiseño en los que participan socios locales y socios europeos resultan clave para la identificación y evaluación de soluciones (Gómez, 2020). Por otro lado, los proyectos de agricultura de conservación pueden prevenir pérdidas en tierras que sean cultivables a la par que regenerar aquellas degradadas. A través de este sistema se contribuye a mantener la cobertura de suelos permanente potenciando la biodiversidad y los procesos biológicos naturales, como ocurre en el proyecto Intensificación Sustentable de los Sistemas de Producción de Maíz y Leguminosas para la Seguridad Alimentaria en África Oriental y África Austral (SIMLESA).

4.1.4. Agrotecnología. Conclusiones

- La intervención en el sector agroalimentario debe mejorar las condiciones de los pequeños y medianos productores como motor para alimentar a una población creciente.

- Las principales limitaciones a la implementación de tecnología son:

  - Poca inversión pública en investigación y desarrollo agrario.
  - La dualidad agraria: agricultores-pastores y agricultores locales-agricultores de exportación.
  - Limitaciones al uso y acceso a determinadas tecnologías. Por ejemplo, algunos países tienen moratoria para el uso de Organismos Genéticamente Modificados, que limitan el uso de variedades cultivadas como es el caso del maíz.

- Es necesario actuar en las siguientes líneas:

  - Mejorar la capacitación y preparación técnica de agricultores y ganaderos.
  - Mejorar los canales de comercialización y venta de los pequeños y medianos productores.
  - Introducir tecnologías para aumentar la productividad laboral y de los recursos productivos (suelo, fertilidad y agua). Fortalecer el tejido productivo para el acceso a insumos.
  - Reforzar los sistemas agroforestales de pastoreo. Mejora de la alimentación, las razas ganaderas y su atención sanitaria.
  - Mejorar el desarrollo y uso de la biotecnología con las medidas de seguridad apropiadas.
  - Siembra y cosecha son fechas claves en el sistema agroalimentario. El soporte técnico y sanitario debe garantizar la salud de la familia agricultora durante las mismas.

4.2. Agroindustria y desarrollo territorial. *Virginia Díaz Barcos*[8]

4.2.1. Introducción

En una buena parte de los países no industrializados existe un tejido productivo básico compuesto de pequeños productores y microempresarios que llevan a cabo actividades productivas, generando servicios u obteniendo bienes que, posteriormente, son adquiridos por otros agentes económicos que los transformarán y comercializarán.

Estas cadenas productivas, como características generales, presentan una visión poco clara del mercado al que se vinculan; se centran en la generación de productos básicos liderada por la oferta; y, en ellas, las vinculaciones entre actores se generan de forma tradicional y espontánea desde la producción primaria rural hasta los consumidores finales de un producto, ya sea un bien o un servicio (Ostertag, 2007). La interrelación es cortoplacista y con bajo nivel de confianza, lo que da lugar a un flujo de información entre los diferentes agentes de la cadena productiva inexistente o de muy baja intensidad.

En este tipo de vinculaciones, los eslabones más débiles encuentran dificultades para mejorar su posición competitiva, al no disponer de medios y conocimientos que les aporten capacidades de negociación y de gestión de intereses con el resto de los eslabones de la cadena, o la mejora de los bienes o servicios que producen. La consecuencia es un ciclo de pobreza vinculada a una producción de supervivencia familiar diaria, que garantiza la seguridad alimentaria -en ocasiones sólo en determinadas épocas del año según calendario agrícola-, pero no la soberanía alimentaria.

Tradicionalmente, las actuaciones de cooperación para el desarrollo se han orientado a la mejora de estos procesos productivos, incidiendo en la etapa primaria de pequeños productores o microempresas, y conectando a éstos directamente con un canal de comercialización artificial, en ocasiones internacional. Este canal es gestionado por los propios agentes de cooperación, sin tener en cuenta que este eslabón está vinculado económicamente con el resto de los agentes económicos, además de estar inmerso en un contexto legal y social característico de cada zona.

Este tipo de actuaciones, en general, corren un alto riesgo de decaer en sus resultados cuando cesa la ayuda específica. No se ha tenido en cuenta que el enlace comercial global no es el que produce el desarrollo local, sino las capacidades sociales, técnicas y económicas de autogestión de las microempresas que quedan instaladas

8. itd / Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas UPM.

y aprovechadas en un entorno territorial, social y cultural concreto, que es lo que aportará bienestar a la población asentada en ese territorio. El desarrollo de cualquier territorio en general, y de África Subsahariana en particular, debe ser ante todo endógeno o interno, fomentando los saberes propios de cada territorio (Kabunda, 2020)

En este marco, se ha hecho perentorio trabajar las cadenas de producción bajo un enfoque de cadena de valor, para lo que es necesario la implicación y desarrollo del eslabón de transformación de la agroindustria.

El término de agroindustria se usa, en general, para referirse a la integración entre agricultura e industria, designando el proceso mediante el cual la agricultura se transforma en un espacio de inversión del sector industrial y financiero. La agroindustria indica la forma en que se industrializan las diversas fases del ciclo productivo agrícola, que incluye las etapas de provisión de insumos, producción y transformación, comercialización y distribución del bien generado.

La actividad agroindustrial puede llevar a cabo diferentes niveles de transformación, siendo el más básico el que realiza la adecuación de las materias primas por medio de la selección, lavado y empaque. El segundo nivel implicaría modificaciones físicas de las materias primas a través del uso de operaciones unitarias destinadas a modificar sus características físicas, como es la reducción del tamaño de partícula a través de moliendas, el tratamiento térmico (pasteurización, ultra pasteurización, escaldado, esterilización, refrigeración, congelación y liofilización), la reducción de contenido de agua (evaporación y secado), y la separación y purificación (destilación, extracción y lixiviación). El nivel más complejo de transformación implicaría cambios químicos y bioquímicos de las materias mediante oxidación, hidrogenación o fermentación, entre otros.

La transformación de la materia conseguida así es la que dota al sistema del carácter de industria, iniciando la agregación de valor añadido a los bienes. En general, el incremento del valor añadido del bien generado es acorde al incremento del tipo de nivel de transformación implementado por la agroindustria.

Desde el enfoque de desarrollo económico local, se puede entender el territorio a partir de dos acepciones: el territorio como un escenario de oportunidad, compuesto por propiedades físicas y socioculturales características que pueden ser explotadas por empresas instaladas en ellos; y el territorio como agente de cambio, mediante la explotación de sus recursos potenciales por parte de una organización local de actores (Alburquerque, 1997; Bravo y Marín, 2014; Silva, 2005; Vázquez-Barquero, 2007).

Una organización agroindustrial puede operar en un territorio de alguna de las dos maneras indicadas. Para ello, a efectos del desarrollo territorial, es indispensable que lo haga articulándose con los demás actores locales para el aprovechamiento y mejora de las potencialidades del terreno, generando acciones colectivas con finalidades bien definidas y partiendo del principio "ganar-ganar", aportando cada sector en el área en la que es más productivo.

Por este motivo, la transformación de una cadena de producción en una cadena de valor es una de las estrategias de desarrollo más implementadas para corregir las desigualdades entre los eslabones de una cadena de producción.

Sin embargo, en demasiadas ocasiones se ha iniciado el proceso de desarrollo de cadenas de valor basándose en la visión y criterio de los agentes de la cooperación internacional bajo la misma óptica empleada en las cadenas productivas. A veces se ha enfocado en la generación de productos orientados a hábitos alimentarios internacionales concretos cuya demanda es potencial, no real, y sobre todo sin tener en cuenta una serie de factores previos imprescindibles para el éxito de las actuaciones. Kabunda (2020) denuncia que África es un verdadero laboratorio de experiencias de desarrollo concebidas desde el exterior e inadaptadas a las realidades locales, siendo actualmente el continente africano el más pobre del planeta a pesar de sus abundantes riquezas.

En la literatura existen numerosos autores e instituciones que han propuesto metodologías de desarrollo de cadenas de valor desde un punto de vista holístico, económico y social (CODESPA, 2010; 2019; Cifuentes, el al., 2011; GTZ, 2007; Kaplinsky y Morris, 2002; Lundy et al., 2004; Oddone et al., 2014; Padilla y Oddone 2016; UNIDO, 2011), pero por sí misma, la cadena de valor no es suficiente para garantizar el desarrollo de un territorio si no se garantiza su sostenibilidad social y económica. Y para que esta última sea factible, es imprescindible que tecnológicamente satisfaga las necesidades para generar productos demandados por el mercado.

Por ello, es fundamental definir los condicionantes y requisitos previos -no sólo sociales y económicos, sino técnicos- que son necesarios para que el eslabón -o los eslabones- de la transformación de una cadena puedan desarrollarse plenamente.

4.2.2. Requisitos y condicionantes técnicos para el fomento de cadenas de valor en un territorio

El eslabón de transformación de las materias primas presenta una serie de características técnicas que habitualmente no se tienen en cuenta al abordar el proceso de fortalecimiento de cadenas de valor. Invertir en acciones de desarrollo de cadena de valor, sin un estudio e investigación previos de los siguientes factores, dará lugar a

una eficacia, eficiencia y resultados precarios, cuando no nulos, aún cuando se haya aplicado un proceso de estudio holístico, social y económico impecable.

A. Alineamiento con las estrategias del plan de desarrollo económico territorial

La implementación de una cadena de valor debe estar alineada con el resto de las estrategias del plan de desarrollo económico territorial. Asimismo, es preciso el respaldo político de la Administración Pública Local. Una política pública que garantice la infraestructura y el entorno mínimo necesario (suministro de agua, luz, vías de comunicación, etc.) es imprescindible para tener una mínima garantía de éxito.

A este respecto, hay que destacar que el eslabón de transformación de la cadena de valor precisa de infraestructura vial para que su actividad pueda ser llevada a cabo: construcción y equipamiento de las instalaciones, acopio de materias primas, acceso de mano de obra y de servicios auxiliares a las instalaciones, o transporte del bien generado, entre otros. Esta carencia hace que los bienes más sensibles, como son los perecederos, se pudran o descompongan en cantidades muy importantes debido al tiempo adicional que toma su traslado y distribución, incrementando las pérdidas por desperdicio de alimentos, muy altas en los sectores primarios de los países en desarrollo.

La agroindustria es una alta consumidora de agua y energía y una gran demandante de TIC, entre otros sistemas auxiliares. Este requisito se incrementa según lo hace el grado de transformación que la agroindustria realice, por lo que no toda ella puede tratarse de la misma forma. Como característica fundamental, hay que indicar que el agua empleada en cualquier industria alimentaria debe ser potable.

El desarrollo de este eslabón debe ir de la mano de la disponibilidad de los sistemas auxiliares necesarios para el funcionamiento de la industria. En el ámbito de desarrollo territorial, en muchas ocasiones estas infraestructuras no están garantizadas, siendo imprescindible investigar e implementar sistemas tecnológicos innovadores que suplan la carencia. La disponibilidad y/o el límite de capacidad para proporcionar agua potable, energía u otros sistemas auxiliares, es la que condiciona el grado de transformación que puede alcanzarse. En un proceso de diseño tecnológico ambas cosas deben estudiarse de forma coordinada, no aislada.

B. Sostenibilidad medioambiental

La agroindustria, por sus características transformadoras, es una gran generadora de subproductos y residuos. Los primeros deben evaluarse e investigarse para integrarlos en el proceso productivo o en otros alternativos. Sólo así se puede evitar el engrose del flujo de residuos generados.

Todo desarrollo del eslabón de transformación en una cadena de valor debe ir acompañado de una evaluación y diseño tecnológico del destino de los subproductos y residuos generados, implementando, en la medida de lo posible, modelos de economía circular que implican el desarrollo de eslabones transversales a la cadena, a los que hay que dotar de las tecnologías necesarias.

De la misma manera, debe preverse un sistema de gestión o de tratamiento de residuos acorde con la transformación que se quiere implementar y dotado de las instalaciones técnicas adecuadas para ello.

C. Existencia de economías de escala

Para que un proceso de este tipo llegue a tener éxito, es preciso contar con economías de escala, lo que impide la incorporación aislada de productores a la misma. Formar parte de una cadena de valor implica un cambio de mentalidad en la relación entre los agentes de un mismo eslabón (enlaces horizontales) y entre los diferentes eslabones (enlaces verticales). En el caso de los eslabones horizontales, y especialmente en el productivo primario, si éste quiere implementar la transformación de sus producciones es imprescindible potenciar el asociacionismo u organizaciones de productores con capacidad empresarial. Esto les permitiría realizar la gestión de acopio de materia prima, su transformación agregando valor y la comercialización, para lo que es preciso la pedagogía y la capacitación de los pequeños productores.

La agregación de valor mediante transformación implica un conocimiento técnico que, en general, no existe en la población que se asienta en el territorio. Este conocimiento no se limita al proceso de transformación en sí, sino que abarca a todos los sistemas auxiliares precisos para que la transformación pueda realizarse y que es preciso mantener en funcionamiento. Se deben promover los procesos de extensión agroindustriales para suplir las brechas tecnológicas de conocimiento.

Por el mismo motivo, se incorpora la necesidad de la existencia de Servicios de Desarrollo Empresarial (SDE), integrados por las personas, instituciones y entidades (públicas y privadas) que brindan servicios de asistencia técnica, crédito, capacitación, insumos, investigación y asistencia administrativa, entre otros. En definitiva, todo aquello que no es llevado a cabo por los operadores de la cadena de valor pero que es imprescindible para que ésta funcione. Si los SDE no existen, será necesario, previo al planteamiento de fortalecimiento de cualquier cadena, generar esta capacidad técnica en el territorio.

Así, se potencia la generación de alianzas público-privadas que permitan y garanticen la participación de los agentes expertos del territorio en el proceso de desarrollo territorial que se quiere alcanzar con el fortalecimiento de las cadenas de valor.

Por otro lado, hay que indicar que la mera presencia de un centro de I+D+i en el territorio sólo es un recurso estático, que únicamente será útil si las empresas locales lo emplean e interactúan con él.

Con este planteamiento, se potencia el desarrollo territorial gracias al fomento de las prácticas y los saberes endógenos o domésticos que amplían las posibilidades de actuación profesional en el territorio, mediante la generación de microempresas -muchas de ellas de base tecnológica- que prestarán servicio a la cadena de valor en cuestión y a las futuras que se quiera fortalecer. Se busca dejar instauradas diversas capacidades en el territorio, evitando que las condiciones sean adversas a la innovación si la población se siente al margen del proceso, impidiendo la posibilidad de desarrollo (Bravo y Marín, 2014).

D. Interrelación mercado-desarrollo tecnológico-sistemas auxiliares

La existencia de un mercado potencial con demanda del consumidor, que permita comercializar el producto (bien o servicio) de la cadena de valor, es el punto de partida primordial para que el enfoque de cadena de valor tenga un mínimo de garantía de éxito. El producto debe posicionarse en el mercado y tener demanda, ya que en caso contrario no habrá cadena de valor.

Para definir el desarrollo tecnológico de un proceso agroalimentario, se emplea la metodología de Ingeniería de Procesos e Ingeniería de Diseño. Para ello, se debe definir un objetivo cuantificable que sirva de base al estudio de ingeniería posterior. Este objetivo deberá ser la dimensión del flujo de producción necesario para satisfacer las necesidades del mercado.

A partir de estos datos se definen la tecnología y equipos tecnológicos más adecuados para la transformación, en función del entorno y características territoriales. También se definen los servicios auxiliares precisos para el funcionamiento de las líneas de transformación, evaluando la necesidad de innovaciones tecnológicas si fueran necesarias. De igual manera, se identifican las necesidades tecnológicas para el tipo y cantidad de subproductos y residuos que se generan.

Paralelamente a este proceso, se acomete la identificación de las brechas de conocimiento tecnológico del territorio para el funcionamiento tanto del propio eslabón de transformación, como de los SDE disponibles, imprescindibles estos últimos para el correcto funcionamiento de dicho eslabón.

El mercado potencial puede ser de naturaleza local, comarcal, nacional o internacional, y cada uno de ellos puede condicionar el proceso de estudio de ingeniería y tecnología. Especial precaución debe tenerse con las cadenas globales o internacio-

nales, como puede ser el caso de la Unión Europea (UE) como consumidor final. En ella, la normativa vigente no sólo es exigente respecto a la inocuidad alimentaria de productos de terceros países, sino también en cuanto a características estructurales y técnicas de las instalaciones en las que están elaborados estos alimentos; sobre cómo debe registrarse y transmitirse la información, incluida la trazabilidad; o respecto a limitaciones a la hora de emplear acepciones vinculadas con la salud en la publicidad y comercialización de los alimentos.

Asimismo, a diferencia de la cadena de producción, la cadena de valor tiene una orientación no asistencialista desde el punto de vista de la financiación, por lo que será imprescindible el desarrollo de una estrategia de financiación que garantice la sostenibilidad de la cadena; y como en cualquier otra industria, parte de las ganancias monetarias obtenidas por la actividad desarrollada debe reincorporarse en forma de inversión para que continúe su funcionamiento y aumente su capacidad de producción.

4.2.3. Un ejemplo a seguir: la metodología LEADER

En 1991 la UE puso en marcha un programa piloto y experimental destinado al ámbito rural denominado LEADER (*Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale*).

La metodología LEADER fue desarrollada para su aplicación en las estrategias locales de desarrollo. Su enfoque consiste en ceder la iniciativa de planificación a las comunidades locales de cada territorio rural que, organizadas en Grupos de Acción Local, son las responsables del diseño y ejecución de sus programas de desarrollo rural.

El objetivo del programa fue evitar el despoblamiento de las zonas rurales fomentando la diversificación económica del medio rural y la mejora de la calidad de vida de sus habitantes, así como fomentar las cadenas de valor territoriales para aumentar el valor añadido de los productos agrícolas y forestales.

El destacado efecto que tuvo la aplicación de la metodología LEADER llevó al gobierno español a impulsar un programa de contenido similar, y único en Europa, conocido como PRODER (Programa de Desarrollo y Diversificación Económica de Zonas Rurales).

Desde los años 90, LEADER ha sido un importante componente del desarrollo rural de la UE; en 2007, la iniciativa LEADER se consolidó como herramienta fundamental del eje de la política de desarrollo rural europea dentro del Fondo Europeo Agra-

rio de Desarrollo Rural (FEADER). Desde 2014 ha evolucionado a Desarrollo Local Participativo (DLP).

Desde sus inicios, el programa LEADER/DLP ha pasado por varias etapas, pero ha mantenido sus rasgos esenciales que se definen por sus principios:

- Enfoque ascendente: se emplea el término "desarrollo local a cargo de las comunidades locales".
- Estrategia territorial de desarrollo.
- Colaboración público - privada.
- Actuaciones integradas y multisectoriales.
- Innovación.
- Cooperación.
- Conexiones en redes.

Basándose en esta metodología, desde el año 2011 el Parque Tecnológico de Innovación de Café y su Caficultura (Tecnicafé), situado en Cauca (Colombia), viene desarrollando el Clúster Social y Productivo de Café de alta calidad en este territorio, programa con el que la Universidad Politécnica de Madrid colabora.

La asociación líder de este clúster territorial es la Asociación de Mujeres Caficultoras del Cauca (AMUCC), integrada actualmente por 200 caficultoras y que está en proceso de ampliación a más de 400, gracias al proyecto "APPD: café, mujer, desarrollo y paz", financiado por la AECID. El objetivo es el fomento de la cadena de valor de café de este territorio con énfasis en la calidad del producto. Alrededor de esta cadena se genera la aparición de diversificación económica del territorio, propiciando el desarrollo sostenible del mismo.

Actualmente, la metodología del fomento de la cadena de valor del café es de carácter internacional, mediante un acuerdo entre Ayuda en Acción, Tecnicafé, AMUCC y UPM para la formación técnico-productiva de mujeres caficultoras del Norte de Ecuador.

4.2.4. Agroindustria y desarrollo territorial. Conclusiones

- Abordar el paso de cadenas productivas a cadenas de valor es uno de los mecanismos que permiten el desarrollo territorial, siempre que se lleve a cabo tras un estudio holístico del territorio. Éste no debe ser sólo social, sino también tecnológico, al ser los eslabones de transformación agraria altamente dependientes de los sistemas tecnológicos auxiliares imprescindibles para su funcionamiento.

- Dejar instauradas en un territorio capacidades tecnológicas variadas e interconectadas permite una potencialidad de desarrollo territorial considerable, siempre que se planifique el proceso como una actuación global y con el uso del saber-hacer local. La interrelación de unos sectores tecnológicos con otros hace infructuoso iniciar actuaciones de forma aislada.

- La metodología LEADER/ DLP es una herramienta contrastada que ha demostrado ser eficaz y eficiente para el desarrollo rural de la UE, en general, y de España en particular. Esta estrategia puede ser adaptada con éxito a los contextos de desarrollo de otras zonas geográficas.

4.3. Crecimiento sostenible en el sector agroalimentario en África.

Rossana Tornel y Eva Iglesias[9]

4.3.1. Introducción

África actualmente solo produce alrededor del 10% de la producción agrícola mundial, mientras que se estima que posee el 25% de la tierra cultivable a nivel global. Sin embargo, la tierra agrícola adicional disponible estimada es probablemente menor de lo que generalmente se supone, dada la tendencia de crecimiento demográfico y aumento de la densidad de población rural. Además, la mayoría de los suelos son frágiles y tienen poca concentración de nutrientes y materia orgánica (Garzón et al., 2020).

El sector agroalimentario requiere de cambios que lo hagan más eficiente y sostenible. El aumento en la producción de alimentos no es suficiente, y se tiene que hacer de una manera sostenible para que contribuya de forma eficaz a la disminución de la pobreza. Para ello, es necesario equilibrar las crecientes y diversificadas necesidades de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) y los recursos disponibles. Así mismo, el debate sobre la sostenibilidad de la agricultura requiere de enfoques y prácticas específicas. Actualmente el sector agroalimentario tiene un gran desafío, pero también más herramientas disponibles que pueden ayudar a superar las dificultades.

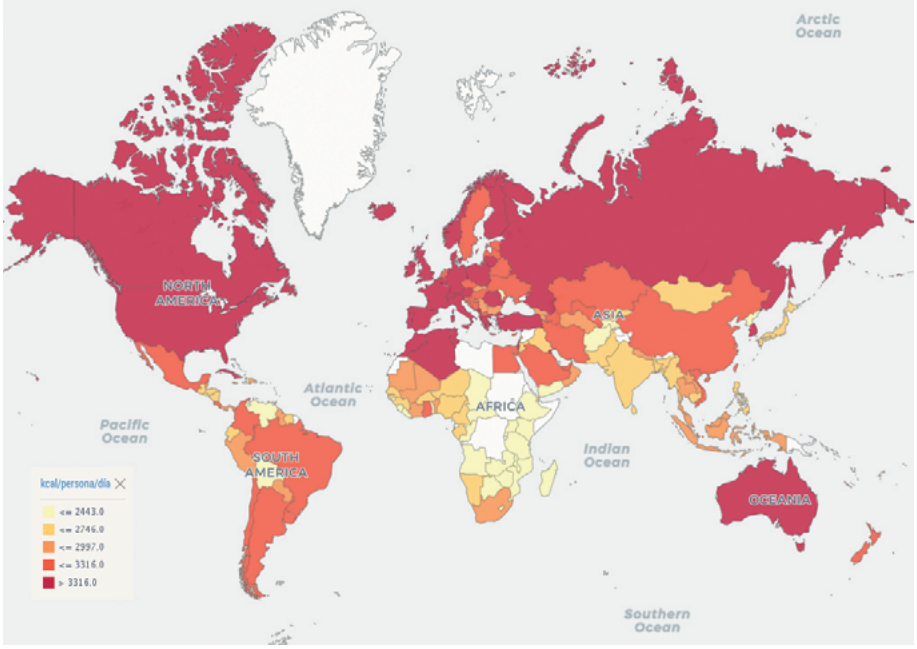
Muchos de los países africanos que dependen de la agricultura tienen altas tasas de inseguridad alimentaria. De los 1.020 millones de personas que padecieron hambre en 2009-2010, se estima que 265 millones se encontraban en África Subsahariana (Pretty et al., 2011). Debido al aumento de la población en los próximos años, la agricultura deberá producir un 60% más de alimentos a nivel mundial para satisfacer la demanda de más de 9.000 millones de personas que se prevé que existan en el año 2050 (FAO, 2020a).

Se sabe que la agricultura produce importantes beneficios, pero también se reconoce que puede tener efectos negativos en el medio ambiente mediante el uso excesivo de los recursos o a través de los desechos que la propia actividad genera. Estos efectos se denominan externalidades negativas, las cuales imponen costos sociales y ambientales que no se ven reflejados en los precios de mercado (Pretty et al., 2011). Entre estos impactos ambientales negativos cabe mencionar la sobreexplotación de la pesca, de los recursos hídricos o de los pastos, entre otros. La intensificación de sistemas agrarios con una visión cortoplacista puede dar lugar a una importante pérdida de biodiversidad, deforestación, erosión de suelos, y lixiviación de nitratos, por mencionar solo algunos de los problemas ambientales que se generan.

---

9. itd / Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas UPM.

Figura 4: Suministro alimentario de energía 2017



Fuente: FAO STAT (http://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS/visualize)

Según la FAO, un tercio de las tierras agrícolas está degradado, hasta el 75% de la diversidad genética de los cultivos se ha perdido y el 22% de las razas de animales están en riesgo. Más de la mitad del *stock* de pesca está plenamente explotado y, durante la última década, se convirtieron en otros usos de la tierra alrededor de 13 millones de hectáreas de bosques al año (FAO, 2020b).

El impacto que el cambio climático tiene sobre la agricultura es una amenaza directa a la seguridad alimentaria de muchos países en desarrollo. El desafío de combatir la inseguridad alimentaria afecta de manera preocupante a puntos críticos como el Sahel, la región de los Grandes Lagos y el Cuerno de África (Ehui, 2019). El sector agrario conforma ecosistemas estrechamente interconectados con los recursos naturales y el medio ambiente; por ello, no se puede descuidar ninguno de los eslabones porque la afectación sería para todo el sistema. En definitiva, pensar en seguridad alimentaria sin tener en cuenta la preservación de los recursos naturales carece de sentido. A este respecto, la FAO define los sistemas alimentarios sostenibles como sistemas "inclusivos y que proporcionan seguridad alimentaria y nutrición sin comprometer las bases económicas, sociales y ambientales de las generaciones futuras" (FAO 2020c, p.12).

Además de todos los desafíos a los que se enfrenta el sector agrícola, también existen oportunidades. En diferentes regiones de África ya se encuentra evidencia de una transformación de los sistemas agrarios, proceso estimulado por un aumento de la demanda de alimentos, el auge de la urbanización del continente y el empuje de una clase media emergente en busca de nuevas oportunidades de inversión (Ehui, 2019). En este sentido, la demanda de alimentos ofrece oportunidades para incrementar las inversiones en las cadenas de valor agroalimentarias.

Por lo tanto, existe un estrecho vínculo entre el crecimiento de la agricultura y la erradicación del hambre y la pobreza. La agricultura proporciona ingresos, empleos, alimentos y otros bienes y servicios para la mayoría de las personas que ahora viven en la pobreza. Como resultado, la FAO señala que el crecimiento general del PIB que se origina en la agricultura es, en promedio, al menos dos veces más efectivo para reducir la pobreza que el crecimiento generado en los sectores no agrícolas, y hasta cinco veces más efectivo que otros sectores en los países de bajos ingresos con escasos recursos (FAO, 2020a).

4.3.2. Problemas y desafíos del desarrollo sostenible en África

Entre los principales desafíos que se identifican en África cabe mencionar la degradación de los suelos, la falta de acceso al agua y a otros bienes agrícolas, el cambio climático y el aumento de la presión de los usos de la tierra. Junto a ello, la pobreza endémica y la baja inversión, sumado a la falta de apoyo político adecuado y de infraestructuras, constituyen importantes barreras a la innovación y a la adopción de prácticas agrícolas sostenibles (FAO, 2020a; Pretty et al., 2011; Pretty et al., 2016).

La degradación del suelo es uno de los principales desafíos para lograr un crecimiento sostenible de la agricultura en África. Muchos suelos africanos son pobres en nutrientes y el uso de fertilizantes es bajo en todo el continente en comparación con otras regiones (Pretty et al, 2011). Otro de los problemas que está sumamente relacionado es la deforestación. África tiene como uno de sus principales problemas medioambientales la deforestación de sus selvas. La tala descontrolada de árboles tiene distintos motivos, como la necesidad de obtener nuevas tierras de cultivo, para nuevos asentamientos de población y para utilizar la madera como combustible (Burgos Martínez, 2020). En Nigeria, por ejmplo, más de 120 millones de personas recurren a la leña para usarla como combustible para cocinar (Iglesias, et al. 2018).

Subedi et al. (2014) encuentran que el 70% de la deforestación en muchos países africanos puede atribuirse a la demanda de leña. Calculan que la deforestación aumentará un 83% si las condiciones actuales de consumo energético rural y urbano se mantienen, así como el porcentaje de leña extraída de los bosques.

La pobreza que existe en el continente africano limita las posibilidades de las personas que se dedican a la agricultura para adoptar nuevas tecnologías y soluciones innovadoras. Las decisiones tomadas suelen tener una visión de corto plazo, ya que requieren cubrir necesidades básicas del día a día como el alimento. La agricultura es una actividad productiva que se considera de riesgo, en especial para las y los pequeños agricultores, porque está sujeta a diversos elementos fuera de su control. Algunos de estos son el cambio climático, la volatilidad de los precios, plagas o precipitaciones, entre otros. Este tipo de problemas también desincentiva la inversión, al no poder asegurarse un retorno.

Karlan et al. (2014) mencionan que las decisiones de inversión de los pequeños agricultores en los países en desarrollo están condicionadas por su entorno financiero. A través de su estudio con pequeños agricultores en Ghana demuestran que el riesgo, en general, obstaculiza la inversión, y por tanto, resaltan la necesidad de reducir los riesgos agrícolas para conseguir mejoras en este ámbito. Por otro lado, como factor clave mencionan la confianza, para lo que proponen un diseño de productos, vinculación y regulación adecuada con instituciones confiables que incentiven la inversión de los pequeños agricultores.

En definitiva, comprender cómo acceder al crédito rural, o cómo desarrollar sistemas de almacenamiento y vender cualquier excedente de su producción, es tan importante como la rehabilitación de suelos fértiles. Asimismo, la creación de una infraestructura social de relaciones de confianza, conexiones y normas es fundamental para que se pueda difundir y tener éxito cualquier tipo de innovación (Pretty et al., 2011).

4.3.3. Ante estos problemas, ¿Cómo se puede lograr el crecimiento sostenible del sector agroalimentario en África?

El crecimiento sostenible del sector agroalimentario requiere mejoras significativas en la eficiencia del uso de los recursos, la protección del medio ambiente y la resiliencia de los sistemas. La sostenibilidad exige un conjunto de elementos como el desarrollo de marcos técnicos, políticas, gobernanza y financiación que apoyen a la agricultura y a la administración de recursos en la transición de las prácticas agrícolas. Esta transición debe concebirse como un proceso dinámico de innovación y no como una meta o fin único (FAO, 2020a).

La FAO considera a la innovación, y en particular la innovación en la agricultura, como una fuerza motora clave para lograr un mundo libre de hambre y malnutrición. Además, lo ve como una herramienta para transformar los sistemas alimentarios para que sean sostenibles y además promuevan el desarrollo rural. Para ello, propone centrarse en la gestión de los recursos naturales a más largo plazo en las

cadenas de valor, la nutrición, la bioenergía y la biomasa, y la prosperidad rural inclusiva.

La innovación es un concepto amplio que no se refiere sólo al aspecto tecnológico. Como señala la FAO, "la innovación agrícola es el proceso mediante el cual individuos u organizaciones ponen en uso productos, procesos o formas de organización -nuevas o existentes- por primera vez en un contexto específico; esto para aumentar la eficacia, la competitividad y la capacidad de recuperación con el objetivo de resolver un problema" (FAO 2020a).

Los procesos de innovación implican un proceso de adopción de nuevas prácticas o herramientas. Además, la forma en que se transfiera la tecnología deberá de considerar el contexto cultural e incentivar la participación de la población adoptante, con la finalidad de generar el mayor beneficio posible.

En la literatura sobre adopción de tecnología, frecuentemente se habla sobre el capital social y la importancia que tiene para que las comunidades rurales adopten nuevas tecnologías. En términos generales, se puede describir el capital social como el entramado de redes de confianza y reglas formales e informales que se comparten para resolver problemas de acción colectiva (Ostrom, 1990). En esta misma línea, se puede encontrar autores como Fukuyama (1994), que define el capital social como un conjunto determinado de valores informales o normas compartidas entre los miembros de un grupo que les permite cooperar unos con otros. Las normas informales reducen los costos de transacción, es decir, el costo de monitorear, contratar, adjudicar, y forzar los acuerdos formales.

El fortalecimiento de los lazos comunitarios y niveles de confianza suficientemente altos pueden permitir a grupos de individuos autoasegurarse contra el riesgo. En posesión de un sólido capital social, los y las agricultoras individuales están en mejores condiciones para adoptar innovaciones potencialmente de riesgo. Además, cuando el capital social se extiende fuera de la comunidad creando redes, éstos tienen acceso a nuevos conocimientos y recursos que pueden fortalecer los procesos de innovación (van Rijn et al., 2012).

Dentro de este proceso también es importante identificar a cada uno de los actores clave que pueden ayudar a potenciar la adopción tecnológica. En este sentido, la FAO reconoce el importante papel que juegan las personas jóvenes en la implementación de nuevas tecnologías, ya que tienen una ventaja comparativa en la adopción de las TIC. Sin embargo, es de suma importancia hacer procesos inclusivos donde, además de las personas jóvenes, las mujeres se puedan integrar de manera efectiva en la innovación tecnológica. Si bien los hombres pueden tomar decisiones a nivel individual, las mujeres están vinculadas a factores culturales, sociales y económicos

más fuertes y limitantes que los hombres. Si las estrategias que se utilizan para la innovación no toman en cuenta estas diferencias, esto puede exacerbar la brecha tecnológica y de acceso a oportunidades que ya existe.

La adopción y la integración de las TIC en diversas actividades económicas y en la vida cotidiana en general ha permitido reducir los costos de información y de transacción, así como la mejora de la prestación de los servicios. También ha generado nuevas fuentes de ingresos y ha ayudado a conservar los recursos. El sector agrícola no es la excepción y, aunque la integración de la tecnología ha tardado más en comparación con otros sectores, los resultados han sido muy alentadores. Las tecnologías digitales están jugando un papel clave y tienen un gran potencial para abordar las asimetrías de información y lograr sistemas alimentarios inclusivos y eficientes. Los medios innovadores de tecnologías mejoradas y el acceso a la financiación pueden promover la inversión inclusiva en las cadenas de valor alimentarias y abordar las principales limitaciones de los sistemas alimentarios (FAO, 2020c).

Para responder a las necesidades regionales de SAN, la agricultura de África enfrenta desafíos muy diversos en términos de un enfoque sostenible. Garzón et al. (2020) concluyen que no existe una solución única al crecimiento sostenible del sector agrario. En última instancia, optar por un conjunto coherente de enfoques o prácticas agrícolas más específicas depende de la gran diversidad de contextos locales, así como de las características y motivación de las y los agricultores individuales y sus comunidades. En su revisión de literatura, estos autores encuentran que la acción colectiva en la adopción de prácticas clave produce beneficios más sostenibles.

En este contexto, cabe destacar la importancia del trabajo de Duflo, Banerjee y Kremer, quienes recibieron el premio Nobel en 2019 por su contribución a los avances en experimentos aleatorios en el campo de la economía del desarrollo. Sus trabajos han abierto una línea de investigación pionera en la evaluación del impacto de la ayuda al desarrollo e identificación de factores de éxito (Duflo et al., 2011; Banerjee et al 2013, entre otros). Esta línea de trabajo es actualmente apoyada por las principales organizaciones internacionales como el Banco Mundial (BM).

La falta de datos agrícolas adecuados y de calidad ha sido señalada como una de las principales barreras para alcanzar los ODS y cumplir la amplia Agenda para el Desarrollo Sostenible. Si bien cada año se invierten alrededor de 240 mil millones de dólares en agricultura en países de ingresos bajos y medianos, las deficiencias en la calidad y disponibilidad de los datos agrícolas "impiden que los países de ingresos bajos y medianos bajos elaboren estrategias de desarrollo, decisiones políticas acertadas, o el seguimiento del progreso en el sector agrícola " (FAO, 2018). La recopilación de datos agrícolas sigue siendo deficiente en muchos países. De hecho, la

mayoría de los 75 países más pobres del mundo no han realizado encuestas ni censos agrícolas anuales en los últimos 15 años (FAO, 2018).

En este contexto, la FAO, el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), la Alianza Mundial para los Datos de Desarrollo Sostenible y la Fundación Bill y Melinda Gates, con el apoyo de algunos gobiernos, están colaborando para lanzar la ambiciosa iniciativa "50 x 2030", que representa el mayor esfuerzo realizado hasta la fecha para financiar la unificación y recopilación de datos económicos, ambientales y sociales de la agricultura.

4.3.4. Experiencias de crecimiento sostenible en el sector agrario

Existen muchas experiencias de gobiernos locales, agencias internacionales y ONGD para contribuir al crecimiento sostenible del sector agroalimentario en África. Algunas han tenido mayor éxito que otras, aunque no todas han obtenido los resultados esperados. Pero hay muchas donde el cambio positivo se puede percibir en distintos ámbitos como el ambiental, el económico y el social.

El BM es uno de los organismos internacionales que promueve la transformación agrícola en África. Un ejemplo es el Programa de Productividad Agrícola de África Occidental (WAAPP por sus siglas en inglés), que promueve la generación, difusión y adopción de semillas mejoradas.

La WAAPP ha desarrollado Centros Nacionales de Especialización para potenciar la investigación en productos básicos y ámbitos específicos como el maíz y la acuicultura, y ha hecho progresos importantes en la armonización de las regulaciones para facilitar el movimiento de variedades mejoradas de cultivos a través de las fronteras. El programa se ha aplicado en 13 países y se han visto beneficiadas alrededor de 9 millones de personas en aproximadamente 4.8 millones de hectáreas de tierra, con la adopción de unas 200 tecnologías mejoradas. Se ha demostrado que los ingresos medios han aumentado en más del 30%, mientras que más de 1.000 científicas y científicos jóvenes recibieron becas para obtener títulos de maestría y doctorado (Ehui, 2019).

Uno de los principales desafíos identificados bajo este programa es la necesidad de vincular a los y las agricultoras con los mercados. Con este objetivo se han establecido *alianzas productivas* a través de las cuales se involucran grupos de pequeños productores con uno o más compradores y el sector público. Se conectan por medio de un plan de negocios que les permite mejorar sus capacidades y habilidades productivas y fortalecer sus vínculos con los compradores.

Por otro lado, el BM trabaja también de manera conjunta con el Climate Change Agriculture Food Security (CGIAR), la red mundial de innovación agrícola más grande del mundo, para desarrollar perfiles climáticamente inteligentes que brinden una visión general de la inteligencia climática en países como Kenia, Ruanda y Uganda, identificando buenas prácticas y potencial de mejora. Dentro de los aspectos clave que identifican para poder escalar este proyecto, se considera fundamental realizar una selección sistemática durante la fase de diseño para garantizar que tanto las oportunidades como los riesgos estén bien integrados, que se haya trazado un camino para el escalado y realizarlo por fases. Finalmente, se destaca la importancia de reconocer que no se puede tener un único plan, la necesidad de considerar posibles contingencias y que dicho plan se ajuste al lugar donde se aplica. Por lo tanto, los programas se deben adaptar y personalizar a las necesidades locales para que sean más eficaces. También resaltan la importancia de crear alianzas y coaliciones de acuerdo con el lema: "nadie puede hacerlo solo" (Ehui, 2019).

En referencia a las iniciativas privadas destaca Esoko, una empresa que se encarga de recopilar datos y de ofrecer servicios digitales a agricultores, empresas agrícolas y organizaciones de desarrollo en África. Comenzó en el 2008 proporcionando precios de mercado a través de SMS a pequeños agricultores en proyectos de desarrollo. El objetivo era ver cómo la adopción de la tecnología móvil en África podría mejorar la vida de las comunidades rurales.

Actualmente, conectan a más de un millón de personas agricultoras con servicios de distinto tipo: pronósticos meteorológicos, asesoramiento agronómico, vínculos con el mercado y cobertura de seguros a través de una serie de canales, entre ellos el SMS, el SMS de voz y un centro de llamadas. La recopilación de datos y elaboración de perfiles que realizan se ha convertido en parte fundamental de muchos programas de protección social en Ghana y Liberia, ayudando a los organismos a ejecutar los proyectos (Esoko, 2019).

Para que el acceso a los recursos hídricos permita reducir la pobreza y se traduzca en una herramienta de desarrollo sostenible, se ha demostrado que se debe contemplar no sólo la inversión en infraestructuras, sino también invertir en capacitación, crear las condiciones de acceso a los mercados, y tener presente la necesidad de establecer un uso sostenible de los recursos.

En un esfuerzo por diversificar la economía, crear oportunidades y lograr un crecimiento sostenible en la producción y productividad de la agricultura de regadío, el Gobierno Federal de Nigeria está colaborando con el BM en la implementación de un programa de siete años denominado Programa de Transformación de la Gestión del Riego en Nigeria (TRIMING). El objetivo de desarrollo de TRIMING es mejorar el acceso a los servicios de riego y drenaje, así como fortalecer los arreglos institucio-

nales para la gestión integrada de los recursos hídricos y la prestación de servicios agrícolas en esquemas públicos seleccionados a gran escala en el norte de Nigeria.

Uno de los componentes de este programa es el proyecto Typha, que pretende convertir la amenaza de una especie macrofita invasora (*Typhaspp*.) en una oportunidad para mejorar la vida de las comunidades locales. El crecimiento descontrolado de *Typha* en canales, ríos y tierras agrícolas del valle de Hadejia (noreste de Nigeria) ha reducido la productividad agrícola y se ha convertido en un desafío ambiental con importantes repercusiones sociales y severas implicaciones económicas para las comunidades locales que dependen de la agricultura, la ganadería y la pesca. Dado que los esfuerzos comunitarios y gubernamentales para erradicar esta planta invasora son costosos y han tenido poco impacto, el proyecto *Typha* propone desarrollar e implementar dos tecnologías utilizando la *Typha*, respectivamente, como biomasa para la producción de biogás, y para la elaboración de ensilaje para alimentación animal. Los resultados preliminares indican que la adopción de biogás a partir de biomasa de *Typha*, en sustitución del uso de leña, puede traer importantes beneficios a las comunidades locales en términos de reducción de la contaminación por humo y de los consiguientes efectos sobre la salud, que afectan especialmente a mujeres y niños. Se demuestra además que su adopción puede frenar la tala de árboles y reducir el balance de emisiones de CO2, constituyendo una importante medida de mitigación de cambio climático (Iglesias et al., 2018; Frutos et al., 2019).

Por otro lado, el procesamiento de la *Typha* como ensilado para alimentación animal tiene un importante potencial para reducir la vulnerabilidad de los agro-pastoralistas en la época seca, y especialmente en épocas de sequía. También puede contribuir a reducir los conflictos entre la etnia fulani -eminentemente pastoralistas- y los agricultores y agricultoras por el uso del suelo, mitigando la escasez de alimento para el ganado a través de la creación, bajo acción colectiva, de "Bancos de Typha" que permitan a los fulani alimentar su ganado (Iglesias et al., 2019). De ahí que se trate de una propuesta de desarrollo sostenible, polifacética, con importantes repercusiones ambientales y socioeconómicas, y con impactos que ocurren tanto a escala local como global. La participación de potenciales beneficiarios y otras partes interesadas ha tenido un papel fundamental desde el comienzo del proyecto y es un factor clave para su éxito.

