



Tecnologías digitales y soluciones para la apicultura

Panorama de las herramientas innovadoras para los apicultores

SERIE DE PRÁCTICAS PROMETEDORAS

AGRICULTURA DIGITAL

Los avances tecnológicos son reconocidos cada vez más como poderosas fuerzas de desarrollo. El uso de herramientas, máquinas y soluciones tecnológicas innovadoras en la agricultura puede repercutir positivamente en distintos segmentos de las cadenas de valor alimentarias, mitigar riesgos, contribuir a la sostenibilidad y, potencialmente, sacar de la pobreza a grupos vulnerables.

Objetivos de Desarrollo Sostenible



INTRODUCCIÓN: EL PAPEL INVALUABLE DE LAS ABEJAS Y LOS APICULTORES

La apicultura es la “gestión y mantenimiento de colonias de abejas melíferas”. Aunque generalmente se considera una industria menor, la importancia de mantener y criar abejas en entornos controlados está estrechamente relacionada con la agricultura y la dependencia de los agricultores de la polinización de las abejas melíferas. La apicultura puede ser una actividad de hobby, un trabajo secundario lucrativo, o una ocupación a tiempo completo.

La importancia económica, ambiental, social y cultural de las abejas es globalmente indiscutible. Salvaguardar a las abejas y apoyar la apicultura garantiza los importantes servicios ambientales que las abejas proporcionan como polinizadores. Esto impacta directamente la seguridad alimentaria, puede generar ingresos y contribuir al empoderamiento económico de mujeres y jóvenes en todo el mundo. Esta sección expone los argumentos sobre por qué las abejas y la apicultura son importantes, tanto desde un punto de vista antropocéntrico como no antropocéntrico.

Público destinatario

- Apicultores
- Pequeños agricultores y agricultores familiares

Objetivo

El objetivo de esta hoja informativa es ofrecer una visión general de cómo se utilizan diferentes tecnologías digitales en la apicultura. Aborda desafíos comunes y busca formas accesibles, preferiblemente asequibles, de afrontarlos. El objetivo final es presentar a los apicultores los beneficios de las tecnologías digitales disponibles y ofrecer aportes constructivos y prácticos que puedan ayudarles a tomar mejores decisiones, agregar más valor y mejorar sus medios de vida.



SEGURIDAD ALIMENTARIA

Unas 20 000 especies de insectos y vertebrados son polinizadores, entre los que los más importantes y reconocidos son diversas especies de abejas. Los polinizadores son esenciales para la producción de alrededor del 75 % de los cultivos que producen frutas, verduras, semillas, nueces y aceites utilizados para el consumo humano, y hasta el 87 de los 100 principales cultivos alimentarios a nivel mundial. Como tal, las abejas son insustituibles para garantizar una nutrición rica en micronutrientes, vitaminas y minerales. La miel, el propóleo, la jalea real y el polen producidos directamente por algunas especies de abejas se utilizan como alimento y medicina. Más allá de ser un elemento importante de una dieta humana saludable, las abejas como polinizadores son contribuyentes críticos a los rendimientos agrícolas a nivel mundial. Su rol es más importante que cualquier otra práctica de manejo agrícola. Específicamente, un aumento en la densidad de polinizadores puede aumentar los rendimientos de los cultivos en alrededor del 25 % y, consecuentemente, disminuir la inseguridad alimentaria y erradicar el hambre para una población mundial en crecimiento.

BIODIVERSIDAD

La polinización zoófila desempeña una función vital como servicio ecosistémico regulador de la naturaleza. A nivel mundial, casi el 90% de las especies florales silvestres dependen, al menos parcialmente, de la transferencia de polen por los animales. Esas plantas son fundamentales para el buen funcionamiento de los ecosistemas por cuanto producen alimentos, forman hábitats y aportan otros recursos a muchas otras especies. Las abejas constituyen un eslabón fundamental en el mantenimiento de la polinización de los ecosistemas. Desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad, garantizan la supervivencia de muchas plantas, potencian la regeneración de los bosques, aportan sostenibilidad y adaptación al cambio climático y mejoran la calidad y cantidad de los sistemas de producción agrícola. La gestión de algunas especies de abejas está muy extendida, entre ellas la abeja melífera occidental (*Apis mellifera* L.), la abeja melífera oriental (*Apis cerana*), algunos abejorros, algunas abejas sin aguijón y algunas abejas solitarias.

IMPORTANCIA ECONÓMICA

Los valores económicos de las abejas y la apicultura son múltiples, y muchos de los medios de subsistencia de las zonas rurales de todo el mundo dependen de ambos. Por un lado, la gestión de especies sociales de abejas es una actividad muy extendida y generadora de ingresos para miles apicultores a pequeña escala. Las abejas producen productos valiosos como miel, propóleo, polen, jalea real y cera. Los apicultores también pueden generar ingresos mediante la producción de abejas reinas y enjambres o prestar servicios como la polinización, la apiterapia, el apiturismo y la vigilancia ambiental. Para ciertas comunidades rurales, la apicultura es una estrategia de erradicación de la pobreza, así como del empoderamiento económico de los grupos vulnerables. Por otro lado, el papel de las abejas como polinizadoras no solo es importante para conservar la biodiversidad y garantizar la seguridad alimentaria, sino que también aumenta los ingresos de los agricultores, especialmente de los agricultores a pequeña escala de los países en desarrollo.

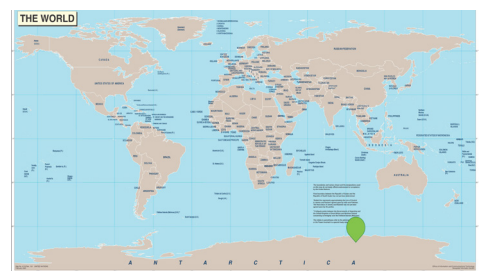
Definición de agricultores de pequeña escala como apicultores

Los agricultores de pequeña escala son apicultores que poseen entre 50 y 100 colonias de abejas melíferas. Este número, sin embargo, puede variar de un país a otro. Cuando es difícil ganarse la vida con la apicultura, se considera una actividad agrícola complementaria o un pasatiempo. Los apicultores profesionales son aquellos con más de 100 colonias de abejas melíferas y al menos de 5 a 10 años de experiencia. Para los apicultores profesionales, los ingresos de su actividad apícola son su principal fuente de ingresos.



