

InnovaHub

Herramientas esenciales

Edición multilingüe integrada
Español • Mayat'aan • English



Presentación

Este libro forma parte de los productos de conocimiento desarrollados por el CIMMYT y tiene su origen en el año 2024, cuando el manual fue elaborado en su versión en español en el marco de la iniciativa AgriLAC Resiliente de One CGIAR, como una herramienta práctica para fortalecer los procesos de innovación agrícola en territorios con alta diversidad agroecológica y social.

En 2025, y en el contexto del Programa de Ciencia Escalamiento para el Impacto, este esfuerzo evoluciona hacia el desarrollo de un compendio multilingüe, con el objetivo explícito de promover la inclusión y ampliar el acceso equitativo al conocimiento para actores de distintas regiones, culturas y realidades lingüísticas.

Con este propósito, la guía se presenta en tres idiomas: español, maya (Mayat'aan) e inglés, partiendo de la convicción de que el conocimiento técnico genera mayor impacto cuando es comprensible, cercano y culturalmente pertinente para quienes lo aplican directamente en campo.

La incorporación del idioma maya reconoce el papel fundamental de los pueblos originarios en los sistemas agroalimentarios de Mesoamérica y busca fortalecer su participación activa en los procesos de capacitación, adopción de innovaciones y toma de decisiones productivas. A su vez, el uso del español y el inglés facilita el diálogo y la articulación entre productores, técnicos, investigadores, instituciones y aliados regionales e internacionales.

Este enfoque multilingüe no representa únicamente un ejercicio de traducción, sino un compromiso institucional con la inclusión, la equidad y el respeto a los contextos locales, asegurando que las herramientas, metodologías y conceptos del modelo InnovaHub puedan ser apropiados y aplicados de manera efectiva en distintas regiones.

La guía está dirigida a socios, asistentes agrícolas, técnicos de campo y organizaciones que acompañan procesos de innovación en sistemas de producción de granos básicos, y busca servir como un puente entre el conocimiento científico, los saberes locales y la práctica agrícola, contribuyendo al desarrollo de sistemas agroalimentarios más sustentables, resilientes y socialmente justos.

ÍNDICE

ESPAÑOL

InnovaHub Herramientas esenciales

Guía para socios y asistentes
agrícolas en la red

MAYAT'AAN

InnovaHub U k'abet nu'ukulo'ob

Nu'ukju'un utia'al máaxo'ob
yano'ob red ku meyajtiko'ob

ENGLISH

InnovaHub Essential tools

Web guide for agricultural
stakeholders and collaborators

InnovaHub

Herramientas esenciales

Guía para socios y asistentes agrícolas en la red

José Rausel Ovando Galdámez, Abel Jaime Leal González,
Suelen Yajaira Torres Mota, Anabell G. Díaz Espinosa,
Benancio Jiménez Gómez, Eugenio Telles Mejía,
Jorge Octavio García Santiago, Simon Fonteyne,
Vladimir N. May Tzun y Jelle Van Loon



InnovaHub

Herramientas esenciales

Guía para socios y asistentes agrícolas en la red

Autores: José Rausel Ovando Galdámez, Abel Jaime Leal González, Suelen Yajaira Torres Mota, Anabell G. Díaz Espinosa, Benancio Jiménez Gómez, Eugenio Telles Mejía, Jorge Octavio García Santiago, Simon Fonteyne, Vladimir N. May Tzun y Jelle Van Loon.

Cita: Ovando Galdámez, J.R., Leal González, A. J., Torres Mota, S. Y., Díaz-Espinosa, A.G., Jiménez Gómez, B., Telles Mejía, E., García Santiago, J. O., Fonteyne, S., May Tzun, V. N. y Van Loon, J. (2024). InnovaHub - Herramientas esenciales: Guía para socios y asistentes agrícolas en la red. CIMMYT. Texcoco de Mora, Mexico.

ISBN: 978-607-8263-94-1

Primera edición, 2024

Segunda edición, 2025

Este libro ha sido desarrollado por el **CIMMYT**, una organización internacional sin fines de lucro comprometida con la transformación de los sistemas agroalimentarios a nivel global. La publicación forma parte de los productos de conocimiento generados dentro del paquete de trabajo 4 sobre el establecimiento de Innovahubs en Guatemala y Honduras, como parte integral de las actividades de la iniciativa regional **AgriLAC Resiliente de One CGIAR**. Los autores quieren agradecer a todos los involucrados en el desarrollo del libro, haciendo mención especial a Marlon Roberto Duron (ABC) y Oscar Amado Martínez (ABC) por su contribución en la propuesta de este material; Kai Sonder y Fernando Bahena Juárez por su revisión del contenido; a Jorge Cortés Ancona por la corrección de estilo, Cecilia Gorostieta por el diseño gráfico editorial y Oswaldo Baqueiro Brito por la ilustración de interiores. De manera especial agradecemos a los colegas del programa de Sistemas Agroalimentarios Sustentables de América Latina de CIMMYT, los equipos de los Hubs en Mexico, y los colegas de los centros hermanos del CGIAR en la Alianza Bioversity CIAT (ABC), CIP y IFPRI. Finalmente, el trabajo no hubiera sido posible sin el generoso apoyo de la **Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en Mexico**, a través de los proyectos *MasAgro* y *Cultivos para Mexico*, que contribuye significativamente al desarrollo y la definición del modelo del Hub. Las opiniones, conclusiones o recomendaciones expresadas en esta publicación son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de los donantes; no se utilizarán con fines publicitarios ni de promoción de productos.