En materia de financiación destaca Farmcrowdy, una empresa nigeriana de Agtech enfocada en conectar a los distintos eslabones de la cadena de valor agrícola. A través de su plataforma conectan a más de 420.000 participantes con acceso a financiación, contribuyendo a reducir el costo de producción, mejorar el acceso al mercado y los rendimientos. Su metodología de trabajo consiste en cuatro etapas en el proceso de producción:

1. Selección de tierras y cultivos adaptados según la temporada, la demanda y la ubicación: calculan el rendimiento potencial por área, la disponibilidad de la tierra y los socios potenciales en términos de proveedores de insumos y mecanización.

2. Agricultores: trabajan con asociaciones agrícolas o líderes y lideresas comunitarias para que sea más sencillo identificar a las personas con experiencia y compromiso.

3. Entradas: proporcionan insumos en forma de semillas mejoradas, capacitación en técnicas agrícolas modernas, herramientas mecanizadas a las personas agricultoras y asignan personal extensionista a cada finca.

4. Compradores: buscan personas que compren a precios que les sean rentables.

El Sistema de Riesgo Compartido basado en Incentivos para Préstamos Agrícolas de Nigeria (NIRSAL), una agencia del Banco Central de Nigeria, y el Ministerio Federal de Recursos Hídricos, han apoyado a Alliance Agriculture a implementar su iniciativa FAM-SMART. Esta asociación, liderada por el sector privado, pretende crear oportunidades para que el colectivo de pequeños agricultores nigerianos puedan acceder a recursos financieros, y persigue poner en marcha una red integrada de suministro de insumos tanto para compradores como productores en torno a planes de riego de uso compartido. En el marco de este programa, cada grupo de hasta 25 miembros en 50 hectáreas contiguas de tierra tendrá acceso a riego por aspersión desde pivots centrales. Los agricultores pagarán por el agua que usan con medidores, al igual que lo hacen los hogares urbanos. Cada grupo de 10 a 20 grupos de agricultores y agricultoras contará con una persona que se dedique a la administración agrícola a tiempo completo, lo que ayudará a los grupos a administrar la producción de 3 cultivos por año, utilizando semillas de calidad y otros insumos, brindando servicios de tractor y aplicando prácticas de agricultura de conservación. El objetivo de este programa es ayudar a las y los agricultores a salir de la pobreza y aumentar la capacidad de Nigeria para satisfacer las necesidades alimentarias de sus 180 millones de habitantes.

En el caso de las ONGD, Silici, Ndabe, Friedrich, y Kassam (2011) presentan un estudio sobre la adopción de la agricultura de conservación por parte de agricultores y agricultoras de subsistencia en Lesotho. Esta práctica se le conoce localmente como *likoti* y contribuye a combatir la erosión del suelo y a aumentar la fertilidad. En este estudio, resaltan que la sostenibilidad a largo plazo de la intensificación de los cultivos y la creación de una capacidad de recuperación del sistema depende en gran medida de factores sociales, culturales e institucionales. Estos autores encuentran que un factor crucial de la adopción del *likoti* es la asistencia a capacitaciones adecuadas, las cuales resultan ser mucho más eficaces cuando los instructores fomentan una verdadera participación y cuando el capital social entre agricultores es más fuerte.

Otros determinantes importantes de la adopción son el nivel de educación y los incentivos económicos que se ofrecen a los hogares vulnerables.

La asociación que aplica el proyecto Growing Nations se centra en la calidad de la actuación y mantenimiento de altos estándares en lugar de la velocidad de la tasa de adopción. De acuerdo con esta experiencia, se demuestra que para que la práctica agrícola funcione bien y se pueda convencer a más agricultores y agricultoras, es mejor trabajar con menos personas y hacerlo bien para luego expandirse gradualmente. Esto coincide con la recomendación del BM de trabajar en fases en lugar de querer cubrir un territorio o número de beneficiarios excesivo. Dentro de las recomendaciones, estos autores señalan que es necesario conseguir un apoyo normativo e institucional más firme para poder hacer frente a las limitaciones culturales y de recursos que impiden que el pleno potencial del *likoti* pueda extenderse y ser aprovechado en todo el país (Silici et al., 2011).

4.3.5. Crecimiento sostenible en el sector agroalimentario. Conclusiones

- La innovación en la agricultura y la adopción de prácticas sostenibles son clave para incrementar la seguridad alimentaria y el desarrollo rural.
- Es necesario que los gobiernos tomen medidas para crear un entorno político propicio para que el sector privado agrícola prospere y pueda crear puestos de trabajo que integren a personas jóvenes y mujeres (FAO, 2019).
- La innovación tecnológica en el sector agroalimentario es una necesidad que los desafíos actuales exigen. La disponibilidad de datos permite impulsar los logros en materia de lucha contra el hambre y reducción de la pobreza, así como combatir el cambio climático y asegurar un desarrollo sostenible (FAO, 2017).
- El acceso al crédito es un elemento indispensable para que los pequeños agricultores puedan adoptar nuevas tecnologías sostenibles y gestionar su riesgo.
- Las dinámicas sociales y los contextos particulares son de suma importancia en el diseño de las estrategias de implementación de la tecnología, ya que son éstas las que en última instancia determinarán el uso sostenido de la tecnología.

4.4. Gestión del cambio climático y del medio ambiente. *Margarita Ruiz Ramos, Alfredo Rodríguez, Ana Tarquis*[10]

4.4.1 Introducción

El objetivo de esta sección es mostrar las relaciones entre el desarrollo tecnológico y digital y las acciones de mitigación (aquellas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para atenuar el cambio climático) y de adaptación (las destinadas a evitar o reducir los impactos producidos por el cambio climático). En concreto, se pretende ilustrar cómo los desarrollos tecnológicos recientes, incluyendo aspectos de las TIC, están siendo aplicados en el África Subsahariana (o en otras regiones que puedan servir de referencia para la misma) para la mejor gestión de problemas relacionados con el cambio climático y otras amenazas medioambientales.

4.4.2 Importancia del cambio climático y el medio ambiente en la agricultura

A. Cambio climático, IPCC, eventos extremos

En la actualidad, existe un amplio y consolidado consenso en la comunidad científica, representada por el IPCC dependiente de las NNUU, en que los impactos directos del cambio climático de origen antropogénico (es decir, causados por la actividad humana) son ya perceptibles en los sistemas naturales y humanos en todo el planeta (IPCC, 2014). Pueden considerarse dos tipos de impactos biofísicos principales (IPCC, 2014):

- Aquellos que se derivan del cambio en las condiciones climáticas medias, como pueden ser: descensos o aumentos en las precipitaciones totales anuales, incrementos en la temperatura media anual, cambios en los patrones estacionales de las variables climáticas, o el aumento del CO2 atmosférico. Los impactos derivados de estos cambios requieren de adaptación a medio y largo plazo. En el caso de la agricultura, se atienden normalmente adaptando los sistemas agrarios en términos de cambios en el manejo (fechas de siembra, riego, fertilización, manejo del suelo), en el diseño de las rotaciones (cambiando a otras existentes más adecuadas o desarrollando nuevas variedades por mejora genética) e incluso en los propios cultivos elegidos, tanto herbáceos como leñosos.

- Aquellos que se derivan del cambio en la variabilidad interanual y en los eventos extremos: aumento de la frecuencia, duración e intensidad de eventos peligrosos

10. itd / Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas UPM.

para la producción agraria (incluso si no se consideran extremos desde el punto de vista meteorológico, como por ejemplo valores supra-óptimos de la temperatura máxima durante la floración de los cultivos); cambios en los periodos anuales de aparición (ej. variabilidad en el comienzo de la estación lluviosa); o cambios en la predictibilidad de la campaña agrícola. Algunos ejemplos particularizados para ASS pueden ser las olas de calor o las sequías, solas o combinadas, o las lluvias torrenciales. Estos impactos requieren de adaptación en el corto y medio plazo, incluyendo sistemas de alerta temprana, que a su vez se benefician de los últimos avances en las TIC.

B. Medio ambiente: suelos, agua, biodiversidad y contexto COVID-19

Además de los efectos que experimentan los cultivos y el ganado de forma directa por medio de la meteorología, el cambio climático también afecta a los recursos en los que descansa la productividad agraria. Incluso si se consiguiera limitar el calentamiento medio global a 1.5ºC (IPCC, 2018), en muchas partes del mundo se proyecta un aumento, ya en curso, de la erosión y la degradación del suelo, con pérdida de su estructura y del contenido en la materia orgánica, y por tanto afectando a la bases de la fertilidad. También existen impactos observados y proyectados sobre la calidad del agua, con un gran problema de salinización de suelo y acuíferos en los grandes deltas costeros, algunos de los cuales concentran gran cantidad de población en el África Subsahariana. Por último, el cambio climático está afectando a la biodiversidad provocando un desacople en la fenología de polinizadores, plagas, enfermedades y enemigos naturales, así como cambios en las malas hierbas.

Todo ello exige un nuevo enfoque sobre la atención y conservación de la biodiversidad dentro del manejo sostenible en las explotaciones agrarias. Como ejemplo de consecuencia indeseada de la falta de atención a estos aspectos, aparecen las zoonosis, posiblemente en el origen de la actual crisis de la COVID-19. Por tanto, es importante reconocer la relación entre el manejo sostenible de los sistemas naturales y agrarios en la prevención de estas crisis, que no son sólo sanitarias, sino también medioambientales, como reconoce el *Wageningen Centre for Development Innovation* (van Bodegom and Koopmanschap, 2020). En su prevención y monitorización, la tecnología y la innovación, y en especial las TIC, juegan un papel fundamental.

C. Conflictos entre mitigación y adaptación

Un último aspecto a destacar es la importancia de la coordinación de las acciones de mitigación y adaptación para aprovechar las sinergias y evitar, en la medida de lo posible, los conflictos que puedan surgir. Estos son frecuentes en el contexto agrario, donde acciones que aumenten el rendimiento o la cantidad total de los insumos, como el riego, la fertilización o el uso de residuos orgánicos, en algunas ocasiones

pueden tener efectos negativos en la mitigación por aumento de las emisiones de Gas de Efecto Invernadero (GEI) (Sanz-Cobena et al., 2017). Estos efectos indeseables se pueden evitar, o al menos reducir, mediante una monitorización local y detallada; para ello, de nuevo las TIC, en combinación con la modelización, pueden prestar un soporte fundamental.

4.4.3. Innovación y aplicación de nuevas tecnologías: Métodos, aplicaciones y prioridades

A. Los métodos: monitorización y modelización

Se pueden distinguir dos grandes grupos de métodos, si bien en los últimos años ambos se retroalimentan e interaccionan de forma cada vez más intensa y frecuente:

A.1 Metodologías de monitorización y observación de la Tierra y recogida de datos: Entre estas se encuentran:

- Todas las tecnologías de recogida de datos convencionales (ej. estaciones meteorológicas) o novedosas (ej. drones), a nivel de la superficie terrestre (ej. sondas en el suelo) o en las capas bajas de la atmósfera (ej. globos meteorológicos). Un ejemplo son los vuelos tripulados y no tripulados (drones) equipados con microsensores que utiliza el equipo de QuantaLab del IAS-CSIC (Suárez et al., 2021).

- La teledetección o imágenes satelitales de la atmósfera y superficie terrestre, junto con el procesado de este tipo de imágenes y los índices derivados de las diferentes bandas de emisión, según el tipo de aplicación. Un ejemplo son los índices de sequía desarrollados para el sur de España por un equipo de la UPM, con potencial para aplicarlos en el África Subsahariana (Jiménez-Donaire et al., 2019; Gonzalez-Dugo et al., 2020).

- *Big Data* y Minería de datos: explotación de datos digitales ya existentes por medio de algoritmos de búsqueda y extracción en bases de datos o en la web y en documentos heterogéneos (ej. *scraping* e inteligencia artificial para sacar tablas y números de imágenes o escaneos). Un ejemplo de uso aplicado en Senegal, en colaboración con la UPM, es el uso de datos de telefonía móvil para monitorizar los movimientos migratorios relacionados con la actividad agrícola (Martín-Gutiérrez et al., 2016).

A.2 Metodologías de modelización del clima y de los sectores de impacto.

Se trata de modelos de clima y, en el caso de la agricultura, modelos de simulación de cultivos, modelos de emisiones y modelos empíricos o estadísticos.

Los modelos de clima son modelos de procesos o mecanicistas que se basan en las ecuaciones de la Física de la Atmósfera, normalmente acoplados con modelos oceánicos, para simular el comportamiento de la atmósfera. Según la configuración del modelo, pueden usarse para predecir la meteorología próxima o la climatología futura (es decir, la descripción estadística del clima futuro). Los modelos de clima pueden ser globales (*General Circulation Models* o GCMs) o regionales (*Regional Climate Models*, o RCMs). Los modelos globales cubren todo el planeta dividiéndolo en una cuadrícula de hasta unos 100 km de resolución. Para cada cuadrícula se proporciona un único valor medio (promedio espacial) de las variables climáticas, con resolución temporal de unas horas. Cuando la topografía o el sector de aplicación (ej. agricultura) requieren una resolución espacial mayor, se utilizan los modelos regionales que simulan una región del planeta determinada y están anidados en los globales, puesto que en los bordes de su dominio usan los outputs de los globales, y que actualmente pueden llegar a una resolución espacial de 1 km. Las salidas de ambos tipos de modelos se utilizan como datos de partida en estudios de impacto y adaptación al cambio climático. Como alternativa a los RCMs, también existe la regionalización estadística, que consiste en aumentar la resolución de las salidas de los GCMs aplicando procedimientos estadísticos en lugar de modelización.

Dado que los modelos siempre realizan una simplificación de la realidad y proporcionan medias espaciales, sus simulaciones no son perfectas. Realizando simulaciones del pasado se pueden estimar sus errores y sesgos y abordar la validación. La práctica común consiste en corregir los sesgos de las simulaciones de los modelos comparándola con una base de datos observacional, normalmente también en cuadrícula (es decir, una base de datos a partir de datos de estaciones meteorológicas que se extrapola a una cuadrícula, rejilla regular o *grid*). La corrección necesaria para la correcta simulación del pasado reciente se aplica también a las simulaciones de futuro. Son estos datos corregidos los que normalmente se usan como proyecciones de cambio climático.

Además, dado que los modelos tienen capacidades diferentes en las variables climáticas, estaciones y regiones del mundo, unido a que ligeras variaciones en la parametrización inicial de los modelos pueden hacer que las proyecciones futuras varíen notablemente, es difícil identificar los mejores de ellos. Por ello, la práctica común es la modelización por conjuntos o *ensembles*. Esto consiste en realizar las simulaciones no con un modelo único, sino con varios que producen proyecciones ligeramente diferentes. Los *ensembles* están formados normalmente por entre 5 y 30 modelos,

usándose una medida del promedio de las simulaciones (normalmente la mediana) como proyección de futuro del *ensemble*. Cuando los outputs o salidas de los modelos de clima se usan para estudios de impacto o adaptación, se usan los outputs de todos los modelos del *ensemble* por separado (como por ejemplo en los inputs de modelos de cultivos, ver sección siguiente), y lo que se promedia es el resultado de las simulaciones de impacto.

Como ejemplo de esta metodología destacan, para modelos globales, el proyecto Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) del World Climate Research Programme (WCRP). Uno de los objetivos de CMIP es hacer que la salida de múltiples modelos esté disponible públicamente en un formato estandarizado. De igual forma, se desarrollan experimentos de comparación de modelos.

En cuanto a la modelización regional del clima, podemos destacar el proyecto CORDEX, también del WCRP. CORDEX pretende evaluar y mejorar modelos y técnicas de regionalización del clima, produciendo *ensembles* coordinados de proyecciones regionales en todo el mundo. Incluye un dominio específico para África, la región 5, por lo que constituye una fuente ideal de datos para estudios de cambio climático sobre este continente (ver figura 5a).

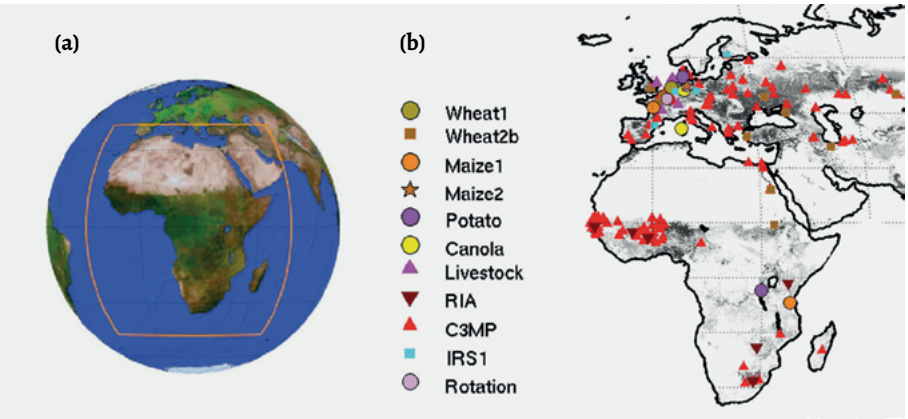
Los modelos de cultivos son modelos mecanicistas que contienen las ecuaciones de la ecofisiología de cultivos para simular el crecimiento y desarrollo de los mismos como respuesta al suelo, el clima y el manejo. Normalmente son capaces de simular estreses abióticos (agua y nitrógeno principalmente) pero no bióticos, y algunos de ellos pueden simular rotaciones. Deben ser calibrados y validados para cada variedad, lo que requiere datos experimentales rigurosos. Como alternativa, para aplicaciones sencillas se usan modelos estadísticos de rendimiento, con regresiones más o menos elaboradas, y de validez limitada a la aplicación concreta para la que se desarrollan. Uno de los programas de simulación cultivos más utilizados en el mundo es el DSSAT.

En la última década, la modelización de cultivos aplicada al impacto y la adaptación al cambio climático ha adoptado la modelización por *ensembles* usada por los modelizadores de clima, ya que son dos comunidades en estrecha colaboración. Dos ejemplos de ello son los proyectos internacionales MACSUR y AgMIP. El primero, MACSUR, es un *Knowledge Hub* de la Joint Programming Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Change (FACCE-JPI) y engloba más de 70 instituciones europeas. Se dedicó a la modelización de impacto y adaptación en sistemas agrarios europeos, pero se menciona aquí porque muchas de las instituciones participantes están involucradas en proyectos en el África Subsahariana, en los que transfieren los adelantos conseguidos en MACSUR. Esto se refleja en la traducción del propio nombre del proyecto MACSUR-"Modelando la agricultura europea con el cambio climá-

tico para la seguridad alimentaria". El equipo del CEIGRAM, dirigido por Margarita Ruiz Ramos, coordinó la participación española con un total de ocho grupos en este proyecto, desarrollando una metodología para el análisis de opciones de adaptación en condiciones de incertidumbre elevada (Ruiz-Ramos et al., 2017), lo que resulta de aplicación en ASS.

El proyecto de Intercomparación y Mejora de Modelos Agrícolas (AgMIP) ha reunido a unos 1.000 modelizadores de cultivos en todo el mundo. El objetivo de este proyecto, a día de hoy en activo, es avanzar en la mejora de los modelos agrícolas que redundará en una mayor calidad y resultados en las proyecciones del impacto y adaptación de los sistemas agrícolas y alimentarios bajo escenarios de cambio climático. AgMIP usa y mejora modelos de cultivos y emplea metodologías novedosas. El proyecto está organizado por grandes regiones, de las cuales varias se localizan en el ASS (ver figura 5b, resultados en África del Este, Oeste, Sureste y Sur: https://agmip.org/africa-new-landing-page/)

Figura 5- (a): Dominio 5 (África) de los RCMs del proyecto CORDEX; (b)- Actividades de AGMIP en África



Fuente: CORDEX, 2015 (https://agmip.org/africa-new-landing-page/)

B. Interacciones entre metodologías

Los modelos de simulación pueden ser alimentados con datos de teledetección para numerosos propósitos, como mejorar su calibración, para pronosticar el resto de la campaña agrícola, o para simular y evaluar la evolución de la respuesta a un determinado manejo.

Como ejemplo, el trabajo de la Dra. Gobin ha aplicado la combinación de modelos de cultivos y datos de teledetección al desarrollo de sistemas de alerta temprana para

medir humedad del suelo (Sallah et al., 2019). Si bien a principios de siglo la resolución de estos estudios estaba limitada a unos 25 km, insuficiente para los estudios de impacto, en la actualidad los datos que suministran Copernicus y ESA es mucho mayor, y existen algoritmos tanto para medir la humedad del suelo como el estado de hidratación de la cubierta vegetal. Los datos disponibles vía Copernicus alcanzan buena resolución de datos en África Subsahariana, especialmente los de tipo óptico.

C. La medición, manejo y comunicación de la incertidumbre

Las proyecciones de futuro, tanto de clima como de impactos en la agricultura, están sujetas a numerosas incertidumbres. Estas proceden fundamentalmente del hecho de que:

1. No sabemos el futuro al que nos tenemos adaptar, dado que no se conoce la trayectoria de emisiones que se seguirá a nivel global, que depende de nuestros actos y decisiones futuras como especie;

2. Los modelos de clima y cultivos, como cualquier otro modelo, no son perfectos;

3. Los inputs y observaciones en los que se basan los modelos tienen calidad desigual en cuanto a resolución espacial y temporal (ej. series de datos cortas, zonas con pocos perfiles de suelo, zonas con escaso trabajo experimental).

Las metodologías que atienden a la reducción, manejo e interpretación de la incertidumbre son especialmente útiles en situaciones en que ésta es elevada. Así, algunas de las técnicas que se han desarrollado para la reducción de la incertidumbre en sistemas mediterráneos, como el Índice de consenso de la salida del *ensemble* o *Ensemble Outcome Agreement* (EOA) desarrollado por Rodriguez (Rodríguez et al., 2019), son de aplicación en otras zonas de alta incertidumbre como puede ser la del Sahel.

D. Las aplicaciones

Los nuevos enfoques teóricos desarrollados para asegurar la sostenibilidad y la adaptación de la agricultura al cambio climático se están beneficiando de los avances tecnológicos arriba expuestos. En particular, pueden citarse algunos de estos enfoques con ejemplos exitosos en ASS:

- La Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA), término acuñado por la FAO que define la capacidad de los sistemas agrícolas de apoyar la seguridad alimentaria gracias a las estrategias de adaptación y mitigación; la Intensificación Sostenible como enfoque de sostenibilidad ambiental del ecosistema que, a través del manejo de la biodiversidad, produce intensificación de la producción agríco-

la; o proyectos basados en Buenas Prácticas Agrícolas como principios aplicados tanto a la producción como a la postproducción que atienden a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Como ejemplo de ellos, encontramos la Alianza Africana de CSA, de la que forman parte la FAO, Oxfam y varias agencias técnicas y políticas, que está apoyando a los países para la integración transversal de la CSA en sus planes de desarrollo y ha iniciado proyectos en una serie de países. Otros ejemplos son los proyectos sobre buenas prácticas agrícolas para la reducción del riesgo de desastres y adaptación al clima, como el que actualmente desarrolla un equipo de itdUPM-CEIGRAM para FAO y AECID en Centroamérica (UPM, 2020). La metodología es transferible al África Subsahariana, ya que se basa en la identificación, la monitorización y la experimentación en campo para el posterior escalamiento de las prácticas exitosas.

- Sistemas de pronóstico y alerta temprana y para prevención desastres: utilizan modelos de clima usados para pronósticos estacionales, que a su vez se usan como inputs de los modelos de cultivo, entre otros. Como ejemplo principal tenemos el pronóstico de cosechas de la UE, Agri4CAST, cuyo servicio también desarrolla bases de datos para otros continentes, incluyendo América Latina y África en colaboración con FAO (Amissah-Arthur et al., 2003), y con el trabajo del IRI de la Universidad de Columbia para aplicar pronósticos estacionales a la agricultura (Hoefsloot et al, 2012).

E. Oportunidades medioambientales emergentes

Las nuevas condiciones medioambientales crean problemas y también oportunidades. Buen ejemplo de ello es el proyecto Typha, desarrollado en Nigeria con participación de investigadores del CEIGRAM-UPM. En este proyecto, se está convirtiendo una especie invasora en una fuente de alimentación animal y de combustible renovable (biogás), contribuyendo a la mitigación del cambio climático. El proyecto hace uso de imágenes satelitales para evaluar la extensión de la invasión de *Typha* en los canales de riego de la zona del proyecto (Iglesias et al., 2019).

F. Prioridades

Las prioridades en innovación y aplicación de nuevas tecnologías en el futuro próximo para el África Subsahariana pasan por aquellas que faciliten la conservación del suelo y el agua. En concreto, avanzar en la combinación de las imágenes satelitales para la monitorización de los sistemas con los modelos de cultivo con el fin de obtener proyecciones de riesgos futuros. Es decir, una línea ya en marcha pero que requiere un aumento de la calidad de las proyecciones y una reducción de la incertidumbre. Cabe destacar que esta visión es compartida por los equipos de investigación y las y los usuarios. Como prioridad transversal, las innovaciones en el

manejo y comunicación de dicha incertidumbre, en cuanto a alcance de usuarios e interpretación, resultan también necesarias para una efectiva implementación del resto de tecnologías.

G. Propuestas de acciones concretas

Se requiere un mayor esfuerzo en la asimilación de datos procedentes de múltiples fuentes: observaciones directas en campo, imágenes satelitales, *Big Data*, etc. En este sentido, el uso de los datos de teledetección debería ser complementario -no sustitutivo- de los experimentos de campo. Estos son necesarios para calibrar modelos, y en especial en zonas con sistemas agrarios complejos como los sistemas de cultivo mixtos (*mixed cropping*, *inter-cropping*, rotaciones), para los cuales existen muy pocos datos experimentales y también son escasos los modelos que permitan su simulación de forma fiable.

4.4.4. Gestión del cambio climático y del medio ambiente. Conclusiones

- Las aplicaciones de la TIC y otras tecnologías, como la modelización para la adaptación al cambio y la variabilidad climática de la agricultura en ASS, son múltiples y relevantes desde el corto plazo (alerta temprana y pronósticos estacionales) hasta la adaptación al cambio a medio y largo plazo.

- Las TIC y metodologías analizadas aquí son complementarias, y en ningún caso pretenden ni deben sustituir el trabajo experimental de campo; pero complementan dicho trabajo allí donde las observaciones disponibles son escasas.

- La asimilación de datos procedente de múltiples fuentes es prometedora: es necesario combinar observaciones de campo, teledetección, modelización por *ensembles* y *Big Data*, junto con un tratamiento riguroso de la incertidumbre para dar respuesta a los muchos desafíos que presenta la adaptación al cambio climático de los sistemas agrarios de una región especialmente vulnerable como ASS.

4.5. Formación no presencial y metodologías educativas innovadoras.

Susana Muñoz Hernández[11]

4.5.1. Introducción. ¿Qué implica la falta de acceso a nuevas tecnologías?

No hace falta explicar las desventajas que sufren en este mundo global los países con escaso acceso a las nuevas tecnologías. La población necesita acceso a la información, pero también a las oportunidades de trabajo globalizado, de ofertas laborales, de ocio, de oferta educativa y de servicios públicos digitales. En los últimos 10 años, todos los países (y en concreto también los africanos) han intentado promover la educación digital en los programas oficiales de estudios a todos los niveles, desde Educación infantil hasta la Educación superior, pasando por primaria, secundaria, Bachillerato y Formación Profesional.

Sin embargo, son millones de personas en todos los continentes las que actualmente, por edad o por situación social, están fuera de esta trayectoria educativa y tienen serios problemas en incorporarse a las nuevas tecnologías. África es el continente que más sufre esta situación, especialmente en zonas rurales.

Numerosos estudios muestran la relación entre bajos niveles de alfabetización y exclusión social y desigualdad. Tradicionalmente se entiende por alfabetización (Muth, 2011; McCaffery et al., 2007; Mills, 2010) la habilidad de leer y escribir, destrezas que también se consideran tecnologías (Sproat, 2010). La alfabetización implica más que el hecho de saber leer y escribir (McCaffery et al., 2007).

El rápido desarrollo de tecnologías digitales ha exacerbado la exclusión social y la desigualdad de colectivos que carecen por completo o tienen bajos conocimientos digitales. Las nuevas tecnologías tienen un impacto en prácticas socioculturales que afectan los tipos de alfabetización necesaria para integrarse en la Sociedad de la Información (Knobel & Lankshear, 2007).

Actualmente, ser analfabeto digital en las sociedades occidentales es una causa de exclusión social, debido a la cantidad de procedimientos cotidianos que los ciudadanos tienen que hacer a través de los servicios digitales (citas médicas, pago de multas, declaración de la renta, solicitud de certificados oficiales, etc.). En este contexto, son las personas mayores las que están sufriendo principalmente esta falta de inclusión digital. Si miramos a la situación del África Subsahariana, no solo se reduce la

11. itd / Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos UPM.

edad de las personas sin cultura digital, sino que aumenta en millones el número de población sin acceso a tecnología o sin conocimientos digitales para usarla.

Durante la crisis de la COVID-19 se ha visto aflorar la brecha digital con mucha más virulencia (Sierra Castañer & Ledesma Carbayo, 2020). De hecho, las situaciones de aislamiento social que han sufrido en Europa los ancianos hospitalizados o incomunicados con sus familiares en las residencias a raíz del confinamiento, han visibilizado la brecha digital de nuestros mayores y, a su vez, ha facilitado el surgimiento de proyectos emergentes para salvar estas necesidades (videollama.me). Estos proyectos no solo son útiles en dichas circunstancias, sino que pueden mejorar la comunicación de muchas personas del ASS que se encuentran lejos de sus familiares o que viven en zonas rurales de escasos recursos o de difícil acceso.

4.5.2. Brecha Digital

Según las cifras actualizadas relativas a la brecha digital recientemente publicadas por la UIT (UIT, 2020), aunque la penetración del uso de internet sigue avanzando, son notables las desigualdades de género y de procedencia entre los usuarios. Un estudio reciente en los Países Bajos (Deursen & Dijk, 2019) encontró tres niveles de brecha digital claros. El primero es el acceso al hardware; el segundo la actitud (aún relevante después de veinte años), bien porque el individuo no tenga deseos de aprender, o porque no encuentra los contenidos adecuados para sus necesidades; y el tercero, el impacto del entorno social y la infraestructura de apoyo para aprender. Es importante destacar que la ausencia de esta red de apoyo tiene un impacto particularmente negativo.

Las personas mayores utilizan en menor proporción los productos TIC que el conjunto de la población, lo cual es una muestra de la existencia de la brecha digital (Varela Ferrío, 2015). Las medidas más valoradas por las personas mayores (adultos en el caso del ASS) para un mayor uso de Internet son las relacionadas con la necesidad de formación y la reducción de costes. Respecto a la forma de aprendizaje, la mayoría de las personas adultas adquieren sus conocimientos informáticos mediante la práctica y consultando a familiares (Urueña López et al., 2017).

Una de las principales causas de que las personas mayores en España no hagan un mayor uso de Internet es la falta de conocimientos (43,8%). En el África Subsahariana, a este motivo se une la falta de acceso a tecnología y la menor conectividad, sobre todo en zonas rurales.

4.5.3. Alfabetización Digital Tradicional

Existen diferentes definiciones de lo que es alfabetización digital (Robin, 2008). Una conceptualización de ALFIN (acrónimo de ALFabetizacion INformacional y una traducción de *Information Literacy*) desarrollada por el trabajo de Uribe Tirado (Uribe Tirado, 2009) y conceptualizada gráficamente por Berrio (Berrio & Candidato, 2012) ayuda a encuadrar la alfabetización informacional y sus elementos dominantes. De acuerdo con Berrio son estos: (1) la existencia de un "sujeto que debe ser alfabetizado" (individuo o colectivo); (2) el desarrollo de unas "conductas de salida" (competencias, conocimientos, habilidades, actitudes), para (3) lograr un proceso informacional (identificar necesidades, usar herramientas, lograr resultados) eficiente y eficaz; (4) con el objetivo de la "interacción social", en el marco de (5) "aprendizaje permanente" y "generación compartida de saberes", para (6) "acoplarse a la Sociedad de la Información".

Tradicionalmente, los colectivos ajenos a la tecnología tienen pocas posibilidades de integrarse en la sociedad digital a no ser que dispongan de acceso a formaciones presenciales en grupo y con profesor. Estas formaciones tienen múltiples inconvenientes:

1. Alumnos con diferentes niveles y diferente capacidad y velocidad de aprendizaje.

2. Alumnos con diferente disponibilidad, tanto en horarios como en el calendario en el que se ofertan las formaciones.

3. Escasez de profesorado cualificado para impartir cursos en zonas rurales o de poca población.

4. Temarios genéricos que no se adaptan a las necesidades concretas del alumnado, que se desmotiva con los contenidos que no le interesan.

5. Falta de oferta en lenguas locales, por lo que los hablantes de lenguas minoritarias no tienen a veces oferta en su lengua materna.

6. Falta de estabilidad de acceso a Internet para permitir formaciones online.

7. Escalar la formación de un lugar a otro para aquella población que lo necesite implica un coste muy elevado.

8. Escalar la formación de un lugar a otro para aquella población que lo necesite implica un coste muy elevado.

A todos estos inconvenientes se han unido los problemas intrínsecos a la nueva situación social surgida a raíz de la crisis de la COVID-19. La formación en grupos se hace complicada al no poder garantizar el distanciamiento social, y la reducción de los aforos en las clases en grupo ha dado al traste con la sostenibilidad de los cursos. Por otro lado, el uso compartido de recursos se ha vuelto incompatible con las normas de higiene, y la cercanía física de profesores y alumnos en torno a dispositivos electrónicos para dar indicaciones o resolver dudas es imposible garantizando el distanciamiento social. Además, a causa de la actual crisis, el uso de las nuevas tecnologías se ha acrecentado y vuelto imprescindible para muchas tareas que antes eran presenciales. La educación, las teleconsultas, los trámites administrativos, o la solicitud de citas, son solo algunos ejemplos de actividades cuya logística se ha digitalizado de forma acelerada durante los confinamientos en los diferentes países y continentes.

Todos estos inconvenientes, unidos a la falta de recursos para financiar la escalabilidad de la alfabetización digital tradicional, hacen necesaria la búsqueda de una ruptura de paradigma educativo para intentar alcanzar en el menor plazo posible la alfabetización digital universal a todos los niveles.

4.5.4. Propuesta para la Alfabetización Digital Masiva

Es interesante comentar el trabajo en alfabetización digital del grupo de cooperación "Tecnología para el Desarrollo y la Cooperación [TEDECO]" (TEDECO, 2021) de la Universidad Politécnica de Madrid durante los últimos 14 años. El resultado ha sido la tecnología UPM TechPeopleCare (Observatorio de I+D+i UPM, 2021; TechPeopleCare, s. f.; UPM TechPeopleCare, s. f.-b), una metodología innovadora de alfabetización digital (Silvestre et al., 2014; Muñoz-Hernández, 2017, 2018, 2019; Muñoz Hernández et al., 2020) que puede aplicarse de forma masiva, sostenible y escalable por ser individual (sin necesidad de aplicarla a grupos) y al no necesitar profesor (está basada en contenidos audiovisuales de autoaprendizaje basados en "aprender haciendo"). La ficha de esta tecnología está incluida en el catálogo UPM de tecnologías transferibles a la sociedad (Observatorio de I+D+i UPM, 2021; TechPeopleCare, s. f.).

Durante las experiencias formativas observadas en estos 14 años, se ha adquirido el conocimiento necesario para desarrollar material de aprendizaje audiovisual para la alfabetización digital básica en nuevas tecnologías, específicamente diseñado en co-creación para cada población objetivo (personas mayores, inmigrantes, población rural, colectivos específicos de países en desarrollo, etc.). Se desarrollan materiales específicos adaptados a las necesidades de cada colectivo, con el temario y las características que ellos demanden y en su lengua materna.

La metodología TechPeopleCare es innovadora porque los cursos no necesitan profesor (esto para alfabetización digital es bastante disruptivo), y cada estudiante aprende a su ritmo y sin horarios. De esta manera, se elimina la necesidad de formar grupos y de disponer de profesores para replicar los cursos, además de los problemas que entrañan los estrictos horarios y la dificultad de compatibilizar distintos ritmos de aprendizaje (UPM TechPeopleCare, 2020).

La metodología de alfabetización TechPeopleCare se ha aplicado con éxito tanto en África y Latinoamérica como en Europa, en el marco de los siguientes proyectos:

- **Proyecto *Digital Opportunities* (DIGOPPS) en Lamu (Etiopía) 2011-2015** (DIGOPPS, 2011). La población beneficiaria de esta experiencia fueron personas jóvenes, especialmente mujeres de religión musulmana que necesitaban aprender a usar las nuevas tecnologías para poder acceder al mercado laboral. Se desarrollaron contenidos en inglés y suajili (Silvestre et al., 2014) y se transfirió el conocimiento a una *startup* local (los emprendedores fueron previamente formados en alfabetización digital a través del propio curso DIGOPPS) para mantener la oferta formativa en el tiempo para los miembros de la comunidad de Lamu, a modo de academia de bajo costo. Los resultados de satisfacción del alumnado que tomó parte de la formación fueron altamente positivos y se solicitó en numerosas ocasiones ampliar la oferta formativa por la alta demanda.

- **Proyecto de Alfabetización Digital en Castellano (PALDICA) en Tecoluca (El Salvador) 2016-2017** (Alcaldía de Tecoluca et al., 2020). Las principales beneficiarias fueron personas adultas (Muñoz-Hernández, 2017; 2018; 2019). La formación, cuyos contenidos se desarrollaron en español latino, se realizó en centros de ocio para jóvenes que ya disponían de ordenadores propios, aprovechando su uso para la formación de adultos en horarios escolares en los que los niños y jóvenes no hacían uso de ellos.

- **Proyecto *e-Health inclusion through ICT training* en Madrid (España), París (Francia) y Leyden (Holanda) 2019** (UPM TechPeopleCare, s. f.-b) La población beneficiaria de este proyecto fueron personas mayores e inmigrantes hablantes de árabe procedentes del norte de África, residentes en ciudades europeas y usuarios de los servicios de salud de sus localidades. Se desarrollaron contenidos (en español, francés y árabe) orientados no solo a enseñar los conocimientos básicos de acceso al uso de ordenadores, sino además a la información y servicios básicos de salud digital accesibles en sus localidades. En concreto, los contenidos desarrollados para Madrid incluyeron aprender a acceder a la información sanitaria publicada por el Servicio Madrileño de Salud, a introducir los datos de su tarjeta sanitaria e incluso pedir cita con su médico y con sus especialistas. La Universidad Politécnica de Madrid lideró este proyecto, en el que también participaron

otros tres socios europeos: Leyden Academy on Vitality and Ageing (Leyden), e-Seniors (París) y Servicio Madrileño de Salud (Madrid). Se contó asimismo con la participación activa de FIIBAP (Fundación para la Investigación y la Innovación en Atención Primaria de la Comunidad de Madrid) (Muñoz Hernández et al., 2019; Muñoz Hernández et al., 2020; Lozano et al., 2019). Se realizaron formaciones en Leganés y Parla en Madrid, en París y en Utrecht (Países Bajos). Actualmente se va a realizar otra formación en Países Bajos a raíz del interés en la inclusión digital de los ciudadanos de una institución social colaboradora con el ayuntamiento de Utrecht.

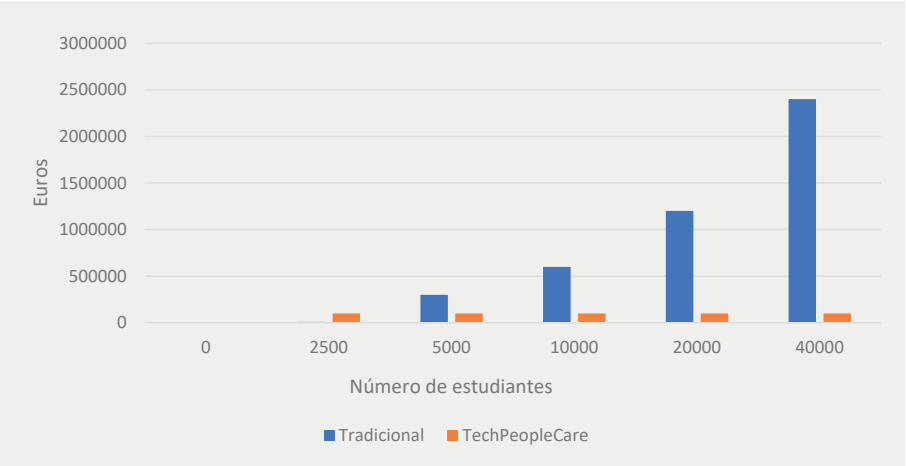
Resulta interesante que una metodología de alfabetización digital desarrollada específicamente para resolver los problemas de presupuesto, acceso y escalabilidad de alfabetización digital en el contexto africano (Kenia), haya sido exportada a otros contextos con igual éxito para cubrir esa misma necesidad tanto en Latinoamerica (El Salvador) como en Europa (España, Francia y Holanda). Las encuestas de satisfacción de los participantes demuestran que, en su mayoría, éstos prefieren la metodología TechPeopleCare a la formación tradicional en grupo con profesor presencial (UPM TechPeopleCare, s. f.-b).

4.5.5. Metodología UPM de Alfabetización Digital Masiva

Como se ha expuesto anteriormente, la innovación más importante de la metodología TechPeopleCare es que es una solución formativa sin profesor que dota a la alfabetización digital de gran escalabilidad a menor coste. Un curso de alfabetización digital para 15 personas tiene un coste promedio de 3.000 euros, siendo por tanto, el coste por persona 200 euros. Con TechPeopleCare el coste por persona disminuye drásticamente a medida que se vaya escalando el número de alumnos, ya que únicamente se tienen que diseñar y desarrollar los contenidos una sola vez. Una vez finalizado el desarrollo de los materiales audiovisuales del curso, el coste de explotación y mantenimiento es casi residual.

En la figura 6 puede verse una comparativa de la relación entre el coste de la alfabetización digital tradicional (en grupos y con profesor presencial) y el coste de la metodología TechPeopleCare. Estos datos se recopilaron a partir de estimaciones de la asociación e-Seniors (Francia) que se dedica a alfabetización digital de mayores con metodologías tradicionales y a partir de los costes del proyecto Connect@Health (UPM TechPeopleCare, s. f.-a), también denominado por las siglas eHi-ICTT. Obviamente, los costes de la aplicación en el contexto africano son menores, aunque la relación comparativa entre su coste con respecto al de la alfabetización digital tradicional es similar.

Figura 6. Relación de coste de alfabetización digital según metodologías



La tecnología TechPeopleCare, por sus características disruptivas, ofrece esperanzas prometedoras en la inclusión digital de los colectivos que actualmente se encuentran fuera del uso de la tecnología. Esto puede suponer una gran ventaja para proveedores de contenidos, cursos y servicios digitales al permitirles llegar a un mercado más amplio de usuarios, y poder también tener un gran impacto social en la inclusión de estos colectivos.