Cobertura geográfica

Las especies de abejas silvestres viven en todos los continentes excepto la Antártida. La abeja melífera occidental (*Apis mellifera* L.) fue uno de los primeros animales gestionados por los seres humanos. Como la apicultura existe desde hace miles de años y está presente en todo el mundo, las limitaciones geográficas para el uso de tecnologías en la apicultura son insignificantes. Todos los apicultores están en la posición de beneficiarse al implementar nuevas herramientas y enfoques. Los principales obstáculos no están principalmente relacionados con diferencias geográficas o climáticas, sino con contextos económicos y culturales.



Fuente: Naciones Unidas

Muchos de los cultivos comerciales más importantes dependen en gran medida de la polinización. Se calcula que los cultivos que dependen de la polinización son hasta cinco veces más valiosos que los que no la necesitan. El café y el cacao son solo dos ejemplos de importantes cultivos de alto valor dependientes de la polinización que aumentan los ingresos de las poblaciones rurales de los países en desarrollo.

Los paquetes de abejas melíferas son uno de los principales productos de la industria apícola, ya que compensan la pérdida de colonias de abejas melíferas debido a condiciones meteorológicas, enfermedades o pesticidas. Esta práctica ofrece ventajas e inconvenientes. Por un lado, las colonias pueden trasladarse de una parte del país o región a otra, lo que puede mejorar las razas, permitiendo un índice de desarrollo temprano de las colonias de abejas melíferas en comparación con el desarrollo natural del año anterior. En algunos casos, sin embargo, estos traslados entrañan el riesgo de propagar enfermedades y plagas, pero esto puede disminuirse utilizando paquetes sin cuadros. Los paquetes de abejas melíferas se componen de abejas obreras (1,3 kg o 3 lb, aproximadamente la misma cantidad que se suministra en una colonia núcleo) junto con una abeja reina enjaulada (o sin enjaular) y alimento en jarabe para tres días, suministrado en un paquete tipo jaula diseñada para un transporte seguro y protegido.

En los países que tienen condiciones climáticas extremadamente frías durante el invierno, los apicultores deben dejar al menos 20 kg de miel en la colmena para que una colonia sobreviva. Esto puede ser más costoso que comprar paquetes de abejas melíferas en la primavera. Por lo tanto, algunos apicultores prefieren comprar paquetes de abejas melíferas para reiniciar una colonia.



DESAFÍOS PARA LOS APICULTORES

SALUD DE LAS ABEJAS

Múltiples factores afectan negativamente la salud de las abejas. Las colonias de abejas en todo el mundo están amenazadas por infecciones virales y bacterianas, parásitos artrópodos como el ácaro Varroa, y factores directos e indirectos, que son el resultado del crecimiento de la población humana, la globalización del comercio, los cambios en el uso de la tierra y las prácticas agrícolas insostenibles. Aunque el número total de colmenas manejadas ha ido en aumento en las últimas décadas, ciertas áreas de Europa y América del Norte se están volviendo cada vez más vulnerables al Síndrome de Colapso de Colonias de Abejas. Las causas antropogénicas de la mortalidad de las abejas son multifacéticas y pueden atribuirse a una combinación de los siguientes factores:

- **El uso de pesticidas y la contaminación ambiental interfieren con los procesos cognitivos de las abejas necesarios para la supervivencia de la colmena.** La clase de pesticidas más utilizada en la agricultura son los pesticidas neonicotinoides, que alteran el pecoreo, la regulación de la temperatura, la reproducción y otros comportamientos de las abejas. Además, las abejas pueden necesitar varias generaciones para recuperarse incluso de una sola aplicación de pesticida.



- **Los cambios en el uso del suelo reducen la idoneidad de los hábitats que sostienen las colonias de abejas melíferas.** Estos cambios afectan la disponibilidad de alimento, la nutrición y la supervivencia durante el invierno. La expansión de la agricultura industrial es uno de los principales impulsores de los cambios en las coberturas de tierra naturales y seminaturales. La agricultura intensiva también crea desiertos ecológicos que contribuyen a la pérdida de hábitats y a la fragmentación de recursos.



- **Al eliminar las malezas y reducir la diversidad de cultivos, la expansión de los monocultivos también contribuye a la disminución de los recursos de pecoreo disponibles para las abejas.** Además, los cultivos de floración masiva que se cultivan en la agricultura monocultural a menudo no proporcionan la variedad de nutrientes importantes para una dieta saludable de las abejas melíferas. Debido a la mala nutrición, las abejas melíferas son cada vez más susceptibles a patógenos y enfermedades.

- **El estrés oxidativo y el daño molecular pueden desencadenar la mortalidad aguda de las abejas melíferas gestionadas.** Las prácticas de manejo migratorio, en las que se transportan colonias para el pecoreo de alimentos o servicios de polinización, han demostrado inducir respuestas de estrés en las abejas melíferas y, en última instancia, contribuir a enfermedades y pérdidas de colonias.



- **La densidad de colmenares de abejas melíferas en ciertas partes del mundo es una de las principales causas de la rápida propagación de enfermedades entre las abejas.** Algunas partes del mundo tienen niveles muy altos de colonias de abejas melíferas, mientras que otras partes se quedan sin ninguna abeja. Gestionar la distribución de las colonias de abejas melíferas a lo largo del territorio de un país y el desarrollo de aplicaciones digitales, como arizor.uz en Uzbekistán, pueden ayudar a organizar mejor la distribución de las colonias de abejas melíferas y controlar la propagación de enfermedades hasta cierto nivel.