4.5.6 Adaptación al contexto post COVID-19

La crisis de la COVID-19 ha destacado ampliamente que los colectivos más desfavorecidos de la sociedad en aislamiento, desde el ángulo de los conocimientos digitales, fueron aquellos que no podían acceder sin ayuda a herramientas que deberían de estar al alcance de todos en la era de la Sociedad de la Información (Sierra Castañer & Ledesma Carbayo, 2020). Esto añadió otra capa de aislamiento al del impuesto físicamente por el gobierno siguiendo las pautas de la OMS. Esta exclusión digital se notó más en aquellas familias donde las personas mayores sufrieron aislamiento, ya que no podían ver a sus seres queridos y, al carecer de ayuda para conectarse, no podían realizar videoconferencias.

El giro hacia las teleconferencias como método preferido para verse y estar en contacto no fue posible para aquellos sin esos conocimientos o sin el *hardware* que lo permitiera. Hubo soluciones espontáneas para tratar de aliviar este problema, como la iniciativa #mirarteotravez, que solucionaba el problema de la disponibilidad de hardware, pero no el de la falta de conocimiento para usarlo.

Las razones por las que las personas se encontraban sin poder ver a los suyos de forma remota se debían, en la mayoría de los casos, bien a que no poseían el *hardware*, o a que no sabían usarlo sin ayuda. Esta asistencia resultó complicada de gestionar por el personal sanitario a cargo de los cuidados de los mayores por la sobrecarga y el colapso sufrido en sus actividades. Adicionalmente, resultaba complicado el acceso a los domicilios particulares de las personas mayores por el estado de alarma. Esta situación, en la que todos aprenden, ha creado una necesidad imperativa de encontrar soluciones que utilicen medidas innovadoras de enseñanza, porque los métodos tradicionales no son aptos para continuar con la educación digital. La respuesta a las situaciones dramáticas que se crearon, con la videoconferencia como medio para aliviar la ansiedad del aislamiento, no estaba al alcance de todos, especialmente para aquellos de edad avanzada por su falta de conocimiento o de acceso a *hardware* sofisticado.

Además del aislamiento familiar y social, otro problema añadido es el acceso a otros servicios electrónicos como los relacionados con la salud, muy necesarios cuando se da un confinamiento desencadenado por una pandemia. Los niveles bajos o inexistentes de alfabetización digital plantean un problema para acceder a estos servicios (Deursen & Dijk, 2009).

Otro aspecto de esta situación es el desempleo, que obliga a ciertos colectivos a formarse para poder acceder a otros puestos de trabajo. Estas personas necesitan usar más que nunca las herramientas digitales a su alcance que les permitan acceder a cursos formativos online, saber crear y enviar currículos online, o ser candidatos para oportunidades de teletrabajo.

En esta situación, los métodos tradicionales de enseñanza presencial para diferentes colectivos no están disponibles. Por otro lado, la motivación para aprender (la actitud) ha aumentado significativamente debido a las necesidades anteriormente descritas.

La brecha es ahora no sólo de acceso a *hardware,* sino también de apoyo para aprender a usarlo y poder acceder a la información de manera autónoma. Por ello, en condiciones de distanciamiento social y de necesidad de comunicación autónoma en una situación de aislamiento, se hace sumamente interesante una solución escalable y sostenible que se adapta a la nueva realidad, como la metodología TechPeopleCare para alfabetización digital.

4.5.7. Impacto multisectorial

El impacto de la alfabetización digital masiva no solo tiene implicaciones personales y laborales para las personas que acceden al uso de nuevas tecnologías, sino que

tiene también un gran impacto multisectorial a nivel social y económico en todos los sectores donde se está produciendo una progresiva digitalización de multitud de procesos. Algunos ejemplos claros se ven en el ámbito de la agrotecnología, de la comercialización y distribución de productos (comercio electrónico, gestión de stocks), de la educación (otorgando acceso a la formación no presencial y a multitud de recursos educativos disponibles online), o de la salud (gestión de pandemias y crisis sanitarias, tele-consultas médicas y seguimiento, acceso a servicios digitales de salud).

Las recientes dificultades, en este caso provocadas por la crisis de la COVID-19, han traído también interesantes oportunidades de digitalización y ampliación de la conectividad (reducción de la brecha digital y acceso igualitario a las nuevas tecnologías). Un empujón al desarrollo de la industria digital que no debe quedarse solo en la regulación, gestión de la privacidad y protección de datos. Debe comenzar por lo más básico; la alfabetización digital universal de todo el planeta.

4.5.8. Formación no presencial y metodologías educativas innovadoras. Conclusiones.

- La falta de acceso al uso de las nuevas tecnologías se ha convertido en una causa de exclusión social.
- Los problemas que causa la brecha digital son graves y se han hecho más patentes a raíz de la crisis provocada por la pandemia del COVID-19.
- La alfabetización digital tradicional (en grupos y con profesor) presenta problemas de sostenibilidad, escalabilidad, efectividad, acceso a zonas rurales y financiación a medio y largo plazo.
- Desde la UPM se propone una nueva metodología (TechPeopleCare) para abordar la alfabetización digital masiva de la población de forma escalable, sostenible y efectiva.
- Las características de la metodología TechPeopleCare (individual, sin grupos, sin profesor) la hacen especialmente adecuada para las nuevas restricciones que la crisis de la COVID-19 ha impuesto en la formación.
- El impacto de la alfabetización digital masiva de la población implica efectos a nivel multisectorial (social, laboral, sanitario, comercial, productivo, gobierno electrónico, etc.)

4.6. El papel de la tecnología y la innovación para afrontar los retos en salud en África Subsahariana. *María Jesús Ledesma Carbayo, Lara García Delgado y Elisa López Varela*[12]

4.6.1. Los retos en salud en África Subsahariana previo y posterior a la COVID-19

A. Salud en África pre-pandemia: indicadores básicos y retos existentes

La salud ocupa un lugar central en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. No sólo existe un objetivo específico para la salud, el ODS 3, sino que, del total de las 169 metas que recoge la Agenda, 50 están relacionadas con el ámbito de la salud (NNUU, 2015).

En las últimas décadas el continente africano ha sido uno de los que más ha avanzado en la mejora de la salud. En la región de ASS esto se ha traducido en un aumento de la esperanza de vida de más de 6 años en la última década, pasando de 55,2 a 61,3 años (BM Data, 2021), así como en una reducción significativa en la mortalidad y morbilidad. Los DALYS (*Disability-Adjusted Life Year*), una medida de carga de la enfermedad global expresada como el número de años perdidos por enfermedad, discapacidad o muerte prematura en relación a las 10 causas principales de morbilidad, se han reducido a más de la mitad entre 2000 y 2015, gracias a la menor incidencia de la malaria, el VIH/Sida y de las enfermedades diarreicas. Al mismo tiempo y en el mismo período, la tasa de mortalidad debida a las 10 principales causas de mortalidad, también ha disminuido de 87,7 a 51,3 por cada 100.000 habitantes. Sin embargo, la región partía de unos indicadores de salud muy bajos y las mejoras se están produciendo con gran desigualdad entre regiones y sub-poblaciones (OMS Oficina Regional para África, 2018). Por otro lado, las enfermedades no transmisibles suponen, cada vez más, un gran desafío para la región, que presenta alta prevalencia de los principales factores de riesgo: dietas no saludables, sedentarismo, abuso de alcohol y de otras sustancias.

En línea con el diagnóstico presentado, los sistemas de salud en la región se caracterizan por su fragilidad, principalmente debido a una escasez en la disponibilidad de determinados servicios, tales como los enfocados a población adolescente o mayor, así como por su escasa protección social frente a dificultades económicas que obstaculizan el uso de servicios sanitarios. Aunque los servicios sanitarios destinados a enfermedades infecciosas están más avanzados, los destinados a la promoción de la

12. itd/ Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación UPM (Maria Jesús Ledesma Carbayo, Lara García Delgado); ISGLOBAL (Elisa López Varela).

salud o a las enfermedades no transmisibles son aún precarios (Tesema et al., 2020). Todo ello dificulta alcanzar el ODS 3 de cobertura sanitaria universal, cuya meta es evitar que los cientos de millones de personas que actualmente se ven forzados a entrar en situación de extrema pobreza (vivir con menos de 1,9 USD al día) debido a costes en salud, se precipiten en la pobreza precisamente por estos costes (OMS, 2019).

En el ámbito de la seguridad en salud, aunque la región había realizado importantes progresos en la detección de epidemias, la capacidad de respuesta y recuperación frente a las mismas sigue siendo baja (OMS Oficina Regional para África, 2018).

Otro dato de la OMS que subraya la gravedad de esta situación es que el rendimiento de los sistemas de salud en la región alcanza solo el 49% de su posible funcionalidad, y esto es debido fundamentalmente a problemas de acceso a servicios esenciales, calidad de los servicios y resiliencia del sistema (OMS Oficina Regional para África, 2018).

Por último, es necesaria una mayor inversión económica en los sistemas de salud y una mejor distribución en las partidas de financiamiento. En 2018, la mayoría de los países de ASS tenían un gasto en salud inferior a 140 USD per cápita. A su vez, la región dedica de media un 60% de sus gastos gubernamentales de salud en inversiones tangibles (personal sanitario, infraestructura sanitaria y productos médicos). Concretamente, el mayor gasto se destina a productos médicos (39%) y personal sanitario (14%), mientras que sólo un 7% se destina a infraestructura (equipo, transporte y tecnologías de la información y las comunicaciones). En una comparación se ve que los países con un sistema de salud con buen desempeño invierten más en fuerza laboral de la salud (40% vs 14%) e infraestructuras (33% vs 7%) que los países con sistemas de menor desempeño (OMS Oficina Regional para África, 2018).

B. Impacto de la COVID-19

El primer caso de infección por el virus SARS-CoV2, responsable de la COVID-19, en la región de África Subsahariana, se notificó en Nigeria el 27 de febrero de 2020, seguido de una muerte por COVID-19 en Burkina Faso el 18 de marzo de 2020 (Mennechet et al, 2020). Con fecha 18 de enero de 2021, se han reportado un total de 2.3 millones de casos de COVID-19 contabilizados en los 47 países que conforman la región Africana de la OMS, en la mayoría de ellos por transmisión comunitaria. El número de muertes es de 25.000 (OMS Oficina Regional para África, 2020a). En el momento de elaboración de la presente investigación, Sudáfrica acaparaba la mitad de los casos y junto con otros 9 países (Argelia, Camerún, Costa de Marfil, Etiopía, Nigeria, Ghana, Kenia, Madagascar, Nigeria y Zambia) representaba el 86% de casos en la región. Se estima que la transmisión nosocomial ha sido particularmente

intensa en la región. En países como Liberia, el 15% del personal sanitario se ha infectado por el SARS-Cov2 (OMS Oficina Regional para África, 2020b). Esto se debe a una combinación de factores incluyendo, entre otros, la baja disponibilidad de equipos de protección, la falta de acceso a diagnóstico o la infradetección de casos.

Sin embargo, en términos relativos, a pesar de que en África habita el 17% de la población mundial, en el continente se han notificado menos del 5% de los casos y muertes globales. Aún es pronto para predecir cómo será la evolución de la pandemia en África, pero es posible que sea diferente a Europa, Asia o América, debido, en primer lugar, a las decisiones políticas y respuestas gubernamentales, pero también a factores demográficos, sociales, medioambientales y de desarrollo económico (OMS Oficina Regional para África, 2020a).

Por un lado, en el continente, y particularmente en ASS, la estructura demográfica se caracteriza por la población joven. Más del 60% tiene menos de 25 años y solo el 3% más de 65 años, frente al 10% en China o el 20% en Europa. Otras hipótesis - aún por estudiar- tiene que ver con la menor transmisión del virus en climas cálidos o la exposición previa a otros coronavirus o parásitos.

En cambio, en el otro lado de la balanza, existen otros factores que podrían contribuir a una mayor severidad de la enfermedad. En primer lugar, aspectos relacionados con las deficiencias de los sistemas de salud anteriormente mencionados (escasez de trabajadores sanitarios cualificados; menor densidad de las infraestructuras sanitarias y desigualdad en la distribución, equipos y suministros médicos, en ocasiones incluso deficientes o inadecuados). Un ejemplo, según estudios recientes, lo constituyen las dificultades de acceso a servicios sanitarios en ASS, acentuadas en los mayores de 60 años, que requieren de media dos horas de transporte para llegar a la unidad sanitaria más cercana (Hulland, 2020). Por otro lado, la alta prevalencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes y enfermedades respiratorias crónicas, asociadas en parte a otras patologías infecciosas, como el VIH/Sida o la tuberculosis, más presentes en grupos de edad económicamente activos, podrían suponer un importante factor de riesgo para severidad de la enfermedad.

Pero aunque el impacto de la infección que se ha reportado hasta la fecha no haya sido tan dramático como se esperaba, la repercusión en otras áreas de salud y desarrollo en cambio sí lo ha sido, por lo que se estima que África no alcanzará la mayoría de las metas de los ODS para 2030 (Nwoko et al., 2020). Múltiples factores, incluyendo las medidas de confinamiento y distancia social, los cierres fronterizos, el temor a contraer la COVID-19 en los centros de salud, la reasignación de los trabajadores de la salud, el cierre de los centros de salud y la competencia internacional por los suministros, han contribuido a la disrupción de servicios preventivos y de tratamiento, incluyendo servicios esenciales como la vacunación infantil.

Existen ejemplos similares de otras crisis sanitarias, como la del ébola de 2018, cuyo segundo brote fue el más letal de la historia tras el ocurrido entre 2014-2016 en África Occidental (Fuente Soro, L. & López Varela, E., 2020). Entonces se produjo una reducción considerable tanto en la vacunación infantil como en el reparto de redes mosquiteras. La dramática consecuencia fue que en 2019 se produjeron más de 300.000 infecciones por sarampión, causando más de 6.000 muertes de niños y niñas, y más de 16 millones de casos de malaria, provocando 17.000 muertes.

Un análisis del impacto de los primeros seis meses de la COVID-19 en las campañas de vacunación rutinaria en 15 países africanos muestra una reducción en la mayoría de ellos, algunas de más del 10%, más acentuadas en los países que partían de bajas tasas de cobertura (Masresha et al., 2020; BM, 2020a). Más de un millón de niñas y niños de toda la región de África que cubre la OMS no recibieron la vacuna del Bacilo de Calmette-Guerin (BCG), que protege contra la tuberculosis, y otros millones de niños menores de un año no recibieron la primera dosis de la vacuna contra el sarampión entre enero y agosto de 2020, en comparación con el mismo período de años anteriores (OMS Oficina Regional para África, 2018).

La COVID-19 ha impactado seriamente en 5 indicadores clave de los servicios de salud esenciales: consultas externas, admisiones hospitalarias, partos atendidos por personal de salud cualificado, tratamiento de los casos de malaria confirmada y la provisión de la vacuna pentavalente combinada (que protege frente a difteria, tosferina, tétanos, hepatitis B y enfermedades de tipo B). Un estudio muestra una gran reducción de estos servicios entre enero y septiembre de 2020 en comparación con los 2 años anteriores en 14 países africanos (OMS Oficina Regional para África, 2020c). Durante los primeros meses de la pandemia, esta reducción alcanzó más del 50% en la mayoría de los indicadores.

Se estima que esta disrupción en las intervenciones de salud materno-infantiles podrá provocar hasta un 45% de aumento en la mortalidad infantil en menores de 5 años y un 39% en la mortalidad materna. Las proyecciones del impacto de la pandemia en las otras tres grandes epidemias (tuberculosis, VIH/Sida y malaria), ofrecen un escenario igualmente pesimista y apuntan a un aumento importante en la mortalidad de hasta un 10%, 20% y 36% por VIH, tuberculosis y malaria respectivamente según algunos estudios (Hogan et al. 2020), o incluso mayores, según datos del propio Fondo Global.

Sin embargo, hay también importantes lecciones aprendidas y oportunidades evidentes ante el desafío. La respuesta de la mayoría de los países africanos ante la pandemia en comparación con otros países europeos ha sido en general rápida y eficaz, con aplicación precoz de medidas de salud pública (Musa et al., 2020). Sudáfrica, por

ejemplo, con menos de 200 casos de COVID-19, declaró el estado de alerta e impuso uno de los confinamientos más estrictos y largos del mundo.

La gran experiencia en lidiar con enfermedades infecciosas prevalentes y epidemias anteriores ha permitido afrontar el reto desde una mejor posición, aumentando la capacidad de realización de pruebas diagnósticas de la COVID-19 (a pesar de estar aún lejos de las necesidades reales), rediseñando circuitos y adaptando el sistema de salud a la nueva situación. También ha sido clave el rol de determinadas innovaciones tecnológicas, en un contexto de creciente fuerza del continente en el sector tecnológico (Smith & Crone, 2020).

4.6.2. Tecnología e innovación en Salud en África Subsahariana

El ecosistema de desarrollo e innovación en tecnología en África en general, y en África Subsahariana en particular, se ha desarrollado paulatinamente en la última década, con relevantes incrementos en los últimos años (Shapshak, 2019). Este ecosistema ha sido especialmente estimulado por la situación de pandemia, lo cual ha quedado reflejado en el estudio de innovación tecnológica para combatir la COVID-19 de la OMS de agosto de 2020 (OMS Oficina Regional para África, 2020d). En dicho estudio, un 12.8% de las innovaciones se han originado en África cubriendo las áreas de vigilancia, el rastreo de contactos, la participación de la comunidad, el tratamiento, sistemas de laboratorio y prevención y control de la infección.

Cabe destacar especialmente el área de salud digital, (Holst et al., 2020), en el que ASS está demostrando ser una zona prometedora tanto en el desarrollo de sistemas para el refuerzo de los sistemas de salud, como en el manejo de pacientes o la vigilancia y la prevención. Algunas iniciativas ya estaban presentes antes de la pandemia, como el programa MomConnect del gobierno de Sudáfrica para el monitoreo y apoyo a la salud materna a través de tecnología móvil (Department of Health, Republic of South Africa, 2020); la plataforma M-TIBA de gestión y financiación de servicios de salud en Kenia para facilitar el acceso, que integra sistemas de salud, aseguradoras, donantes y gobiernos (M-TIBA, 2021); o la detección de medicamentos falsos a través de móviles en Ghana con la tecnología mPedigree (mPedigree, 2021).

Otra experiencia de interés en relación al uso de la tecnología para la entrega de bienes o servicios de primera necesidad se presenta en Ruanda, primer país del mundo en emplear drones para el suministro de sangre gracias a una alianza entre el Gobierno de Ruanda y la empresa Californiana Zipline, Inc (GBC Health, 2019). Médicos Sin Fronteras también tiene experiencia en el uso de drones en las tareas necesarias para desarrollar su trabajo en el sector de la acción humanitaria. Dicha organización los ha empleado para realizar mapeos de campos de refugiados o zonas que han sufrido inundaciones, identificar pozos contaminados en brotes de có-

lera o monitorizar el desarrollo de campañas de vacunación a través de la tecnología SIG (Sistemas de Información Geográfica).

Asimismo, en la epidemia provocada por el virus del ébola en 2014, en la que murieron cerca de 5.000 personas y que afectó principalmente a Guinea, Liberia y Sierra Leona, se emplearon numerosas herramientas digitales para el monitoreo de casos, diagnóstico, información a la población y desplazamiento de la misma, así como apoyo financiero y análisis a gran escala de la epidemia a través de *Big Data* (USAID, 2014). Entre dichas herramientas destacó mHero, un sistema de comunicación bidireccional basado en teléfonos móviles que conecta ministerios de salud con personal sanitario. mHero fue creado por IntraHealth International y UNICEF para apoyar la comunicación en el sector salud durante el brote de ébola en Liberia. En la crisis provocada por la COVID-19, esta herramienta también ha sido empleada en varios países (mHero, 2020a).

La necesaria respuesta a la pandemia ha inducido a que el ecosistema de innovación tecnológica subyacente haya reaccionado de manera significativa incluyendo *hubs* de innovación, empresas, *startups* y otros actores académicos, profesionales médicos, etc. (Nebe & Jalloh, 2020). Las innovaciones desplegadas durante la pandemia se pueden agrupar en distintas áreas que se describen en las siguientes subsecciones. Es importante destacar que dichas tecnologías no tienen por qué restringir su uso a la pandemia, sino que pueden apoyar tanto ahora como en el futuro la eficiencia de los ajustados sistemas sanitarios en África.

A. Falta de equipamiento y equipos de protección

La reacción para la fabricación local de equipamiento de alta necesidad durante la pandemia ha sido significativa, abordando especialmente la alta demanda de ventiladores y equipos de protección. Cabe resaltar el caso de éxito de la Universidad de Kampala en Uganda junto al fabricante de automóviles Kiira Motors (Kiira Motors, 2020). Asimismo, en Nigeria, una *startup* llamada LifeBank, creada en 2016 por la emprendedora Temie Giwa-Tubosun, ideó una innovadora forma de proporcionar oxígeno a pacientes con COVID-19 que llegó a más de 10.000 personas en su país (Lifebank, 2021). Esta innovación, llamada AirBank, existía antes de la pandemia, pero han logrado extender su capacidad de distribución gracias al apoyo de las personas socias.

Otras experiencias interesantes han sido:

- El proyecto nacional de ventiladores de Sudáfrica, que ha logrado producir veinte mil ventiladores;

- Un prototipo de ventilador de bajo coste de la Academic City University College en Accra, Ghana, para luchar contra la COVID-19.

De manera similar, ha sido necesaria la fabricación de material de protección como mascarillas quirúrgicas y la impresión 3D de pantallas de protección facial, con ejemplos significativos de instituciones académicas y empresas en Zimbabwe y Kenia (Osseni 2020).

Si alguna lección nos ha dejado esta pandemia en todos los países del mundo es que la fabricación local de equipamiento médico básico, y específicamente en materia de higiene y protección, es esencial para enfrentar cualquier crisis sanitaria. Sin duda, estas iniciativas permitirán que se disponga de este equipamiento también después de la pandemia, lo cual puede suponer una mejora significativa dada la deficiencia de equipamiento. Específicamente, estos recursos pueden ser relevantes en el caso de enfermedades respiratorias endémicas como la tuberculosis y la neumonía.

B. Vigilancia, detección de casos y rastreo de contactos

La pandemia ha supuesto un nuevo reto en todos los países del mundo en el área de control de enfermedad y epidemiología, en la detección y tratamiento de los casos, el rastreo de los contactos y la comunicación efectiva con la población para frenar la expansión de la pandemia. Dada la prevalencia de enfermedades infecciosas endémicas como la malaria, Sida o tuberculosis, existe experiencia y conocimiento relevante que ha permitido dar una respuesta adecuada en este sentido (Osseni 2020). Como resultado de las previas crisis de ébola se estableció el Centro de Control de enfermedades de África (Africa Center for Disease Control, 2021), actor clave en esta pandemia y cuya misión es reforzar la capacidad y las asociaciones de las instituciones de salud pública de África para detectar y responder rápida y eficazmente a las amenazas y brotes de enfermedades, basándose en la ciencia, las políticas y las intervenciones y programas basados en datos.

La tecnología y la innovación han jugado un papel en el refuerzo de las intervenciones en estos ejes. Algunos ejemplos son la la plataforma web de seguimiento y de comunicación de Cabo Verde (Governo de Cabo Verde, 2021), que incluye información de prevención, evolución del número de casos y de rastreo de contactos, o el desarrollo de módulos específicos para el reporte de resultados de pruebas diagnósticas sobre la plataforma existente mTrac del Ministerio de Salud en Uganda con el apoyo de Unicef y la OMS (Ugandan Ministry of Health, 2021).

Asimismo, Dimagi, empresa social surgida en el entorno del Massachusets Institute of Technology, creó una aplicación de plantilla gratuita para su plataforma de código abierto CommCare, implementando el Protocolo FFX de la OMS para el rastreo

de contactos y la investigación de casos para respaldar la implementación rápida de soluciones para la respuesta a la COVID-19 (mHero, 2020b). Más de 200 organizaciones accedieron a la plantilla en las primeras 24 horas de su lanzamiento. Durante el primer día, además, ya se había caracterizado dicha herramienta para evaluaciones de riesgo de pacientes y rastreo de contactos en el estado de Ogun, al sur de Nigeria. Esta experiencia demostró cómo la funcionalidad flexible con licencias permisivas de código abierto permite a los gobiernos adaptar las soluciones internacionales al contexto local para su uso inmediato en pandemias de rápida evolución.

Con respecto al rastreo de contactos de pacientes con COVID-19, muchas *startups* africanas desarrollaron soluciones para cubrir las necesidades locales (European Investment Bank, 2020). FabLab, un centro de innovación en Kenia, desarrolló una aplicación llamada Msafari, que rastrea contagios en el transporte público. Asimismo, Marruecos lanzó una aplicación de seguimiento de COVID-19 llamada Wiqaytna en junio de 2020. La aplicación se descarga en teléfonos móviles y utiliza tecnología GPS y Bluetooth. Una vez que se identifica un caso positivo, la aplicación verifica los movimientos de la persona durante los últimos 14 días y notifica a los usuarios que han estado en contacto con esa persona a través de un mensaje de texto. La aplicación fue descargada más de un millón de veces.

Por otro lado, recibir información sanitaria es complicado en la mayoría de las regiones de África sin un *smartphone* u otro dispositivo móvil y acceso a Internet. Las mujeres experimentan una barrera social para obtener este tipo de dispositivos con acceso a Internet, por lo que existe el riesgo de que no sepan cómo protegerse a ellas mismas o a sus familias. Algunos países utilizan robots para comunicarse con la población y asegurarse de que se sigan las reglas de distanciamiento físico. Un ejemplo de ello es Costa de Marfil, que utiliza drones para difundir mensajes en áreas rurales relacionados con las prácticas de higiene necesarias para estar protegidos frente a la COVID-19. Estos drones fueron desarrollados por tres empresas locales, Côted'Ivoire Drone, WeFlyAgri e Investiv, y también se utilizan para desinfectar grandes áreas.

C. Mejora en la eficiencia de los sistemas de salud y apoyo a los recursos locales

África Subsahariana es una de las regiones con mayor carga de enfermedad del mundo y presenta una escasez muy notable de trabajadores sanitarios. Sus sistemas de salud se han visto especialmente sobrecargados con la pandemia de la COVID-19 y han tenido que abordar distintos mecanismos para mejorar la eficiencia. Un ejemplo de tecnología desarrollada en este marco lo representa la plataforma sudafricana SIGNAPPS Care, que ofrece varios módulos para mejorar la coordinación entre el personal sanitario a través de mensajería, generación de formularios específicos

para el seguimiento de los equipos y servicios de almacenamiento e informes (Signapps, 2021).

La presión asistencial ha obligado también a adaptar y cambiar los protocolos en alguna de las enfermedades con mayor carga como el VIH/Sida (Mendelsohn, 2020), pasando a protocolos de cuidado diferencial mucho más rápido de lo que estaba previsto para descargar al sistema sanitario y facilitar el distanciamiento social. Estos modelos permiten optimizar cómo, cuándo, dónde y por quién se facilitan los cuidados y el tratamiento contra el VIH y, potencialmente, contra la tuberculosis y la malaria (UNAIDS, 2020). Aunque aún es pronto para poder evaluar el impacto que estos nuevos modelos han tenido en indicadores de resultado como control virológico o mortalidad, son cada vez más los países que los adoptan. Sin duda, la experiencia y el potencial apoyo que la tecnología y la telemedicina pueda prestar a estos nuevos protocolos, pueden suponer eficiencias relevantes en la prestación de servicios para las enfermedades de alta prevalencia en África Subsahariana como el VIH/Sida, la malaria y la tuberculosis.

En todo el mundo se ha producido un crecimiento notable del uso de la telemedicina para la consulta de pacientes de manera remota. La adopción de la teleconsulta en África también se ha incrementado de manera considerable durante la pandemia (Akwagyiram, 2020) a pesar de las grandes barreras existentes, como los problemas de conectividad, las limitaciones en la propiedad de los dispositivos, las barreras lingüísticas, los altos costes, la penetración de la telefonía móvil y el acceso a la electricidad (Bhaskar et al., 2020). Un estudio en Kenia revela que la mayoría de las experiencias se centran en la atención primaria y el VIH/Sida, pero que existían grandes desigualdades entre zonas del país en cuanto a la prestación de servicios (Njoroge et al., 2017). Experiencias durante la pandemia como el refuerzo del centro de llamadas Alôvida del Ministerio de Salud de Mozambique, para atender el mayor número de consultas COVID-19 de manera efectiva y rápida, es un claro ejemplo en el contexto actual. El apoyo de USAID y la Universidad de John Hopkins ha permitido adicionalmente que se puedan analizar las llamadas e identificar los déficits de información y así diseñar nuevas soluciones de comunicación eficientes y efectivas para reforzar la respuesta nacional contra la pandemia (USAID, 2020). Cabe por tanto resaltar que la experiencia durante la pandemia puede suponer un impulso en el uso de estas tecnologías a futuro, redundando de manera notable en la eficiencia de los sistemas de salud (Nachega, 2020).

La telemedicina también puede suponer un apoyo a la falta de especialistas médicos en el contexto actual de distanciamiento social, en distintos niveles asistenciales y distintas regiones, facilitando interconsultas entre profesionales a nivel nacional, o apoyo de agentes internacionales (Okoroafor, 2016). En este sentido, plataformas específicas, por ejemplo en el ámbito de la radiología (Coulborn, 2012) o la micros-

copía, y su combinación con sistemas expertos específicamente desarrollados para el contexto de ASS, pueden adicionalmente suponer un apoyo relevante a los escasos y poco especializados recursos de personal sanitario. En este marco, la Universidad Politécnica de Madrid, ISGlobal, y el *Centro de Investigação em Saúde de Manhiça* (CISM), junto con la Red española de tuberculosis infantil, han desarrollado una herramienta de telemedicina para tuberculosis infantil con el objetivo de dar apoyo a estudios clínicos y potencialmente a los equipos profesionales, encontrándose en desarrollo el sistema de inteligencia artificial que apoya el diagnóstico (Alonso Casero, 2020). De manera análoga, la empresa Spotlab, junto con el apoyo de la Universidad Politécnica de Madrid, está desarrollando sistemas de microscopía de bajo coste que integran modelos de inteligencia artificial de apoyo al diagnóstico para favorecer la adoptabilidad de estas tecnologías en zonas remotas y de bajos recursos (Spotlab, 2021). Este tipo de iniciativas pueden suponer sin duda un cambio de paradigma en el cuidado especializado de las y los pacientes, pero requieren el apoyo en la adaptación a los protocolos y la definición de los modelos de inteligencia artificial con datos representativos y suficientes.

Otra manera innovadora de apoyo a los recursos locales durante la pandemia fue el uso de drones para diversas funciones. En Ghana, los drones transportaron muestras obtenidas de pacientes en centros de salud de áreas rurales para que fueran analizadas en los laboratorios de las dos grandes ciudades del país, Accra y Kumasa. En Malawi, una empresa local (Drones and Robotics Solutions) los empleó para realizar mapeos geoespaciales de cara a la obtención de información con respecto a la propagación de la enfermedad. Esto, a su vez, ayudó a rastrear contactos, elaborar programas de prevención y planificar la distribución de recursos. Por último, se emplearon también para desinfectar lugares públicos como hospitales o mercados (UNPD, 2020).

Otra área de mucho interés que afecta a pacientes, familiares, equipos sanitarios y a otros profesionales es abordar y anticiparse a los problemas de salud mental. En este sentido, destaca una iniciativa en Sudáfrica orientada a los problemas de salud mental derivados de la situación pandémica provocada por la COVID-19. PocketCouch creó una plataforma (COVID-19 HelpForum) en la que profesionales del sector se pusieron a disposición de la población para ofrecer consultas de forma accesible y asequible.

El apoyo y la formación del personal sanitario es un elemento clave en la prestación de servicios de salud, especialmente durante la pandemia, ya que se va aprendiendo sobre el virus y la enfermedad de forma muy rápida. Un ejemplo de gestión adecuada en este ámbito se dio en agosto de 2020, cuando el Centro de Control de Enfermedades de Nigeria comenzó a ofrecer cursos online gratuitos sobre infección, prevención y control de la COVID-19 a los trabajadores sanitarios.

En Madagascar, un grupo de jóvenes programadores crearon MADA-BASE, un proyecto destinado a la informatización y mejora de la gestión en las zonas rurales de la isla con el objetivo de conectar a la ciudadanía a la red, mediante una aplicación basada en web. A través de la aplicación se localizan y reportan casos sospechosos de COVID-19. Asimismo, la herramienta busca convertirse en un instrumento de toma de decisiones para que el centro operativo anti COVID-19 verifique la información, asigne equipos de respuesta y localice mejor los casos positivos reportados (UNPD, 2020).

Destaca también la iniciativa nigerina Stop Corona 701, desarrollada por Daouda Hamadou (galardonado por la Iniciativa de Liderazgo Joven Africano [YALI]), en colaboración con tres empresas emergentes nigerinas: NOVATECH, Dev4Smart y Visicom. Esta herramienta tuvo el apoyo del Ministerio de Salud de Níger y 4 operadores de telefonía móvil del país: Airtel Niger, Orange Niger, Moov Niger y Niger Télécoms. La aplicación permite a todos los suscriptores de estos cuatro operadores móviles marcar el número 701 de forma gratuita, para acceder a un amplio rango de mensajes informativos sobre la COVID-19. La información está disponible en cuatro de las principales lenguas nativas de Níger, así como en francés (UIT News, 2021).

4.6.3. Tecnología e innovación en el sector salud. Conclusiones

- Será necesario un esfuerzo notable en la post pandemia para revertir el bache tan importante que está suponiendo la situación actual para alcanzar las metas establecidas en los ODS y caminar en favor de la cobertura sanitaria universal.

- A pesar de los escasos recursos, la experiencia en enfermedades infecciosas y en previas crisis sanitarias han impedido unos efectos mayores de la pandemia. Es clave apoyar los nuevos modelos de intervención, recabando evidencias de su efectividad y asentando su integración en los sistemas de salud de cara al futuro.

- La innovación tecnológica en el ámbito de la salud ha experimentado un repunte importante en los últimos años en la región de ASS y ha destacado especialmente en la respuesta durante la actual pandemia.

- Los avances logrados en la aplicación de nuevas tecnologías corren el riesgo de no mantenerse en el tiempo, dado que no se dispone de respaldo político ni de recursos suficientes. Organismos multilaterales como la OMS recomiendan una mayor inversión.

- La tecnología y la innovación están jugando un papel relevante en la respuesta a esta pandemia, aunque las evidencias hasta el momento de sus efectos e impactos no son suficientes. Todo indica que podría ser recomendable considerar incluir un componente de innovación en cualquier intervención en salud, asegurando un aumento en las capacidades y recursos locales, así como una mayor resiliencia ante nuevas crisis sanitarias.

4.7. La necesaria revolución digital en los países del Sahel. *Celia Fernández-Aller, Manuel Sierra Castañer*[13].

4.7.1. Introducción

La revolución digital es una de las seis grandes revoluciones necesarias para conseguir los ODS (Sachs, 2020). A pesar de haber sido tímidamente enunciada en las metas e indicadores de la Agenda 2030, su papel es clave en cualquier proceso de desarrollo humano, más si se tiene en cuenta el contexto en el que nos encontramos: la Cuarta Revolución Industrial.

Internet ha llegado a ser uno de los principales medios a través de los cuales las personas ejercitan su derecho a la información, a la libertad de expresión, a la participación social y política y a la privacidad, entre otros (Tribunal Europeo de Derechos Humanos en Cengiz and Others v. Turkey, 2015). Además, Internet facilita el ejercicio del derecho a la educación y al trabajo, claves para conseguir el desarrollo humano integral de los países.

Una infraestructura y unos servicios de TIC eficientes y asequibles, combinados con unos entornos normativos y reglamentarios propicios, permiten a las empresas y a los gobiernos participar en la economía digital, y a los países aumentar su bienestar económico general y su competitividad.

Estas consideraciones tienen importantes implicaciones en los países del Sahel, a pesar de que muchas veces se piensa que viven al margen de la revolución digital.

4.7.2. Marco regulatorio sobre privacidad y revolución digital (Países seleccionados: Senegal, Nigeria, Mauritania, Mali, Sudán)

Se analizan a continuación las implicaciones de la penetración de la tecnología móvil en África, y la importancia que tiene el reconocimiento del derecho a la privacidad.

La tecnología móvil está migrando rápidamente de las tecnologías móviles de segunda generación (2G) a las de tercera generación (3G) y a las de cuarta generación (4G). A finales de 2019, el 93% de la población mundial podía acceder a Internet a través de una red de tercera generación o de mayor calidad (Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT [UIT-D], 2019). Se prevé que la adopción inicial de las redes 5G por parte de los países desarrollados exacerbe la actual brecha digital,

13. itd / Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos UPM (Celia Fernández-Aller); itd / Escuela Técnica Superior de Telecomunicaciones UPM (Manuel Sierra).

ya que es probable que éstos tarden más en implantarlas. No obstante, éstos pueden utilizar los ecosistemas y las redes existentes para proporcionar un acceso universal y asequible a las TIC. Las redes móviles pueden mejorarse gradualmente una vez que se hayan superado las dificultades para desarrollar un sistema 5G sostenible.

Los servicios satelitales prestan servicios fijos y móviles en todo el mundo. La armonización mundial del espectro móvil por parte de la UIT, junto con la elaboración de normas internacionales comunes, han creado economías de escala que han dado lugar a la reducción de los precios de los servicios y dispositivos tanto para las redes como para los usuarios finales.

Las redes celulares móviles dominan ahora la prestación de servicios básicos de telecomunicaciones. El número de abonados activos a la banda ancha móvil por cada 100 habitantes sigue creciendo con fuerza, con un aumento de casi el 13% de 2018 a 2019. En los países en desarrollo, el número de abonados a la telefonía móvil celular se multiplicó por más de 5 entre 2005 y 2019, llegando a 103,8 por cada 100 habitantes en 2019. En los países menos adelantados, el número de abonados a la telefonía móvil celular se multiplicó por 20 desde 2005, y en 2020 fue de 88,9 por cada 100 habitantes (UIT-D, 2020).

Las redes de Internet de banda ancha son una infraestructura nacional vital. Los servicios de banda ancha móvil, que suelen ser más baratos que los servicios de banda ancha fija, han aumentado rápidamente y constituyen el medio más común de acceso a Internet y a los servicios en línea. La población cubierta por red móvil de banda ancha móvil (3G en adelante) ha aumentado al 93% en 2020, y al 92% en los países en desarrollo. En los países menos adelantados, las tasas de cobertura aumentaron de prácticamente cero en 2007 a 76% en 2020 (UIT-D, 2020).

Para aprovechar al máximo Internet, las personas requieren conocimientos digitales, aptitudes de presentación y de trabajo en equipo, y conocimientos de idiomas extranjeros.

La desmaterialización de la economía facilita el carácter fluido, flexible y volátil del trabajo, posibilitando prácticas y valores que no eran tan fáciles de aplicar en una producción no informatizada. La mejora del acceso a los servicios de telefonía móvil (voz, texto, dinero y banca móvil, Internet) beneficia a los hogares, especialmente a los que están en situación de pobreza, de múltiples maneras. Las TIC pueden mejorar el acceso a la información y su utilización, reduciendo así los costes de búsqueda, mejorando la coordinación entre las diferentes partes y aumentando la eficiencia del mercado. Este es el beneficio más obvio de los teléfonos móviles. Como los teléfonos móviles reducen en gran medida los costes de comunicación, permiten a los individuos y empresas enviar y recibir información rápidamente y a bajo precio.

Un nuevo conjunto de investigaciones muestra que la reducción de los costes de comunicación asociados con los teléfonos móviles tiene beneficios económicos tangibles, incluyendo la mejora del mercado agrícola y laboral, la eficiencia, o el bienestar de los productores y los consumidores. Otro beneficio de los teléfonos móviles es que el aumento de la comunicación mejora la eficiencia productiva, al permitir a las empresas y a los proveedores de servicios gestionar mejor sus cadenas de suministro y prestación de servicios. Por ejemplo, los pescadores pueden elegir dónde desembarcar.

Los teléfonos facilitan los servicios directa o indirectamente, incluyendo los servicios de taxi motorizado, que pueden ser solicitados por personas que viven a distancia con un mensaje al conductor. Estos servicios pueden salvar vidas, por ejemplo, cuando alguien necesita urgentemente ser llevado a un centro de salud.

Las TIC también facilitan la comunicación entre redes sociales y zonas geográficas en respuesta a las crisis. Por ejemplo, las plataformas TIC jugaron un papel central en la mejora de la eficacia de las instituciones sanitarias y los centros de coordinación de emergencia en la lucha contra el ébola en los países contaminados, mejorando los flujos de información y los pagos electrónicos para los equipos de respuesta a emergencias.

Una vez que los países del Sahel comiencen a tomar en serio la digitalización que les permitirá conseguir un pleno desarrollo humano, sería muy deseable que regulasen la privacidad con los estándares del Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la UE. Esta norma se basa en seis principios generales de protección de datos (equidad y legalidad; limitación de los fines; minimización de los datos; exactitud; limitación del almacenamiento; e integridad y confidencialidad). Se basa en el concepto de la privacidad como derecho humano fundamental (consagrado en la Carta de los Derechos de la UE). Un marco de administración electrónica que cumpla con la normativa de la GDPR tiene especial cuidado con la información personal de los ciudadanos (es decir, su identidad), con lo que se consigue una administración electrónica centrada en el ciudadano.

La mejora de la confidencialidad de los datos en África tiene varias ventajas. Según la Asociación del Sistema Mundial de Comunicaciones Móviles, la mejora de la privacidad de los datos permite que los países confíen unos en otros y que los órganos de persecución de la delincuencia cooperen. A su vez, esto puede impulsar la economía al permitir que los datos fluyan dentro de la región, y resulta más atractivo para los inversores externos que prefieren no limitarse a mantener los datos en un solo lugar (Holsen, 2019).

La inexistencia del derecho a la privacidad perjudica a las comunidades pobres, puesto que, más allá de los beneficios económicos a gran escala, el respeto a la privacidad de los datos tendrá beneficios específicos para los africanos de bajos ingresos. En un estudio realizado en 2017 por la Universidad de Washington en St. Louis (Madden, 2017), se constató que estas comunidades son más vulnerables en lo que respecta a la privacidad, pues se enfrentan a vulnerabilidades como una mayor probabilidad de que sus datos personales se utilicen en su contra, así como a consecuencias devastadoras debidas al robo de identidad. Las personas con menos recursos también tienen muchas menos probabilidades de tener conocimientos básicos de informática o de los peligros de no tener respetada su privacidad, lo que aumenta su vulnerabilidad a las amenazas digitales, ya que el 64% de los estadounidenses en situación de pobreza afirman que no comprenden bien cómo se aplican a ellos las políticas de privacidad de los sitios web que visitan (Universidad de Washington, 2017).

La privacidad de los datos equivale a mejorar la vida de las personas más desfavorecidas. Gilman, autora del estudio, dijo: "La tecnología puede ser un tremendo recurso para que las personas que viven en situación de pobreza accedan a servicios y oportunidades como escalera para salir de la pobreza, pero sin controles ni regulaciones, también puede afianzar aún más la pobreza" (Madden, 2012, p.5).

El robo de identidad puede causar estragos particulares en las personas que viven en la pobreza. Cuando son víctimas del robo de identidad, la falta de una red de seguridad social, junto con la pérdida repentina de la mayor parte de sus activos financieros, puede tener consecuencias nefastas. Dado que las personas en situación de pobreza suelen carecer de recursos para deshacer las consecuencias del robo de identidad, el Colegio de Abogados de los Estados Unidos informa de que es más probable que sean detenidos injustamente y acosados por agencias de cobro por delitos que no cometieron y por préstamos que no pidieron (Dranoff, 2015).

Todo esto se suma a las consecuencias habituales del robo de identidad, que pueden tardar meses en resolverse. La Oficina de Estadísticas de Justicia encontró que, en los Estados Unidos, el 43% de los hogares que fueron víctimas de robo de identidad ganaron menos de $75,000 por año. En Sudáfrica, casi la mitad de la población de consumidores ha sido o conoce a alguien que ha sido víctima de robo de identidad (Dranoff, 2015).

Gilman (2012) también puso de manifiesto la amenaza más amplia que la falta de privacidad de los datos puede suponer para quienes tienen escasos recursos. El *Big Data* puede hacer que a las personas de bajos ingresos se les niegue sistemáticamente el acceso a los recursos y que con mayor frecuencia sean objeto de vigilancia por parte del gobierno. Por ejemplo, el 40% de los colegios y universidades utilizan los perfiles de los solicitantes en las redes sociales para tomar decisiones a través de

un proceso conocido como análisis social, en el que los algoritmos revisan el comportamiento de los solicitantes en las redes sociales, así como sus amistades, para determinar sus calificaciones para entrar (Gilman, 2012).

Hasta el 27% de los usuarios de redes sociales con menos recursos no utilizan ningún tipo de configuración para hacer que sus perfiles sean privados, y debido a que los estudiantes más desfavorecidos tienden a depender más de la ayuda financiera, existe la preocupación de que el análisis de las redes sociales permita a las universidades evitar selectivamente el ingreso de estudiantes de bajos ingresos. En una línea similar, los departamentos de policía han comenzado a utilizar un proceso conocido como puntuación de la amenaza, en el que analizan las estadísticas de la delincuencia para determinar la probabilidad de que una persona determinada cometa un delito utilizando datos de los medios de comunicación social y otras fuentes, creando esencialmente culpabilidad por asociación (Dranoff, 2015). En general, no tener la protección de datos reconocida como derecho deja a la gente más expuesta a tratamientos discriminatorios y basados en algoritmos.

Las personas necesitan derechos claros para poder comprender qué datos tiene una organización y ejercer un nivel razonable de influencia sobre el uso de los mismos. También deben ser capaces de exigir un resarcimiento si no se respetan esos derechos. Este aspecto es clave para que las personas confíen en las nuevas tecnologías y los nuevos modelos de negocios.

El derecho a la privacidad puede incluir los siguientes:

- **Derecho de acceso del sujeto:** es importante que las personas, o los "titulares de los datos", sean capaces de averiguar quién está procesando qué datos personales que los identifican. Este derecho les da el poder de obtener una copia de toda la información personalmente identificada que una organización tiene sobre ellas.

- **Derecho a la información:** si bien las organizaciones han tenido, históricamente, la obligación de brindar información sobre qué datos recopilan y por qué, esta responsabilidad aparece a veces en la ley como un derecho a que se les explique a las personas cuáles son los procesos y los métodos del uso de los datos. Esto es potencialmente importante en los ámbitos del análisis de datos y de la inteligencia artificial, en los que los algoritmos cumplen un rol clave y pueden resultar difíciles de entender.

- **Derecho de oposición:** ante la ausencia de un derecho a la eliminación, darles a las personas el poder de oponerse al procesamiento puede ser una herramienta útil para que lo soliciten a la organización.

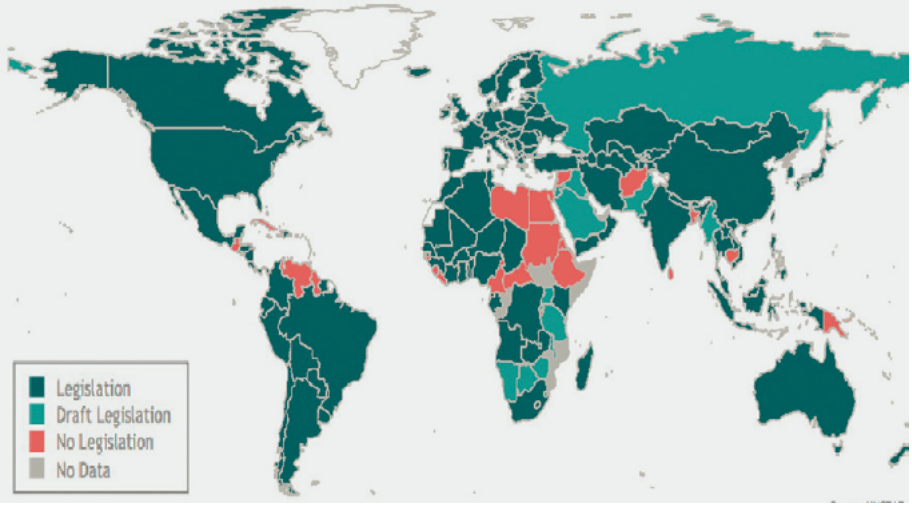
- **Derecho a la rectificación:** puede que las personas solo deseen que los datos incorrectos se rectifiquen. Sin embargo, cuando la organización impugna la solicitada corrección, estos derechos usualmente permiten que la organización continúe con los datos originales, siempre y cuando registren la diferencia de opinión.

- **Derecho a la supresión:** recientemente, las leyes de privacidad de datos han avanzado, permitiendo que las personas pidan que los datos sobre ellas sean eliminados. Este tipo de derecho a veces se denomina "derecho al olvido".

- **Derecho a la portabilidad de los datos:** el GDPR introdujo un nuevo derecho por el cual las personas pueden solicitar que las organizaciones transmitan datos directamente a otras organizaciones. Las implicaciones de la portabilidad de los datos para los individuos y la economía todavía no se conocen plenamente. Por lo tanto, toda propuesta que incluya este derecho deberá considerarse detenidamente.

La figura 7 recoge la situación de la regulación sobre privacidad en los países africanos. De los cinco seleccionados en este estudio, Senegal, Mauritania, Mali y Nigeria cuentan con legislación sobre protección de datos.

Figura 7: Situación de la regulación sobre privacidad en los países africanos.



Fuente: UNCTAD (https://unctad.org/page/data-protection-and-privacy-legislation-worldwide)

La referencia a las normativas en cada país aparece en la tabla 3.

Tabla 3: Normativas sobre protección de datos personales en varios países de África	
Senegal	Ley Nº 2008-12, de 25 de enero de 2008, relativa a la protección de datos personales ("la Ley de protección de datos") Decreto Nº 2008-721, de 30 de junio de 2008, relativo a la aplicación de la Ley de protección de datos ("el Decreto") Ley Nº 2008-11, de 25 de enero de 2008, relativa a la ciberdelincuencia Ley Nº 2016-29, de 8 de noviembre de 2016, por la que se modifica el Código Penal ("la Ley de modificación del Código Penal") Convenio 108 del Consejo de Europa (accesión)
Mali	Ley Nº 2013-015, de 21 de mayo de 2013, sobre la protección de los datos personales
Mauritania	Ley Nº 2017 - 020 sobre la protección de los datos personales Convenio de la UA sobre la seguridad cibernética y la protección de los datos personales (27 de junio de 2014). No ratificado
Nigeria	Regulación de Nigeria sobre protección de datos (2019) Ley sobre Ciberdelitos (2005)
Sudán	Ley de lucha contra los delitos cibernéticos de 2018

Fuente: Elaboración propia.

4.7.3. Análisis de la Brecha Digital en África y el Sahel

Se estudia la situación de la brecha digital en los países seleccionados (Senegal, Mali, Nigeria, Mauritania y Sudán), para establecer una serie de conclusiones sobre la situación de acceso a las TIC en esta región. Estos países han sido seleccionados porque son aquellos de los que se dispone de suficiente información, y que, por su importancia, suponen cierta representatividad desde el punto de vista geográfico.

En primer lugar, el informe de la UIT realizado en 2019 (UIT-D, 2019), dice que todavía, de los cinco países estudiados, en Sudán, Mali y Mauritania más del 75% de las personas no tienen acceso a internet. En Nigeria esta situación afecta a más del 50% de las personas, y solo en Senegal se supera el umbral de más de la mitad de las

personas conectadas. Y si se ve el último informe de este año 2020 (UIT-D, 2020), se observa que la COVID-19 ha agravado esta situación. Estos datos implican que el desarrollo social y económico de esta amplia mayoría de personas se ve limitado por no poder estar en las mismas condiciones que la minoría que sí puede aprovechar estas tecnologías. Y si profundizamos un poco, se constata que no es solo por la falta de red, sino por las altas tarifas en relación a los ingresos medios per cápita, por la falta de alfabetización digital o, incluso habiendo red, por la falta de calidad o velocidad insuficiente de la misma.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones, sección de Desarrollo (UIT-D) considera la brecha digital en sus tres dimensiones: alta de infraestructuras, falta de ingresos para poder acceder a estos servicios, y falta de capacitación digital. Para hacer un análisis comparado de estas tres dimensiones, estudiemos la situación del índice de desarrollo de las TIC (ITD o IDI, por sus siglas en inglés) (UIT-D, 2017), que proporciona la UIT-D. El último estudio que publicó para este índice fue en 2017, pero sus resultados se consideran válidos hoy en día. Hemos seleccionado este índice porque tiene en cuenta distintos componentes, tanto desde el punto de vista de la demanda como de la oferta.

Se compara, en la tabla 4, la situación de cada país, junto a la media del mundo y a la media de los países africanos.

Tabla 4a: ITD en distintos países de África Subsahariana.

ITD en distintos países de África Subsahariana							
	Mundo	África	Senegal	Nigeria	Mauritania	Mali	Sudán
ITD 2017 Rank			142	143	151	155	145
ITD 2016 Rank			142	143	152	153	141
ITD 2017 Valor	5.11	2.64	2.66	2.60	2.26	2.16	2.55
ITD 2016 Valor	4.94	2.48	2.48	2.44	2.08	2.05	2.56

Se observa que los índices están al nivel del resto de países africanos, muy por debajo de la media mundial, pero se pueden obtener conclusiones específicas para cada país analizando en detalle estos datos (figura 8). Están marcados en verde claro los valores que son considerablemente bajos con respecto a la media, y en ocre los que destacan en la zona. Esto puede ser útil para ver qué políticas han dado resultado en

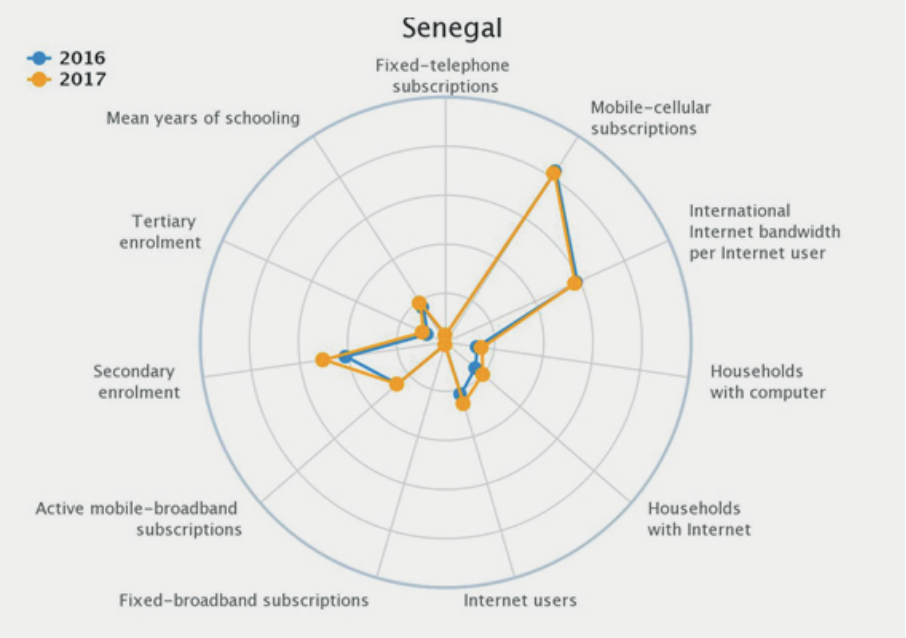
cada país. En la figura siguiente se muestra en un diagrama de araña la situación de cada país, y la evolución en un año, de 2016 a 2017.

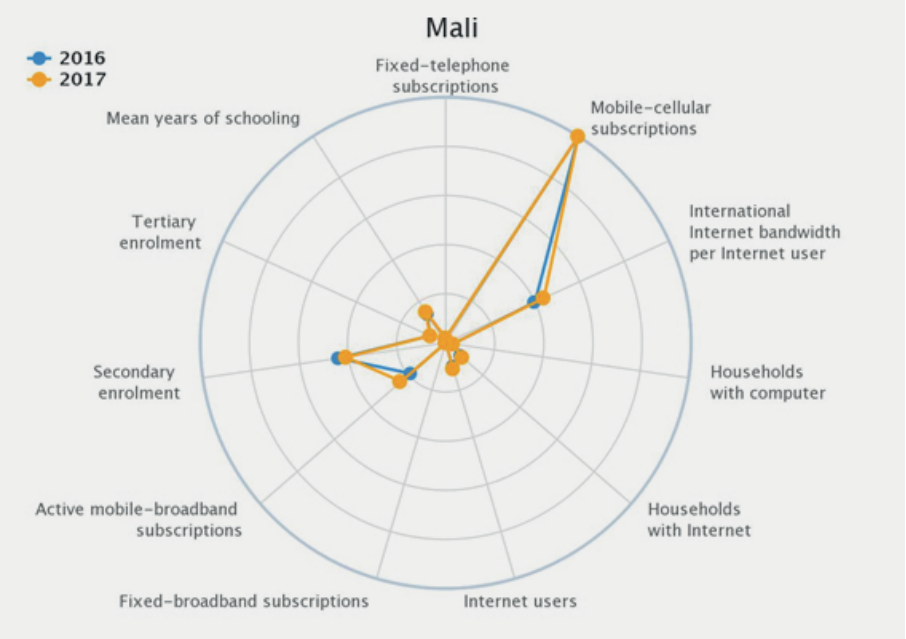
Tabla 4b: ITD en distintos países de África Subsahariana.

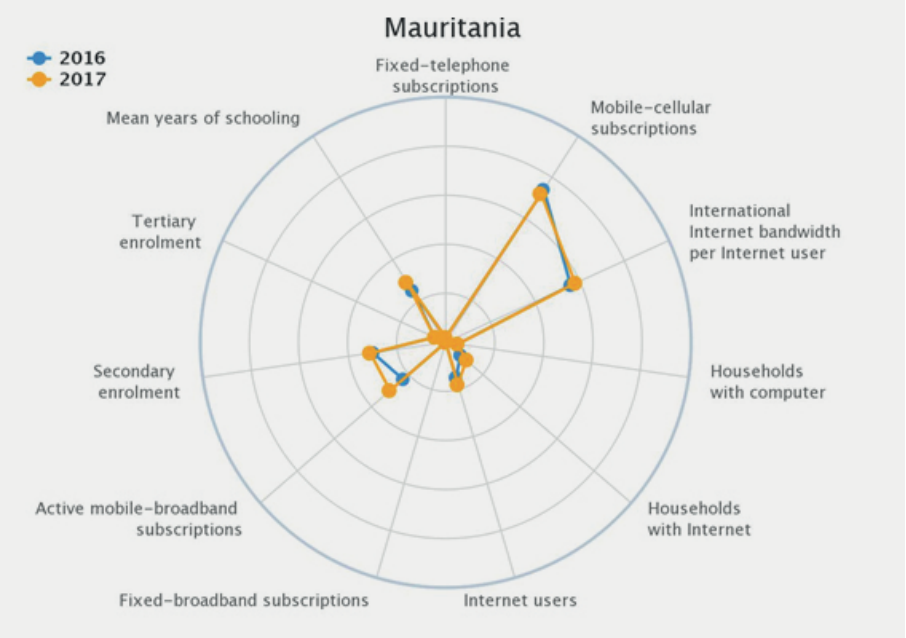
	Mundo	África	Senegal	Nigeria	Mauritania	Mali	Sudán
ITD Acceso	**5.59**	**3.28**	**3.57**	**3.16**	**2.96**	**3.16**	**3.23**
Suscripción fija por 100 habitantes	13.57	1.00	1.86	0.08	1.27	1.20	0.34
Suscripción móvil por 100 habitantes	101.53	74.60	98.68	81.82	86.52	120.31	68.63
Ancho de banda internacional por usuario (bps)	74464	51000	4966.72	11256.53	4476.59	598.17	2034.50
% Hogares con ordenador	46.61	9.60	15.10	10.56	5.00	3.18	17.96
% Hogares con acceso a internet	51.46	16.30	19.93	15.23	11.24	8.95	33.61
ITD uso	**4.26**	**1.74**	**1.76**	**1.58**	**1.62**	**1.19**	**1.78**
% personas usuarias Internet	45.91	19.90	25.66	25.67	18.00	11.11	28.00
% suscripciones fijas banda ancha	12.39	0.40	0.64	0.01	0.25	0.03	0.06
% suscripciones activas móviles	52.23	22.90	26.08	21.80	30.21	24.40	25.19
ITD capacidades	**5.85**	**3.16**	**2.62**	**3.53**	**2.15**	**2.12**	**2.75**
Años de escolarización	8.52	5.24	2.80	6.00	4.30	2.30	3.50
Ratio de escolarización secundaria	84.00	50.48	49.65	55.70	30.60	41.31	42.70
Ratio de escolarización terciaria	38.69	9.49	10.39	10.07	5.34	6.87	16.32

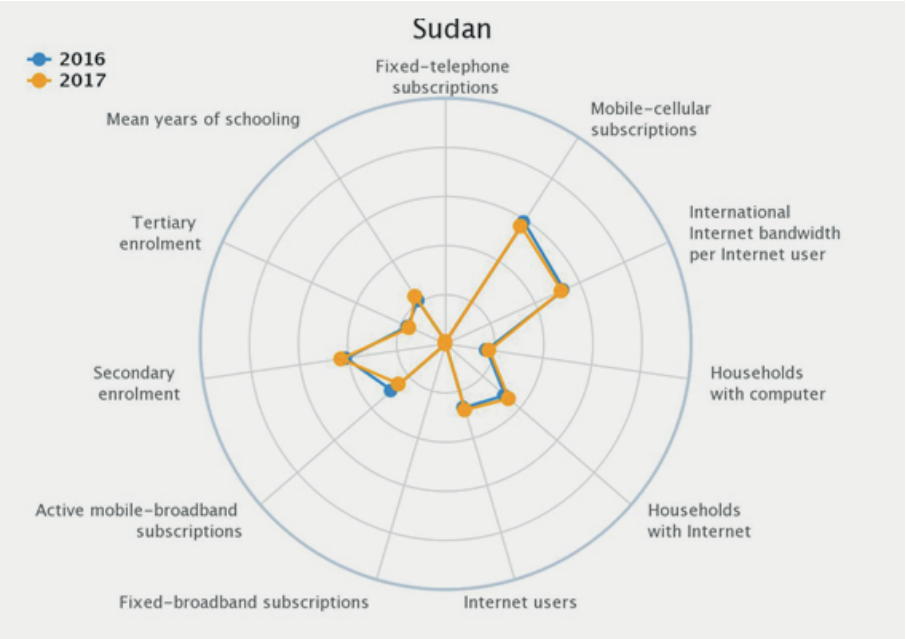
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de UIT-D, 2017.

Figura 8: Análisis gráfico de los datos de la tabla 4 (IDI en distintos países de África Subsahariana).









Fuente: UIT, 2017.

4.7.4. Revolución digital en el Sahel. Conclusiones

- En los albores de la Cuarta Revolución Industrial se están desarrollando tecnologías como la Inteligencia Artificial, la Realidad Virtual o el *Blockchain*, que tienen el potencial de contribuir a mejorar las situaciones de pobreza.

- La tecnología digital no es un fin en sí misma, sino un medio que puede generar oportunidades y mayor respeto a los derechos de las poblaciones analizadas. En concreto, puede impulsar los derechos a la libertad de expresión, participación política, educación o trabajo, entre otros.

- El avance de la revolución digital debe ser compatible con el respeto a la privacidad, que permitirá a las personas controlar el uso que se hace de su información personal. La mayoría de los países analizados cuentan con normativa suficiente en este sentido.

- Si los países africanos no afrontan la revolución digital, las diferencias en el acceso, uso y aprovechamiento de las TIC pueden tener efectos devastadores. Esto va a limitar el desarrollo social y económico de dichas zonas del planeta. Del estudio de la brecha digital en los países seleccionados se concluye:

  - El índice IDI en África Subsahariana es bajo, pero al nivel de la media de países africanos, excepto en los casos de Mali y Mauritania. En el caso de Mali, los principales déficits están en los subíndices de uso y capacidades, mientras que en el caso de Mauritania, esas carencias se denotan en acceso y capacidades.
  - En todos los países, también en África, la telefonía fija prácticamente no existe. Este es un hecho que ha revertido el despliegue de la telefonía móvil, pero que puede afectar al coste del servicio, porque se reduce la diversificación de oferta; y a la calidad, que generalmente es mejor en accesos fijos.
  - Los hogares con ordenador y los usuarios con internet son en general muy bajos, especialmente en Mali y Mauritania. En este aspecto, Sudán destaca, y su política podría ser copiada por el resto de los países.
  - En cuanto al ancho de banda internacional, es especialmente bajo en los cinco países, requiriendo de políticas regionales para mejorar la salida internacional de las redes de comunicaciones.

- En cuanto a la formación, destacan las políticas educativas de Nigeria y Sudán, y se echa en falta un mayor incentivo en Mauritania y Mali. En el caso de Senegal debería aumentar los años de escolarización reales de su población.

4.8. Herramientas a implantar: aplicación de los SIG en África.

David Pereira Jerez[14]

4.8.1 Introducción

Una de las consecuencias de la revolución tecnológica que se ha vivido en las últimas décadas, en las que se han extendido y popularizado las TIC, es el incremento del uso de la información geográfica.

Desde mediados de los años 80, la aparición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los avances en los formatos de almacenamiento digital de datos geográficos, el desarrollo de las bases de datos y el crecimiento de la potencia de los ordenadores han cambiado totalmente su manejo. De ser un ámbito tecnológico altamente especializado y restringido a los campos de la topografía, la cartografía y la geografía, ha pasado a ser un aspecto relevante de un buen número de disciplinas, entre las que destacan todas las relacionadas con el medio ambiente, la economía, además de otras tecnológicas, especialmente las relacionadas con la informática y las telecomunicaciones.

En la actualidad, la mayor parte de las personas del mundo llevan en sus *smartphones* aplicaciones, como Google Maps, que les permiten, sin tener conocimientos especializados, conocer su localización, calcular rutas, distancias y guardar ubicaciones de sitios que les resulten de interés.

El impacto de la disponibilidad y uso de estas herramientas no solo abarca las funciones más simples relacionadas con la ubicación, sino que el uso masivo de la información geográfica ha incrementado, paralelamente, la capacidad de análisis de datos geográficos y de generar nueva información aplicable a una enorme variedad de campos. Esto implica el manejo de herramientas cada vez más sofisticadas que se basan en el uso de bibliotecas de programación como GDAL[15] (Warmerdam, 2008), herramientas de geoestadística, sistemas de teledetección remota, API[16] para la obtención y manejo de grandes volúmenes de datos y, más recientemente, el uso de *Big Data*.

La situación estructural, mostrada tanto por la desigualdad de la región subsahariana como por la brecha tecnológica existente, dificulta una respuesta regional a la tendencia global de un incremento del uso de la información geográfica y, en con-

14. itd / Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas UPM.
15. Geospatial Data Abstraction Library
16. Application Programming Interface

secuencia, es menor su impacto en los procesos de desarrollo. Es evidente que esto impone dificultades a la gestión exclusivamente local de esta brecha (Makanga & Smit, 2010; Mwange et al., 2018), haciendo necesario el apoyo internacional.

Sin embargo, como se verá en el siguiente análisis, hay un potencial enorme de desarrollo de aplicaciones basadas en las grandes herramientas de generación de información geográfica a escala global. Esta oportunidad se produce porque el gran desarrollo tecnológico va a permitir -y de hecho esta permitiendo-, reducir costes y aumentar el impacto de uso de este tipo de información y sus herramientas asociadas.

Aunque siguen existiendo carencias en las escalas más detalladas de la información geográfica, la disponibilidad de datos está aumentando significativamente en los últimos tiempos. Esto es consecuencia del importante desarrollo de la teledetección, impulsado fuertemente por el programa europeo Copernicus. Además, la decisión de las grandes agencias espaciales de hacer libre el acceso a los productos generados está favoreciendo la disponibilidad de información geográfica en un contexto como el del África Subsahariana. Así, el lanzamiento de nuevos satélites, más precisos y versátiles, junto al desarrollo de herramientas, algunas basadas en inteligencia artificial que facilitan su procesamiento, está haciendo que aumente la disponibilidad de datos, al tiempo que se reduce su frecuencia de actualización.

Dos aspectos merecen especial atención. El primero se refiere al cumplimiento y seguimiento de los ODS, que requieren de mucha información desagregada, siendo el componente espacial uno de los elementos clave (Kumar et al., 2019), especialmente cuando se pretende localizar o territorializar la Agenda 2030. Desde la aprobación de la Agenda en 2015, ya se mencionaba la importancia y necesidad de contar con nuevas fuentes de información y datos, considerando entre ellos los sistemas de información geográfica (SDSN, 2015). En consecuencia, la información geográfica es necesaria para mostrar dónde, cuándo y cómo se avanza en cada uno de ellos (Committee of Experts on Global Geospatial, 2020). Su papel es específicamente mencionado en la meta 17.18, en la cual se define la información geográfica como uno de los elementos clave de los procesos de desagregación de los datos, y se subraya la importancia que debe jugar la cooperación para el desarrollo de capacidades a escala global, y específicamente en los países menos adelantados.

Sin embargo, el potencial de la información geográfica va mucho más allá de su papel en el seguimiento y monitorización de los ODS. Su papel analítico, expresado a través de la capacidad para generar nueva información, aporta un creciente conocimiento al diagnóstico de los problemas que subyacen a la definición de los propios objetivos. Es igualmente relevante para el diseño de las estrategias y programas que impulsan el proceso a seguir para su cumplimiento.

Para ello, tres elementos son muy importantes en el contexto del ASS: la necesidad de generar la información; la formación de capacidades, especialmente entre el personal de las Administraciones Públicas y de la información geográfica en los sistemas de información existentes, y muy especialmente en los sistemas de indicadores de NNUU; y los servidores estadísticos locales.

El segundo elemento emergente ha aparecido recientemente con el fuerte shock global que ha provocado la pandemia de la COVID-19. Desde el primer momento, la información geográfica ha jugado un papel relevante en el conocimiento del proceso de expansión de la epidemia a través de la localización de los casos. No es un proceso nuevo, ya que desde hace décadas se venía hablando del potencial que la información geográfica podía jugar en la investigación de los procesos de expansión de las pandemias (Clarke, 1996). Conforme pasa el tiempo, su utilización irá más allá del aspecto descriptivo de cuántos casos hay en cada localización para, a través del potencial analítico, conocer cuáles han sido los mecanismos de expansión, que otros factores de tipo social o ambiental han ayudado al mismo, y cuáles han sido las medidas más efectivas para resolver las situaciones más graves. Un ejemplo es el creciente número de estudios que relacionan el desarrollo de la epidemia con la movilidad ciudadana, tanto a nivel global como a nivel local.

4.8.2. El impulso a la utilización de la información geográfica en el contexto africano

Se presentan a continuación las razones del desarrollo continuo de Sistemas de Información Geográfica. La primera tiene que ver con el desarrollo tanto de *software* como de *hardware*. Si se compara con la década de los 90, hoy en día los requisitos para que un SIG funcione en un ordenador son cumplidos por la mayor parte de los equipos, salvo por aquellos de capacidad más limitada. La mayor parte de los ordenadores existentes en el mercado son capaces de soportar la potencia de cálculo necesario para un manejo razonable de este tipo de programas. Los SIG son muy consumidores de espacio en el disco duro, pero, dada la capacidad de almacenamiento en el mercado a bajo precio, se ha favorecido el desarrollo de los mismos, e incluso su aparición, y popularización, en los *smartphones*.

La segunda razón es la aparición, junto a los principales programas del mercado, de herramientas *OpenSource* cuyo uso es libre y gratuito. El más popular de todos es Quantum GIS, más conocido como QGIS, una aplicación que comienza a desarrollarse en 2003 y hoy es un *software* ampliamente extendido. Este proyecto es desarrollado por la Fundación OSGeo. Al ser un *software* libre, su difusión ha sido muy grande entre los centros de la administración y universidades de los países con menos recursos para adquirir costosas licencias comerciales. Además, la enorme cantidad de desarrolladores que elabora aplicaciones para esta plataforma hace que su evo-

lución, en ocasiones, sea más ágil que el de los *softwares* comerciales. Es además una aplicación multiplataforma que se puede instalar sobre sistemas operativos tanto de Windows, como Mac o múltiples versiones de Linux. Dispone incluso de una versión para *tablets* y *smartphones* con sistema operativo Android que se denomina QField.

El tercer elemento de importancia es la incorporación a todos los programas formativos del uso de las herramientas y programas informáticos para el manejo de la información geográfica, así como de las metodologías de análisis y de procesado de la misma. Además, esto se produce a diferentes niveles, desde el profesional al universitario. Aunque los países del ASS llevaban un considerable retraso en este aspecto, las acciones para desarrollar capacidades llevadas a cabo por los organismos internacionales, especialmente entre los funcionarios de más nivel, y por las Universidades y ONGD (entre técnicos y profesionales), han permitido que progresivamente se vaya alcanzando la suficiente masa crítica como para una extensión y generalización del uso de la información geográfica.

Es particularmente relevante el impulso dado al uso de la información geográfica a nivel político, desarrollado por diferentes organizaciones y fundaciones creadas o de alguna manera vinculadas al sistema de relaciones internacionales. Así, en 1975 se crea el *Regional Centre for Mapping of Resources for Development* (RCMRD) dependiente de la *United Nations Economic Commission for Africa* (UNECA), impulsado por el *United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management* (NNUU-GGIM) dependiente de UN-Stats, cuya principal misión es la integración de la información geográfica en los datos estadísticos. En esta institución participan, como miembros de pleno derecho, 20 países de la región y 4 como observadores[17]. Uno de los principales objetivos es implementar en África la Declaración de Addis Abeba de 2016 (NNUU-GGIM, 2016), que establece la importancia de la información geográfica en un manejo adecuado de la tierra, los derechos de propiedad y el análisis de los límites administrativos. También señala la importancia de la misma en relación con los sistemas estadísticos y catastrales, y recalca el papel que debe jugar en la consecución de los ODS. Otros de los proyectos consisten en lanzar una Infraestructura de Datos Espaciales para África y desarrollar en la región el proyecto SALB sobre límites administrativos.

En diversas ocasiones, estos organismos han canalizado mecanismos de ayuda hacia los países con mayores dificultades y/o hacia proyectos concretos. En el caso de la información geográfica, esta cooperación ha venido tanto de la información geográ-

17. Como miembros participan: Botswana, Burundi, Comoras, Eswatini, Etiopía, Kenya, Lesotho, Malawi, Mauricio, Namibia, Rwanda, Seychelles, Somalia, Sudáfrica, Sudan del Sur, Sudan, Tanzania, Uganda, Zambia y Zimbabwe; y como observadores: Angola, Madagascar, Mozambique y Eritrea.

fica tanto de las agencias internacionales como de los servicios estadísticos y geográficos y aeroespaciales de los países más desarrollados, además de los centros de investigación y las universidades, las fundaciones privadas de ayuda al desarrollo, y las empresas del sector. Un ejemplo de este esfuerzo conjunto se puede apreciar en la respuesta a la pandemia de la COVID-19 para monitorizar, analizar y ayudar a la respuesta frente a la extensión de la enfermedad en el ASS. Es el caso del programa impulsado por el RCMRD, con el apoyo de empresas privadas como ESRI.

4.8.3. Información espacial en el África Subsahariana

A. Información nacional. Infraestructuras de datos espaciales

Cuando a comienzos del siglo XXI empezó a crecer exponencialmente el uso de la información geográfica, la UE decidió establecer un marco normativo que favoreciera el proceso de convergencia e interoperatibilidad de la información que producían los diferentes países de la Unión. Así nació la directiva INSPIRE, que estableció el marco conceptual para las denominadas Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) que almacenan, uniformizan y hacen interoperativos todos los datos que forman el conjunto de la información geográfica generada por una administración.

El desarrollo de Internet, especialmente la posibilidad de descargar grandes cantidades de datos prácticamente sin coste y de desarrollar herramientas para visualizar la información espacial, hizo que se consolidaran como plataforma de acceso gratuito a la misma, lo cual favoreció rápidamente el uso de información geográfica y la popularización de las herramientas que la manejan. El gran potencial de este tipo de infraestructura ha hecho que progresivamente haya sido adoptado en otros países y organizaciones fuera de los Estados miembros de la UE. También fue fuertemente apoyado por organizaciones como Open Geospatial Consortium, OSGeo, o la Global Spatial Data Infrastructure Association, que trabajan apoyando el proceso de estandarización de la información geográfica y el incremento de su utilidad y versatilidad.

A partir de entonces, casi todos los países de la región han comenzado a desarrollar sus propias plataformas. En la siguiente tabla puede encontrarse información del estado desarrollo de algunas de las infraestructuras nacionales más importantes desarrolladas en los países del África Subsahariana.

Tabla 5: Infraestructuras de Datos Espaciales de algunos países africanos

País	Status	Web	Nombre	Referencias
Botswana	Pinf, Fu, PrInd	http://www.ngis.gov.bw	National Geographic Information System	Tembo & Manisa, 2003
Gabón	Pinf	http://www.ageos.ga	Agence Gabonese d'Etudes et d'Observations Spatiales	
Ghana	Pinf, Od	https://data.gov.gh		Owusu-Banahene et al., 2013
Kenia	Dp, Od, Fu	https://www.opendata.go.ke		Mwange et al., 2017)
Malawi	Po	http://www.masdap.mw/	Malawi Spatial Data Plataform	Balbo et al., 2013
Namibia	Pinf	https://nsa.org.na/page/about-nsdi/	National Spatial Data Infraestructure	Garises & Quenum, 2018; Sinvula et al., 2014
Nigeria	Po	https://grid3.gov.ng	Geo-Referenced Infrastructure and Demographic Data for Development	
Senegal	Po	http://www.geosenegal.gouv.sn/	GéoSenegal	
Sudáfrica	Po	http://www.ngi.gov.za/ http://www.cdngiportal.co.za/cdngiportal/	National Geospatial Information	
Tanzania	PrInd	- -		Lubida, 2019

Po: Plataforma Operativa; PInf: Portal informativo del proceso de implementación y de organización; PrInd: Iniciativas en discusión y proyectos individuales; Od: Plataformas de acceso abierto a datos; Fu: Fuera de Uso

Fuente: Elaboración propia.

Hay que señalar que las IDE son mucho más que una web en la que se pone a disposición de la ciudadanía la información geográfica de un país o de una administración. Para llegar a este punto, tiene que haber un enorme proceso de estandarización de los datos del país, uniformizando los datos que proporcionan diferentes entidades, y estableciendo los marcos comunes tanto en lo que se refiere a los aspectos geomáticos, como a la descripción de la información espacial a través de sus metadatos. En las revisiones hechas por Mwange et al. sobre el desarrollo de las IDE en África (Mwange et al., 2018) se ha encontrado un fuerte desarrollo de las infraestructuras, continuando el trabajo realizado en 2010 por Makanga & Smit (Makanga & Smit, 2010). En este momento sólo había 3 geoportales operativos (Kenia, Chad y Sudáfrica). Sin embargo, esta cantidad se elevaba a un total de 13 en la revisión realizada por Mwange et al. (2018)[18]. Ambos estudios utilizan una metodología desarrollada por Delgado-Fernández et al. conocida como *Spatial Data Infraestructure Readiness* (Delgado Fernández et al., 2005) que considera factores organizacionales, de nivel de información, acceso a la red, de capital humano y de capacidad financiera.

Para el desarrollo de estas infraestructuras se ha realizado un enorme esfuerzo de cooperación internacional, trabajando conjuntamente las administraciones de los países desarrollados, agencias de cooperación, las instituciones de NNUU ya mencionadas en apartados anteriores, y fundaciones y ONGD. Un ejemplo de este marco cooperativo es que la IDE de Nigeria ha sido financiada por la fundación Bill & Belinda Gates, la agencia de desarrollo de Reino Unido[19], el programa WorldPop/Flowminder y UNFPA[20], y ha sido coordinada por el CIESIN.

Un hecho que es importante señalar es que el portal de Kenia ha dejado de funcionar, lo cual pone en duda la sostenibilidad de alguno de los proyectos (Mwange et al., 2018). No obstante, a pesar de la caída de la plataforma, Kenia dispone de 87 conjuntos de datos espaciales bajo Kenia open data portal. Otros, como es el caso de Ghana, tienen problemas de funcionamiento para el acceso a las capas.

Al mismo tiempo que se vienen desarrollando las IDEs nacionales, han aparecido otras de carácter regional. Destaca, por la disponibilidad de información online, la generada por el RCMRD. Además, no todas las IDE generadas están dedicadas a información cartográfica básica, sino que algunas de ellas son temáticas. Un ejemplo muy claro es el desarrollado por el *ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency (ECREEE)*, que ha generado un observatorio y un sistema de datos geográficos (figura 9) que ha servido para algunas aplicaciones, como por ejemplo el cálculo

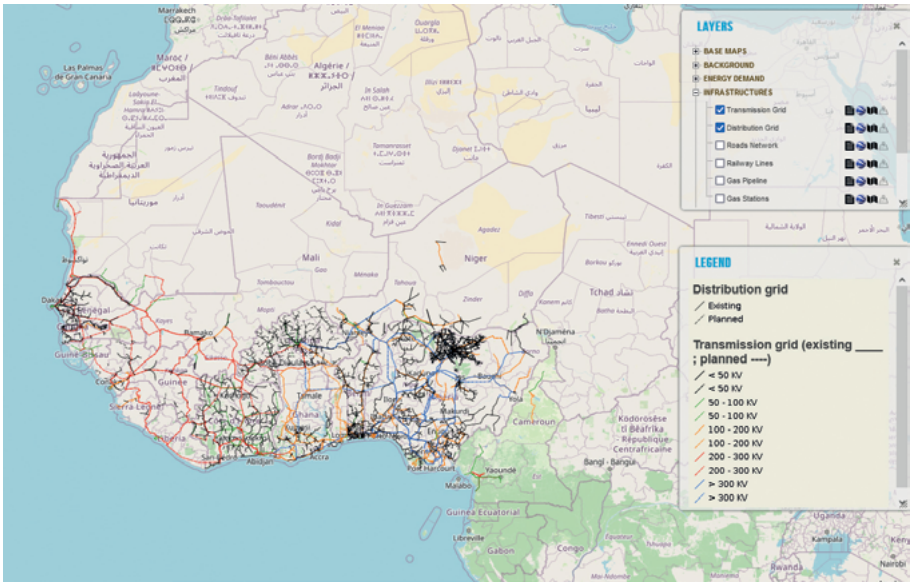
18. Realizada sobre datos de 2014.

19. UK Department for International Development

20. United Nations Population Fund

del potencial para la generación de energía hidroeléctrica en la región (ECREEE, 2018; Kling et al., 2017).

Figura 9: Visualización web de la red de distribución eléctrica en ECOREX



Fuente: http://www.ecowrex.org/mapView/index.php?lang=eng

Finalmente, otro aspecto relevante que resulta del desarrollo de las capacidades nacionales es que dos países tienen agencias espaciales: Nigeria y Sudáfrica. En ambos casos, aparte de aspectos de telecomunicaciones e inteligencia militar, uno de los aspectos claves de los objetivos perseguidos es establecer sistemas de alerta temprana para desastres y controlar aspectos medioambientales como la desertificación o el crecimiento de las ciudades. En el caso sudafricano, la estrategia va más allá de la información propia generada, y se complementa con el manejo de otras fuentes y el acceso libre para las y los usuarios (SANSA, 2007).

B. Información espacial global y su aplicación al África Subsahariana

El primer aspecto consiste en que el desarrollo de las tecnologías aeroespaciales ha incrementado significativamente el número y potencia de los sistemas de observación de fenómenos terrestres, a partir de los cuales se vienen desarrollando un conjunto cada vez más numeroso de productos derivados. Aunque sólo 2 países de ASS participan directamente del proceso a través de sus agencias espaciales, Nigeria y Sudáfrica, la información y sus productos tiene una escala global. En consecuencia,

otras agencias espaciales, como las americanas, la europea, la japonesa, la china, la coreana, o las árabes, generan productos de aplicación en el contexto subsahariano.

El segundo aspecto es que no solo hay más información disponible, sino que esta, además, es de libre acceso. Existen, en primer lugar, plataformas de difusión de datos de cada una de las agencias, de igual manera que se han desarrollado sistemas de acceso conjunto a los datos de diferentes sistemas de satélite. Además, como resultado de esta disponibilidad, se llevan a cabo proyectos de cooperación internacional que producen paquetes de datos ajustados a las necesidades, bien de los países individuales, o de sus organizaciones regionales y subregionales. A continuación, vamos a analizar ambos.

En el primer caso, dentro de las grandes misiones de observación de la tierra, destacan 2 por su importancia, la cantidad de productos desarrollados y su duración:

- La primera está conformada por la familia de satélites Landsat, especialmente los de mayor resolución que aún están en operación: Landsat 7 (operativo desde 1999) y 8 (operativo desde 2013). El espectro y la resolución han crecido exponencialmente desde las 4 bandas de las primeras misiones a las 12 bandas del Landsat 8. La resolución ha pasado de 60m en las primeras misiones a 60m a partir de Landsat 4. Todo ello ha facilitado la proliferación de productos derivados como, por ejemplo, ciertas coberturas específicas (agua, nieve, albedo, índices de vegetación, etc.). El conjunto de datos se complementa con la información procedente del satélite TERRA y de los sensores que posee: MODIS, ASTER y CERES, entre otros[21].

- La segunda misión está formada por la familia de satélites operados por la ESA, entre los que destacan los ENVISAT y posteriormente las diferentes misiones SENTINEL. Las misiones más recientes de la ESA han ampliado sustancialmente el catálogo de productos ofertados, que se organizan en 6 categorías: vigilancia marina, vigilancia terrestre, vigilancia atmosférica, cambio climático, seguridad y emergencias. Por ejemplo, el servidor global del *Copernicus Global Land Service* (CGLS) ofrece toda una serie de productos que se centran en variedades biofísicas clasificadas. Entre otros, produce paquetes acerca de las coberturas del Suelo (Buchhorn et al., 2020), vegetación, diversos tipos de índices de vegetación (como *Normalized Difference Vegetation Index* -NDVI- o *Leaf Area Index* -LAI-), agua y masas de hielo. Tienen una resolución de 100m y se producen anualmente desde 2015. En consecuencia, también hay información derivada acerca de los cambios que se producen como consecuencia de la acción humana.