INTERCAMBIO DE CONOCIMIENTOS Y ASESORAMIENTO

Además de los desafíos relacionados con la salud de las abejas, muchos apicultores de todo el mundo no alcanzan su máximo potencial de productividad debido a la falta de herramientas para el intercambio de conocimientos y habilidades, servicios de asesoramiento y actividades de extensión. Uno de los principales obstáculos para mejorar las prácticas apícolas, aumentar los ingresos y garantizar medios de vida más estables es la falta de difusión y circulación del conocimiento. Estos servicios también ayudan a los apicultores a comprender mejor las amenazas y a desplegar estrategias de prevención y mitigación para garantizar el bienestar de sus colonias. Las posibilidades de compartir conocimientos y habilidades a través de herramientas apropiadas, disponibles y accesibles son numerosas, desde compartir información sobre las condiciones meteorológicas locales y la floración, hasta consejos sobre cuándo alimentar a las colonias de abejas con suplementos. Estas herramientas ayudan a los apicultores a tomar decisiones adecuadas, mejorar la gestión de sus apiarios e incluso reducir los riesgos de fallas en las colonias al detectar signos de advertencia temprana. Aunque la disponibilidad de estos servicios varía mucho en todo el mundo, sigue siendo un requisito común si se quieren mejorar las prácticas apícolas.

Los apicultores pueden tener dificultades para encontrar ayuda profesional cuando la necesitan. En los últimos años, los canales no profesionales de Telegram y WhatsApp y los foros en línea se han vuelto muy populares para encontrar soluciones rápidas. Sin embargo, las preguntas en estos canales pueden responderse incorrecta o inexactamente. Utilizando aplicaciones móviles profesionales, los apicultores pueden obtener respuestas rápidas a sus problemas. Otra forma de responder a las solicitudes es desarrollar enciclopedias en línea y móviles, guías y aplicaciones informativas en idiomas locales.



TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS Y VALOR AGREGADO

La disminución de la confianza en la integridad de los productos de miel a nivel mundial representa un desafío serio para los apicultores. Las herramientas inadecuadas para el mantenimiento de registros reducen las posibilidades de que los apicultores accedan a ciertos mercados y vendan sus productos a un precio más alto. La trazabilidad del producto, especialmente la trazabilidad de la miel a lo largo de todas las etapas de producción, procesamiento y distribución depende de sistemas sólidos de mantenimiento de registros. La disponibilidad de soluciones tecnológicas puede disminuir el tiempo y el esfuerzo que los apicultores necesitan invertir en el mantenimiento de registros, al tiempo que abordan los desafíos relacionados con lo siguiente:

- rastrear todas las etapas de producción, procesamiento y distribución;
- gestionar el incumplimiento de los requisitos de seguridad alimentaria;
- proporcionar información verificable a los compradores sobre los productos que desean adquirir, y
- demostrar el origen de los productos.

Sin sistemas adecuados, los apicultores no están en condiciones de garantizar las características declaradas de sus productos ni de recibir una remuneración adecuada por el valor agregado.



ACCESO A MERCADOS

Las capacidades de muchos apicultores a menudo están subdesarrolladas en lo que respecta a la comercialización. Las pobres habilidades de comercialización a nivel doméstico e internacional constituyen otro segmento de fallos en el intercambio de información en el sector apícola. El enfoque de los apicultores tiende a estar en la producción: lograr altos rendimientos debería resultar en mayores ingresos. Sin embargo, el lado de la demanda de los mercados varía según los gustos del consumidor, la temporada, la ubicación, los ingresos y la disposición a gastar, así como el tamaño y la edad de los consumidores. Hay preguntas importantes que deben responderse para asegurar la mayor ventaja para los pequeños negocios: cómo vender, dónde vender y cuándo vender. Para muchos apicultores, esto constituye un desafío. El acceso a mercados y la información adecuada a través de prácticas innovadoras que emplean tecnología parece ser una ruta prometedora que seguir.



VALIDACIÓN

La modernización de la agricultura y la apicultura se está volviendo cada vez más popular entre los donantes. El enfoque de muchas intervenciones ha sido en los tipos de colmenas que usan los apicultores, junto con la creencia de que las colmenas de marco móvil aumentarán los rendimientos y la calidad, y tendrán impactos positivos en la reducción de la pobreza. Sin embargo, hay poca evidencia de que la introducción de estas tecnologías conduzca a los impactos deseados. El abandono de colmenas tradicionales y simples a menudo se debe a un análisis y comprensión insuficientes de contextos más amplios: los análisis de costo-beneficio frecuentemente no favorecen a los pequeños agricultores, los apicultores pueden verse obligados a endeudarse y ciertas especies de abejas son más difíciles de manejar en dichas colmenas.

No obstante, la introducción de nuevos tipos de colmenas a menudo surge del deseo de los donantes de lograr resultados medibles y visibles, y el número de nuevas colmenas de marco móvil es más fácil de contar que la adquisición de nuevas habilidades o conocimientos. Por lo tanto, se recomienda realizar un análisis de costo-beneficio considerando la situación de los pequeños apicultores, quienes no deben verse obligados a endeudarse. Hay situaciones en las que las colmenas de estilo local hechas con materiales disponibles localmente son una mejor opción. Siempre se necesita un análisis cuidadoso de la situación sobre el terreno, incluyendo a expertos locales y apicultores.

Esto también es cierto para las tecnologías digitales. La lista presentada en la sección de innovación ha sido validada por expertos en apicultura de Asia Central que se reunieron el 18 de mayo de 2023 durante el evento híbrido “Soluciones digitales en apicultura: Prácticas y experiencias en Asia Central y más allá”. El evento mostró innovaciones digitales existentes relevantes para la apicultura en Asia Central y en todo el mundo. Los expertos discutieron su utilidad y aplicabilidad en la región e identificaron aceleradores e inhibidores de una adopción más amplia. Para asegurar una amplia gama de perspectivas, el evento reunió a expertos del sector público, el sector privado, la academia y organizaciones de investigación, donantes, las ONG, la sociedad civil, movimientos sociales y organizaciones comunitarias, así como instituciones intergubernamentales y multilaterales.