21. https://terra.nasa.gov/. Accedido el 3 de enero de 2021

El uso de ambos productos ha crecido exponencialmente desde la decisión de la NASA y el USGS de ponerlos en acceso abierto en 2008 (Woodcock et al., 2008). Estos se pueden obtener de diversos portales, incluyendo algunas herramientas para la descarga masiva de datos, pero el más directo es el EarthExplorer del propio USGS. Esta misma política es seguida por la ESA para los productos derivados de los satélites a los que se puede acceder, previo registro en la página. Esto, como es lógico, ha facilitado el uso de este tipo de información por administraciones, universidades y ONGD.

El segundo factor es el creciente esfuerzo por desarrollar plataformas para dar acceso a la información procedente de los diferentes sistemas de satélites. En el contexto del *Global Earth Observation System of Systems* (GEOSS), desarrollado por GEO, colaboran como proveedores de diferentes conjuntos la Agencia Espacial Europea (ESA), las dos agencias espaciales americanas, (NASA y NOAA), la Agencia Japonesa y la Agencia Espacial China. En conjunto, participan cerca de 60 proveedores de información y 100 administraciones nacionales.

También es muy importante el papel del *Centre for International Earth Science Information Network* (CIESIN), dependiente de la NASA en colaboración con la Universidad de Columbia. Dentro de este se encuentra el *Socioeconomic Data and Applications Center* (SEDAC), especializado en información derivada relevante para los procesos de desarrollo.

Aparte de las plataformas anteriores, en el contexto de NNUU se está analizando la posibilidad de implementar un IDE global, con la misión de apoyar a la implementación de la Agenda 2030 en el marco de NNUU-GGIM.

4.8.4. Aplicación de la información espacial y los SIG en los procesos de desarrollo

En las páginas siguientes vamos a repasar diversos ejemplos de conjuntos de datos y herramientas elaborados para diferentes campos. Debe entenderse que esto es la punta de un iceberg que no solo es grande, sino que además crece día a día. Por ello, el conjunto ofrecido no pretende ser completo, pero sí mostrar los principales conjuntos de datos existentes, especialmente aquellos de mayor utilidad o relevancia en el contexto internacional, y también diferentes ejemplos de aplicación no solo en los diversos campos seleccionados, sino también a diferentes escalas geográficas. También se incluyen algunos conjuntos de datos y herramientas que muestran, debido a su carácter innovador, posibles tendencias futuras del uso de la información geográfica en los próximos años.

Los campos seleccionados son los siguientes: información básica y datos estadísticos, usos del suelo y ecosistemas, clima, gestión de desastres, energía, agricultura, seguridad alimentaria, planificación del desarrollo, medición de los ODS y, finalmente, el seguimiento de la COVID-19.

A. Información cartográfica básica y datos estadísticos

Una de las primeras necesidades del uso de la información geográfica es la de poner a disposición de los usuarios la cartografía básica que tradicionalmente han producido en papel los institutos geográficos de los países de la región. Este es uno de los campos donde ASS se encuentra más atrasada, ya que, para la mayor parte de los países, solo están disponibles las capas a las resoluciones más bajas, generalmente por debajo de 1:500.000 y no en todos los países. Es muy reducida, por no decir puntual, la existencia de información a escala 1:50.000 o superior. Algunos países con disponibilidad de información cartográfica de referencia son Senegal o Sudáfrica, que tienen desarrolladas IDE con acceso a información descargable.

Estas carencias se suplen parcialmente con la aparición de cada vez más servidores globales que ofrecen información de referencia. Dentro de este grupo destaca la base de datos global sobre límites administrativos, la red hidrológica mundial generada por Copernicus, y diversos modelos digitales de elevaciones, con sus productos derivados, mapas de curvas de nivel, y capas de pendientes.

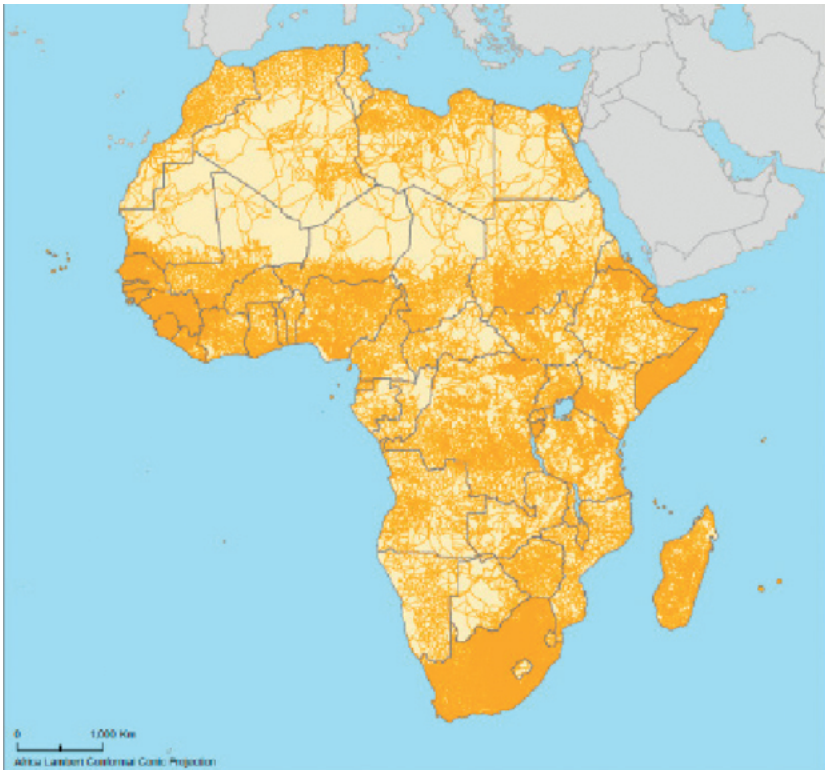
Recientemente, está apareciendo información derivada de las capas de usos del suelo para el delineamiento de los límites de las zonas urbanas e incluso de núcleos de población de menor tamaño. Este aspecto es muy relevante en el contexto subsahariano, como consecuencia del dinamismo producido por la fuerte expansión del poblamiento. En este sentido, destacan los productos generados por Copernicus, como el *Global Human Settlement Layer* que se analiza más adelante dentro de este mismo apartado, cuando se menciona la geolocalización de datos estadísticos. Es importante recalcar que, en ocasiones, estos procesos son más complejos de lo que a primera vista podría parecer, sobre todo en el caso de los límites administrativos cuando existen conflictos o disputas fronterizas que dificultan un establecimiento preciso y acordado de los mismos. Por ello, son importantes los esfuerzos de organismos regionales para establecer una cartografía consensuada entre los diferentes estados. Este es el caso de las capas ofrecidas en el geoportal del RCMRD.

Otra fuente de datos espaciales y mapas de referencia proviene de los tres grandes servidores globales de mapas en la web y en los *smartphones*: Google Maps, OpenStreetMap y la versión china de Google Maps, Baidu. Los tres pueden cargarse como mapas base en las principales aplicaciones SIG, y en concreto en QGIS y ArcGIS. Además, se pueden descargar datos de OpenStreetMap, que tras un proceso rela-

tivamente complejo de procesado pueden ser manejados como capas útiles en las plataformas. Estas capas se actualizan cada día como consecuencia de la acción coordinada de un gran número de usuarios. Las principales plataformas para la descarga de estos mapas son Planeta OSM, que permite descargar toda la base de datos completa, y GeoFrabrik, que gestiona descargas por regiones (como por ejemplo África) y por países.

En algunos campos específicos se han desarrollado iniciativas como el *Global Administrative Database*, que ofrece capas de todos los límites administrativos a diferentes escalas de todos los países del mundo, y que es el resultado del esfuerzo colectivo de diferentes administraciones en colaboración con centros de investigación, ONGD y fundaciones. Otro ejemplo es el *Global Roads Open Access Data Set* elaborado por el CIESIN (Nelson et al., 2006) (figura 10).

Figura 10: Global Roads Open Access Data Set producido por el CIESIN



No todas las iniciativas son institucionales. Tracks4Africa es una compañía fundada sobre una comunidad de personas que compartía las grabaciones de GPS de las rutas utilizadas. Sobre ello se empezó a elaborar mapas de rutas y posteriormente a

venderlos de forma comercial a posibles usuarios fuera de la comunidad, estrategia similar a la que se ha generado para otros usos, como las rutas vinculadas al turismo y al montañismo. Además, ciertos datos de Track4Africa han sido utilizados por el CIESIN para validar la base de datos global de carreteras que se ha mencionado en el párrafo anterior.

Uno de los elementos más importantes del desarrollo tanto de las IDE como de las instituciones internacionales, es la integración de la información geográfica dentro de la información estadística, o lo que es lo mismo, su geolocalización. Este es un proceso que en la actualidad está culminando en otros ámbitos regionales, como en la UE o Estados Unidos. En este sentido, un ejemplo de los recursos existentes a nivel global sobre distribución de la población es el proyecto WorlPop, fruto de la colaboración entre la Universidad de Southampton, la Universidad Libre de Bruselas, y la Universidad de Louisville. Esta plataforma ha elaborado más de 40.000 conjuntos de datos que incluyen la distribución de la población con una resolución espacial de 100 m.

Otro conjunto similar es elaborado por el *Joint Research Centre* de la UE. Se trata de una capa de hasta 30m de resolución que contempla el crecimiento de los asentamientos poblacionales desde 1975. Este proyecto también pone en libre acceso herramientas para la generación y uso de la información relativa a la distribución de la población, incluyendo un *plug-in* para QGIS.

Un último caso de conjunto de datos de distribución de la población, producido en este caso por el SEDAC, es el *Gridded Population of the World (GPW), v4* (Center For International Earth Science Information Network-CIESIN-Columbia University, 2018), actualizado recientemente a datos de 2020, con resolución de 1 km y que también está disponible en formato vectorial.

B. Usos del suelo y ecosistemas

Durante muchos años, las capas de usos del suelo y la monitorización de la vegetación a escala global fueron, junto con los modelos digitales de elevación, los productos estrella derivados de la detección. A partir de ellos se han monitorizado problemas como la deforestación, la conversión de bosques y sabanas en espacios agrícolas, o la expansión de las ciudades.

El *Global Land Cover Characterization* (GLCC), producto desarrollado por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) a finales de la década de los 90, fue el primer gran intento de realizar un mapa global de cobertura del suelo. A este proyecto han sucedido otros muchos entre los que destaca el *Global Land Cover –SHARE–*, desarrollado por la FAO en 2014 (con una precisión de 1 km), y el

Global Land Cover Facility, hospedado por la Universidad de Maryland y actualmente en desuso, que fue uno de los primeros en ofrecer series temporales y relacionar los usos del suelo con otras variables como el albedo o la vegetación.

En la actualidad el producto más utilizado es el derivado de Copernicus, que prácticamente se actualiza anualmente y al que puede accederse, entre otras, desde la plataforma VITO.

Un enfoque diferente utilizado en la generación de información referente a los usos es el usado por el Geo-Wiki, lanzado por el *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA), en el que la información es validada por los ciudadanos (Fritz et al., 2017).

Otro de los aspectos ambientales relevantes ha sido el análisis de la cubierta vegetal. Los primeros conjuntos se centraron en la vegetación natural como cobertura del suelo. Progresivamente, la combinación de diferentes tipos de sensores ha permitido desarrollar diferentes índices de vegetación que miden la actividad fotosintética, la cobertura vegetal del suelo, o la producción de biomasa, entre otros.

Un tercer ámbito en el que se han desarrollado herramientas y conjuntos de datos es el de todos los factores que se ven afectados por el cambio climático. Las necesidades de información que tienen los modelos y la definición de escenarios han contribuido significativamente al desarrollo de esta información. Así, se están haciendo seguimientos muy detallados de los niveles del mar y la afección a las zonas costeras, las zonas ocupadas por hielo y por glaciares. También de diferentes variables asociadas al suelo, entre las que destacan su contenido en materia orgánica, la humedad y, en general, el control y medición de los procesos erosivos y la desertificación. Prácticamente toda la información existente en el contexto subsahariano ha sido desarrollada a partir de los grandes sistemas de información global, pero diferentes proyectos internacionales han facilitado la adaptación al contexto regional y su verificación sobre el terreno.

En este sentido, desde finales de la década de los 90 se ha venido señalando la importancia de los avances realizados. Por ejemplo, Prevost & Gilruth (1997), en un documento auspiciado por la Comisión de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía del PNUD, señalan el papel que tienen los SIG en el desarrollo de sistemas de información ambiental, la oportunidad que brindan las tecnologías de la información, y cómo ello contribuye a mejorar los procesos de planificación del desarrollo (Prevost & Gilruth, 1997)

Otro de los aspectos es la información sobre espacios protegidos. La Base de datos Mundial sobre Espacios Protegidos mantiene capas que actualizan periódicamente

los límites de todos los espacios protegidos del mundo. Más allá de la información geográfica, esta organización maneja varias bases de datos de entre las cuales destaca la *Global Database on Protected Area Management Effectiveness* (GD-PAME), que recoge un análisis de la efectividad de las medidas de conservación de una parte importante de los espacios protegidos mundiales.

Finalmente, se han elaborado algunos diagnósticos socioeconómicos basados en un análisis de los servicios ecosistémicos trabajando con escenarios de tipo socioeconómico, véase por ejemplo el trabajo de Swetnam et al. en Tanzania (Swetnam et al., 2011).

C. Clima, gestión de desastres y sistemas de alerta

Como es lógico, y debido al cambio climático, en las últimas décadas se ha avanzado extraordinariamente en la obtención de conjuntos de datos climatológicos depurados y uniformizados. A lo largo de los sucesivos informes del IPCC este conjunto se ha ido ampliando y mejorando, al tiempo que aumentaba su resolución y se abría al público su disponibilidad en el portal de datos del IPCC, facilitando incluso datos horarios de clima georeferenciados. Diferentes proyectos de investigación han permitido generar series más detalladas en cuanto a su resolución espacial. Sin embargo, en este frente África va algo más retrasada que el resto del planeta. La información no es solo la correspondiente al clima actual, sino que también se proporcionan los datos generados por más de 20 modelos para los diferentes escenarios de cambio climático futuro.

Una versión simplificada de estos conjuntos de datos se puede encontrar en la plataforma WorldClim, donde se proporcionan capas con los valores anuales de las series temporales, tanto del clima actual como para los escenarios de clima futuro.

En los últimos años, los datos clásicos procedentes de las estaciones del control meteorológico, situadas en tierra, se han visto complementados con la monitorización, desde el espacio, de las diferentes variables climáticas en tiempo real. Por lo tanto, la información generada en los últimos años es más independiente de la distribución heterogénea de las estaciones meteorológicas clásicas. Esto ha permitido no solo mejorar las predicciones climáticas, sino también conocer mejor la influencia reguladora del mar, o los efectos de la isla de calor de las grandes ciudades.

La información geográfica ha sido ampliamente utilizada para la gestión de desastres naturales, climáticos y medioambientales. Existe un espacio de colaboración, *International Charter Space on Major Disasters,* en la que participan 17 agencias espaciales, incluyendo las más grandes y aquellas que operan sobre desastres como ciclones, terremotos, incendios, inundaciones, nevadas y heladas, deslizamientos de

tierra, mareas negras, maremotos, volcanes, grandes accidentes, etc. Estas plataformas funcionan bajo demanda de las autoridades de los países cuando creen necesario el uso de información geográfica para la gestión de un desastre.

Asimismo, el *Copernicus Emergency Management Service* es un servicio asociado al programa Copernicus que elabora cartografía no sólo de los desastres de una manera ágil, sino que trabaja también en la prevención mediante la elaboración de mapas de riesgo y en la recuperación. De las 448 emergencias cartografiadas, 32 han ocurrido en países del ASS.

Este sistema se complementa con otros 3 sistemas de alerta: *Global Flood Awareness System* (GloFAS), que analiza riesgos relacionados con precipitaciones extremas e inundaciones; *Global Wildfire Information System* (GWIS), que evalúa el riesgo de incendios y se basa en un índice denominado *Canadian Forest Fire Weather Index System* (Van Wagner & Pickett, 1985); y el *Global Drought Observatory* (GDO), que monitoriza el riesgo de sequía. Todos ellos son públicos, pero hay que registrarse para acceder a los mapas.

D. Energía

En el campo energético se han desarrollado también ciertas experiencias. Las más relevantes son algunos servidores globales de información sobre el potencial energético de las energías renovables, como el *Global Wind Atlas* para el análisis del potencial eólico y el *Global Solar Atlas* para el solar. Ambas plataformas se encuentran incluidas en la plataforma energydata.info, que es un IDE global sobre energía desarrollado por el Banco Mundial. En esta plataforma se pueden encontrar, además, bases de datos sobre medidas relacionadas con el sector energético y un sistema de indicadores para medir el nivel de desarrollo del sector. También hay una base de datos sobre medidas relacionadas con el empleo de energía para cocinar. Para cada país se genera un conjunto de 13 indicadores basados en 78 conjuntos de datos que evalúan potenciales en los sectores de la energía, los combustibles fósiles y minerales, y la agricultura (Oakleaf et al., 2019).

La información geográfica ha sido, además, ampliamente utilizada para realizar estimaciones del potencial de las energías renovables a nivel regional. Así, Kling et al. (2017) establecieron el potencial de la energía hidroeléctrica para los países del ECOWAS, utilizando como información de partida los datos generados por los proyectos relacionados con la infraestructura de datos espaciales para las energías renovables ECOWRES (ver apartado anterior) (ECREEE, 2018; Kling et al., 2017). Otro ejemplo a nivel local es el uso de la información de *Copernicus Land Cover* para el cálculo del potencial de Biomasa en Burkina Faso, desarrollado por el *National Observatory of the Environment and Sustainable Development* (ONEDD).

E. Agricultura, seguridad alimentaria y lucha contra el hambre

El sector agrario es uno de los más prometedores para la aplicación de la información geográfica. Desde la década de los 90 se viene monitorizando la expansión del espacio agrario, al tiempo que se desarrollaba un conjunto de datos sobre los factores productivos más importantes, especialmente aquellos derivados del clima, pero más recientemente también los relacionados con el suelo y otros factores. Así, en la actualidad prácticamente todos estos condicionantes relevantes se encuentran cartografiados y con un nivel de detalle y precisión crecientes.

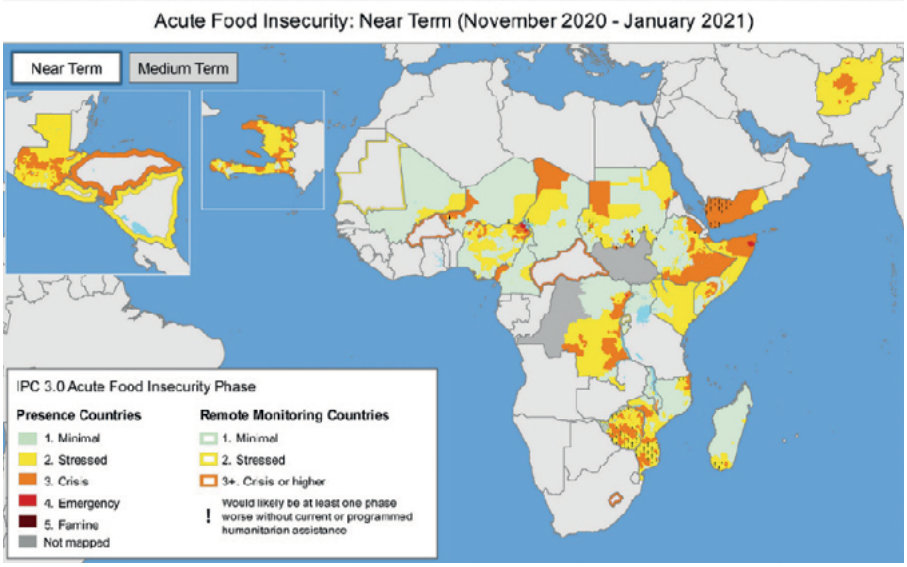
Sobre esta línea de trabajo, se ha desarrollado una segunda familia de aplicaciones que consisten en monitorizar amenazas prácticamente en tiempo real. Así se han desarrollado aplicaciones sobre el riesgo de sequía (*Global Drough Observatory*) y el estrés hídrico, entre otros factores.

También hay un creciente interés por monitorizar en tiempo real el desarrollo de las cosechas para poder prevenir posibles problemas. En este sentido, y aunque aún no se aplica en África, es muy interesante el progreso realizado en el marco de Copernicus para monitorizar las cosechas en Europa. En el ámbito global destaca la iniciativa GEOGLAM (*Global Agriculture Monitoring*) producido por GEOS.

Otra línea de trabajo es la elaboración de mapas de potencialidad agraria sobre la base de un análisis de los factores edáficos y climáticos que condicionan la producción agraria. Un ejemplo de estos sistemas lo encontramos en la evaluación realizada en Senegal.

Finalmente, uno de los esfuerzos más intensos que han realizado los organismos internacionales, y especialmente la FAO a través del Programa Mundial de Alimentos, ha sido la monitorización de los problemas de inseguridad alimentaria. Uno de los sistemas utilizados para la monitorización de la seguridad alimentaria es el FEWS. Mediante este sistema se elaboran mensualmente mapas de riesgo de inseguridad alimentaria para todos los países de África y algunos de otros ámbitos geográficos (Centroamérica y Asia).

Figura 11: Plataforma del FEWS (Famine Early Warning)



La mayor parte de estos mapas se desarrollan a escala país, pero también existen aplicaciones de móvil que utilizan información geográfica localizada en servidores externos. El más conocido y potente es el Land Potential Knowledge System,una aplicación de móvil (Herrick et al., 2013) que apoya a los gestores de explotaciones agrarias a tomar decisiones productivas basándose en información geográfica almacenada en una nube. Fue desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) con financiación de USAID en 2013.

F. Planificación del desarrollo

La FAO ha desarrollado una caja de herramientas de apoyo a los procesos de gestión y planificación de los usos del suelo. En este sistema, se almacenan diferentes herramientas que sirven tanto para ejecutar procesos de planificación, mediante sistemas de apoyo a la decisión o de integración de procesos participativos, como para metodologías de diagnóstico con enfoque preventivo frente a riesgos ambientales, o procesos de desertificación.

Otro aspecto de aplicación es la evaluación de las potencialidades para el desarrollo, utilizando diferentes capas de información. El SEDAC, por ejemplo, ha desarrollado los *Global Development Potential Indices* (DPIs).

A pesar de estos interesantes avances, la aplicación en el campo de la planificación de los instrumentos mencionados en los apartados anteriores es un proceso que lle-

va un cierto nivel de retraso. Esta situación está motivada por la continua aparición de nuevos productos que requieren unos conocimientos técnicos que no siempre son ampliamente difundidos en el África Subsahariana. Esto dificulta que el conocimiento de su utilidad llegue a los diferentes niveles de planificación. Como consecuencia, en este campo son muy importantes los procesos formativos que conectan al personal de la administración y a los decisores políticos con las herramientas útiles para los procesos de diagnóstico y planificación de los procesos de desarrollo.

G. Objetivos de Desarrollo Sostenible

La información geográfica juega un papel importante en relación con los ODS, fundamentalmente en los procesos de monitorización, seguimiento, evaluación y comunicación. Esta relación se ha desarrollado ampliamente a nivel teórico y también han aparecido bastantes experiencias piloto (ver por ejemplo el número especial de la revista *ISPRS International Journal of Geo-Information* de 2018[22]).

En la actualidad, la principal estrategia para canalizar esta influencia es la iniciativa *Space Supporting the Sustainable Development Goals* de UNOOSA, que coordina los esfuerzos internacionales para que la información geográfica, y especialmente la procedente de la teledetección desde el espacio, apoye el proceso de monitorización de los ODS. Esto es relevante porque, mediante el uso de sistemas globales, se pretende resolver una parte de la brecha que tienen los países menos desarrollados con la información necesaria para este proceso de monitorización. En todo caso, el uso de información geográfica para la monitorización de los ODS se inserta en un proceso global de mejora de los procesos estadísticos (SDSN, 2015). Dentro de esta iniciativa, uno de los primeros resultados de este proceso es el documento de análisis del potencial de la información generada por Copernicus para el seguimiento de los ODS, que contiene una revisión de posibles usos de la información generada para cada uno de los 17 objetivos (GNSS & Copernicus, 2019).

A pesar de este progreso, en ASS los principales retos tienen que ver con la geolocalización de datos estadísticos –especialmente los socioeconómicos– en la monitorización de la biodiversidad y en la prevención y monitorización de los desastres.

H. Seguimiento de la COVID-19

La aparición de la gran pandemia mundial de la COVID-19 ha supuesto un enorme shock global. Frente a este problema, la información geográfica ha jugado un papel relevante en el análisis del proceso de expansión territorial que ha vivido la enfer-

22. https://www.mdpi.com/journal/ijgi/special_issues/SDGs. Accedido el 12 de enero de 2021.

medad. En este sentido, desde un primer momento preocupó enormemente que los países menos desarrollados se quedaran atrás en su capacidad de monitorización de los casos, y ello motivó que se realizara un enorme esfuerzo internacional para ayudar a estos países, muchos de ellos del África Subsahariana, a desarrollar las herramientas necesarias.

Así, desde un primer momento comenzaron a desarrollarse portales de datos con cartografía asociada, jugando la cooperación internacional un papel ágil y relevante en la ayuda al proceso. Como consecuencia, un gran número de países tienen servidores locales que reportan los casos no solo a nivel nacional, sino también en algunos casos a nivel regional y municipal (Ghana, Nigeria, Senegal, Namibia, o Kenia, entre otros). GEO ha desarrollado un informe sobre las herramientas desarrolladas en África para la gestión de la COVID-19[23].

Por otro lado, algunas empresas privadas del sector también han contribuido a este esfuerzo. Así, ESRI ha desarrollado en su geoportal de África un espacio específico en el que aparecen recogidos aquellos servidores que han utilizado tecnologías pertenecientes a la empresa. Desde esta página también se ofrece asistencia gratuita a aquellas agencias de salud pública que lo requieran.

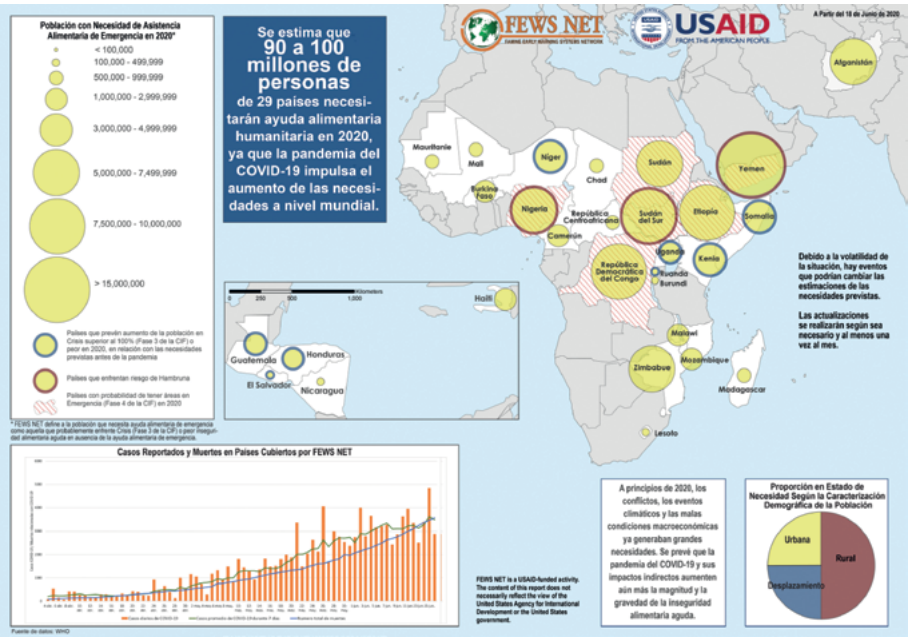
Junto con los servidores nacionales existen otros regionales, como los del RCRMD. Este organismo ha desarrollado una plataforma abierta de datos en la que se muestran los casos de los países miembros junto con las medidas adoptadas frente a la enfermedad. Otro portal regional pertenece al Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés) de la UA.

Al mismo tiempo comienzan a desarrollarse herramientas para el análisis de efectos paralelos de la COVID-19, como por ejemplo el análisis de la influencia de la pandemia sobre la ayuda alimentaria desarrollado por FEWS.

Igualmente se está utilizando la plataforma GEOGLAM para la monitorización de los efectos sobre la seguridad alimentaria de la epidemia.

23. https://earthobservations.org/documents/Covid19/afrigeo_brochure_Covid19.pdf Accedido el 03 de febrero de 2021

Figura 12. Necesidades máximas previstas por FEWS NET durante el año 2020 en 29 países, incluyendo los impactos de la pandemia del COVID-19 en la seguridad alimentaria a junio de 2020



Fuente: FEWS NET

4.8.5. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica. Conclusiones

- Sigue existiendo una gran brecha en las capacidades para utilizar la información geográfica, y para que esta pueda contribuir de forma efectiva al desarrollo del África Subsahariana. Por ello siguen siendo necesarios aportes de la comunidad internacional, muy especialmente en lo que se refiere al desarrollo de capacidades.

- El proceso que compensa la brecha existente está impulsado por el gran desarrollo de los servidores globales de información. En este sentido, las perspectivas son tremendamente esperanzadoras.

- En el momento actual, es más necesario que nunca apostar por el desarrollo de capacidades entre la población, especialmente entre el personal de la administración.

- Las aplicaciones analizadas en el estudio han mostrado su utilidad en varios campos. Destacan la monitorización de los usos del suelo y sus cambios, la vinculación a los mismos de los datos estadísticos (especialmente los de población), la monitorización de ecosistemas, y la gestión de desastres medioambientales y climáticos.

- El análisis y prevención de los desastres supone un reto especialmente importante si se tiene en cuenta la creciente exposición al problema.

- Campos de desarrollo prometedores son el análisis de las potencialidades sectoriales, especialmente en el campo energético, pero de manera creciente en el sector agrario. También la geolocalización de datos estadísticos de tipo socioeconómico.

- En consecuencia, un reto muy importante es que la capacidad analítica desarrollada tenga un mayor impacto en la planificación de los procesos de desarrollo, y que se combine con mecanismos de participación para la generación de escenarios y estrategias.

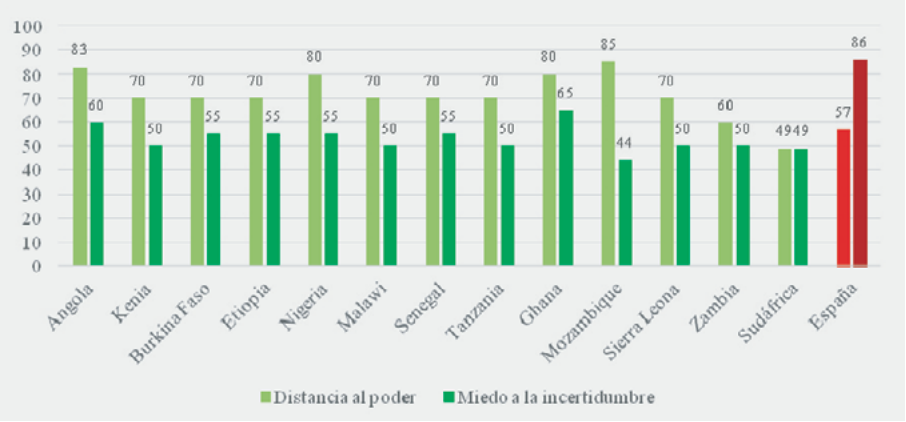
- La utilización de información geográfica en la gestión de la pandemia de la COVID-19 ha resultado muy interesante porque demuestra que, a pesar de la brecha mencionada, hay capacidad suficiente para desarrollar de forma ágil sistemas útiles para resolver un problema de esta complejidad y el enorme efecto que tiene la colaboración entre organismos públicos y privados, de administraciones, empresas, centros de investigación y ONGD. Este ecosistema ha sido capaz, en un breve lapso de tiempo, de desarrollar los instrumentos que han ayudado a mostrar la expansión geográfica de la epidemia, a gestionarla, y a desarrollar los procesos de planificación necesarios. Los servidores de información global han jugado un papel muy relevante en que este proceso haya sido rápido y poco costoso.

4.9. La gestión de riesgos, compañera de la innovación. *Rocío Rodríguez Rivero*[24]

4.9.1. Introducción

El conocido e influyente sociólogo Geert Hofstede (1928-2020) establecía que la innovación se produce más fácilmente en sociedades con baja distancia al poder, esto es, poco jerárquicas, y con una alta aceptación de la incertidumbre (Hofstede et al., 2010). Las sociedades del África Subsahariana, de acuerdo con sus estudios y atendiendo a su carácter comparativo, muestran un nivel de aceptación de las jerarquías más alto que la sociedad española (a excepción de Sudáfrica). A su vez, poseen unos niveles medios de aversión a la incertidumbre, más bajos que la sociedad española. El nivel de innovación en España realmente no es muy alto, estando la inversión dedicada a estas actividades por debajo de la media europea (Cotec, 2020), y esto podría deberse, entre otras cosas, a la alta aversión a la incertidumbre. En cambio, las puntuaciones medias en el ámbito del miedo a la incertidumbre sitúan a las sociedades africanas como relativamente propensas a la innovación y al emprendimiento. Ejemplo de ello es la alta tasa de emprendimiento que existe en África, destacando en particular el emprendimiento femenino en ASS, que está considerado como el mayor del mundo en el último informe del *Global Entrepreneurship Monitor* (2019). Los diferentes niveles en cuanto a las dimensiones de distancia al poder y de miedo a la incertidumbre se pueden ver en la figura 12.

Figura 13: Comparativa de las dimensiones de "Distancia al poder" y de "Miedo a la incertidumbre" entre las sociedades del África Subsahariana y España



Fuente: elaboración propia a partir de Hofstede Insights, 2020

24. Itd / Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales UPM.

Las diferencias encontradas entre las sociedades del África Subsahariana y la española deben ser muy tenidas en cuenta a la hora de realizar cualquier proyecto conjunto, porque serán susceptibles de generar riesgos en el desarrollo del proyecto.

Según la OCDE, la innovación oportuna y bien orientada impulsa la productividad, aumenta el crecimiento económico y ayuda a resolver los problemas de la sociedad (OCDE, 2016). Resulta aquí especialmente interesante poner el énfasis en la necesidad de buscar una innovación adecuada al contexto y orientarla bien a lo largo de su implementación.

Aunque bien es cierto que calcular la innovación resulta un verdadero reto (Edquist et al., 2018), actualmente se recurre de manera habitual al uso de indicadores para medir el rendimiento de las actividades innovadoras; en definitiva, a la búsqueda de su eficiencia. Cuando se habla de eficiencia en un proyecto, se suele vincular a las tres dimensiones del conocido como "triángulo de oro" de la dirección de proyectos: alcance, coste y tiempo. La efectividad, en cambio, está ligada a la satisfacción del cliente (Berssaneti y Carvalho, 2015).

En el caso de las intervenciones de desarrollo, este cliente sería la comunidad beneficiaria. Así pues, se podría situar la eficiencia en el corto plazo de la ejecución del proyecto, y la eficacia en el largo plazo del uso o aplicación del proyecto. Esto conduce a las dos dimensiones conocidas del éxito en un proyecto: el éxito en la dirección del proyecto (corto plazo, ejecución), y el éxito en el impacto del proyecto (largo plazo, uso). Aunque la primera dimensión debe ser cuidada por la responsabilidad que conlleva el uso de los recursos, en los proyectos de desarrollo cobra especial protagonismo el éxito del impacto del proyecto en la comunidad.

4.9.2 Hacia la eficacia de los proyectos en África Subsahariana

De acuerdo con los informes del Banco Mundial, solo el 73% de sus proyectos alcanzan el éxito de una manera moderadamente satisfactoria o superior. Este nivel se reduce al 50% cuando se trata de proyectos llevados a cabo en África (BM, 2018).

Aunque algunos autores como Juselius, Møller y Tarp (2014) creen que pese a lo que pudiera ser un nivel de éxito inferior al esperado, estas intervenciones acaban generando desarrollo en el largo plazo en África. Moyo (2009), por su parte, se muestra más crítico señalando que crean relaciones de dependencia entre los países africanos y sus donantes.

Entre los motivos posibles para estas bajas tasas de éxito, en el contexto concreto de ASS, Ika (2012) situaba los siguientes:

- El hecho de recurrir a procedimientos estándar que han funcionado en otros lugares, sin adecuarlos al tamaño o tipo de proyecto, y, sobre todo, al contexto.

- La obsesión por la rendición de cuentas, dedicando mayor esfuerzo en mostrar resultados de manera transparente que en mejorar los resultados.

- La falta de capacidad para la gestión de proyectos por parte de las organizaciones locales, muchas veces más preocupadas en asuntos de seguridad y trámites que en la supervisión.

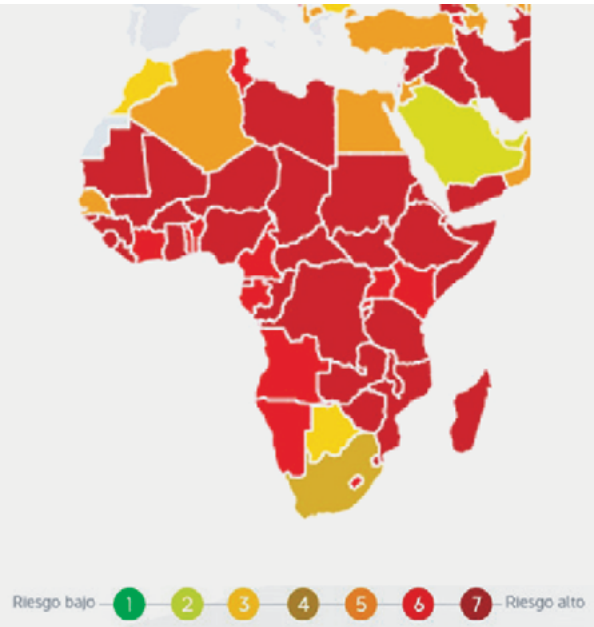
- La falta de consideración hacia la cultura local, abusando de la racionalidad occidental.

Este último punto relacionado con la importancia de tener en cuenta el contexto local había ya sido previamente resaltado también por Diallo y Thuillier (2005). Éstos prestaron especial atención a los factores de éxito en el impacto de los proyectos en África en sus investigaciones, señalando la necesidad de trabajar con herramientas y metodologías de gestión de proyectos específicas adaptadas a su contexto, en las que se priorizara la buena comunicación y el cuidado de las relaciones interpersonales, internamente, dentro del proyecto, y externamente, con el resto de *stakeholders* relacionados.

4.9.3 El enfoque de riesgos como aliado de la eficacia

Dada la importancia del contexto o entorno en el que se desarrollan los proyectos a la hora de determinar el impacto de sus acciones, conviene tener en cuenta que, a excepción de Sudáfrica, los países del África Subsahariana presentan en mayor o menor medida situaciones de inestabilidad, como se puede ver en el mapa riesgo-país elaborado por CESCE (figura 13). Estos entornos inestables se pueden reflejar en inflación, instituciones débiles e infraestructura muy limitada. Los entornos inestables generan incertidumbre y serán fuente de riesgos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. De hecho, algunos estudios sitúan a los riesgos asociados al propio entorno del país como los que más afectaban a los proyectos (Ika y Donnelly, 2017; Wang et al., 2004).

Figura 14: Mapa riesgo-país en África.



Fuente: CESCE, 2021

El objetivo de la gestión de riesgos es transformar esas incertidumbres en riesgos predecibles potencialmente controlables. Esta labor no es fácil, pero es indiscutible en cualquier tipo de proyecto y, con más razón, debería considerarse en las intervenciones de desarrollo. Lo cierto es que es algo exploratorio actualmente, con escasos estudios como el de Yamaswari et al. (2015), aunque cada vez más reclamado, como demuestra la investigación de Rodríguez-Rivero et al. (2019), en la que los y las profesionales de la cooperación al desarrollo apuestan por la integración de la gestión de riesgos para mejorar la gestión de los proyectos de cooperación al desarrollo.

La gestión de riesgos implica enfrentarse a éstos de manera proactiva para aumentar así las probabilidades de éxito del proyecto (Kerzner, 2017). Así lo demuestran algunos estudios que vinculan una buena gestión de riesgos con un mayor éxito en el impacto del proyecto (Carvalho y Rabechini, 2015; O'Connor et al., 2008). El estudio de Rodríguez-Rivero et al. (2020a) sobre proyectos de desarrollo en Colombia, vincula además determinadas categorías de riesgo, como la que tiene que ver con las diferencias culturales, con el impacto del proyecto. En el contexto de ASS, Valdivia et al. (2017) también señalaba la importancia de realizar una adecuada evaluación *ex ante* para identificar y evaluar los riesgos con los que podía encontrarse un proyecto.

La gestión de riesgos conlleva siempre una planificación, una identificación y una evaluación de riesgos que ayude a priorizarlos a través de su probabilidad de ocurrencia e impacto, así como a facilitar una respuesta a aquellos definidos como prioritarios y el control de la evolución del conjunto de riesgos a lo largo del proyecto. Esto significa que debe hacerse con carácter previo a la intervención, pero también a lo largo de todo su desarrollo. En esa fase previa, sería también muy importante realizar un estudio de viabilidad, que incluyera, por lo menos, la parte técnica y económica. Estos estudios previos han sido reclamados recientemente en investigaciones sobre innovaciones agrícolas (Monjardino et al., 2020).

Para realizar tanto estudios de viabilidad, como de identificación y evaluación de riesgos, resulta de gran ayuda recurrir a la simulación de diferentes escenarios como propone la prospectiva (Godet, 1986). Ello ha demostrado ser de gran utilidad en iniciativas de cooperación al desarrollo, como el caso del proyecto de formación en educación superior para jóvenes sin recursos llevado a cabo en Colombia por la Corporación Universitaria Comfacauca, socio aliado de la UPM en el país (Rodríguez-Rivero et al., 2020b). Este proyecto buscaba, por un lado, formar técnicamente, y, por otro, mejorar la empleabilidad de jóvenes vulnerables del norte del Cauca. Gracias al trabajo con escenarios y a la implicación de todos los participantes del proyecto, muchos de los problemas se pudieron anticipar, logrando así empoderar al conjunto de jóvenes beneficiarios y reducir la tasa de abandono en el proceso educativo.

Otro ejemplo de buenas prácticas es el proyecto Ubora, en el que participa la UPM y que ha dado lugar a la creación de una "Wikipedia" de dispositivos biomédicos y a la celebración de una serie de escuelas de diseño en Nairobi en 2017, en Pisa en 2018, en Kampala en 2019, y online en 2020. Ubora significa "excelencia" en suajili, y de acuerdo con ese nombre, ha buscado en todo momento ser un icono de eficacia sin dejar a nadie atrás. Cada proyecto dentro de esta plataforma es sometido previamente a un estudio de viabilidad legal, técnica y ambiental, además de comprobarse que responde a una necesidad médica. Durante su desarrollo es acompañado por mentores/as expertos/as de diferentes centros de investigación y universidades del mundo, pero principalmente africanas, bajo el liderazgo del African Bio Engineering Consortium (ABEC). Ubora contribuye a minimizar riesgos en el desarrollo de dispositivos médicos gracias a la formación y al desarrollo colaborativo entre distintos perfiles y personas de diferentes países, pero principalmente africanos, siguiendo normas de carácter internacional, con lo que la revisión de decisiones y el escrutinio de proyectos viables mejora. El respaldo de una organización africana fuerte y reconocida, como la ABEC, también ha sido de gran ayuda.

4.9.4 La gestión de riesgos participativa

Al ser proyectos de cooperación al desarrollo eminentemente sociales, es imprescindible tener en cuenta al conjunto de la sociedad local. Por ejemplo, si solo se considera a la comunidad beneficiaria, es posible que se queden sin identificar cierto número de riesgos asociados a aquellas personas perjudicadas directa o indirectamente por la intervención, porque todo proyecto genera un cambio que puede traer consigo también otros en las relaciones previamente establecidas entre las personas, o en el desarrollo de su vida habitual. Por ello, prestar especial atención a todas las personas o grupos que pueden influir o verse influidas por la intervención resulta imprescindible a la hora de identificar riesgos.

El proceso de la gestión de riesgos debe ser participativo, especialmente en lo que se refiere a a su identificación. Cuantas más personas o grupos participen, con diversos puntos de vista e intereses en el proyecto, más productiva será la identificación de riesgos. En este proceso hay que prestar especial atención a los factores culturales locales, pudiendo ser acertado realizar diferentes procesos segregados para generar ambientes más cómodos en los que expresarse abiertamente.

En el momento de la evaluación de la probabilidad de ocurrencia y de impacto sobre el proyecto, sí será conveniente contar con personas experimentadas en la zona o en el tipo de intervención, que puedan aportar conocimiento sobre qué pasó en anteriores ocasiones. En este momento influye la aversión o propensión al riesgo de cada persona, un sesgo muy afectado también por patrones socioculturales, por lo que siempre será mejor contar con varias opiniones.

A la hora de determinar el impacto de un riesgo, puede hablarse en términos generales de impactos sobre algún objetivo concreto del proyecto, como su alcance, presupuesto o cronograma. Esto resulta especialmente interesante cuando las intervenciones tienen una marcada restricción sobre alguno de ellos. En ese caso, se procedería a ponderar los impactos de acuerdo con los pesos deseados:

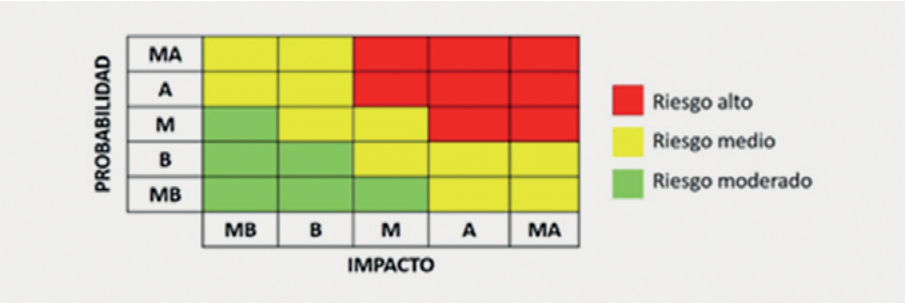
$$Impacto=(w_alcance\times\times Impacto\times_alcance)+(w_coste\times\times Impacto\times_coste)+(w_tiempo\times\times Impacto\times_tiempo)$$

(Siendo *w* el peso asignado)

La evaluación de riesgos a través de las dos variables (probabilidad e impacto), permite ordenar los riesgos jerárquicamente a través de su importancia. Este orden jerárquico es frecuente encontrarlo de una manera muy visual a través de lo que se conoce como matriz de probabilidad-impacto del riesgo. La figura 14 es un ejemplo de esta matriz. Se debe señalar que la asignación de los tres niveles de riesgo (impor-

tante, medio y moderado), así como dónde pasa de un nivel a otro, es criterio de la persona u organización que realice el proceso de evaluación de riesgos. Los riesgos que de acuerdo con el criterio elegido sean considerados importantes requerirán de la correspondiente respuesta de actuación, pudiendo ser que sean así eliminados o minimizados.

Figura 15: Ejemplo de matriz de evaluación de riesgos



Fuente: elaboración propia.

El proceso de gestión de riesgos se debe realizar con carácter previo a la realización del proyecto, resultando en muchas ocasiones muy valiosa la información suministrada para ayudar a la toma de decisiones a la hora de elegir entre diversas alternativas de proyecto. Si finalmente se opta por la ejecución del proyecto, la gestión de riesgos debe acompañar el desarrollo del mismo hasta su finalización. En proyectos de innovación, no obstante, pudiera ser oportuno empezar con un proyecto piloto.

Durante la aplicación de los procesos de gestión de riesgos se debe tratar de ser transparente e involucrar lo más posible a agentes locales, especialmente a las comunidades beneficiarias del proyecto. Estos modelos más participativos encajan mejor con la cultura colectivista que comparten las sociedades subsaharianas, evitando problemas como los identificados por Muriithi y Crawford (2003), que concluían que en las sociedades africanas las herramientas centradas en la racionalidad económica y no en la cultura y el ser humano están destinadas a fracasar. Apostar por la transparencia y la participación será motor también de generación de confianza, considerada también como un factor clave de éxito en estudios previos sobre proyectos de cooperación internacional (Diallo y Thuillier, 2005).

Dentro de esa cultura colectivista que fomenta el carácter participativo pueden encajar muy bien las alianzas multiactor, que ayudarán a mejorar la efectividad del proyecto localmente (Khan Mohmand y Loureiro, 2017).

En definitiva, apostar por la gestión de riesgos en los proyectos de cooperación al desarrollo no es sólo un paso imprescindible en la búsqueda de la eficacia, sino que también generará confianza en las comunidades locales, que en ocasiones pierden la fe en este tipo de intervenciones ante experiencias previas con impactos menores que al cabo de pocos años pasan a estar obsoletas u olvidadas. Es momento de aprovechar cada oportunidad con la unicidad que merece.

4.9.5. Gestión de riesgos. Conclusiones

- Las sociedades africanas están altamente jerarquizadas. Esto se debe tener en cuenta antes de iniciar cualquier proyecto, fomentando tareas colaborativas en las que interactúen, en primer lugar, personas del mismo grupo social, para a continuación buscar un consenso con otros grupos.

- Las sociedades africanas destacan por su colectivismo. Esto implica que en las intervenciones no solo se debe prestar atención a la comunidad con la que se trabaja, sino también a las comunidades vecinas, dado que, por un lado, sus relaciones se verán modificadas tras la intervención, y por otro, la experiencia vivida será difundida, de ahí la importancia de velar por la buena reputación.

- Una buena evaluación de la viabilidad del proyecto *ex ante* en todos sus ámbitos, evitará dar comienzo a proyectos que puedan dejar una mala imagen de las organizaciones ejecutantes en la comunidad.

- Una buena gestión de riesgos, desde la concepción del proyecto hasta su final, resulta imprescindible para gestionar posibles imprevistos sin comprometer el éxito del proyecto. El trabajo con experiencias piloto suele ser de gran ayuda.

- La capacitación local en gestión de proyectos es necesaria para mejorar su eficacia. Para ello, resulta conveniente involucrar a universidades y centros de investigación africanos, que son quienes pueden dar la continuidad necesaria a esta tarea.

- La transparencia en todo el proceso de gestión y la simplificación en el proceso de rendición de cuentas, contribuirán a mejorar la eficacia de las intervenciones.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se ha explicado en el apartado de metodología, la presente investigación se ha realizado en dos etapas. En la primera, los responsables de las distintas áreas han trabajado de manera independiente, profundizando en cada una de ellas con plena libertad creativa. Por ello, determinadas cuestiones aparecen planteadas en distintas colaboraciones, si bien nunca de manera idéntica. Estas "coincidencias" o "intersecciones" refuerzan las ideas comunes y permiten una segunda reflexión acerca de las mismas que conduce a un análisis más afinado.

Las conclusiones de cada uno de los apartados son independientes, apareciendo también algunas idénticas o muy similares en las distintas colaboraciones, dado el carácter transversal de muchas de ellas y que todos los campos están interrelacionados entre sí. Por ejemplo, no puede hablarse en el área agronómica de mejorar los sistemas de riego sin el concurso de las nuevas tecnologías, y no pueden usarse éstas sin infraestructuras adecuadas. Por ello, muchas conclusiones no son simplemente específicas de un área, sino que están relacionadas y/o son dependientes de acciones en otros ámbitos.

Por otro lado, la naturaleza del estudio hace que el análisis de los mismos datos pueda conducir a que diferentes personas obtengan distintas conclusiones, o las mismas con matices muy diferentes. Por ello, el documento se ha elaborado de forma que el lector pueda leer las aportaciones originales y extraer sus propias conclusiones.

Más allá del análisis sectorial contenido en el capítulo 4, fruto de las mencionadas colaboraciones, la investigación recoge en las siguientes páginas las conclusiones consensuadas por el equipo investigador, estructuradas en tres apartados:

I. **Casos de referencia.** Acciones de desarrollo basadas principalmente en innovación y nuevas tecnologías que los miembros del equipo investigador y/o las personas expertas consultadas consideran un éxito. Se trata de casos que pueden inspirar nuevos proyectos de cooperación dando un salto de innovación, o bien acciones que invitan a insertar iniciativas parecidas en proyectos en marcha.

II. **Líneas prioritarias de actuación en la etapa post COVID-19.** Ideas que pueden sustentar nuevos proyectos de desarrollo en el futuro inmediato, basadas en las necesidades detectadas. Dichas líneas pueden mostrar una necesidad nueva o reforzar otras ya existentes, así como requerir (o no), la implantación de aspec-

tos innovadores y/o nuevas tecnologías. Ante las nuevas necesidades, su propia implantación puede suponer una innovación, al igual que la aplicación de nuevas ideas a necesidades previas.

III. **Propuestas generales.** Recomendaciones de ideas a incorporar en nuevos proyectos y acciones de cooperación para mejorar la identificación, desarrollo y éxitos de estos. Dichas propuestas pueden aportar innovaciones al respecto, de manera individual o combinadas con otras.

Muchas colaboraciones convergen en la idea de que la innovación y las nuevas tecnologías no son un instrumento milagroso en sí mismas, sino que requieren una identificación previa muy sólida considerando múltiples aspectos transversales (condiciones sociales, formación de los y las beneficiarias, etc.), y que no pueden ser más que una herramienta, nunca un objetivo, un gigante con pies de barro. En esta idea, que se mantiene a lo largo del documento, se asientan las conclusiones.

Del mismo modo, varias aportaciones y referencias acentúan el valor de la innovación que se gesta "de abajo a arriba", sin descartar la forma inversa. Y, dentro de esta idea, se menciona la necesidad de estructurar de forma estable y flexible, contando con los benefactores, la identificación de las necesidades prioritarias y la implementación de la I+D+i requeridas para crear la innovación y las tecnologías necesarias. En suma, quizás la innovación más necesaria es la conducente a crear estas estructuras, que además podrían ayudar a crear y/o fortalecer universidades, centros de investigación, centros tecnológicos locales y otros organismos.

Dentro del concepto de "innovación desde abajo", el documento muestra varias referencias a la necesidad de apoyar el emprendimiento local más que a buscar "innovaciones estrella". Este apoyo es perfectamente compatible con la creación de las estructuras estables mencionadas en el párrafo anterior, ya que el apoyo al emprendimiento debería ser uno de los objetivos irrenunciables de las mismas.

En resumen, sin descartar la innovación y creación de tecnología "de arriba abajo", ni la idea brillante puntual que conduce a una innovación exitosa, la principal conclusión de este trabajo es que **urge la creación de estructuras colaborativas estables, con participación local, que identifiquen regularmente necesidades prioritarias e implementen la I+D+i necesaria para satisfacerlas con éxito, creando capacidades locales fuertes y estables, entre las que debe estar el apoyo a los emprendedores.** En todo caso, dichas estructuras deben tener en cuenta el importante papel que puede jugar el sector privado al servicio de los principios de la cooperación al desarrollo.

Propuestas generales	
Propuesta	**Comentarios**
1. En las zonas rurales, si no hay garantía de gestión y mantenimiento de posibles nuevas tecnologías aplicadas, no hay que despreciar las "soluciones mecánicas", que en algunos casos pueden ser prioritarias.	La aplicación de nuevas tecnologías tiene que estar bien justificada, teniendo muy en cuenta varios factores, incluyendo la gestión y el mantenimiento. En caso contrario se da un salto excesivo que genera fracaso y recelo posterior ante nuevos proyectos. El planteamiento de estos aspectos es clave en cualquier proyecto, más aún en aquellos que pretendan aplicar innovación y nuevas tecnologías. Esto requiere formación de personal y recursos adecuados.
2. La innovación requiere procesos de I+D+i que nazcan del diálogo interactivo (en doble vía) y el reconocimiento de saberes con los actores reales y trascendentales de los territorios (un verdadero diagnóstico socio ambiental y de proyectos de vida comunitarios). No sirven los planes de intervención desde la distancia y sin conocer el terreno. Es necesario priorizar cadenas productivas, que garanticen sostenibilidad social y económica	Refuerza la idea de diseñar estructuras estables de creación de conocimiento aplicado a la cooperación al desarrollo, con participación de ambas partes y generando capacidades sostenibles en el territorio, con fuerte apoyo social. El diálogo interactivo debe contener elementos de innovación social participativa.
3. La innovación debe basarse en la transferencia de valor, es decir, en alejarse de las intervenciones rápidas y humanitarias y acercarse a enfoques basados en el comercio, formación, capacitación, especialización, emprendimiento, etc.	Es un modo de avanzar más complejo, pero también más duradero y con una carga de dignidad hacia los benefactores superior a otros tipos de ayuda.
4. En el proceso de evaluación de la viabilidad de aplicar innovación o nuevas tecnologías, es preciso un estudio previo profundo de los problemas políticos relacionados con la acción	A veces los enfoques de búsqueda de la "innovación milagrosa" provienen de una falta de reconocimiento de que la mayor parte de los problemas tienen una solución política, y ello precisa de cambios en las legislaciones, en los presupuestos estatales, en los servicios generados por el sector público, etc. Se sabe muchas veces cómo se podría solucionar, pero no hay valentía para políticamente llevar a cabo las transformaciones necesarias (reformas fiscales, reformas agrarias, etc.).

Propuestas generales	
Propuesta	**Comentarios**
5. Evitar en los proyectos de cooperación de innovación en los que se prime la utilización de tecnología innovadora por encima de su aplicación útil, eficaz y sostenible en el tiempo para la población.	Se trata de un fallo estructural de muchos proyectos. Este punto se suma a la filosofía de los puntos anteriores.
6. Trabajar muy de la mano de las instituciones públicas y potenciar la introducción de la empresa privada local (que apuesta por el desarrollo tecnológico y la innovación) en los proyectos de cooperación.	El factor de introducción de la empresa privada local, de la industrialización local, es ampliamente mencionado en la investigación. Debería ser un objetivo firme de los proyectos de cooperación al desarrollo.
7. Es imprescindible potenciar el asociacionismo u organizaciones de productores con capacidad empresarial, sumando también a pequeños productores.	Esta estrategia permitiría a los benefactores realizar la gestión de acopio de materia prima, su transformación agregando valor, y la comercialización.
8. En los proyectos de desarrollo agrícola, hay que sumar a la producción primaria la agroindustria y todo tipo de cadenas de valor, así como acciones paralelas como agro-ecoturismo e industrialización tangencial.	El aumento de la eficiencia de la producción primaria disminuye la mano de obra necesaria en la misma, por lo que deben diseñarse estrategias que generen empleo paralelamente. La agroindustria es clave en esta estrategia, incorporando cadenas de valor y necesidades de empleo a su servicio, pero no es la única opción. Acoger el desplazamiento de mano de obra desde el sector primario es básico para evitar una migración masiva a las ciudades, que genera otros problemas de importancia.
9.Tomar el proyecto europeo LEADER como referencia para los proyectos en el medio rural.	Ello permitiría cumplir muchos requisitos que han surgido en la investigación.
10. Evitar que los proyectos de cooperación contemplen únicamente la creación de un canal de comercialización artificial gestionado por los propios agentes de cooperación.	En estos casos, generalmente el proyecto cae al cesar la actuación específica.
11. Basar el desarrollo agrícola y agroindustrial no solo en hábitos internacionales, sino también en hábitos locales.	También pueden considerarse hábitos de países del entorno
12. Determinar la sostenibilidad social, económica y ambiental de los proyectos.	Se hace énfasis generalmente en lo económico. Es necesario profundizar más en lo social y ambiental.

Propuestas generales	
Propuesta	**Comentarios**
13.Simplificar los procesos de rendición de cuentas de los proyectos.	Estos procesos no dependen en exclusiva de la organización proponente, pero sí puede aplicarse esta idea de varias maneras: concienciando a las entidades financiadoras y organismos participantes, simplificando los procesos propios o capacitando en gestión.
14. Incorporar al análisis y la gestión de riesgos en la planificación y en el seguimiento de los proyectos de cooperación.	Para realizar tanto estudios de viabilidad, como de identificación y evaluación de riesgos, resulta de gran ayuda recurrir a la simulación de diferentes escenarios. El proceso de la gestión de riesgos debe ser participativo, especialmente en lo que se refiere a su identificación. Estos estudios previos han sido reclamados recientemente en investigaciones sobre innovaciones agrícolas.
15. Insertar modelos participativos en todas las fases del proyecto, teniendo en cuenta la cultura colectivista de ASS. Tener lo más en cuenta posible a la sociedad civil.	Esta acción aprovecharía la cultura local para potenciar todos los aspectos de cualquier proyecto. La fortaleza de esta cultura, y el éxito de su filosofía, se ha puesto de manifiesto en la lucha contra la pandemia.
16. La superación de la brecha digital debería ser un objetivo en toda acción de desarrollo. Se requiere dotar a los países de ASS de infraestructura y unos servicios de TIC eficientes y asequibles, combinados con entornos normativos y reglamentarios propicios que permitan la economía digital.	La brecha digital, en cualquiera de sus formas, genera discriminación y exclusión social, impidiendo a millones de personas progresar social, cultural y económicamente. La pandemia lo ha puesto aún más de manifiesto.
17. Reflexionar sobre las dificultades que el proceso clásico de cooperación pueda suponer a la aplicación de la innovación.	Muchas opiniones convergen en que quizás la principal innovación debe darse en los procesos y en sus herramientas de gestión. Cada vez parece más necesario combinar el rigor y la garantía de empleo de las ayudas con metodologías flexibles que permitan adaptaciones ágiles de presupuestos, resultados, objetivos, etc. La excesiva rigidez no facilita la innovación previamente planteada ni la implantación de innovaciones que puedan mostrarse a lo largo del desarrollo de un proyecto. Para evaluar las aportaciones de la innovación puede no ser suficiente considerar los resultados a corto plazo, siendo necesario dar más peso a las cualidades del proceso y a los impactos que calan en la sociedad y aportan valor añadido.

Líneas prioritarias de actuación	
A. Agrotecnología, agroindustria y cadena de valor	
Línea	**Comentarios**
1. Promover redes de fincas piloto a nivel local.	Son indispensables para reforzar los proyectos de desarrollo agrícola, como instrumento de enseñanza, investigación y demostración. Pueden apoyar proyectos de distintas escalas, desde el autoabastecimiento hasta el enfoque cooperativo empresarial.
2. Mejora de la productividad y el bienestar de los rebaños y de los sistemas de pastoreo, priorizando la calidad de los animales frente a la cantidad y garantizando la oferta forrajera.	Estos sistemas cumplen un papel esencial en la seguridad alimentaria en muchas zonas, y tienen mucho margen de mejora aplicando estos criterios. Actualmente tienen rendimientos muy bajos.
3. Modelos de desarrollo agropecuario para evitar conflictos entre agricultores y ganaderos, que han aumentado en los últimos años por la escasez de recursos hídricos.	Se trataría de identificar países en los que el problema es realmente grave y promover nuevos modelos agropecuarios no limitados a la subsistencia y que incluyan formación, cadena de valor, etc. Dado el papel del nomadismo en estos problemas, la utilización de modelos avanzados de imágenes satelitales podría contribuir al éxito de los proyectos, permitiendo, por ejemplo, definir rutas de pastoreo óptimas sin conflictos. Son proyectos compatibles con la línea anterior.
4. Proyectos de desarrollo integral en zonas receptoras de acciones de seguridad alimentaria durante años.	Si no se actúa así en zonas en las que, por ejemplo, se sigue exactamente igual que hace 20 años, nunca se avanzará. Se trata de unir acción humanitaria y desarrollo.
5. Facilitar el acceso sostenible a los insumos agrarios, fortaleciendo el tejido local y diseñando sistemas apropiados de acceso al crédito.	Este tema es fundamental para conseguir la sostenibilidad de los proyectos agrícolas.
6. Implantación de la cobertura de seguros agrarios y de sistemas que permitan reducir los riesgos a los que se enfrentan los agricultores.	Acción muy necesaria dadas las condiciones adversas que afrontan muchas zonas agrícolas. Requiere una fortaleza mínima del sistema agrícola local, pero cualquier avance en este sentido es muy positivo.

Líneas prioritarias de actuación	
A. Agrotecnología, agroindustria y cadena de valor	
Línea	**Comentarios**
7. Energía solar para riego y un uso más diversificado.	Las bombas solares para riego han sido un éxito en Senegal. La energía solar podría diversificarse para muchos otros usos. Habría que detectar las necesidades de innovación y diseñar soluciones que incluyeran industrialización local. Son proyectos idóneos para vincularlos a la idea de innovación de abajo a arriba basada en la necesidad, con búsqueda de iniciativa y emprendimiento local. En general, cualquier proyecto vinculado al desarrollo de energías alternativas en el medio rural sería muy necesario.
8. Proyectos agrícolas de conservación de suelos, y ordenación de los recursos hídricos y mejora vegetal. Bancos de semillas.	El agua y el suelo son los elementos básicos del desarrollo agrícola y agroalimentario asociado. La mejora de variedades locales es esencial para producir más y de manera más sostenible. Los bancos de semillas juegan un papel clave en este último objetivo.
9. Proyectos de desarrollo agrícola simultáneos al fortalecimiento institucional en el área agroalimentaria.	En varios de los documentos analizados se afirma que en muchos casos el desarrollo agrícola se ubica tras la seguridad alimentaria y el fortalecimiento institucional. La simultaneidad permitiría un mayor fortalecimiento de los ministerios de agricultura y otras instituciones gubernamentales del área. El extensionismo estaría incluido en el fortalecimiento.
10. Proyectos formativos en cooperativas/cadena de valor/agronegocios internacionales. Universidades a distancia en el medio rural.	Proyectos basados en las nuevas tecnologías y en la enseñanza a distancia, especialmente en el medio rural (ejemplos: univeridades a distancia en medios rurales en Senegal; uso del móvil con fines formativos; proyecto TechPeopleCare, etc.). Estos proyectos formativos se basan en haber conseguido previamente la alfabetización digital y tecnológica, especialmente de los más jóvenes.
11. Desarrollo de cooperativas con mayor inclusión de productores de pequeña escala, tanto con enfoque agroecológico como ACI (agricultura climáticamente inteligente), e incluso con un enfoque más integral: agro-silvo-pastoral.	Puede ser la herramienta para superar el error frecuente de asociar lo agroecológico a la pequeña escala y lo ACI a la gran escala corporativa. Es apta también para conciliar consumo de proximidad y/o exportación al resto del país, e incluso al extranjero. Podría ser aplicable a pastores trashumantes. Sería importante un estudio previo de mercado de productos agro-silvo-pastorales.

Líneas prioritarias de actuación	
A. Agrotecnología, agroindustria y cadena de valor	
Línea	**Comentarios**
12. Huertos urbanos del tipo *Key Hole Garden*.	Es un tipo de huerto urbano, combinado con permacultura, desarrollado en África que se considera un éxito. Este tipo de proyectos podrían ir con los de desarrollo agrícola más avanzados en la línea del punto 6. En la época post COVID-19 son una alternativa a los huertos comunitarios en el ámbito rural y urbano.
13. Promover, junto con los modelos clásicos, modelos de agricultura urbana con enfoque empresarial, más allá de la subsistencia familiar.	Teniendo en cuenta la rápida y constante urbanización de la región, parece urgente el desarrollo de medidas innovadoras que impulsen la agricultura urbana, permitiendo así la producción de alimentos a la par que se asegura la nutrición y se contribuya a alcanzar condiciones de vida favorables para aquellas personas que vivan en las ciudades. El aspecto más innovador sería el enfoque empresarial, individual o cooperativo.
14. Proyectos de definición de la tenencia de la tierra con apoyo de nuevas tecnologías.	La tenencia segura de la tierra es un factor clave para asegurar la eficiencia de las inversiones en tecnología a largo plazo, así como para garantizar la herencia de las tierras para consolidar el acceso de la juventud y las mujeres rurales a la continuación de la actividad agraria. Son proyectos difíciles y largos pero imprescindibles. Podría estudiarse el papel que las nuevas tecnologías (imágenes satelitales, entre otras) pueden jugar en la disminución del tiempo de ejecución de estos proyectos.
15. Inscribir la filosofía de la Agricultura Climáticamente Inteligente de la FAO.	También puede considerarse su inclusión en proyectos en marcha que no lo hubieran tenido en cuenta.
16. Incorporar a los proyectos de desarrollo agrícola una mayor utilización del sistema Copérnico.	Los datos disponibles vía Copernicus alcanzan buena resolución en África Subsahariana, especialmente los de tipo óptico. Aunque todavía es necesario un proceso de interpretación para convertir esos datos en información para diferentes usuarios, son una herramienta eficaz para mejorar la calidad de los proyectos.
17. Diseño y mejora de secaderos para conservación de alimentos.	Hay necesidad de disponer de mejores secaderos, eficaces y de sencillo mantenimiento, basados principalmente en energía solar, pero no exclusivamente.

Líneas prioritarias de actuación	
A. Agrotecnología, agroindustria y cadena de valor	
Línea	**Comentarios**
18. Desarrollo de comercio electrónico y pago electrónico, dirigido a reducir la presencia en mercados.	Se trata de un caso de referencia (número 20) que puede servir de base para soluciones similares ligadas al desarrollo de agricultura urbana de enfoque empresarial (línea prioritaria 18), así como para comercializar.
19. Proyectos de creación de Servicios de Desarrollo Empresarial (SDE) integrados por las personas, instituciones y entidades (públicas y privadas) que brindan servicios de asistencia técnica, crédito, capacitación, insumos, investigación y asistencia administrativa, entre otros.	Deben ser integrados por las personas, instituciones y entidades (públicas y privadas) que brindan servicios de asistencia técnica, crédito, capacitación, insumos, investigación y asistencia administrativa, entre otros. En definitiva, todo aquello que no es llevado a cabo por los operadores de la cadena de valor pero que es imprescindible para que ésta funcione. Si los SDE no existen en el territorio, será necesario, previo al planteamiento de fortalecimiento de cualquier cadena, generar esta capacidad técnica en el territorio.
20. Cadena de frío. Congeladores y neveras de gran autonomía, de bajo consumo, portátiles y, en lo posible, de alimentación solar.	Requiere de un desarrollo tecnológico específico y responde a una necesidad manifiesta.

Líneas prioritarias de actuación	
B. Salud	
Línea	**Comentarios**
21. Relacionado con WASH: Gestión de la higiene menstrual.	Tanto la metodología como los productos han de ser ecológicos, accesibles y adaptados al contexto y la realidad cultural. Está relacionado también con saneamiento, agua y residuos.
22. Rediseño de estructuras de salud para que sean más operativas en tiempos de epidemias.	Es totalmente necesario, dada la frecuencia de epidemias en la zona. El estudio puede ir dirigido a estructuras de salud de distinto tamaño, también las de emergencia y asistencia humanitaria.
23. Diseño de sistemas de información sanitarios que sean sencillos y puedan ser utilizados en cualquier sistema informático.	Esta idea es aplicable a los sistemas de información que requieran proyectos de distinta naturaleza.
24. Telemedicina para lugares remotos.	Pueden ser proyectos aislados, pero parece aconsejable implementarlos junto a otros basados en la formación a distancia, buscando sinergias entre ellos.
25. Apoyo a la formación especializada del personal médico y sanitario.	Esta línea de acción es imprescindible teniendo en cuenta los datos sobre personal sanitario y la dependencia de las ONGD médicas especializadas.
26. Aumentar la cooperación en materia de investigación de enfermedades infecciosas.	Especialmente en materia de lucha contra el VIH/Sida, malaria y tuberculosis, así como las enfermedades no transmisibles, en aras de conseguir erradicarlas.
27. Trabajo con comunidad para la prevención y seguimiento de brotes infecciosos.	El trabajo con la comunidad es clave para la sensibilización, seguimiento y acceso a servicios básicos de los hogares, como lo demostró la pandemia del ébola.

Líneas prioritarias de actuación	
C. Medio ambiente y gestión del cambio climático	
Línea	**Comentarios**
28. Implementación de sostenibilidad ambiental en proyectos sociales que han arraigado sin ese componente.	Se trataría de revisar proyectos en marcha que no contemplaron, o lo hicieron de manera insuficiente, la sostenibilidad ambiental, para implementarla con proyectos específicos.
29. Proyectos de asimilación de datos procedentes de múltiples fuentes: Observaciones directas en campo, imágenes satelitales, *Big Data*, etc.	Se necesita un mayor esfuerzo en este sentido. El uso de los datos de teledetección debería ser complementario, no sustitutivo de los experimentos de campo. Esto es necesario para calibrar modelos, en especial en zonas con sistemas agrarios complejos, como los sistemas de cultivo mixtos (*mixed cropping*, *inter-cropping*, rotaciones) para los cuales existen muy pocos datos experimentales y también son escasas los modelos que permitan su simulación de forma fiable. Necesarios para conseguir adaptarse al cambio climático y diseñar proyectos de integración agroforestal.
30. Alternativas al uso de leña como combustible.	África tiene como uno de sus principales problemas medioambientales la deforestación de sus selvas. un 70% de la cual puede atribuirse a la demanda de leña. Se estima que la deforestación aumentará un 83% si las condiciones actuales de consumo energético rural y urbano se mantienen, así como el porcentaje de leña extraída de los bosques. Esta acción puede constituir proyectos específicos o estar incluida en otros de desarrollo rural agroforestal, por ejemplo. Debería incluir la creación de industrias locales de cocinas económicas y/o hacer accesibles otras fuentes de energía. Se estima que la inhalación de humo en los hogares causa quinientas mil muertes al año.
31. Energías alternativas en el medio rural para dotar a éste de independencia energética.	La necesidad es clara y en consecuencia la implementación de proyectos al respecto. La energía solar fotovoltaica tiene un gran potencial, pero no hay que olvidar la eólica ni la biomasa. Senegal, por ejemplo, ya ha iniciado un proceso de descentralización energética.

Líneas prioritarias de actuación	
D. Revolución digital	
Línea	**Comentarios**
32. Proyectos destinados específicamente a romper la brecha digital, considerando este objetivo como condición necesaria para la consolidación de otros de prácticamente todas las áreas.	La brecha digital evita la implantación de muchas acciones necesarias, innovadoras o no. Impide el acceso a formación, salud, etc. y sobre todo el desarrollo personal y profesional pleno. Hay también una brecha digital entre hombres y mujeres en el uso de internet, no así en el uso del móvil, por lo que estrategias de igualdad de género basadas en esta herramienta pueden resultar muy útiles para conseguir el empoderamiento digital femenino
33. Desarrollo de infraestructuras nacionales de Internet de banda ancha.	Son infraestructuras vitales para cualquier acción de desarrollo.
34. Desarrollo de infraestructuras y servicios TIC eficientes y asequibles, junto a entornos normativos y reglamentarios propicios que permitan a las empresas y los gobiernos participar en la economía digital.	Idem anterior.
35. Mejora de la confidencialidad de los datos en África.	Permite que los países confíen unos en otros y que los órganos de persecución de la delincuencia cooperen. También posibilita impulsar la economía al permitir que los datos fluyan dentro de la región. Resulta más atractivo para los inversores externos, que prefieren no limitarse a mantener los datos en un solo lugar. Los proyectos podrían basarse en los estándares del Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea.

Líneas prioritarias de actuación transversales	
36. Mejora de la red de transporte y de la legislación del transporte entre países del ASS.	La carencia de vías de transporte y las dificultades de todo tipo al que se enfrenta el transporte de mercancías es un obstáculo muy importante, de ahí la pertinencia de simplificar procesos exportación-importación, procesos burocráticos, disminuir tasas, etc. Estas cuestiones son causa de que cesen proyectos que nacieron bien.
37. Proyectos de cooperación destinados a crear y/o fortalecer la capacidad local de gestión de proyectos.	La escasa capacidad local de gestión de proyectos dificulta notablemente el seguimiento y éxito de los mismos.

Casos de referencia[25]		
Proyecto/Acción	**Impulsores**	**Comentarios**
1. Implementación de la siembra directa en Sudáfrica	Gobierno argentino (INTA) y sudafricano	Definición común por los ministerios de agricultura de ambos países.
2. Formación en maquinaria agrícola de precisión en Venezuela	Gobierno argentino (INTA) y venezolano	Los proyectos de cooperación en formación para la agricultura de precisión son un nicho.
3. Proyecto I+D+i para obtención de café de alta calidad en Colombia con los siguientes aspectos clave: asociaciones gremiales, investigación, cadena de valor, agroecología y ACI, innovación, nuevas tecnologías.	Sector cooperativo cafetero y Supracafé España	Proyecto que integra muchas cuestiones muy importantes, entre ellas los aspectos laterales y las cadenas de valor.
4. Utilización de imágenes de satélite para evaluación de cultivos en zonas de difícil acceso, complementando la información con la obtenida sobre el terreno.		Tema muy importante en los proyectos de desarrollo agroforestales, tanto para su planificación como para su seguimiento.
5. Uso de la herramienta CRISTAL en la identificación de riesgos a nivel comunitario	Creada por IIDD, IUCN, SEI-US & L'INTER-COOPÉRATION	Herramienta de análisis de riesgos de los proyectos, que puede utilizarse en la planificación de éstos y en el seguimiento y evaluación.
6. Proyecto Surcos en el Desierto (Turkana del Norte, Kenia)	MCSPA (Comunidad Misionera de San Pablo Apóstol), y dos organizaciones israelíes especializadas en agricultura del desierto (BRIT OLAM y ARAVA)	Family Drip System, sistema de regadío gota a gota para 500 m2 partiendo de una fuente de agua como puede ser pozos con sistema solar o molino de viento principalmente.

25. Estos casos son tratados con mayor detalle en distintos apartados de la presente investigación. Para información sobre los casos de referencia, puede contactar con la Fundación CIDEAL (comunicacion@cideal.org).

Casos de referencia		
Proyecto/Acción	**Impulsores**	**Comentarios**
7. Formación en el aprovechamiento de recursos alimenticios que normalmente son desechados, (por ejemplo, una productora de conservas de mermelada a partir de los excedentes de frutas como el mango).	Modelo de AIDA en Kolda, Senegal	La aplicación de esta idea a proyectos de industrias agroalimentarias ya en marcha puede ser un nicho.
8. Formación y acercamiento de técnicas e insumos a cooperativas agrícolas	Modelo proyecto ADSAN	El impulso al cooperativismo es una necesidad muy contrastada.
9. Cultivo de melón para el mercado europeo en la región de Casamance (sur de Senegal).	AECID, ANIDA (Agencia gubernamental de desarrollo rural y extensionismo agrario)	Ejemplo de colaboración público-privada que pretende una transferencia de tecnología completa junto a formación en producción, comercialización, marketing, etc.
10. Escuela móvil del agua y saneamiento	TADEH	Puede ser un modelo aplicable a la enseñanza de tecnologías agrícolas, comercialización, cooperativismo, etc.
11. Escuelas de Campo de Agricultores (*Farmer Field Schools*)	Idea nacida en 1990 que se ha implantado en muchos países de África, Asia y América Latina, y cuyo uso se ha extendido por todo el mundo	La idea nació en 1990 pero sigue plenamente vigente, pues hay que adaptar continuamente la formación. Crearlas donde se necesiten es fundamental. Pueden compatibilizarse o reforzarse con la idea de Escuelas Móviles. Son una fuente de innovación constante
12. El trabajo de investigación en el INRAN (Instituto Nacional de Investigación Agronómica de Níger)	Gobierno de Níger	Su labor justifica la idea de emprender proyectos de creación/apoyo/fortalecimiento de centros de investigación agrícola y alimentaria.
13. Iniciativa eTrade for Women	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD)	Aspira a empoderar a la próxima generación de mujeres empresarias de los países en desarrollo capacitando e inspirando sobre la base de logros femeninos en la red.

Casos de referencia		
Proyecto/Acción	**Impulsores**	**Comentarios**
14. Programa MALTEM de cooperación para la investigación en la lucha contra la malaria.	ISGlobal y Centro de Investigación en Salud de Manhiça (Mozambique)	Su labor justifica la idea de emprender proyectos de creación/apoyo/fortalecimientos de centros de investigación agrícola y alimentaria.
15. Hackathon virtual para reunir propuestas innovadoras locales	Oficina regional africana de la OMS	La OMS financió las propuestas más innovadoras, resultando algunas exitosas. El método puede utilizarse para detectar innovación necesaria y a la vez favorecer el emprendimiento.
16. Iniciativa Urban Africa Risk Knowledge, desarrollada en 9 ciudades de ASS con el objetivo de romper los ciclos de riesgo urbano conectando la investigación científica con los actores políticos	Urban ARK and UN Habitat	A través de métodos de co-creación, se promueven innovaciones con el objetivo de alcanzar núcleos urbanos más resilientes y sostenibles. Un caso más que refuerza la idea de estructurar la innovación cooperativa.
17. Proyecto de replantación de manglares y protección del medio ambiente en Casamance y Siné Saloum (Senegal).	Asociación senegalesa Oceanium (Senegal)	Es el proyecto de replantación de manglares más grande del mundo. La creación y apoyo posterior a Asociaciones similares podrían constituir proyectos de colaboración.
18. Proyecto TechPeopleCare de alfabetización masiva.	Grupo de cooperación TEDECO	Método que puede aplicarse de forma masiva, sostenible y escalable por ser individual y no necesitar profesor, al centrarse en contenidos audiovisuales de autoaprendizaje basado en el concepto de "aprender haciendo". Este método resulta aún más necesario en el escenario COVID-19 (que ha afectado profundamente a la enseñanza en grupos) y en el futuro inmediato. Pudiera pensarse en utilizarlo para la formación inherente a acciones de cooperación (agricultura, salud, etc.)

Casos de referencia		
Proyecto/Acción	**Impulsores**	**Comentarios**
19. Dotaciones tecnológicas a hospitales de Médicos sin Fronteras: Placas solares, cadenas de frío, aparatos biomédicos.	Médicos Sin Fronteras	Podrían desarrollarse proyectos exclusivamente dedicados a las dotaciones tecnológicas de hospitales de ONGD.
20. Aplicación móvil Market Garden	Instituto para la Transformación Social de Uganda	Durante las restricciones sanitarias, surgieron en el continente iniciativas para apoyar la seguridad alimentaria a través del uso de tecnologías emergentes y la innovación. Market Garden ha permitido vender los productos de forma segura, reduciéndose la actividad física en los mercados a través de pagos electrónicos.
21. Plataforma diaspo4africa, que canaliza las ayudas de la diáspora y otros inversores para apoyar iniciativas de emprendedores y comerciantes africanos	LUMEN Corporation SAS	El formato de inversión con retorno, en contra de la donación, obliga a las comunidades africanas a alejarse del modelo vertical de la donación y trabajar en una consecución de resultados y beneficios, lo que invita a un esfuerzo extra por salir adelante de manera independiente, aunque con impulso exterior.
22. Proyecto *Typha*, en Nigeria.	Gobierno de Nigeria y Banco Mundial, con participación de investigadores del CEIGRAM-UPM	Consiste en convertir una especie invasora en una fuente de alimentación animal y de combustible renovable (biogás), contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Se hace uso de imágenes satelitales para evaluar la extensión de la invasión de *Typha* en los canales de riego de la zona del proyecto. El procesamiento de la *Typha* como ensilado para alimentación animal tiene un importante potencial para reducir la vulnerabilidad agro-pastoralista en la época seca y de sequía.

Casos de referencia		
Proyecto/Acción	**Impulsores**	**Comentarios**
23. Proyecto de identificación de Buenas Prácticas Agrícolas para la reducción del riesgo de desastres y adaptación al clima	FAO y AECID	Desarrollado actualmente por un equipo de itdUPM-CEIGRAM para la FAO y AECID en Centroamérica. La metodología es transferible al ASS, ya que se basa en la identificación, monitorización y experimentación en campo para el posterior escalamiento de las prácticas exitosas.
24. Seguro ganadero en Etiopía	Fundación Ayuda en Acción	Seguro muy innovador, opuesto a los sistemas tradicionales basado en índices obtenidos por un sistema satelital que predice la sequía para anticipar ayudas antes de que se produzcan las pérdidas.
25. Work 4 Progress	Fundaciones La Caixa y Ayuda en Acción	Programa de innovación social aplicado en India, Mozambique y Perú que impulsa la creación de plataformas multiactor para fomentar el empleo de calidad entre mujeres y jóvenes en situación vulnerable.
26. Formación en educación superior para jóvenes sin recursos en Colombia	Corporación Universitaria Comfacauca y UPM	Demostrativo de la utilidad de implementar la simulación de diferentes escenarios para realizar estudios de viabilidad, identificación y evaluación de riesgos en cooperación al desarrollo.
27. Mapeo del riesgo de desastres por inundación en el tramo inferior del río Mono en Togo	West African Science Service Centre for Climate Change and Adapted Land Use; African Centre of Meteorological Applications for Development (Niger)	Ejemplo de aplicación a escala regional de los datos disponibles a escala global para diagnosticar el riesgo de inundación.
28. Servicio de vigilancia de emergencias de Copérnico y espacio chárter internacional sobre desastres principales	Programa Copernicus en el primer caso y 17 agencias espaciales mundiales en el segundo	Generan información cartográfica de las zonas afectadas por desastres por petición de los países afectados. Ambos operan a escala global.

Casos de referencia		
Proyecto/Acción	**Impulsores**	**Comentarios**
29. Sistema de alerta temprana de hambruna FEWS (Famine Early Warning System)	USAID	Proporciona información mensual acerca de los riesgos vinculados a la seguridad alimentaria.
30. Servidor de mapas del ECOWAS Observatory for Renewable Energy and Energy Efficiency	ECOWAS (Economic Community of West African States)	Servidor que ofrece información geográfica acerca del acceso, demanda, potencial de renovables y distribución de la energía en los países del África Occidental.
31. Portal de datos abiertos del RCMRD	Regional Centre for Mapping of Resources for Development	Portal de datos abiertos sobre la incidencia del Covid en los países que pertenecen al centro.
32. Zonificación del Potencial Agrícola en Senegal	GeoSenegal e INRA (Francia	Mapa de la potencialidad agraria en Senegal realizado con capas del IDE de Senegal (GeoSenegal).
33. Programa de Productividad Agrícola de África Occidental (WAAPP por sus siglas en inglés)	Banco Mundial	El Programa se ha aplicado en 13 países. Se han visto beneficiados unos 9 millones de personas en aproximadamente 4.8 millones de hectáreas de tierra con la adopción de unas 200 tecnologías mejoradas. Se ha demostrado que los ingresos medios han aumentado en más del 30%, y más de 1.000 científicos jóvenes recibieron becas para obtener títulos de maestría y doctorado.
34. ESOKO: Iniciativa privada en la que una empresa recopila datos y ofrece servicios digitales a agricultores, empresas agrícolas y organizaciones de desarrollo en África	Empresa tecnológica ESOKO, Ghana	Comenzó en el 2008 proporcionando precios de mercado a través de SMS a los pequeños agricultores en proyectos de desarrollo. El objetivo era ver cómo la adopción de la tecnología móvil en ASS podría mejorar la vida de las comunidades rurales.
35. Programa de Transformación de la Gestión del Riego en Nigeria (TRIMING).	Banco Mundial y Gobierno Federal de Nigeria	Programa a 7 años que busca modernizar los sistemas de riego para aumentar la producción con mayor eficiencia.