CÓMO LA TECNOLOGÍA INNOVADORA PUEDE ABORDAR LOS DESAFÍOS DE LOS APICULTORES

Las tecnologías innovadoras para la apicultura están ganando prominencia. Ya sean básculas simples o soluciones avanzadas de cadena de bloques, su idoneidad depende de las necesidades de los apicultores, sus habilidades tecnológicas, su alfabetización digital y su capacidad de inversión. Entre las diferentes tecnologías y sus aplicaciones, algunas son más adecuadas para los apicultores de pequeña escala en áreas rurales con altas tasas de pobreza, mientras que otras son soluciones sofisticadas que probablemente las implementarán apicultores conocedores de la tecnología y con acceso a financiamiento.

Las siguientes consideraciones deben tenerse en cuenta antes de implementar soluciones:

- relevancia e idoneidad para abordar los desafíos;
- rentabilidad;
- estabilidad y soporte; y
- sostenibilidad.



APICULTURA DE PRECISIÓN

La apicultura de precisión puede definirse como “el monitoreo de la colmena para proporcionar información útil a los apicultores”. Los diferentes parámetros medidos incluyen la temperatura dentro de la colmena, la humedad, el peso de la colmena y la actividad de vuelo de las abejas. El uso de tecnologías avanzadas, que también pueden simplificarse para atender las necesidades de los apicultores en países menos desarrollados, puede proporcionar información precisa y en tiempo real que puede mejorar la salud de las abejas, aumentar los rendimientos y reducir costos e impactos ambientales. La apicultura de precisión combina los equipos/materiales disponibles con programas informáticos inteligentes para extraer información de una amplia gama de datos y mejorar la gestión de las colmenas. Ejemplos de estas tecnologías incluyen:

BÁSCULAS

Las básculas electrónicas para medir el peso de las colmenas a intervalos regulares son de las herramientas más utilizadas en la apicultura. Permiten a los apicultores monitorear la colmena sin levantar los marcos, lo que reduce el estrés para las abejas. Las básculas se utilizan para saber cuánto miel hay en la colmena durante un flujo de miel, si hay suficiente miel para que las abejas pasen el invierno, e incluso cuántas abejas se han perdido debido a la enjambrazón. Los datos pueden verificarse manualmente o enviarse a un dispositivo inteligente para alertar a los apicultores si se debe tomar alguna acción. Con la ayuda de las básculas y la disponibilidad de datos en tiempo real, los apicultores pueden tomar medidas inmediatas (como capturar un enjambre) o introducir diferentes medidas preventivas y entender sus colmenas de manera continua y proactiva (tomando medidas para asegurar que las abejas puedan pasar el invierno de manera segura).

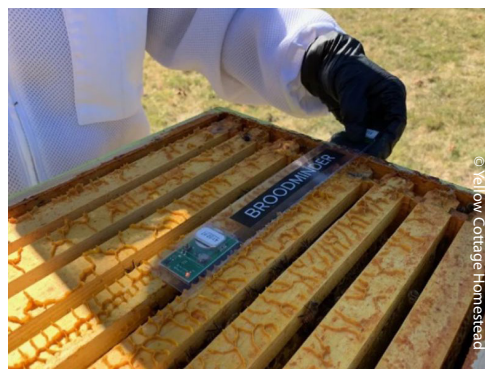
 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**


Esta solución es una herramienta importante para los pequeños agricultores y para fines de investigación. El modelo más simple es fácil de usar y permite verificar la situación en el apiario desde la distancia. La diferencia de peso es el elemento más útil para los apicultores de pequeña escala que viven lejos de sus apiarios al decidir si deben alimentar a sus abejas o mover sus colmenas. Por lo tanto, una solución económica y básica con un sensor puede ser suficiente. Las básculas más avanzadas que miden no solo el peso, sino también la humedad y la temperatura, son rentables para agricultores e investigadores más grandes.



SENSORES DE TEMPERATURA

En la apicultura, los sensores de temperatura se utilizan para múltiples propósitos. Los sensores ubicados en las entradas de las colmenas pueden proporcionar información sobre el microclima. Medir la temperatura interna es uno de los indicadores clave de la dinámica y la salud de una colonia. El monitoreo de la temperatura también puede ayudar a los apicultores a decidir cuándo las colonias están libres de cría y pueden ser tratadas para protegerlas de los ácaros Varroa u otras infestaciones. Los datos de temperatura informan sobre la fuerza de la colonia, el tamaño de la población de abejas en una colonia, especialmente las abejas obreras que pecorean néctar o polen. Tener datos accesibles en dispositivos inteligentes reduce la carga de trabajo diaria de los apicultores, especialmente si las colmenas están ubicadas en lugares geográficamente distantes entre sí.



 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

No. Es principalmente útil para fines de investigación o cuando se inverna en interiores, ya que la temperatura es un indicador secundario para los apicultores. La solución es bastante cara, ya que se necesita en cada colmena. Por tanto, es principalmente útil para científicos.

SENSORES DE HUMEDAD RELATIVA

Junto con los datos de temperatura, tener acceso a información precisa y en tiempo real sobre la humedad relativa puede influir positivamente en la salud de las abejas, disminuir las tasas de mortalidad y aumentar la productividad de la colmena si se toman las medidas adecuadas. Las abejas melíferas dependen en gran medida de la humedad para su supervivencia. Sin niveles adecuados de humedad, especialmente durante el invierno, las colonias corren el riesgo de morir. Las abejas dependen del agua para diluir la miel para su consumo y el desarrollo de cría, mientras que la alta humedad también está correlacionada con una disminución en la reproducción de ácaros. El grado de humedad también puede indicar entornos que favorecen el crecimiento de hongos que pueden devastar las colmenas durante los inviernos húmedos.



 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

No. Principalmente es útil para fines de investigación o cuando se invernan en interiores. Las colonias saludables no necesitan sensores de humedad. Además, no es una solución rentable.

MICRÓFONOS

El sonido se ha utilizado como indicador para evaluar la condición de las colonias, especialmente en condiciones de enjambrazón y falta de reina. Las abejas se comunican mediante vibraciones y señales sonoras generadas por movimientos del cuerpo y las alas, contracción muscular y al presionar el tórax contra sustratos u otras abejas. Los micrófonos pueden colocarse en posiciones específicas dentro o fuera de las colmenas. Los cambios en las frecuencias y amplitudes del sonido pueden indicar eventos de enjambrazón o la presencia de la reina. Los datos de sonido también pueden utilizarse para identificar toxinas en el aire dentro de las colmenas. El análisis de sonido es menos intrusivo y consume menor tiempo que otras técnicas utilizadas para los mismos propósitos.