Casos de referencia		
Proyecto/Acción	**Impulsores**	**Comentarios**
36. Farmcrowdy: Iniciativa privada consistente en conectar los distintos eslabones de la cadena de valor agrícola apoyando en la financiación	Empresa tecnológica Farmcrowdy, Nigeria	Iniciativa destacada en el área de financiamiento. Su plataforma conecta a más de 420 000 participantes con acceso a financiamiento.
37. Iniciativa FARM-SMART de riego compartido	Iniciativa privada de la empresa Alliance Agriculture que cuenta con el apoyo del Ministerio Federal de Nigeria y del Banco Central de Nigeria a través de su programa de incentivos para préstamos agrícolas NIRSAL	Esta asociación liderada por el sector privado pretende crear oportunidades para que los pequeños agricultores nigerianos puedan acceder a recursos financieros y a un uso compartido y eficiente del agua de riego. En el marco de este programa cada grupo de hasta 25 miembros en 50 hectáreas contiguas de tierra tendrá acceso a riego por aspersión desde pivots centrales.

6. CONCLUSIONES

A continuación, se exponen las principales conclusiones de la presente investigación. Dada la naturaleza del trabajo, algunas conclusiones son resultado del análisis de los datos y de la consideración de opiniones y experiencias de las personas que lo han elaborado, siendo por tanto, en cierta medida, subjetivas. Todas las conclusiones expuestas cuentan con el consenso del equipo investigador. Se muestran principalmente ideas y conceptos más que acciones concretas, pues éstas ya se han mostrado con anterioridad.

- La COVID-19 ha afectado a los países de África Subsahariana de manera similar al resto de países del mundo, si bien de forma más profunda dados sus problemas estructurales de partida.

- Los colectivos más afectados han sido los más débiles: mujeres, infancia y migrantes. Por tanto, éstos deben recibir mayor y más especial atención en el inmediato futuro.

- La atención a la pandemia ha derivado fondos y esfuerzos dedicados a la cooperación al desarrollo y a otras acciones humanitarias, que pese a las dificultades han permanecido activas gracias al trabajo de los promotores e implicados. Es necesario tanto restituir el apoyo perdido como hacer un gran esfuerzo para que la ayuda al desarrollo no se vea mermada a corto plazo.

- Un problema común durante la pandemia ha sido la movilidad, ya que las restricciones derivadas de la misma han perjudicado al desarrollo de los proyectos. Deberían diseñarse planes para garantizarla en escenarios similares, tanto en lo referido a mercancías como a personas.

- La cultura fuertemente comunitaria de los ciudadanos de África Subsahariana ha mostrado ser una herramienta importantísima para afrontar la pandemia, fortaleciendo la acción gubernamental y sustituyéndola cuando esta no existía. Esta característica debería ser tenida muy en cuenta en el diseño, ejecución y mantenimiento de los proyectos de desarrollo.

- Las TIC han sido de gran ayuda para afrontar la pandemia a pesar de su escasa implementación, y han ayudado en múltiples aspectos: información, control de contagios, comercio electrónico, etc. No será posible progresar adecuadamente en la aplicación de acciones innovadoras y/o nuevas tecnologías en los proyectos de desarrollo si previamente no se dota a los países de África de infraestructuras

y legislación adecuadas. Se acabará así con la brecha digital, que también es mayor en mujeres, niños y otros colectivos desfavorecidos.

- La pandemia ha colocado a la recién creada Área Continental Africana de Libre Comercio en una posición de peligro, siendo necesario apoyarla en el escenario post COVID-19.

- Se ha constatado una regresión democrática durante la pandemia en algunos países, que debería afrontarse cuanto antes.

- Es necesario prestar una atención especial a las zonas que han requerido acciones humanitarias de seguridad alimentaria durante muchos años sin que se haya avanzado hacia un desarrollo agroalimentario propio. De no lograrse dicho desarrollo se seguirá dependiendo de ayudas externas, sin avanzar de manera independiente.

- Si bien la innovación y el diseño o aplicación de nuevas tecnologías pueden surgir de manera puntual, se considera totalmente necesario que existan modelos estables, horizontales, flexibles y abiertos que permitan encauzarlas para satisfacer las necesidades prioritarias detectadas. En su implementación deben participar los beneficiarios y entidades locales a través de estrategias que los doten de capacidad tecnológica propia, o que incrementen la existente.

- Formando parte del modelo mencionado en el punto anterior, así como con acciones independientes, se considera que la innovación y/o aplicación de nuevas tecnologías puede conseguirse mediante distintas herramientas de apoyo al emprendimiento local.

- Es importante que todos los proyectos de cooperación inscriban en lo posible acciones que produzcan industrialización local, incluso aunque esta sea modesta.

- Urge un diagnóstico riguroso y completo de las dificultades políticas que entorpecen numerosas acciones de desarrollo, con el fin de impulsar las acciones que se requieran para superarlas.

- Se considera muy importante llevar a cabo proyectos de desarrollo en el marco de las políticas de desarrollo locales, como herramienta de apoyo a las mismas.

- Los procesos de definición de proyectos de cooperación deben adaptarse a la búsqueda de la innovación basada en combinar el rigor y la garantía con metodologías flexibles que permitan adaptaciones ágiles de presupuestos, resultados, ob-

jetivos, etc. La excesiva rigidez no facilita la innovación previamente planteada ni su implantación a lo largo del desarrollo de un proyecto.

- Los proyectos de desarrollo rural deben contar con amplia participación local y considerar de manera integral múltiples aspectos: producción primaria, extensión, cooperativismo, gestión de riesgos, cadenas de valor, acciones paralelas, comercialización independiente del proyecto, capacidad de investigación local, o tiempo suficiente para consolidar los cambios. Esto requiere inversiones en tecnología, innovación y capacidades para mejorar la productividad, tanto de la tierra como de la mano de obra. La mejora de la productividad de la tierra reducirá la presión sobre los espacios naturales, mientras que la de la mano de obra pretende mejorar la renta de los pequeños y medianos productores.

- Las agrupaciones de agricultores permiten que los pequeños y medianos productores tengan beneficios mutuos de cara a facilitar el acceso a los insumos, financiación, o mercados finales, así como para su participación activa en la cadena de valor. En este último caso, las herramientas informáticas e internet pueden mejorar la trazabilidad e inocuidad en las cadenas de suministro de los alimentos.

- En productos de exportación como el café, el cacao y el té hay que intentar de manera especial incrementar su valor añadido con acciones específicas, como por ejemplo el reconocimiento de su identificación geográfica.

- Hay que prestar especial atención a los sistemas en pastoreo pues cubren una gran parte del continente africano, con fuertes vinculaciones culturales. La trasformación de estos sistemas debe realizarse desde una perspectiva multidisciplinar, en aras de equilibrar la mejora técnica con la social.

- Hay que apoyar los procesos de integración tecnológica y de participación, adaptando las metodologías social y culturalmente a la realidad local, y estableciendo estrategias de empoderamiento en lo referente al uso de tecnologías.

- En los últimos años está creciendo, casi exponencialmente, la cantidad de información global útil para los procesos de planificación territorial y del desarrollo, tanto en el campo del diagnóstico del potencial para desarrollo de actividades (energía, agricultura), como en la prevención de desastres y adaptación al cambio climático. Este potencial no es aprovechado muchas veces por desconocimiento de los conjuntos de datos, o por la dificultad para manejar herramientas. Estas carencias se muestran mucho más en los niveles regionales y locales de la administración.

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo 3: Diagnóstico transversal

Desafíos económicos:

Banco Africano de Desarrollo. (2019). *African Economic Outlook 2019* (Abidján). https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/2019AEO/AEO_2019-EN.pdf

BM. (2020a). *Africa's Pulse - An Analysis of Issues shaping Africa's Economic Future Assessing the economic Impact of Covid-19 and Policy Responses in Sub-Saharan Africa*. Africa Pulse, nº19. April. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31499

BM. (2020b). *Covid-19 Crisis Through a Migration Lens. Migration and Development Brief*. https://www.knomad.org/publication/migration-and-development-brief-32-Covid-19-crisis-through-migration-lens

BM. (2020c). Covid-19: *Los flujos de remesas se reducirán un 14% en 2021.* https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/10/29/Covid-19-remittance-flows-to-shrink-14-by-2021

BM. (2020d). *Empleo vulnerable, mujeres (% del empleo femenino) | Data*. https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.EMP.VULN.FE.ZS

Egoscozábal, A. M. (2020). *Claves del impacto económico del coronavirus en África*. Real Instituto Elcano. http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/africa+subsahariana/ari44-2020-marin-claves-del-impacto-economico-del-coronavirus-en-africa

FAO. (2020a). *Migrant workers and remittances in the context of Covid-19 in sub-Saharan Africa*. http://www.fao.org/documents/card/en/c/cb0184en/

FAO. (2020b). *Covid-19 crisis and support for agrifood: Public sector responses through the financial sector.* http://www.fao.org/3/ca9846en/CA9846EN.pdf

FAO. (2020c). *Covid-19 and malnutrition: situation analysis and options in Africa*. http://www.fao.org/3/ca9896en/CA9896EN.pdf

JMP, OMS, & UNICEF. (2017). *Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene.* Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2017/es/

Kabunda, M. (2020). *Retos del África Subsahariana en los próximos diez años: Una mirada al caso del Sahel.* Fundación Cideal. https://www.cideal.org/wp-content/uploads/2020/05/Publicaci%C3%B3n-Mbuyi-Kabunda-Final-3.pdf

Mateos, O. (2016). *África Subsahariana: de la euforia económica a la frustración sociopolítica.* Anuario Internacional CIDOB. http://anuariocidob.org/africa-subsahariana-de-la-euforia-economica-a-la-frustracion-sociopolitica/

NNUU. (2020). *Policy Brief: The Impact of Covid on Women.* United Nations. https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/policy_brief_on_Covid_impact_on_women_9_april_2020.pdf

OIT. (2020). *Perspectivas sociales y del empleo en el mundo.* https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_757163.pdf

Suzuki, E. (2019). *World's population will continue to grow and will reach nearly 10 billion by 2050.* World Bank Blogs. https://blogs.worldbank.org/opendata/worlds-population-will-continue-grow-and-will-reach-nearly-10-billion-2050

Desafíos sanitarios:

Agudo, A. (2020). *Choque entre el norte y el sur por las patentes COVID-19. Planeta Futuro.* EL PAÍS. Madrid. Diciembre. https://elpais.com/planeta-futuro/2020-12 -10/choque-entre-el-norte-y-el-sur-por-las-patentes-COVID-19.html

Bernal, Irene (2020). Entrevista realizada el 31 de noviembre de 2020 de manera telemática.

Conway, M., Holt, T., Sabow, A., & Sun, I. Y. (2020). *Should sub-Saharan Africa make its own drugs?* McKinsey. https://www.mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/should-sub-saharan-africa-make-its-own-drugs

EIU. (2021, enero 27). *More than 85 poor countries will not have widespread access to coronavirus vaccines before 2023.* Economist Intelligence Unit. https://www.eiu.com/n/85-poor-countries-will-not-have-access-to-coronavirus-vaccines/

Galatas, B., Saúte, F., Martí-Soler, H., Guinovart, C., Nhamussua, L., Simone, W., Munguambe, H., Hamido, C., Montañà, J., Muguande, O., Maartens, F., Luis, F., Paaijmans, K., Mayor, A., Bassat, Q., Menéndez, C., Macete, E., Rabinovich, R., Alonso, P. L., Candrinho, B. Aide, P. (2020). *A multiphase program for malaria elimination in southern Mozambique (the Magude project): A before-after study.* PLoS Medicine. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PMED.1003227

JMP, OMS, & UNICEF. (2017). *Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene.* Organización Mundial de la Salud.

NNUU. (2015). *Salud – Objetivos de Desarrollo Sostenible.* https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/

NNUU. (2020a). *Policy Brief: The Impact of Covid on Women.* United Nations, April. https://www.unwomen.org/-/media/headquarters/attachments/sections/library/publications/2020/policy-brief-the-impact-of-covid-19-on-women-en.pdf?la=en&vs=1406

NNUU. (2020b). *Policy Brief: COVID-19 and People on the Move.* June. https://unsdg.un.org/sites/default/files/2020-06/SG-Policy-Brief-on-People-on-the-Move.pdf

OMS. (2020a). *COVID-19 response in the world health organization.* https://www.afro.who.int/publications/COVID-19-response-world-health-organization-african-region-february-july-2020

OMS. (2020b). *World Malaria Report.* December. https://doi.org/ISBN 978 92 4 1564403

Pallarès, G. (2020). *Un continente entero sin medicinas. ¿Puede África subsahariana producir sus propios fármacos?* Planeta Futuro. EL PAÍS. Barcelona. Diciembre. https://elpais.com/planeta-futuro/2020-12-15/puede-africa-subsahariana-producir-sus-propios-farmacos-y-su-equipamiento-sanitario.html?ssm=FB_CC&fbclid=IwAR2LVqV92fhsrY7dFGhbaGDpyZOTe1awVuxdPNRqhVLeKyzf-QGw3dJ4fG4

Salud por Derecho. (2020a). *Acceso universal a medicamentos.* https://saludporderecho.org/acceso-universal-a-medicamentos/

Salud por Derecho. (2020b). *El impacto de la COVID-19 en la lucha contra el SIDA.* https://saludporderecho.org/publicaciones-e-informes/

Salud por Derecho. (2020c). *La investigación clínica en España: Un perfil de los ensayos clínicos a través de su registro.* https://saludporderecho.org/publicaciones-e -informes/

The Republic of Uganda Ministry of Health, & WHO. (2020). *NextGenCoviAI*. https://nextgencoviai.ug/about.php

World Bank Group. (2020). *Africa's Pulse - An Analysis of Issues shaping Africa's Economic Future Assessing the economic Impact of COVID-19 and Policy Responses in Sub-Saharan Africa*. April.

Desafíos sociales:

ACNUR. (2017). *Dadaab, el 1º de los 8 campos de refugiados más grande del mundo.* https://eacnur.org/es/actualidad/noticias/emergencias/dadaab-el-10-de-los-8-campos-de-refugiados-mas-del-mundo

Amnesty International, Women's Link Worldwide & IPPF (2020). *Guidelines for African States to protect the rights of women and girls during the COVID-19 pandemic.* https://www.amnesty.org/en/wp-content/uploads/2021/05/AFR0122852020ENGLISH.pdf

Amnistía Internacional. (2020a). *Los derechos humanos en África: retrospectiva 2019.* https://www.amnesty.org/download/Documents/AFR0113522020SPANISH.pdf

Amnistía Internacional. (2020b). *AIUSA Statement on The Impact of Eroding Human Rights in Sub-Saharan Africa on Democratic Practices.* https://www.amnestyusa.org/our-work/government-relations/advocacy/human-rights-democratic-backsliding-in-africa/

Amnistía Internacional. (2020c). *Statement from Amnesty International USA for Subcommittee on Africa, Global Health, Global Human Rights and International Organization's Hearing on Democratic Backsliding in Sub-Saharan Africa.* https://www.amnestyusa.org/wp-content/uploads/2020/09/AIUSA-Statement-on-The-Impact-of-Eroding-Human-Rights-in-Sub-Saharan-Africa-on-Democratic-Practices-093020.pdf

BM. (2018). *Internal climate migration in Sub-Saharan Africa.* Groundswell policy note; Washington, D.C. http://documents.worldbank.org/curated/en/855411522303846441/Internal-climate-migration-in-Sub-Saharan-Africa

BM. (2020a). *Africa's Pulse - An Analysis of Issues shaping Africa's Economic Future Assessing the economic Impact of COVID-19 and Policy Responses in Sub-Saharan Africa*. April. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31499

BM. (2021). *COVID-19 From the Ground Up: What the Crisis Means for Nigerians. Findings from the Nigeria COVID-19 National Longitudinal Phone Survey (NLPS)* http://docu-

ments1.worldbank.org/curated/en/757201593465025800/pdf/COVID-19-From-the-Ground-Up-What-the-Crisis-Means-for-Nigerians.pdf

FAO & ECA. (2018). *Regional Overview of Food Security and Nutrition. Addressing the threat from climate variability and extremes for food security and nutrition. Accra.* 116 pp. http://www.fao.org/3/CA2710EN/ca2710en.pdf

FAO. (2020). *Impact of COVID-19 on informal workers.* http://www.fao.org/3/ca8560en/CA8560EN.pdf

Filmer, Deon and Louise. (2014). *Youth Employment in Sub-Saharan Africa.* Africa Development Series. Washington, DC. World Bank. http://hdl.handle.net/10986/16608

Inoue, K.; di Gropello, E,; Sayin Taylor, Y. and Grenham, J. (2015). *Out-of-School Youth in Sub-Saharan Africa: A Policy Perspective. Directions in Development.* Washington, DC. World Bank. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/947410PUB-0978100B0x385416B00PUBLIC0.pdf

Kabunda, M. (2020). *Retos del África Subsahariana en los próximos diez años: Una mirada al caso del Sahel.* Fundación Cideal. https://www.cideal.org/wp-content/uploads/2020/05/Publicaci%C3%B3n-Mbuyi-Kabunda-Final-3.pdf

NNUU. (2020). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo. Inclusión y educación: todos y todas sin excepción.* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374817

OIT. (2020). *The impact of the COVID-19 on the informal economy and the related policy responses.* https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---africa/---ro-abidjan/documents/briefingnote/wcms_741864.pdf

Olaniyan, F.A.; Adelekan, I.O. and Nwokocha, E.E. (2020). *The Role of Local Governments in Reducing Disaster Losses and Vulnerabilities in Ibadan City, Nigeria.* Urban Africa Risk Knowledge, Department of Geography and department of Sociology of the Univeristy of Ibadan. Ibadan, Nigeria. https://www.urbanark.org/sites/default/files/resources/URBAN%20ARK%20Working%20Paper%20Abiodun%20et%20al.%20Ibadan.pdf

ONU-Habitat (2020) *Breaking Cycles of Risk Accumulation in African Cities.* United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). https://www.urbanark.org/sites/default/files/resources/UN%20Report%202019%20eBook%20HIGH.pdf

PMA. (2020). *The cost of a plate of food.* https://cdn.wfp.org/2020/plate-of-food/?_ga=2.215735255.1775730207.1608187530-1806173643.1608187530

PNUD. (2020). *COVID-19 global gender response tracker. Factsheet: Sub-Saharan Africa.* https://www.undp.org/content/dam/undp/library/km-qap/UNDP-UNWwomen-Covid19-SSA-Regional-Factsheet-2020.pdf.pdf

Sanahuja, José Antonio. (2020). Entrevista realizada el 17 de diciembre de 2020 de manera telemática.

Save the children, Plan International, World Vision International y UNICEF. (2015). *Children's Ebola Recovery Assessment: Sierra Leone.* https://www.savethechildren.org/content/dam/global/reports/emergency-humanitarian-response/ebola-rec-sierra-leone.pdf

Soyinka, A. (2020). *¿Qué se siente al estar en la piel de un joven nigeriano?* The conversation. https://theconversation.com/que-se-siente-al-estar-en-la-piel-de-un-joven-nigeriano-149103

UNICEF. (2020a). *COVID-19: una catástrofe para los niños de África Subsahariana.* https://www.unicef.es/prensa/COVID-19-una-catastrofe-para-los-ninos-de-africa-subsahariana

UNICEF. (2020b). *La cooperación al desarrollo ante la crisis del COVID-19. Elementos clave para una respuesta con la infancia en el centro.* https://www.unicef.es/sites/unicef.es/files/comunicacion/Covid19_Y_COOPERACION_UNICEFEspana.pdf

UNICEF. (s.f.). *Día del Niño Africano: el reto de ir a la escuela.* https://www.unicef.es/noticia/dia-del-nino-africano-el-reto-de-ir-la-escuela

Urban ARK. (2019). *Reducing future risk in the city: an agenda for integrated risk management.* https://www.urbanark.org/sites/default/files/resources/UrbanArk_briefing_24_web%5B1%5D.pdf

Desafíos medioambientales:

Andaluz, J. (2016). *África sufre por el cambio climático.* Ecologistas en Acción. Septiembre, nº 90. https://www.ecologistasenaccion.org/33086/africa-sufre-por-el-cambio-climatico/

BM. (2016a). *Área selvática (% del área de tierra) - Sub-Saharan Africa | Data.* https://datos.bancomundial.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS?view=chart&locations=ZG

BM. (2016b). *Tierras agrícolas (% del área de tierra) - Sub-Saharan Africa | Data.* https://datos.bancomundial.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS?view=chart&locations=ZG

BM. (2016c). *Tierras cultivables (% del área de tierra) - Sub-Saharan Africa | Data*. https://datos.bancomundial.org/indicator/AG.LND.ARBL.ZS?view=chart&locations=ZG

BM. (2018). *Acceso a la electricidad (% de población) - Sub-Saharan Africa | Data*. https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=ZG&view=chart

FAO. (2017). *ClimAfrica. Climate Change Predictions in Sub-Saharan Africa: Impacts and Adaptations*. http://www.fao.org/resilience/resources/recursos-detalle/es/c/1114190/

FAO. (2020). *Migrant workers and remittances in the context of COVID-19 in sub-Saharan Africa*. July. http://www.fao.org/documents/card/en/c/cb0184en/

FEWS. (2020). *Global Weather Hazards Summary*. March. https://fews.net/global/global-weather-hazards/december-2020

García Luengos, J. (2014). *Explotación de los recursos naturales en África: La industria extractiva*. http://grupodeestudiosafricanos.org/cms/wp-content/uploads/2014/11/GARCIA-LUENGOS-2014-Explotacion-Recursos-Naturales-Africa-Subsahariana.pdf

Han, E. S., & goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, A. (2020). *The Recover Better With Sustainable Energy Guide for African Countries. Sustainable Energy for All*, 53(9), 1689-1699. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/28595

Hosier, R., Kappen, J., Hyseni, B., Tao, N., & Usui, K. (2017). *Scalable Business Models for Alternative Biomass Cooking Fuels and Their Potential in Sub-Saharan Africa. Scalable Business Models for Alternative Biomass Cooking Fuels and Their Potential in Sub-Saharan Africa*.

IEA. (2020). *Access to clean cooking – SDG7: Data and Projections* – Analysis IEA. https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-clean-cooking

NASA Earth Observatory. (2015). *Atlantic Multi-decadal Oscillation and Drought in Africa*. https://earthobservatory.nasa.gov/images/88670/atlantic-multi-decadal-oscillation-and-drought-in-africa

Niang, I., Ruppel, O. C., Abdrabo, M. A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J., & Urquhart, P. (2015). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part B: Regional Aspects*. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Sanahuja, J. A. (2020). COVID-19: riesgo, pandemia y crisis de gobernanza global. En Riesgos globales y multilateralismo: el impacto de la COVID-19. *ANUARIO 2019-2020*. CEIPAZ.

Tebas, J. A. M. (2017). *Conflictos Intercomunitarios en África: Pastores - Agricultores*. 1-21. http://www.ieee.es/contenido/noticias/2017/01/DIEEEA02-2017.html

Tour du Valat, Océanium, & Livelihoods Funds. (2018). *Mangrove restoration. Impacts after 10 years of the largest mangrove restoration project of the Livelihoods Carbon Fund in Senegal with Océanium*. Summary Report. https://livelihoods.eu/portfolio/oceanium-senegal/

NNUU. (2020). *Impact of COVID-19 on food security and nutrition*. United Nations. March. http://www.ceigram.upm.es/wp-content/uploads/2020/03/HLPE.-Impact-of-COVID-19-on-FSN-2020-03-24.pdf

Desafíos agrícolas y agroalimentarios:

Agrónomos Sin Fronteras. (2019) *Huertos Urbanos en Tanzania*. https://agronomos-sinfronteras.org/huertos-urbanos/

BM. (2020a). *Africa's Pulse - An Analysis of Issues shaping Africa's Economic Future Assessing the economic Impact of COVID-19 and Policy Responses in Sub-Saharan Africa* (Vol. 21, Número April). https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986 /31499

FAO & ECA. (2018). *Regional Overview of Food Security and Nutrition. Addressing the threat from climate variability and extremes for food security and nutrition*. Accra. 116 pp. http://www.fao.org/3/CA2710EN/ca2710en.pdf

FAO- OCDE. (2016). *OCDE-FAO. Perspectivas Agrícolas 2016-2025. Enfoque especial: África subsahariana*. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-es

FAO. (2018). *Conferencia regional de la FAO para África*. http://www.fao.org/3/mv607es/mv607es.pdf

FAO. (2019). *New UN report reveals that hunger in Africa continues to rise* http://www.fao.org/news/story/en/item/1180443/icode/

FAO. (2020). *Crop prospects and food situation*. http://www.fao.org/3/cb2334en/cb2334en.pdf

Gerszon Mahler, D.; Lakner, C.; Castaneda Aguilar, R.; Wu, H. (2020). *Updated estimates of the impact of COVID-19 on global poverty.* World Bank Blog. https://blogs.worldbank.org/opendata/updated-estimates-impact-COVID-19-global -poverty

Laborde, D.; Martin, W.; Swinnen, J.; Vos, R. (2020). *COVID-19 risks to global food security.* Science. July. https://science.sciencemag.org/content/369/6503/500

PMA. (2020). *El coste de un plato de comida.* https://cdn.wfp.org/2020/plate-of-food/?_ga=2.215735255.1775730207.1608187530-1806173643.1608187530

UNICEF. (2019). *Estado mundial de la infancia 2019. Niños, alimentos y nutrición. Crecer bien en un mundo en transformación.* https://www.unicef.org/media/62486/file/Estado-mundial-de-la-infancia-2019.pdf

Desafíos en las TIC:

AUDA-NEPAD. (2020). *Harnessing Innovation and Emerging Technologies to Address the Impact of COVID-19 in Africa.* https://www.nepad.org/publication/white-paper-harnessing-innovation-and-emerging-technologies-address-impact-of

Beer, J. de, Millar, P., Mwangi, J., Nzomo, V., & Rutenberg, I. (2017). A Framework for Assessing Technology Hubs in Africa. In *New York University (Ed.), African Journal of Intellectual Property and Entertainment Law* (Vol. 6, pp. 238-277).

BM. (2018a). *Suscripciones a telefonía celular móvil (por cada 100 personas) - Sub-Saharan Africa | Data.* https://datos.bancomundial.org/indicador/IT.CEL.SETS.P2?view=chart&locations=ZG

BM. (2018b). *Suscripciones a telefonía fija (por cada 100 personas) - Sub-Saharan Africa | Data.* https://datos.bancomundial.org/indicator/IT.MLT.MAIN.P2?locations=ZG&view=chart

Friederici, N. (2018). *Innovation Hubs in Africa: An Entrepreneurial Perspective.* SSRN Electronic Journal, May, 1-18. https://doi.org/10.2139/ssrn.3123840

Fuchs, C., & Horak, E. (2008). *Africa and the digital divide.* Telematics and Informatics, 25(2), 99-116. https://doi.org/10.1016/j.tele.2006.06.004

ICT Authority of Kenya. (s. f.). *National Optic Fibre Backbone (NOFBI).* http://icta.go.ke/national-optic-fibre-backbone-nofbi/

UIT. (2020). *Measuring digital development Facts and figures 2020. ITU Publications,* 1-15. https://www.itu.int/en/mediacentre/Documents/MediaRelations/ITU Facts and Figures 2019 - Embargoed 5 November 1200 CET.pdf

NNUU. (2020). *Policy Brief: The Impact of Covid on Women.* United Nations, April. https://www.unwomen.org/-/media/headquarters/attachments/sections/library/publications/2020/policy-brief-the-impact-of-covid-19-on-women-en.pdf?la=en&vs=1406

UNICEF. (2020). *How Many Children and Young People Have Internet Access At Home? Estimating digital connectivity during the COVID-19 pandemic.* https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/youth_home_internet_access.aspx

Capítulo 4: Tecnología e innovación para el desarrollo de África Subsahariana: análisis sectorial y potencialidades

Agrotecnología:

ASB, (2020). *Building Resilience in Food Systems and Agricultural Value Chains: Agricultural Policy Responses to COVID-19 in Africa.* https://www.afdb.org/sites/default/files/news_documents/g-cop_seminar_on_agric_policy-food_systems-value_chains-concept_note.pdf

Ayanlade, A., & Radeny, M. (2020). *COVID-19 and food security in Sub-Saharan Africa: implications of lockdown during agricultural planting seasons.* Science of Food. 4(1), 1-6. https://doi.org/10.1038/s41538-020-00073-0

CILSS, 2019. *Cadre Harmonisé*. Ouagadougou, Burkina Faso. http://www.cilss.int/index.php/2019/10/04/cadre-harmonise-manuel-version-2-0/

Comas, J., Connor, D., Isselmou, M. E. M., Mateos, L., & Gómez-Macpherson, H. (2012). *Why has small-scale irrigation not responded to expectations with traditional subsistence farmers along the Senegal River in Mauritania?* Agricultural Systems, 110, 152-161. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.04.002

Dietz, T., & Pels, P. (2017). *Africa's Urbanity as Heritage.* The Beeker Method. https://hdl.handle.net/1887/47176

Dixon J., & Gulliver, A. (2001). *Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza: cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante.* FAO y Banco Mundial. Roma y Washington DC.

DREA, (2020). *The 2019 progress report to the assembly highlights on Resilience and Livelihoods.* Assembly of the Union, 33rd Ordinary session, 9th-10th February 2020, Addis Ababa, Ethiopia. 34 pp.

FAO, (2000). *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación: Documento de trabajo de economía agrícola y del desarrollo.* FAO. Roma.

FAO, (2016). *FAO response to the crisis in northeast Nigeria.* FAO. Roma. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/emergencies/docs/NE%20Nigeria%20crisis%20response%20_26%20August%202016.pdf

FAO, (2018). *The State of Food and Agriculture 2018: Migration, agriculture and rural development.* FAO. Roma. http://www.fao.org/3/I9549EN/i9549en.pdf

FAOSTAT, (2016). *Food Agriculture and Organization.* http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC

FAOSTAT, (2019). *Food Agriculture and Organization.* http://www.fao.org/faostat/en/#data

Galtier, F. (2019). *Can the ECOWAS Regional Reserve Project improve the management of food crises in West Africa?.* Food Reserves Working Paper. London.

Gómez Macpherson, H. (2020). *La agricultura en África subsahariana, nuevo camino para evitar errores.* El diario. https://www.eldiario.es/andalucia/la-cuadratura-del-circulo/agricultura-africa-subsahariana-camino-errores_132_1058837.html

Michell, C. (2020). *Locusts wreak havoc on East African agriculture.* African Business. August. https://african.business/2020/08/technology-information/locusts-wreak-havoc-on-east-african-agriculture/

Pindiriri C. (2018) Breaking the Traditional Trap: Assessing Drivers of Modern Technology Adoption by Smallholder Farmers in Hurungwe District, Zimbabwe. In: Shimeles A., Verdier-Chouchane A., Boly A. (eds) *Building a Resilient and Sustainable Agriculture in Sub-Saharan Africa.* Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76222-7_3

Shimeles A., Verdier-Chouchane A., & Boly A. (2018) Introduction: Understanding the Challenges of the Agricultural Sector in Sub-Saharan Africa. In: Shimeles A., Verdier-Chouchane A., Boly A. (eds) *Building a Resilient and Sustainable Agriculture in Sub-Saharan Africa.* Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76222-7_1

Sumpsi, J.M. (2019). *El futuro de la alimentación en el mundo.* Dossieres ESF. Madrid: Economistas Sin Fronteras, (33), 4-7.

Tchamou Meughoyi C. (2018) Improved Seeds and Agricultural Productivity of Family Farms in Cameroon. In: Shimeles A., Verdier-Chouchane A., Boly A. (eds) *Building a Resilient and Sustainable Agriculture in Sub-Saharan Africa.* Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76222-7_2

Urama, K.C. (2020) *Building Resilience in Food Systems and Agricultural Value Chains in Post COVID-19 Africa.* https://www.afdb.org/sites/default/files/news_documents/presentation_for_seminar-ag_policy_-final_-_18-05-2020-2.pdf

Agroindustria y desarrollo territorial:

Alburquerque, F. (1997). Desarrollo económico local y distribución del progreso técnico. ILPES. Santiago de Chile.

Bravo, O., & Marín, F. (2014). *Modelo de desarrollo local para los municipios.* Cuadernos CENDES, *85*(8), 81-100.

Cifuentes, A., Pérez, M., & Gil-Casares, M. (2011). *Metodología de análisis de cadenas productivas bajo el enfoque de cadenas de valor.* CODESPA. https://www.codespa.org/app/uploads/metodologias-analisis-bajo-enfoque-cadenas-de-valor.pdf

CODESPA. (2010). *Cadena de valor. Creando vínculos comerciales para la erradicación de la pobreza.* CODESPA.

CODESPA. (2019). *Manual de transferencia de metodología para el financiamiento de cadenas de valor.* CODESPA. Quito.

GTZ. (2007). *Manual ValueLinks, Metodología de fomento de Cadenas.* GTZ. Alemania.

Kabunda, M. (2020). *Retos del África Subsahariana en los próximos diez años: Una mirada al caso del Sahel.* Fundación Cideal. https://www.cideal.org/wp-content/uploads/2020/05/Publicaci%C3%B3n-Mbuyi-Kabunda-Final-3.pdf

Kaplinsky, R., & Morris, M. (2002). *A Handbook for Value Chain Research.* Institute of Development Studies. Brighton.

Lundy, M., Gottrer, M., Cifuentes, W., Ostertag, C., & Best, R. (2004). *Diseño de estrategias para aumentar la competitividad de cadenas productivas con productores de pequeña escala.* Manual de campo. CIAT. Cali.

Oddone, N., Padilla, R., & Antunes, B. (2014). Metodología del Proyecto CEPAL-GIZ para el diseño de estrategías de fortalecimiento de cadenas de valor. En R. Padilla, *Fortalecimiento de cadenas de valor como instrumento de política industrial. Metodología y experiencia de CEPAL en Centroamérica* (págs. 77-112). CEPAL. Santiago de Chile.

Ostertag, C. (2007). *Identifying market opportunities for rural smallholder producers.* Rural Agro enterprise Development. Good Practice Guide 3. CIAT.

Padilla, R., & Oddone, N. (2016). *Manual para el Fortalecimiento de Cadenas de Valor.* CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40662/1/S1601085_es.pdf

Silva, I. (2005). *Desarrollo económico local y competitividad territorial en América Latina.* Revista CEPAL, 85, 81-100.

UNIDO. (2011). *Diagnostic for industrial value chain development: an integrated tool.* United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Viena.

Vázquez-Barquero, A. (2007). *Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial.* Investigaciones regionales, 11, 183-210.

Crecimiento Sostenible en el sector agroalimentario en África:

Banerjee A., Chandrasekhar, A.G. Duflo, E., Jackson M.O. (2013) *The Diffusion of Microfinance.* Science Vol. 341, Issue 6144, 1236498. DOI: 10.1126/science.1236498

Burgos Martínez, B. (2020). *El reto medioambiental en el África Subsahariana.* Cuaderno febrero 2020. http://www.africafundacion.org/cuaderno-febrero-2020-el-reto-mediombiental-en-el-africa-subsahariana

Duflo, Esther, Michael Kremer, & Jonathan Robinson. (2011). *Nudging Farmers to Use Fertilizer: Theory and Experimental Evidence from Kenya.* American Economic Review, 101 (6): 2350-90.

Ehui, Simeon. (2020) *Scaling Up Innovations in Agriculture: Lessons from Africa.* November. https://blogs.worldbank.org/nasikiliza/scaling-up-innovations-in-agriculture-lessons-from-africa.

Esoko. 2019. *Who we are and what we do.* Esoko. https://esoko.com/who-we-are/.

FAO (2018). *Global push to stamp out hunger hinges on better data.* UN General Assembly. New York, 25 September. http://www.fao.org/news/story/en/item/1154013/icode/

FAO. (2017). *FAO Y LOS ODS. Indicadores: Seguimiento de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. http://www.fao.org/3/a-i6919s.pdf

FAO. (2019). *Sustainable agriculture is the root of Africa's economic transformation*. http://www.fao.org/africa/news/detail-news/en/c/1190513/

FAO. (2020a). *Innovación en la FAO.* http://www.fao.org/innovation/es/

FAO. (2020b). *Sustainable agriculture | Sustainable development Goals | Food and agriculture organization of the United Nations.* http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-the-post-2015-development-agenda/sustainable-agriculture/en/

FAO. (2020c). *Potenciar la innovación y la digitalización para lograr una transformación inclusiva del sector agroalimentario.*

Farmcrowdy. https://www.farmcrowdy.com/

Fukuyama, F. (1994). *Social Capital.* Democracy, 4–17.

Garzon Delvaux, P., Riesgo Alvarez, L. and Gomez Y Paloma, S. (2020). Sustainable agricultural practices and their adoption in sub-Saharan Africa. En: *Publications Office of the European Union.* Luxembourg.

Iglesias, E., Loureiro, M. L., & Escribano, F. (2018). *Household perceptions on biogas as a sustainable energy source. A focus group study in HadejiaValley, Nigeria.* Paper presented at the Spanish Portuguese Association of Natural and Environmental Resource Economics

Iglesias, E., M. Loureiro., J. S. Alao and F. Escribano. (2019). *Rural development and sustainable farming in Hadejia Valley, Nigeria. A fuzzy cognitive mapping approach to adoption of novel technologies.* Book of Proceedings. Congreso Anual de la Asociación Española de Economía Agraria.

Karlan, D., Osei, R., Osei-Akoto, I., & Udry, C. (2014). *Agricultural decisions after relaxing credit and risk constraints.* The Quarterly Journal of Economics.

Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action (Political Economy of Institutions and Decisions)*. Cambridge University Press. Cambridge. doi:10.1017/CBO9780511807763

Pretty, Jules, Camilla Toulmin, & Stella Williams. (2011). *Sustainable Intensification in African Agriculture.* International Journal of Agricultural Sustainability. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3763/ijas.2010.0583

Pretty, Jules, Zareen Pervez Bharucha, Mohammed Hama Garba, Charles Midega, Ephraim Nkonya, William Settle, and Shamie Zingore. (2016). *Foresight and African Agriculture: Innovations and Policy Opportunities this Review.* https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/document/foresight-and-african-agriculture-innovations-and-policy-opportunities-review.

Silici, L., Palesa, N., Theodor, F., & Amir, K. (2011). *Harnessing Sustainability, Resilience and Productivity through Conservation Agriculture: The Case of Likoti in Lesotho.* https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3763/ijas.2010.0555

Sitko, Nicholas J. & T. S. Jayne. (2018). *Integrating Climate- and Market-Smartness into Strategies for Sustainable Productivity Growth of African Agri-Food Systems.* Feed the Future Innovation Lab for Food Security Policy. March. https://www.canr.msu.edu/resources/integrating-climate-and-market-smartness-into-strategies-for-sustainable-productivity-growth-of-african-agri-food-systems.

Subedi, M., Matthews, R. B., Pogson, M., Abegaz, A., Balana, B. B., Oyesiku-Blakemore, J., & Smith, J. (2014). *Can biogas digesters help to reduce deforestation in Africa?* Biomass & Bioenergy, 70, 87-98. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.02.029

Van Rijn, F., Bulte, E., & Adekunle, A. (2012). *Social capital and agricultural innovation in Sub-Saharan Africa.* Agricultural Systems. https://econpapers.repec.org/article/eeeagisys/v_3a108_3ay_3a2012_3ai_3ac_3ap_3a112-122.htm

Gestión del cambio climático y del medio ambiente:

Amissah-Arthur, A. (2003). *Targeting Climate Forecasts for Agricultural Applications in Sub-Saharan Africa: Situating Farmers in User-Space.* Climatic Change 58, 73–92 doi.org/10.1023/A:1023462613213

CORDEX (2015). *CORDEX domains for model integrations.* https://cordex.org/wp-content/uploads/2012/11/CORDEX-domain-description_231015.pdf

Gonzalez-Dugo,V., Zarco-Tejada, P.J., Intrigliolo, D.S. y Ramírez-Cuesta, J.M. (2020). *Normalization of the crop water stress index to assess the within-feld spatial variability of water stress sensitivity.* Springer, Precision Agriculture. doi.org/10.1007/s11119-020-09768-6

Hoefsloot, P., Ines, A., Van Dam, J., Duveiller, G., Kayitakire, F., y Hansen, J. (2012). *Combining crop models and remote sensing for yield prediction: Concepts, applications and challenges for heterogeneous, smallholder environments.* Technical Report by the Joint Research Centre of the European Commission and the CCAFS program of CGIAR. Ispra: JRC.

Iglesias, E., Rivas, D., Othman, M.K., Escribano, F. y Tarquis, A.M. (abril 2019). *Assessment of macrophyte Typha spp invasion in the Hadejia Valley Irrigation Scheme using WorldView-2 satellite image analysis.* Geophysical Research Abstracts 21, EGU2019-18599-1. Viena, Austria.

IPCC (2014). Summary for policymakers. En: Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (Eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (2018). Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Eds.). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.*

Jiménez-Donaire, M. del P., Tarquis, A.M. y Giráldez, J.V. (2019). *Evaluation of a combined drought indicator and its predictive potential for agricultural droughts in Southern Spain.* Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., doi.org/10.5194/nhess-2019-135

Martin-Gutierrez, S., Borondo, J., Morales, A.J., Losada, J.C., Tarquis, A.M. y Benito, R,M. (2016). *Agricultural activity shapes the communication and migration patterns in Senegal.* Chaos 26(6), 065305. doi.org/10.1063/1.4952961.

Rodríguez, A., Ruiz-Ramos, M., Palosuo, T., Carter, T.C, Fronzek, S., Lorite, I.J., Ferrise, R Pirttioja, N., Bindi, M., Baranowski, P., Buis, S., Cammarano, D., Chen, Y., Dumont, B., Ewert, F., Gaiser T., Hlavinka, P., Hoffmann, H., Höhn, J.G., Jurecka, F., Kersebaum, K.C., Krzyszczak, J., Lana, M., Mechiche-Alami, A., Minet, J., Montesino, M., Nendel, C., Porter, J.R., Ruget, F., Semenov, M. A., Steinmetz, Z., Stratonovitch, P., Supit, I., Tao, F., Trnka, M., de Wit, A. y Rötter R.P. (2019). *Implications of crop model ensemble size and composition for estimates of adaptation effects and agreement of recommen-*

dations. Agricultural and Forest Meteorology 264, 351-362 doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.09.018

Ruiz-Ramos, M., Ferrise, R, Rodríguez, A, Lorite, I.J., Bindi, M., Carter, T.C, Fronzek, S., Palosuo, T, Pirttioja, N., Baranowski, P., Buis, S., Cammarano, D, Chen, Y, Dumont, B., Ewert, F., Gaiser, T., Hlavinka, P., Hoffmann, H., Höhn, J.G., Jurecka, F., Kersebaum, K.C., Krzyszczak, J., Lana, M., Mechiche-Alami, A., Minet, J., Montesino, M., Nendel, C., Porter, J.R., Ruget, F., Semenov, M. A., Steinmetz, Z., Stratonovitch, P., Supit, I., Tao, F., Trnka, M., de Wit, A. y Rötter, R.P. (2018). *Adaptation response surfaces for managing wheat under perturbed climate and CO2 in a Mediterranean environment.* Agricultural Systems, 159, 260–274. doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.009

Sallah, A. H. M., Tychon, B., Piccard, I., Gobin, A., Van Hoolst, R., Djaby, B. y Wellens, J. (2019). *Batch-processing of AquaCrop plug-in for rainfed maize using satellite derived Fractional Vegetation Cover data*. Agricultural Water Management 217, 346-355. doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.016.