 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

Principalmente útil para fines de investigación. No es una solución rentable para pequeños apicultores. Los apicultores experimentados pueden detectar problemas escuchando los sonidos de una colmena.

RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES

El reconocimiento de imágenes es un tipo de programación de inteligencia artificial que asigna una etiqueta única y de alto nivel a una imagen mediante el análisis e interpretación de los patrones de píxeles de la imagen. Para fines prácticos, el reconocimiento de imágenes puede clasificar imágenes de abejas como teniendo ácaros Varroa o no. Otra aplicación de la tecnología de reconocimiento de imágenes en la apicultura es evaluar el comportamiento higiénico de las abejas, es decir, contar las celdas de cría sin tapar en imágenes de panales de abejas melíferas, lo cual reduce la carga de trabajo del apicultor. La identificación de abejas melíferas cargadas de polen a partir de imágenes tomadas en la entrada de la colmena también podría ayudar en la detección temprana de materiales tóxicos y polen fraudulento. Estos ejemplos solo confirman el vasto potencial de la tecnología de reconocimiento de imágenes que puede adaptarse a las necesidades de un apicultor.




 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

Es principalmente útil para propósitos científicos. No es una solución exacta (las aplicaciones pueden cometer errores al identificar una enfermedad). Una versión móvil podría ser útil.

CÁMARAS CON DETECTOR DE MOVIMIENTO

La eficiencia en el pecoreo de alimentos depende de las actividades coordinadas de las abejas para recoger agua, néctar y polen en proporciones adecuadas para mantener la salud y el crecimiento de la colmena. Las cámaras con detector de movimiento se utilizan en la apicultura para identificar el tipo de alimento (néctar, agua o polen) recolectado por cada pecoreadora y cómo esto varía con el tiempo. Las cámaras colocadas en la entrada también pueden grabar y rastrear las actividades de vuelo.

 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

Es principalmente útil para fines de investigación. Normalmente, la habilidad de un apicultor es suficiente para monitorear el pecoreo de alimentos por las abejas. Podría ser una solución efectiva y rentable si se pudieran usar una o dos cámaras para todo el apiario.



© Herbert Aumann

REGISTRADORES DE SOL Y ANEMÓMETROS

Una de las decisiones más importantes para los apicultores es la ubicación de las colmenas, ya que puede contribuir en gran medida al éxito o fracaso de estas. La optimización de la ubicación de las colmenas se puede lograr utilizando registradores de sol y anemómetros para evitar la exposición directa al sol o al viento.

 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

No. Es principalmente útil para fines de investigación. La habilidad de un apicultor suele ser suficiente. Además, no es una solución rentable.



© PAVO Sherzod Suvaykhalov

GPS

El robo en la apicultura es un fenómeno cada vez más extendido. Los dispositivos de seguimiento GPS pueden utilizarse para proteger las colmenas: los rastreadores de colmenas activados por movimiento pueden alertar a los apicultores sobre el más mínimo movimiento de la colmena mediante notificaciones en dispositivos inteligentes. Al utilizar dispositivos de seguimiento GPS, los apicultores no solo pueden proteger sus colmenas, sino también su valioso equipo. El GPS también puede utilizarse para la optimización de la ubicación de las colmenas. Las aplicaciones personalizadas pueden depender de datos GPS, recuperar imágenes del área y calcular porcentajes de vegetación en ubicaciones para identificar las más favorables.

 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

Normalmente, el seguimiento por GPS del apiario es suficiente para fines de trazabilidad. El GPS ayuda a prevenir el robo de colmenas o balanzas, ya que pueden ser rastreados. Sin embargo, puede no ser una solución rentable para pequeños apicultores a menos que tengan algo de alto valor en su apiario.



© PAVO Sherzod Suvaykhalov

MANTENIMIENTO DE REGISTROS, TRAZABILIDAD Y ACCESO AL MERCADO

Una gran proporción de apicultores no lleva registros adecuados, o ningún registro, de sus prácticas apícolas y tareas de manejo rutinarias, como la inspección de una colmena. Los registros en papel son difíciles de analizar y utilizar para gestionar mejor las colmenas o implementar un sistema de trazabilidad. Al implementar soluciones tecnológicas que simplifican el mantenimiento de registros, los apicultores también pueden beneficiarse al producir productos apícolas en los que los consumidores puedan confiar y diferenciarse en el mercado (por origen, calidad y otras características específicas). Las soluciones tecnológicas les permiten agregar valor, acceder a ciertos mercados y aumentar los beneficios. Los siguientes ejemplos ilustran cómo los apicultores pueden mejorar sus procesos para obtener mayores beneficios; sin embargo, la combinación adecuada de herramientas y soluciones tecnológicas depende de las necesidades, habilidades técnicas y capacidad de inversión de los apicultores.

APLICACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE REGISTROS

Los apicultores tienen a su disposición diversas aplicaciones móviles para el mantenimiento de registros. Pueden seleccionar la información que desean rastrear. Funciones adicionales permiten modos más convenientes y sin manos de entrada de datos, utilizando tecnologías de reconocimiento de voz y sensores de Comunicación de Campo Cercano (NFC, por sus siglas en inglés). Diferentes aplicaciones pueden ayudar a los apicultores a tomar decisiones sobre el manejo y cierre de colonias, administración de tratamientos y monitoreo del estado de las colonias, abejas reinas, así como la cantidad de miel y polen pecoreado, entre otros aspectos.



 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

Sí, es útil tanto para apicultores pequeños como grandes. Aunque introducir datos requiere mucho tiempo, ayuda a los apicultores a hacer un seguimiento de sus tareas, costos y trabajos realizados con cada una de sus colonias. Estas aplicaciones son importantes para los criadores de abejas.

CADENA DE BLOQUES Y TRAZABILIDAD

Para acceder a los mercados y ofrecer valor económico, los productos de las abejas necesitan ser diferenciados. Características regionales, varietales y específicas de calidad de la miel pueden asegurar a los apicultores precios más altos en el mercado si pueden demostrar su pureza y calidad. La tecnología de cadena de bloques proporciona una alta credibilidad y seguridad de los datos, lo que puede asegurar a los consumidores que el producto que están comprando tiene las características que esperan. Dado que la miel es uno de los alimentos más falsificados, la tecnología de cadena de bloques puede apoyar a los apicultores verificando la trazabilidad y la responsabilidad a lo largo de los procesos de producción y transporte.



 **¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?**

Es muy útil integrar un sistema así, ya que parece prometedor, especialmente si los datos están disponibles en una base de datos.

INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN Y DESARROLLO DE CAPACIDADES

Entre los mayores obstáculos para los apicultores se encuentran las prácticas insuficientes de intercambio de información y conocimientos, así como las oportunidades limitadas para desarrollar sus capacidades. Las soluciones tecnológicas pueden remediar ambos problemas. Las plataformas de intercambio de conocimientos basadas en Internet ofrecen una variedad de opciones para los apicultores, que incluyen:

- formular preguntas a través de aplicaciones móviles;
- leer blogs sobre buenas prácticas;
- establecer redes e intercambiar conocimientos de manera entre pares;
- acceder a artículos o lecciones en video sobre diversos temas relacionados con la apicultura;
- compartir información relevante sobre políticas nacionales relacionadas con la apicultura;
- proporcionar información sobre precios locales y regionales y otros datos de mercado, y
- ofrecer oportunidades de aprendizaje y desarrollar no solo capacidades técnicas, sino también habilidades de gestión y comercialización.

LAS PLATAFORMAS EN LÍNEA PARA COMPARTIR INFORMACIÓN

Las plataformas en línea para compartir información o los grupos de mensajería móvil son servicios fácilmente accesibles que pueden minimizar los riesgos para los apicultores y ayudarles a tomar decisiones informadas conectando a partes interesadas relevantes y fomentando la cooperación. Por ejemplo, los fracasos en las colonias de abejas y las muertes de abejas a menudo pueden prevenirse si se comparte información sobre la pulverización de insecticidas en las cercanías de las colmenas entre agricultores y apicultores. Las plataformas de código abierto basadas en la web y las aplicaciones móviles pueden facilitar la comunicación entre las partes interesadas y proporcionar información relevante sobre la ubicación de las colmenas, información catastral y pulverizaciones planificadas de insecticidas. Si los apicultores reciben información oportuna y precisa sobre los riesgos potenciales para sus colonias, los riesgos pueden reducirse considerablemente.



¿Estaría de acuerdo en que esta solución es adecuada para los pequeños agricultores?

Sí. Es útil, especialmente si está conectado a un grupo de chat como WhatsApp o Telegram. Sin embargo, la información no experta podría ser engañosa.



© FAO/Sophie Treinen

Los beneficios de tales soluciones son muchos: compartir conocimientos y acceder a servicios de asesoramiento no solo pueden optimizar el proceso de producción y asegurar la salud de las abejas y máximos rendimientos, sino que también pueden ayudar a los apicultores a aumentar sus capacidades en relación con nuevas tecnologías, recopilación y análisis de datos, marketing y gestión. Por lo tanto, los enfoques colaborativos habilitados por la tecnología son tan importantes como implementar soluciones de última generación en diferentes etapas de la cadena de producción.



FACTORES DE ÉXITO PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA

- **Costo reducido de la tecnología**
Las soluciones tecnológicas simples están volviéndose más accesibles. Con la disminución de los costos, los apicultores están en una mejor posición para invertir en ellas y obtener beneficios importantes.
- **Acceso al crédito**
Las limitaciones financieras representan uno de los principales factores que impiden a los apicultores implementar soluciones tecnológicas. Con un mayor acceso al crédito, los apicultores están en una mejor posición para invertir en su negocio.
- **Acceso a información confiable y consistente**
El escepticismo sobre si una solución tecnológica o servicio es rentable y vale la pena invertir a menudo impide a los apicultores romper los patrones habituales de negocio. La información confiable puede ayudarles a darse cuenta de las oportunidades que las soluciones tecnológicas pueden proporcionar.
- **Disponibilidad de servicios de extensión**
Las herramientas y servicios tecnológicos para los apicultores solo lograrán impactos limitados si no están vinculados a la provisión de importantes servicios de extensión. Su disponibilidad puede aumentar significativamente los impactos positivos para los apicultores y los ecosistemas.
- **Apertura al cambio y aprendizaje por parte de los apicultores**
Las soluciones tecnológicas a menudo requieren una disposición para aprender y adoptar nuevas formas de hacer negocios. Cuando los apicultores tienen las actitudes correctas, aceleran la adopción de tecnología.
- **Nivel de conocimiento tecnológico y alfabetización digital.**
El nivel de habilidades y alfabetización digitales de los apicultores es uno de los factores determinantes que afectan su disposición para aprovechar el poder de las soluciones tecnológicas en la apicultura. A la vez, un nivel más alto de habilidades digitales permite utilizar herramientas y servicios tecnológicos adecuadamente.
- **Percepción de utilidad y rentabilidad de la tecnología**
Dado que las tecnologías requieren inversiones financieras por parte de los apicultores, sus efectos positivos potenciales en los negocios y medios de vida de los apicultores deben entenderse bien.
- **Percepción de facilidad de uso**
Las soluciones tecnológicas complejas y difíciles de usar es probable que sean percibidas como una carga adicional para los apicultores. Su utilidad podría no considerarse valiosa comparada con el tiempo o esfuerzo invertido.
- **Demostrabilidad de resultados**
Los apicultores son más propensos a implementar tecnologías que logren beneficios evidentes y puedan demostrar efectos tangibles. Son menos propensos a implementar soluciones de moda cuya utilidad sea dudosa o cuyos efectos solo se reconozcan a largo plazo.