Sanz-Cobeña, A. Lassaletta, L., Aguilera, E., del Prado, A., Garnier, J., Billen, G. , Iglesias, A., Sánchez, B., Guardia, G., Abalos, D., Plaza-Bonilla, D., Puigdueta, I., Moral, R., Galán, E., Arriaga, H., Merino, P., Infante-Amate, J., Meijide, A., Pardo, G., Alvaro-Fuentes, J., Gilsanz, C., Báez, D., Doltra, J., González-Ubierna, S., Cayuela, M.L., Menendez, S., Diaz-Pines, E., Le-Noe, J., Quemada, M., Estellés, F., Calvet, S., van Grinsven, H., Westhoek, H., Sanz, M.J., Sánchez-Jimeno, B., Vallejo, A., Smith, P. (2017). *Strategies for greenhouse gas emissions mitigation in Mediterranean agriculture: a review.* Agriculture Ecosystems & Environment, 238, 5-24. doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.038

Suárez, L., Gonzalez-Dugo,V., Camino, C., Hornero, A., Zarco-Tejada, P.J. (2021). *Physical model inversion of the green spectral region to track assimilation rate in almond trees with an airborne nano-hyperspectral imager*. Remote Sensing of Environment, 252, 112147. doi.org/10.1016/j.rse.2020.112147.

UPM (2020). *¿Cómo contribuyen los sistemas productivos familiares a la resiliencia de la agricultura en el Corredor Seco Centroamericano?* http://www.etsiaab.upm.es/Centro/Gabinete_de_Comunicacion/NoticiasActualidad?id=9e6b2bf3c8871710VgnVCM10000009c7648a____&fmt=detail&prefmt=articulo

van Bodegom, J. y Koopmanschap, E. (2020). *Report COVID-19 pandemic and climate change adaptation.* Wageningen Centre for Development Innovation. https://www.wur.nl/en/Research-Results/Research-Institutes/centre-for-development-innovation/show-cdi/Alumni-reflect-on-effects-COVID-19-on-food-systems-around-the-world.htm

Formación no presencial y metodologías educativas innovadoras:

Alcaldía de Tecoluca, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA), Universidad de El Salvador, Grupo de Cooperación TEDECO, Grupo de Innovación Educativa TIDE, & Grupo de Investigación Babel de la UPM. (2020). *Proyecto PALDICA.* El Salvador.

Berrio, C. y Candidato, Z. (2012). *Entre la alfabetización informacional y la brecha digital: Reflexiones para una reconceptualización de los fenómenos de exclusión digital.* Rev. Interam. Bibliot. Medellín (Colombia), 35(1), 39–53.

Deursen, A. J. A. M. y Dijk, J. A. G. M. (2009). *Improving digital skills for the use of online public information and services.* Government Information Quarterly, 26(2), 333-340. doi: 10.1016/j.giq.2008.11.002

Deursen, A. J. A. M. y Dijk, J. A. G. M. (2019). *The first-level digital divide shifts from inequalities in physical access to inequalities in material access.* New Media and Society, 21(2), 354–375. https://doi.org/10.1177/1461444818797082

DigOpps. (2011). *Digital Opportunities - Computer education in developing countries.* https://naturallamu.wixsite.com/digitalopportunities

Knobel, M. & Lankshear, C. (2007). *A New Literacies Sampler.* New York.

Lozano Hernández, C., Barrio Cortés, J., Pérez Vallejo, B., Mesa Garrido, MP., Díaz Serrano, J., Ávila López, MT., López Villarmea, L., Escobar Gallegos, MD. (2019) *Alfabetización digital en población mayor y población inmigrante de un centro de salud.* Proyecto connect@Health-eit. 23rd International Nursing Research Conference. Noviembre. Barcelona.

McCaffery, J., Merrifield, J. y Millican, J. (2007). *Developing Adult Literacy: Approaches to Planning, Implementing, and Delivering Literacy Initiatives.* Oxford, UK: Oxfam GB.

Mills, K.A. (2010). *A Review of the "Digital Turn" in the New Literacy Studies.* Review of Educational Research, 80(2), 246-271. https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0034654310364401

Muñoz Hernández, S., Benac Earle, C. y Carrillo Plaza, J. E. (2019). *TechPeopleCare: Innovative Digital Literacy training Methodology.* 12Th International Conference of Education, Research and Innovation. ICERI. Noviembre. Sevilla, España.

Muñoz Hernández, S., Benac Earle, C. y Fredlund, L. (2020). A Methodology for Addressing the Second-Level Digital Divide. In: Hattingh M., Matthee M., Smuts H., Pappas I., Dwivedi Y., Mäntymäki M. (eds) *Responsible Design, Implementation and Use of Information and Communication Technology.* I3E 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12067. Springer, Cham.

Muñoz-Hernández, S. (2014). *Looking for sustainable software for education in developing countries.* IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2014. Istanbul, Turkey. April.

Muñoz-Hernández, S. (2018). *Discussing current solutions for digital literacy in rural areas.* 13th International Conference on ICT for Development, Education and Training. E-learning Africa. September. Rwanda.

Muñoz-Hernández, S. (2019). *Starting from scratch: Digital literacy in rural areas.* Mobile Learning Week Symposium. Artificial Intelligence for Sustainable Development, UNESCO, Paris, March 2019.

Muñoz-Hernández, S.(2017). *Let's remove digital illiteracy from African rural areas.* 12th International Conference on ICT for Development, Education and Training. E-learning Africa. Republic of Mauritius. September.

Muth, B. (2011). *Integrating Social-Humanist and Cognitive Approaches to Adult Literacy.* Adult Basic Education and Literacy Journal, 5(1), 26-37.

Observatorio de I+D+i UPM. (2021). *TechPeopleCare. Nos ocupamos de acercar las personas a tu tecnología Ficha comercial.* http://www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp?pageac=innovacion/articulo.jsp&id_tipo_articulo=3&id_articulo=1569

Robin, B.R. (2008). *Digital storytelling: A powerful technology tool for the 21st century classroom.* Theory into Practice, 47(3), 220–228. https://doi.org/10.1080/ 00405840802153916

Sierra Castañer, M., & Ledesma Carbayo, M. J. (2020). *Día Mundial de Internet: La brecha digital en tiempos de COVID-19 (y más allá).* https://theconversation.com/dia-mundial-de-internet-la-brecha-digital-en-tiempos-de-COVID-19-y-mas-alla-138761

Silvestre, M., Muñoz, S. y Rubio, M. A. (2014). *A successful entrepreneurship formula for solving computer illiteracy.* Proceedings of the 4th IEEE Global Humanitarian Technology Conference (pp. 318-324). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. https://doi.org/10.1109/GHTC.2014.6970299

Sproat, R. (2010). *Language, technology, and society.* OUP Oxford.

TechPeopleCare. (s. f.). *TechPeopleCare. Technology that cares about people.* https://www.techpeople.care/tpc5/

TEDECO. (2021). *What is TEDECO?.* TEDECO. http://tedeco.fi.upm.es/

UIT. (2020). *Measuring digital development. Facts and figures 2020.* ITU Publications, 1-15. https://www.itu.int/en/mediacentre/Documents/MediaRelations/ITU_Facts and Figures 2019 - Embargoed 5 November 1200 CET.pdf

UPM TechPeopleCare. (2020). *TechPeopleCare.* http://www.upm.es/observatorio/vi/gestor_general/recuperar_archivo.jsp?idf=1085&tipo=2

UPM TechPeopleCare. (s. f.-a). *Connect@ Health.* https://blogs.upm.es/connectahealth/

UPM TechPeopleCare. (s. f.-b). *Our methodology – Connect@ Health.* https://blogs.upm.es/connectahealth/our-methodology/

Uribe Tirado, A. (2009). *Interrelaciones entre veinte definiciones-descripciones del concepto de alfabetización informacional: Propuesta de macro-definición.* Acimed, 20(4).

Urueña López, A., Prieto, E., Ballestero, M. P., Castro García-Muñoz, R., & Cadenas Villaverde, S. (2017). *Las TIC en los hogares españoles. Estudio de demanda y uso de Servicios de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información.* 1-27. https://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/LVI Oleada Panel Hogares.pdf

Varela Ferrío, J. (2015). *La Brecha Digital en España: Estudio sobre la desigualdad postergada.* Comisión Ejecutiva Confederal de UGT. Secretaría de Participación Sindical e Institucional. 116. http://portal.ugt.org/Brecha_Digital/BRECHADIGITAL_WEB.pdf

El papel de la tecnología y la innovación para afrontar los retos en salud en ASS:

Africa Center for Diseases Control (2021). https://africacdc.org/

Akwagyiram, A. (2020) *Health tech pins hope on Africa's pandemic shift to online care.* Reuters. https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-africa-tech- insigh/health-tech-pins-hope-on-africas-pandemic-shift-to-online-care-idUSKBN25Y0VG

Banco Mundial Data (2021). *Life expectancy at birth, total (years) - Sub-Saharan Africa.* https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN?locations=ZG

Bhaskar, S., Bradley, S., Chattu, V. K., Adisesh, A., Nurtazina, A., Kyrykbayeva, S., Sakhamuri, et al. (2020). *Telemedicine Across the Globe-Position Paper From the COVID-19 Pandemic Health System Resilience PROGRAM (REPROGRAM).* International Consortium (Part 1). Frontiers in public health, 8, 556720. https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.556720

Coulborn, R.M., Panunzi, I., Spijker, S., Brant, W.E., Triviño Duran, L., Kosack, C.S., Mitchell Murowa, M. (2012). *Feasibility of using teleradiology to improve tuberculosis screening and case management in a district hospital in Malawi.* Bulletin of the World Health Organization. https://www.who.int/bulletin/volumes/90/9/11-099473.pdf

Department of Health, Republic of South Africa, (2020). *MomConnect.* http://www.health.gov.za/momconnect/

European Investment Bank (2020). *Africa's digital solutions to tackle COVID-19.* https://www.eib.org/attachments/country/africa_s_digital_solutions_to_tackle_Covid_19_en.pdf

Fuente Soro, L. & López Varela, E. (2020). *¿Cómo evitar que la COVID-19 agrave otras epidemias en países de renta baja y media?.* ISGlobal. Junio. https://issuu.com/isglobal/docs/15_isglobal_COVID-19_y_epidemias_es

GBC Health (2019). *Healthcare and Economic Growth in Africa: Digital Health.* https://gbchealth.org/healthcare-and-economic-growth-in-africa-digital-health/

Governo de Cabo Verde (2021). *COVID-19 Coronavirus.* https://Covid19.cv/

Hogan, A.B., Jewell B.L., Sherrard-Smith, E., et al.(2020) *Potential impact of the COVID-19 pandemic on HIV, tuberculosis, and malaria in low-income and middle-income countries: a modelling study.* Lancet Glob Health.

Holst, C., Sukums, F., Radovanovic, D., Ngowi, B., Noll, J., Winkler, A.S. (2020). *Sub-Saharan Africa-the new breeding ground for global digital health.* Lancet Digit Health. https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30027-3

Hulland E. (2020). *COVID-19 and health care inaccessibility in sub-Saharan Africa.* The Lancet Healthy Longevity, 1(1), e4–e5. https://doi.org/10.1016/S2666-7568(20)30017-9

ITU News. (2021). *Interactive Voice Response: Delivering life-saving information amid COVID-19 in Niger.* My ITU. https://www.itu.int/en/myitu/News/2021/ 01/19/08/29/Interactive-Voice-Response-life-saving-information-COVID-19-Niger

Kiira Motors Corporation, (2020). *Bulamo Ventilator.* https://www.kiiramotors.com/bulamu-ventilator/

Lifebank (2021). http://lifebankcares.com/#/home

Masresha, B. G., Luce, R., Jr, Shibeshi, M. E., Ntsama, B., N'Diaye, A., Chakauya, J., Poy, A., & Mihigo, R. (2020). *The performance of routine immunization in selected African countries during the first six months of the COVID-19 pandemic.* The Pan African medical journal, 37 (Suppl 1), 12. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33343791/

Mendelsohn, A. S., & Ritchwood, T. (2020). *COVID-19 and Antiretroviral Therapies: South Africa's Charge Towards 90-90-90 in the Midst of a Second Pandemic.* AIDS and behavior, 24(10), 2754–2756. https://doi.org/10.1007/s10461-020-02898-y

Mennechet, F.J.D., Dzomo, G.R.T. (2020). *Coping with COVID-19 in Sub-Saharan Africa: What Might the Future Hold?.* Virol. Sin. https://doi.org/10.1007/s12250-020-00279-2

mHero (2020a). *More Countries Now Using mHero to Boost COVID-19 Response*. https://www.mhero.org/news/more-countries-now-using-mhero-boost-COVID-19-response

mHero (2020b). *Three Early Digital Health COVID-19 Response Success Stories.* Enero. https://www.mhero.org/news/three-early-digital-health-COVID-19-response-success-stories

mPedigree (2021) *Scratch-card to check medicine is real.* https://mpedigree.com/news/scratch-card-check-medicine-real/

M-TIBA (2021) *M-TIBA Platform*. https://mtiba.com/

Musa, H. H., Musa, T. H., Musa, I. H., Musa, I. H., Ranciaro, A., & Campbell, M. C. (2021). *Addressing Africa's pandemic puzzle: Perspectives on COVID-19 transmission and mortality in sub-Saharan Africa.* International journal of infectious diseases: IJID: official publication of the International Society for Infectious Diseases, 102, 483–488. https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712(20)32172-X/fulltext

Nachega, J.B., Leisegang, R., Kallay, O., Mills, E.J., Zumla, A., Lester, R.T. (2020). *Mobile health technology for enhancing the COVID-19 response in africa: a potential game changer?* Am J Trop Med Hyg. doi: 10.4269/ajtmh.20-0506

Nebe, C., Jalloh, A. (2020). *Coronavirus pandemic driving tech solutions in sub-Saharan Africa.* https://www.dw.com/en/coronavirus-pandemic-driving-tech-solutions-in-sub-saharan-africa/a-53175841

Njoroge, M., Zurovac, D., Ogara, E. A., Chuma, J., & Kirigia, D. (2017). *Assessing the feasibility of eHealth and mHealth: a systematic review and analysis of initiatives implemented in Kenya*. BMC research notes, 10(1), 90. https://doi.org/10.1186/s13104-017-2416-0

NNUU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.* Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015, A/RES/70/1

Nwoko, F., Okeke, U., Effiong, U. (2020). *Drivers and solutions for Universal Health Coverage in Africa*. AfricaPortal. *November*. https://www.africaportal.org/features/drivers-and-solutions-universal-health-coverage-africa/

Okoroafor, I.J., Chukwuneke, F.N. , Ifebunandu, Ifebunandu, N., Onyeka, T.C. Ekwueme, C.O., Agwuna K.K.. (2016). *Telemedicine and biomedical care in Africa: Prospects and challenges*. Nigerina Journal of Clinical Practice, 29(1). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27958238/

OMS Oficina Regional para África. (2018). *The state of health in the WHO African Region: an analysis of the status of health, health services and health systems in the context of the Sustainable Development Goals*. https://www.t/publications/state-health-who-african-region

OMS Oficina Regional para África. (2020a). *COVID-19 Strategic Response Plan in the WHO African Region*. Mayo. https://www.afro.who.int/sites/default/files/2020-06/SPRP%20BUDGET%200520_01.pdf

OMS Oficina Regional para África. (2020b). *COVID-19 Situation Update for the WHO African Region*. Octubre. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336181/SITREP_COVID-19_WHOAFRO_20201021-eng.pdf

OMS Oficina Regional para África. (2020c). *COVID-19 hits life-saving health services in Africa*. November. https://www.afro.who.int/news/COVID-19-hits-life-saving-health-services-africa

OMS Oficina Regional para África. (2020d). *COVID-19 spurs health innovation in Africa*. Enero. https://www.afro.who.int/news/COVID-19-spurs-health-innovation -africa

OMS. (2019). *"Universal Health coverage (UHC)"*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-(uhc)

OMS. (2020a). *Pulse survey on continuity of essential health services during the COVID-19 pandemic. Interim report 27*. Agosto. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-EHS_continuity-survey-2020.1

OMS. (2020b). *The potential impact of health service disruptions on the burden of malaria A modelling analysis for countries in sub-Saharan Africa*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240004641

Osseni, I.A.(2020). *COVID-19 pandemic in sub-Saharan Africa: preparedness, response, and hidden potentials*. Trop Med Health. doi:10.1186/s41182-020-00240-9.

Shapshak, T. (2019). *Africa's Booming Tech Hubs Are "Backbone of Tech Ecosystem" Having Grown 40% This Year*. https://www.forbes.com/sites/tobyshapshak/2019/07/11/africas-booming-tech-hubs-are-backbone-of-tech-ecosystem-having-grown-40-this-year/?sh=71ae1c2124c2

Signapps (2021). *Signapps Care*. https://www.getsignapps.com/products/#messenger

Smith, E., & Crone, D. (2020). *Insights From Africa's COVID-19 Response*. Institute for Global Change. December. https://institute.global/sites/default/files/articles/Insights-From-Africa-s-COVID-19-Response.pdf

Spotlab (2021). https://www.spotlab.org/

Tesema, A.G., Ajisegiri, W.S., Abimbola, S., Balane, C., Kengne, A.P., Shiferaw, F., Dangou, J.M., Narasimhan, P., Joshi, R., Peiris, D. (2020). *How well are non-communicable disease services being integrated into primary health care in Africa: A review of progress against World Health Organization's African regional targets*. PLoS One. doi: 10.1371/journal.pone.0240984.

The Global Fund (2020). *Global Fund survey: majority of HIV, TB and Malaria programs face disruptions as a result of COVID-19*. June. https://www.theglobalfund.org/en/COVID-19/news/2020-06-17-global-fund-survey-majority-of-hiv-tb-and-malaria-programs-face-disruptions-as-a-result-of-COVID-19

Ugandan Ministry of Health (2021). http://www.mtrac.ug/

UNAIDS (2020). *COVID-19 and HIV: 1 Moment, 2 Epidemics, 3 Opportunities. How to seize the moment to lea rn, leverage and build a new way forward for everyone's health and rights.* https://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/20200909_Lessons-HIV-Covid19.pdf

UNPD. (2020). *Africa Innovates. 50 Home Grown African Innovations Tackling COVID-19.* https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Africa%20innovates%20-%2050%20homegrown%20African%20innovations%20tackling%20COVID-19%20%28Compressed%29.pdf

USAID (2014) *Use of technology in ebola response in west Africa. Technical brief.* http://www.africanstrategies4health.org/uploads/1/3/5/3/13538666/technology_and_ebola_response_in_west_africa_technical_brief.pdf

USAID. (2020). *Every Call Counts. Responding to COVID-19 24/7. Medium.* Enero. https://medium.com/usaid-2030/every-call-counts-a170e66dcde4

Wamala, D. S., & Augustine, K. (2013). *A meta-analysis of telemedicine success in Africa. Journal of pathology informatics*, 4 (6). https://doi.org/10.4103/ 2153-3539.112686

La necesaria revolución digital en los países del Sahel:

Dranoff, Sara (2015) *Identity Theft: A Low–Income Issue.* American Bar Association. https://www.americanbar.org/groups/legal_services/publications/dialogue/volume/17/winter-2014/identity-theft--a-lowincome-issue

Gilman, Michele E. *The Class Differential in Privacy Law*, 77 Brook. L. Rev. (2012). https://brooklynworks.brooklaw.edu/blr/vol77/iss4/2

Holsen, K. (2019). *Increasing Data Privacy in Africa. The Borgen Project.* https://borgenproject.org/increasing-data-privacy-in-africa/

ICT Development Index 2017. https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html

Madden, Gilman, Levy, Marwick (2017). *Privacy, Poverty and Big Data: A Matrix of Vulnerabilities for Poor Americans* Washington University Law Review 53. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2930247

Sachs, J.D, Schimidt-Traub, G, Mazzucato, M, Messner, D, Nakicenovic, N, Rockstrom (2020). *Six Transformations.* Nature Sustainability.

UIT-D. *Measuring digital development. Facts and figures 2019* https://itu.foleon.com/itu/measuring-digital-development/home/

UIT-D. *Measuring digital development. Facts and figures 2020* https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/FactsFigures2020.pdf

Herramientas a implantar. Aplicación de los SIG en África:

Balbo, S., Boccardo, P., Dalmasso, S., & Pasquali, P. (2013). *A public platform for geospatial data sharing for disaster risk management.*

Buchhorn, M., Smets, B., Bertels, L., Roo, B. D., Lesiv, M., Tsendbazar, N.-E., Li, L., & Tarko, A. (2020). *Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: version 3 Globe 2015-2019: Product User Manual* (Dataset v3.0, doc issue 3.3). Zenodo. https://doi.org/10.5281/ZENODO.3938963

Center For International Earth Science Information Network-CIESIN-Columbia University. (2018). *Gridded Population of the World, Version 4 (GPWv4): Administrative Unit Center Points with Population Estimates.* Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). https://doi.org/10.7927/H4BC3WMT

Clarke, K. C. (1996). *On Epidemiology and Geographic Information Systems: A Review and Discussion of Future Directions.* Emerging Infectious Diseases, 2(2), 8.

Committee of Experts on Global Geospatial. (2020). *Future trends in geospatial information management: The five to ten year vision.* https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/10th-Session/documents/Future_Trends_Report_THIRD_EDITION_digital_accessible.pdf

Delgado Fernández, T., Lance, K., Buck, M., & Onsrud, H. J. (2005). *Assessing an SDI Readiness Index. FIG 2005 and GSDI-8.* Proceedings of the FIG Working Week 2005 and 8th International Conference on the Global Spatial Data Infrastructure (GSDI-8), 16-21 April, Cairo, Egypt.

ECREEE. (2018). *Developing a SDI to support sustainable energy planning in West Africa. Final Report.* ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency.

Fritz, S., See, L., Perger, C., McCallum, I., Schill, C., Schepaschenko, D., Duerauer, M., Karner, M., Dresel, C., Laso-Bayas, J.-C., Lesiv, M., Moorthy, I., Salk, C. F., Danylo, O., Sturn, T., Albrecht, F., You, L., Kraxner, F., & Obersteiner, M. (2017). *A global dataset of crowdsourced land cover and land use reference data.* Scientific Data, 4(1), 170075. https://doi.org/10.1038/sdata.2017.75

Garises, V., & Quenum, J. (2018). *The road towards big data infrastructure in the health care sector: The case of Namibia*. 2018 19th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON), 98-103. https://doi.org/10.1109/MELCON.2018.8379075

GNSS, & Copernicus. (2019). *Supporting the Sustainable Development Goals. Building blocks towards the 2030 Agenda*. United Nations. https://doi.org/10.18356/bd041258-en

Herrick, J. E., Urama, K. C., Karl, J. W., Boos, J., Johnson, M.-V. V., Shepherd, K. D., Hempel, J., Bestelmeyer, B. T., Davies, J., Guerra, J. L., Kosnik, C., Kimiti, D. W., Ekai, A. L., Muller, K., Norfleet, L., Ozor, N., Reinsch, T., Sarukhan, J., & West, L. T. (2013). *The global Land-Potential Knowledge System (LandPKS): Supporting evidence-based, site-specific land use and management through cloud computing, mobile applications, and crowdsourcing*. Journal of Soil and Water Conservation, 68(1), 5A-12A. https://doi.org/10.2489/jswc.68.1.5A

Kling, H., Stanzel, P., Fuchs, M., & Bauer, H. (2017). *Theoretical Hydropower Potential for Different Plant Sizes for all Rivers in West Africa*. Water Storage and Hydropower Development for Africa. International Conference and Exhibition. March. Morocco.

Kumar, D., Singh, R. B., & Kaur, R. (2019). *Spatial Information Technology for Sustainable Development Goals*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58039-5

Lavery, M. P. J., Abadi, M. M., Bauer, R., Brambilla, G., Cheng, L., Cox, M. A., Dudley, A., Ellis, A. D., Fontaine, N. K., Kelly, A. E., Marquardt, C., Matlhane, S., Ndagano, B., Petruccione, F., Slavík, R., Romanato, F., Rosales-Guzmán, C., Roux, F. S., Roux, K., … Forbes, A. (2018). *Tackling Africa's digital divide*. Nature Photonics, 12(5), 249-252. https://doi.org/10.1038/s41566-018-0162-z

Lubida, A. (2019). *Investigating Spatial Data Infrastructure Planning in Tanzania using System Modelling and Social Concepts*.

Makanga, P., & Smit, J. (2010). *A Review of the Status of Spatial Data Infrastructure Implementation in Africa*. South African Computer Journal, 45. https://doi.org/10.18489/sacj.v45i0.36

Mwange, C., Mulaku, G. C., & Siriba, D. N. (2018). *Reviewing the status of national spatial data infrastructures in Africa*. Survey Review, 50(360), 191-200. https://doi.org/10.1080/00396265.2016.1259720

Mwange, C., Mulaku, G., & Siriba, D. (2017). *Relaunching the Kenya National Spatial Data Infrastructure.* International Journal of Spatial Data Infrastructure Research, 12, 172-190. https://doi.org/10.2902/1725-0463.2017.12.art9

Nelson, A., de Sherbinin, A., & Pozzi, F. (2006). *Towards development of a high quality public domain global roads database.* Data Science Journal, 5, 223-265.

Oakleaf, J. R., Kennedy, C. M., Baruch-Mordo, S., Gerber, J. S., West, P. C., Johnson, J. A., & Kiesecker, J. (2019). *Mapping global development potential for renewable energy, fossil fuels, mining and agriculture sectors.* Scientific Data. https://doi.org/10.1038/s41597-019-0084-8

Owusu-Banahene, W., Mensah, F., Coetzee, S., Cooper, A. K., Rautenbach, V., Sinvula, K. M., Nangolo, E., & Hippondoka, M. (2013). *A description of spatial data infrastructure stakeholders in Ghana using the ICA model.* GSDI Association. https://researchspace.csir.co.za/dspace/handle/10204/7451

Prevost, Y. A., & Gilruth, P. (1997). *Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa.* UNDP. Towards Environmentally Sustainable Development in Sub-Saharan Africa. Building Blocks for Africa 2025. Paper No 12.

SANSA. (2007). *The South African Earth Observation System Strategy.* South African National Space Agency. South African Department of Science and Technology. https://www.sansa.org.za/wp-content/uploads/2018/05/DST-SAEOS-Strategy.pdf

SDSN. (2015). *Data for Development. A needs assessment for SDG monitoring and Statistical Capacity Development.* Sustainable Development Solutions Network.

Sinvula, K. M., Coetzee, S., Cooper, A. K., Nangolo, E., Owusu-Banahene, W., Rautenbach, V., & Hipondoka, M. (2014). A Contextual ICA Stakeholder Model Approach for the Namibian Spatial Data Infrastructure (NamSDI). En M. Buchroithner, N. Prechtel, & D. Burghardt (Eds.), *Cartography from Pole to Pole: Selected Contributions to the XXVIth International Conference of the ICA, Dresden 2013* (pp. 381-394). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32618-9_27

Swetnam, R. D., Fisher, B., Mbilinyi, B. P., Munishi, P. K. T., Willcock, S., Ricketts, T., Mwakalila, S., Balmford, A., Burgess, N. D., Marshall, A. R., & Lewis, S. L. (2011). *Mapping socio-economic scenarios of land cover change: A GIS method to enable ecosystem service modelling.* Journal of Environmental Management, 92(3), 563-574. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.09.007

Tembo, E., & Manisa, M. (2003). *New Developments in the Establishment of the Botswana National Spatial Data Infrastructure.* International Federation of Surveyors Working Week, 8.

UN-GGIM. (2016). *Addis Ababa Declaration on Geospatial Information Management Towards Good Land Governance for the 2030 Agenda.* United Nations Global Geospatial Information Management. UNSTATS.

Van Wagner, C. E., & Pickett, T. L. (1985). *Equations and FORTRAN program for the Canadian Forest Fire Weather Index System* (Vol. 33). http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=19973

Warmerdam, F. (2008). The Geospatial Data Abstraction Library. En G. B. Hall & M. G. Leahy (Eds.), *Open Source Approaches in Spatial Data Handling* (pp. 87-104). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74831-1_5

Woodcock, C. E., Allen, R., Anderson, M., Belward, A., Bindschadler, R., Cohen, W., Gao, F., Goward, S. N., Helder, D., Helmer, E., Nemani, R., Oreopoulos, L., Schott, J., Thenkabail, P. S., Vermote, E. F., Vogelmann, J., Wulder, M. A., & Wynne, R. (2008). *Free access to Landsat imagery.* Science (New York, N.Y.), 320(5879), 1011. https://doi.org/10.1126/science.320.5879.1011a

La gestión de riesgos, compañera de la innovación:

Banco Mundial (2018). *Results and Performance of the World Bank Group 2017: An Independent Evaluation.* World Bank, Washington, DC. http://hdl.handle.net/10986 /29765

Berssaneti, F. T. y Carvalho, M. M. (2015). *Identification of variables that impact project success in Brazilian companies.* International Journal of Project Management 33(3), 638–649. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.07.002.

CESCE (2020). *Mapa riesgo país*. https://www.cesce.es/riesgo-pais.

Cotec (2020). *Informe Fundación Cotec para la innovación 2020.* Fundación Cotec, Madrid.

Diallo, A. y Thuillier, D. (2005). *The success of international development projects, trust and communication: an African perspective.* International Journal of Project Management 23, 237–252. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.10.002.

Edquist, C., Zabala-Iturriagagoitia, J. M., Barbero, J., Zofío, J. L. (2018). *On the meaning of innovation performance: Is the synthetic indicator of the Innovation Union Scoreboard flawed?* Research Evaluation 27(3), 196–211. https://doi.org/10.1093/reseval/rvy011.

Global Entrepreneurship Monitor (2019). *2018/2019 Women's Entrepreneurship Report.* Global Entrepreneurship Research Assocation, London Business School, Londres.

Godet, M. (1986). *Introduction to la prospective: Seven key ideas and one scenario method.* Futures 18(2), 134–157. https://doi.org/10.1016/0016-3287(86)90094-7.

Hofstede, G. (2020). *Hofstede insights: compare countries.* https://www.hofstede-insights.com/product/compare-countries/.

Hofstede, G., Hofstede, G. J. y Minkov, M. (2010). *Cultures and Organizations: Software of the Mind.* 3era Edición. McGraw-Hill, Nueva York.

Ika, L. A. (2012). *Project Management for Development in Africa: Why Projects Are Failing and What Can Be Done About It.* Project Management Journal 43(4), 27–41. https://doi.org/10.1002/pmj.21281.

Ika, L. A. y Donnelly, J. (2017). *Success conditions for international development capacity building projects.* International Journal of Project Management 35, 44–63. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.10.005.

Juselius, K., Møller, N. F. y Tarp, F. (2014). *The long-run impact of foreign aid in 36 African countries: Insights from multivariate time series analysis.* Oxford Bulletin of Economics and Statistics 76(2), 153–184. https://doi.org/10.1111/obes.12012.

Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling,* 12ª Edición. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Khan Mohmand, S. y Loureiro, K. M. (2017). *Interrogating Decentralisation in Africa.* IDS Bulletin 48(2), 1–14. http://dx.doi.org/10.19088/1968-2017.113.

Monjardino, M., Kuehne, G., Cummins, J. (2020). *Value-Ag: An integrated model for rapid-ex ante impact evaluation of agricultural innovations in smallholder systems.* Experimental Agriculture, 1–17.

Moyo, D. (2009). *Dead Aid: Why aid is not working and how there is a better way for Africa.* D&M Publishers Inc., Vancouver.

Muriithi, N. y Crawford, L. (2003). Approaches to project management in Africa: implications for international development projects. *International Journal of Project Management 21*, 309–319. https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00048-0.

O'Connor, G.C., Ravichandran, T., Robeson, D (2008). *Risk management through learning: Management practices for radical innovation success.* The Journal of High Technology Management Research 19(1), 70–82. https://doi.org/10.1016/j.hitech.2008.06.003.

OCDE (2016). *The innovation imperative. Contributing to Productivity, Growth and Well-Being*. https://doi.org/10.1787/9789264239814-en.

Rodríguez-Rivero, R., Ortiz-Marcos, I., Ballesteros-Sánchez, L., Sánchez, M. J. (2019). *Improving the management of international development projects.* International Journal of Managing Projects in Business. https://doi.org/10.1108/IJMPB-03-2019-0057.

Rodríguez-Rivero, R., Ortiz-Marcos, I., Díaz-Barcos, V., Lozano, S. A. (2020b). *Applying the strategic prospective approach to project management in a development project in Colombia*. International Journal of Project Management 38, 534–547. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.07.003

Rodríguez-Rivero, R., Ortiz-Marcos, I., Romero, J., y Ballesteros-Sánchez, L. (2020a). *Finding the links between risk management and project success: evidence from international development projects in Colombia*. Sustainability 12(21), 9294. https://doi.org/10.3390/su12219294.

Valdivia, R.O., Antle, J.M. and Stoorvogel, J.J. (2017). *Designing and evaluating sustainable development pathways for semi-subsistence crop-livestock systems: lessons from Kenya*. Agricultural Economics 48(S1), 11–26. https://doi.org/10.1111/agec.12383.

Wang, S. Q., Dulaimi, M. F. y Aguria, M. Y. (2004). *Risk management framework for construction projects in developing countries.* Construction Management and Economics 22(3), 237–252. https://doi.org/10.1080/0144619032000124689.

Yamaswari, I. A. C., Kazbekov, J., Lautze, J. y Wegerich, K. (2016). *Sleeping with the enemy? Capturing internal risks in the logical framework of a water management project.* International Journal of Water Resources Development 32(1), 116–134. https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1058766.

ANEXO I: Áreas de trabajo y miembros del equipo investigador

Área	Investigador/a
Coordinación, resultados, discusión y conclusiones finales.	Jesús Vázquez Minguela[1]
Agrotecnología	Carlos Gregorio Hernández Díaz-Ambrona[1]
Industria Agroalimentaria y cadenas de valor	Virginia Díaz Barcos[1]
Crecimiento sostenible en el sector agroalimentario en África	Rossana Tornel, Eva Iglesias[1]
Gestión del cambio climático y medio ambiente	Margarita Ruiz Ramos, Alfredo Rodríguez, Ana Tarquis[1]
Educación	Susana Muñoz Hernández[2]
Salud	María Jesús Ledesma Carbayo[3], Lara García Delgado[3], Elisa López Varela[6]
Digitalización y conectividad	Celia Fernández Aller[2] Manuel Sierra Castañer[3]
Herramientas a implantar	David Pereira Jerez[1]
Evaluación de riesgos en proyectos de cooperación al desarrollo	Rocío Rodríguez Rivero[4]
Diagnóstico transversal	Patricia de Blas Aranda[5], Lucía Ridruejo Arias[5]

1.- itd/ETS Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas
2.- itd/ ETS Ingenieros Informáticos
3.- itd/ ETS Ingenieros de Telecomunicación
4.- itd/ETS Ingenieros Industriales
5.-Máster Interuniversitario UPM-UCM sobre Estrategias y Tecnologías para el Desarrollo Humano (2º Curso)
6.- ISGLOBAL

ANEXO II: Listado de personas consultadas

Nombre	Posición
Koudjo Adjeoda	Coordinador general de la ONGD Action pour le développement du Sahel y responsable del programa de Micro Recyc Coopération en la región de Maradi.
Arturo Angulo Urarte	Consultor independiente especializado en seguridad alimentaria y extensión rural.
Ángel Luis Arquero	Ingeniero especialista en hidrología y seguridad de presas y balsas en SUEZ. Vicepresidente de Investigación y Proyectos en OAN International. Formador de técnicos en TADEH (Escuela Móvil del Agua y Saneamiento).
Pablo Ascasíbar Allona	Coordinador del departamento de Topografía y GPS y responsable de Proyectos Europeos de AGRESTA S: COOP.
Blanca Cid Santos	Coordinadora de la unidad operativa de África, Médicos del Mundo.
Jaime Díaz Martínez	Coordinador regional África y director país Mozambique de la Fundación Ayuda en Acción.
César Augusto Echeverri	Director del Parque Tecnológico de Innovación TECNICAFE. Clúster de Cafés y Caficultura de Alta Calidad de Colombia.
María Jesús Falgas Marín	Supervisión, administración y movilización de recursos en el proyecto Surcos en el Desierto de la Fundación Emalaikat en Turkana Norte, Kenia.
Anne Gobin	Gerente de proyecto VITO, Bélgica. Profesora invitada KU Leuven (Universidad Católica de Lovaina), Bélgica.
Estrella González Rodrigo	Ingeniera Agrónoma en terreno (Níger). CIDEAL.
Iñaki Goicolea Marín	Electrical Installations Officer en Médicos Sin Fronteras Sede.
Aitor Martínez de Ayala	Delegado de CIDEAL en África Subsahariana.
Luis María Navarro Gil	Fundación TYPSA para la cooperación.
José Inglés Paredes	Gerente de Tropical Fruit, Casamance, Senegal.
Aitor Zabalgogeazkoa	Jefe de Misión de Médicos Sin Fronteras en Mozambique.
Ana Zazo	Representante país de ONGAWA en Departamento de Podor, Región de St Louis, Senegal .

ANEXO III: Encuesta enviada a personas expertas en cooperación al desarrollo

Introducción

La encuesta pretende recopilar información valiosa basada en la experiencia con el objetivo de definir áreas de trabajo prioritarias para el desarrollo de África Subsahariana mediante la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías

1. Nombre

2. Desempeño actual: Puesto/Organización/Proyecto/Lugar

3. Breve exposición de su experiencia en cooperación al desarrollo

4. Descripción de casos de prácticas de innovación o aplicación de tecnologías innovadoras que conozca en alguno de los siguientes ámbitos, en África Subsahariana: agricultura, industria agroalimentaria, lucha contra el cambio climático, comercialización agroalimentaria, educación, digitalización, sistemas de información geográfica y otros. Fuentes de información al respecto.
   En este punto pueden recogerse experiencias en cualquier área geográfica si se considera que pudieran ser extrapolables a África Subsahariana. El encuestado puede citar casos que conozca, aunque no haya participado en ellos.

5. Líneas de desarrollo que cree deberían priorizarse en África Subsahariana y papel que en las mismas pudieran jugar la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías.
   En este punto las propuestas del encuestado deben centrarse preferentemente en su experiencia en alguno de los ámbitos mencionados anteriormente.

6. Opinión sobre el estado actual del papel de la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías en los proyectos de cooperación al desarrollo.

7. Propuestas para conseguir mayor impacto en el desarrollo a través de la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías.

8. Observaciones que juzgue importantes para cumplir con el objetivo del trabajo, señalado en la introducción.

ANEXO IV: Encuesta enviada a personas del sector privado

Introducción

La encuesta pretende recopilar información valiosa basada en la experiencia con el objetivo de definir áreas de trabajo prioritarias para el desarrollo de África Subsahariana mediante la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías

1. Nombre/Proyecto/Responsabilidad

2. Describa brevemente el proyecto de cooperación en el que trabaja/Su experiencia profesional en terreno

3. ¿Han impuesto las autoridades nacionales o locales medidas que afecten a la actividad normal de su organización (por ejemplo, limitación de movimientos, prohibición de asambleas, etc…)

   SI NO

   a. En caso afirmativo indique cuáles de las siguientes le han afectado:
      - Limitaciones a la importación/exportación de productos[ ]
      - Restricciones de movimiento en el país de operación [ ]
      - Confinamiento general[ ]
      - Cierre de fronteras[ ]
      - Limitaciones de reunión[ ]
      - Cuarentena[ ]
      - Otras (especificar)

4. ¿Ha hecho su organización cambios en su metodología de trabajo como resultado de la COVID-19?

   SI NO

   a. En caso afirmativo indique cuáles de las siguientes le han afectado:
      - Limitaciones al movimiento del personal[ ]
      - Repatriación del personal internacional [ ]
      - Implantación del teletrabajo [ ]
      - Limitaciones de reunión[ ]
      - Cuarentena[ ]
      - Despido de personal[ ]
      - Suspensión temporal de empleos[ ]
      - Otras (especificar)

b. En caso afirmativo indique a qué tipo de personal han afectado las medidas
- Local[ ]
- Internacional[ ]
- Ambos[ ]

c. ¿Cómo han afectado las medidas tomadas al trabajo de la organización?
- No han afectado[ ]
- Han tenido un impacto limitado[ ]
- Han tenido un fuerte impacto[ ]
- Han supuesto el cese de la actividad[ ]
- Solo se han tomado medidas de seguridad para proteger la salud[ ]

d. Indique las áreas de actividad afectadas por las medidas adoptadas o impuestas
- Actividad diaria habitual[ ]
- Comunicación con donantes[ ]
- Comunicación con socios[ ]
- Comunicación con beneficiarios[ ]
- Comunicación con autoridades locales[ ]
- Fondos disponibles[ ]
- Otros (especificar)

e. Indique las acciones emprendidas para asegurar la continuidad de la actividad
- Mantener solo la actividad esencial suspendiendo temporalmente otros objetivos
- Reducir costes en previsión de una disminución de fondos de ayuda y/o de ingresos del proyecto
- Renuncia definitiva a algunos objetivos del proyecto
- Cambio definitivo de algunos objetivos del proyecto
- Otras (especificar)

5. ¿Ha habido un aumento de la inseguridad en el contexto en el que trabaja?

SI NO

a. En caso afirmativo, ¿Qué tipo de inseguridad?
- Violencia física o verbal a profesionales []
- Agitación social (protestas) []
- Miedo o pánico ante el virus []
- Desabastecimiento
- Inseguridad en la toma de decisiones []
- Rechazo a personal internacional []
- Otro tipo (por favor, especifique cuál)

6. ¿Cómo cree que el COVID-19 va a afectar a su proyecto en el futuro inmediato?

La pandemia de la Covid-19 ha generado un nuevo contexto internacional, poniendo de manifiesto los importantes desafíos a los que se debe hacer frente.

La estrategia para hacer frente a esta realidad debe ser global. Hacen falta medidas que, más allá de la emergencia sanitaria, permitan hacer frente a las consecuencias socioeconómicas de la pandemia. Pero, además, se requiere una reflexión de fondo para entender mejor qué transformaciones son necesarias. En este sentido, la búsqueda de soluciones innovadoras, apoyadas en las nuevas tecnologías, se perfila como uno de los campos más promisorios de cara al futuro.

La cooperación internacional tiene un importante papel que jugar en este contexto, y especialmente en el caso de África Subsahariana, que pese a ser una de las regiones más desfavorecidas del planeta, es al tiempo una tierra de oportunidades en términos de cooperación, emprendimiento e innovación.

En este marco, la presente investigación impulsada por la Fundación CIDEAL aporta un diagnóstico transversal sobre la situación de África Subsahariana en el contexto post Covid, para proceder a continuación a un análisis sectorial sobre el potencial de distintos sectores en términos de tecnología e innovación aplicada al desarrollo (agrotecnología, agroindustria, salud, medio ambiente, o digitalización, entre otros).

Con la colaboración de :

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES, UNIÓN EUROPEA Y COOPERACIÓN

aecid

Cooperación Española