LIMITACIONES

- **Altos costos de inversión**

Los altos costos iniciales de inversión representan una de las principales barreras para una mayor adopción de tecnología entre los apicultores, especialmente los pequeños productores. Junto con otros factores, estos altos costos impiden a los apicultores expandir su negocio o hacerlo más eficiente.

- **Limitaciones de capital por parte de los apicultores**

Muchos apicultores en todo el mundo se enfrentan a altos costos iniciales de tecnologías y tienen pocas oportunidades para acceder al crédito. Sistemas crediticios subdesarrollados o percepciones de baja solvencia crediticia les impiden adoptar herramientas y servicios que podrían mejorar considerablemente sus negocios.

- **Incertidumbres sobre el rendimiento de la tecnología**

Si los costos iniciales de inversión son altos y la adopción de tecnología requiere que el apicultor solicite crédito, cualquier incertidumbre sobre el rendimiento o la fiabilidad de la tecnología es probable que afecte negativamente su disposición para adoptarla.

- **Percepción de complejidad**

La percepción de la complejidad de una solución tecnológica tiene efectos negativos en la motivación de los apicultores para implementarla. Por lo tanto, las soluciones y servicios tecnológicos deben ser fáciles de usar, incluso para apicultores con poco conocimiento tecnológico.

- **Adherencia a métodos tradicionales de hacer negocios**

La falta de voluntad para cambiar formas tradicionales, a menudo culturalmente importantes, de hacer negocios constituye un factor que afecta la percepción de los apicultores hacia la tecnología y su disposición para implementarla.





CONCLUSIÓN

Las tecnologías digitales y las aplicaciones son herramientas que refuerzan el conocimiento y el saber hacer de los apicultores e investigadores, y no pretenden sustituir estos valores humanos. En la industria apícola tienen un papel importante y pueden ayudar mucho a los apicultores individuales en su vida diaria.

Por un lado, soluciones simples, rentables y fáciles de usar, como las balanzas GSM (*Global System for Mobile Communication*, sistema global para comunicaciones móviles por sus siglas en inglés) pueden aumentar la productividad de los apicultores al ahorrarles tiempo y dinero, eliminando la necesidad constante de visitas a las colmenas para verificar el estado de las colonias.

Por otro lado, algunas soluciones tecnológicas pueden no ser económicamente factibles y pueden resultar costosas de implementar. Los datos proporcionados por estas soluciones pueden ser difíciles de utilizar para la toma de decisiones diarias de los apicultores individuales o pueden requerir un conocimiento especializado para su implementación práctica en la colmena. Soluciones como detectores de luz solar, cámaras de detección de movimiento y micrófonos pueden crear dificultades adicionales y requerir conocimientos especiales por parte del apicultor para su uso práctico.

Las soluciones como aplicaciones para el mantenimiento de registros y plataformas para compartir información pueden ser beneficiosas tanto para apicultores profesionales como pequeños. Seguir la información sobre colonias individuales, razas y el estado de las colmenas puede ser de gran valor tanto para los apicultores como para sus clientes. Las plataformas de intercambio de conocimientos e información pueden impulsar la industria en general; sin embargo, se recomienda encarecidamente un control profesional del flujo adecuado de información en dichas plataformas.



© FAO/Sherzod Suyarkulov



TESTIMONIO

«Soy un apicultor de Uzbekistán. Poseo más de 1 000 colmenas distribuidas en cinco apiarios. Usando balanzas mecánicas tradicionales, tendría que viajar varios cientos de kilómetros a cada uno de mis apiarios, pesar una colmena e identificar el flujo de miel. He estado probando algunas de estas nuevas tecnologías en apicultura. Con las balanzas inteligentes, puedo controlar el flujo de miel de todos mis apiarios desde mi oficina, lo que me proporciona más tiempo para concentrarme en otras tareas.»

Sherzod Suyarkulov



© FAO/Sophie Treinen

Bee Care. Sin fecha. *Bee Care GPS Tracker*. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. <https://beecare.io/gps-tracking-system/>

Campbell, J., Mummert, L., & Sukthankar, R. 2008. *Video monitoring of honey bee colonies at the hive entrance*. https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/VAIB08PAPERS/vaib9_mummert.pdf

Cecchi, S., Spinsante, S., Terenzi, A., & Orcioni, S. 2020. *A smart sensor-based measurement system for advanced bee hive monitoring*. *Sensors* (Basel), 20(9): 2726. <https://doi.org/10.3390/s20092726>

Danieli, P.P., Bianchi, G., Maerini, M., Locci, G., Lazzari, F., & Piovesan, G. 2021. *Precision livestock farming and beekeeping: Development and testing of a prototypal smart hive*. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1). <https://air.unimi.it/retrieve/dfa8b9a8-a365-748b-e053-3a05fe0a3a96/Abstract%20ASPA%20CSD%20Alleles.pdf>

Dolezal, A.G., Carrillo-Tripp, J., Judd, T.M., Miller, W.A., Bonning, B.C., & Toth, A.L. 2019. *Interacting stressors matter: Diet quality and virus infection in honeybee health*. *Royal Society Open Science*, 6(2). 2. <https://doi.org/10.1098/rsos.181803>

FAO, IZSLT, Apimondia and CAAS. 2021. *Good beekeeping practices for sustainable apiculture*. *FAO Animal Production and Health Guidelines* No. 25. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb5353en>

FAO. 2018. *Why bees matter*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0f47dba8-ab04-4968-a2bc-8a9c06218653/content>

FAO. 2023. *Digital solutions in apiculture: practices and experiences in Central Asia and beyond*. Rome. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. www.fao.org/europe/events/detail/digital-solutions-in-apiculture-practices-and-experiences-in-central-asia-and-beyond/en

Hilmi, M. Sin fecha. *The marketing of bee products series*. www.researchgate.net/publication/331639321_The_Marketing_of_bee_products_series

Hung, K.-L.J., Kingston, J.M., Albrecht, M., Holway, D.A., & Kohn, J.R. 2018. *The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats*. *Proceedings of the Royal Society, B*. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2140>

IPBES. 2016. *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. En: S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, & H. T. Ngo, eds. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 pp. www.ipbes.net/assessment-reports/pollinators

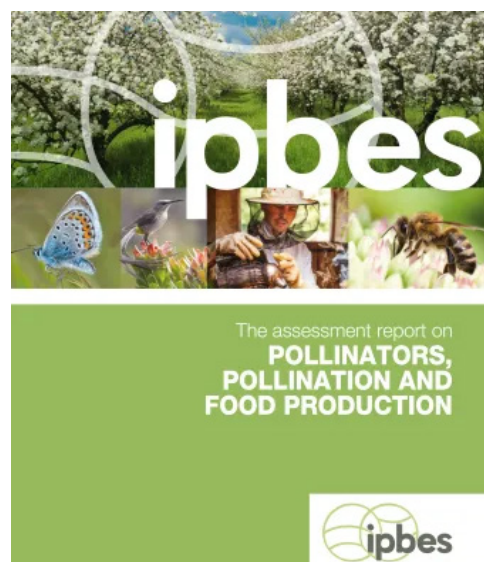
Kinyangi, A.A. 2014. *Factors influencing the adoption of agricultural technology among smallholder farmers in Kakamega North Sub-County, Kenya*. http://erepository.uonbi.ac.ke/bitstream/handle/11295/76086/Kinyangi_Factors%25%0920influencing_the_adoption_of_agricultural_technology_amo%09ng_smallholderfarmers.pdf?sequence=1

Krishnan, S., Wiederkehr Guerra, G., Bertrand, D., Wertz-Kanounnikoff, S., & Kettle, C.J. 2020. *The pollination services of forests – A review of forest and landscape interventions to enhance their cross-sectoral benefits*. *Forestry Working Paper* No. 15. Rome, FAO & Bioversity International. <https://doi.org/10.4060/ca9433en>

Li-Byarlay, H., Simone-Finstrom, M.D., Huang, M., & Stran, M. 2014. *Effects of honey bee management on oxidative stress and longevity*. *Entomological Society of America Annual Meeting 2014*. www.researchgate.net/publication/267521204_Effects_of_honey_bee_management_on_oxidative_stress_and_longevity

MAAREC & USDA. 2013. *Beekeeping basics*. Penn State, USA. <https://navarro.agrilife.org/files/2024/02/Beekeeping-Basics.pdf>

Maes, A. Sin fecha. *Humidity and temperature measurements*. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. <https://annemariemaes.net/humidity-temperature-measurements/>



Marchal, P., Buatois, A., Kraus, S., Klein, S., Gomez-Maracho, T., & Lihoreau, M. 2020. Automated monitoring of bee behaviour using connected hives: Towards a computational apidology. *Apidologie*. 51(3): 356-368. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00714-8>

Organización Mundial de Sanidad Animal. 2010. *Los problemas de salud de las abejas se deben a múltiples factores*. En: OMSA. París, Francia. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. www.woah.org/es/los-problemas-de-salud-de-las-abejas-dependen-de-multiples-factores/

Otto, C.R.V., Roth, C.L., Carlson, B.L., & Smart, M.D. 2016. Land-use change reduces habitat suitability for supporting managed honey bee colonies in the Northern Great Plains. *PNAS*. www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1603481113

Quinton, A. 2021. Pesticides can affect multiple generations of bees. En: UC Davis. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. www.ucdavis.edu/climate/news/pesticides-can-affect-multiple-generations-bees

Reuell, P. 2018. *Bees on the brink*. En: The Harvard Gazette. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. <https://news.harvard.edu/gazette/story/2018/11/pesticide-exposure-can-dramatically-impact-bees-social-behaviors/>

Rodriguez, I.F., Mégret, R., Acuna, E., Agosto-Rivera, J.L., & Giray, T. 2018. Recognition of pollen-bearing bees from video using convolutional neural network. 2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), Lake Tahoe, NV, USA, 2018, pp. 314-322. <https://par.nsf.gov/ser-vlets/purl/10058461>

Shadkam-Farrokhi, M. Sin fecha. *Bee Image Classification using a CNN to determine presence of Varroa mites*. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. <https://github.com/Shaddyjr/bee-image-classifier>

Shanahan, M. 2022. *Honey bees and industrial agriculture: What researchers are missing, and why it's a problem*. *Journal of Insect Science*. 22(1). <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab090>

Somers, P. 2020. *The problem to the solution of winter moisture*. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. www.beezslc.com/single-post/the-problem-to-the-solution-of-winter-moisture

Tirado, R., Simon, G., & Johnston, P. 2013. *El declive de las abejas: Peligros para los polinizadores y la agricultura de Europa*. Nota técnica de la Unidad Científica de Greenpeace Revisión 1/2013. https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/Agricultura-ecologica/el_declive_de_las_abejas.pdf

UNDP. 2022. *Beekeeping as a tool to support vulnerable communities in remote districts of the Aral Sea region*. [Consultado el 7 de noviembre de 2024]. www.undp.org/uzbekistan/press-releases/beekeeping-tool-support-vulnerable-communities-remote-districts-aral-sea-region



DETALLES DE CONTACTO

Sede de la FAO FAO-HQ@fao.org
Oficina Subregional de la FAO para Asia Central FAO-SEC@fao.org

SITIOS WEB RELACIONADOS

Día Mundial de las Abejas <https://www.fao.org/world-bee-day/es>
Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrícolas (TECA) <https://teca.apps.fao.org/es/categories/Beekeeping>
Servicios de polinización <https://www.fao.org/pollination/es>

CAPITALIZACIÓN DE EXPERIENCIAS

Curso en línea sobre la capitalización de experiencias
<https://elearning.fao.org/course/view.php?id=394>

Plantilla FAO de Buenas Prácticas

<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/as547s>

Las fronteras mostradas y los nombres y las designaciones empleados en este mapa no implican, por parte de la FAO, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan fronteras aproximadas respecto de las cuales puede que no haya todavía pleno acuerdo.



Algunos derechos reservados. Este obra está bajo una licencia de CC BY-NC-SA 3.0 IGO