© CIMMYT, 2025. Todos los derechos reservados.
Su reproducción está permitida únicamente con fines educativos o de investigación, otorgando el crédito correspondiente al CIMMYT.





Índice

Glosario de términos	5
Prólogo	7
Cómo usar este material	11
Presentación	13
El modelo del InnovaHub	15
Esquema de la intervención en el InnovaHub	15
Infraestructura del InnovaHub	18
Plataforma de investigación	19
Módulo de innovación	20
Área de extensión	21
Área de impacto	22
La gestión del conocimiento y sus brechas	23
Herramientas para definir la intervención	26
Diagnóstico de la parcela	27
Información que obtenemos del diagnóstico de parcela	28
Antecedentes de la producción	28
Clima	30
Suelo	31
Definir la orientación y excavación del perfil del suelo	31
Identificar las capas del perfil	33
Propiedades físicas del suelo	34
Textura del suelo	34
Estructura del suelo	36



Compactación	37
Evaluación cualitativa	37
Evaluación cuantitativa	38
Procedimiento para penetrómetro estático	39
Procedimiento para penetrómetro dinámico	40
Velocidad de infiltración	41
Propiedades químicas	42
pH	42
Conductividad eléctrica (CE)	43
Propiedades biológicas	44
Materia orgánica	44
Profundidad de raíces	45
Presencia de fauna	46
Identificación de problemáticas e innovaciones	49
Menú tecnológico	50
Análisis del diagnóstico	52
1. Identificación de variables	52
2. Categorización de problemáticas y limitantes del sistema agroalimentario	54
3. Identificación de Innovaciones para las problemáticas o limitantes de la producción	56
Diseño de la parcela	61
Plan de cultivo	65
Elaboración del plan de cultivo	66
Menú de innovaciones	69



Glosario de términos

COMPACTACIÓN: Proceso por el cual el aire sale por los poros de entre los granos del suelo, causando una densificación del suelo e impidiendo la penetración de agua y aire.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE): Capacidad de la solución del suelo para transportar corriente eléctrica en función del contenido de sales disueltas o ionizadas en la solución (USDA, 1999). Por lo tanto, a mayor CE, mayor es la concentración de sales.

DIAGNÓSTICO DE PARCELA: Práctica de campo que se realiza en una parcela donde se establecerá un módulo de innovación o área de extensión. Se excava una calicata de medidas aproximadas de 2 m de largo, 1 m de ancho y profundidad variable, dependiendo de las condiciones del terreno. Por medio de ello identificamos el perfil del suelo para determinar sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

DISEÑO DE PARCELA: Dibujo que permite visualizar cómo se vería la parcela en la que se establecerán innovaciones. Para los módulos de innovación es necesario que el dibujo ilustre el área testigo y la innovación.

ESCUELA DE CAMPO: Parcela participativa para intercambiar conocimientos y experiencias. A través de ejercicios prácticos de campo se fomenta el aprendizaje. El campo es el entorno en el que los conocimientos locales y los conocimientos científicos externos se ponen a prueba, se validan y se integran. No existe una comparación entre las innovaciones y el manejo convencional.

ESTRUCTURA: La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados.

INNOVAHUB: Sistema de innovación agrícola con una infraestructura física (parcelas) que considera plataformas de investigación, módulos de innovación y áreas de extensión como medios para promover la adopción y adaptación de tecnologías, permitiendo con ello la extensión de conocimientos para su masificación en áreas de impacto. Este sistema se logra a través de una red de actores, tales como instituciones de enseñanza e investigación, proveedores, instituciones de gobierno, técnicos y productores.

MATERIA ORGÁNICA: Producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, así como de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos. En general, la materia orgánica se clasifica en compuestos húmicos y no húmicos. En los segundos persiste todavía la composición química e incluso la estructura física de los tejidos animales o vegetales originales.

MENÚ TECNOLÓGICO: Menú de innovaciones que se pueden implementar en una parcela para atender diferentes problemáticas o limitantes en un sistema de producción. Las innovaciones se adaptan a las condiciones locales.



MÓDULO DE INNOVACIÓN: Parcela comparativa lado a lado con dos tratamientos: un área con innovaciones propuestas, las cuales se definen y adaptan con base en las investigaciones realizadas en las plataformas de investigación y con enfoque de problemáticas específicas, y otra área testigo donde el productor mantiene las actividades que ciclo tras ciclo realiza que se mantiene con el manejo convencional del productor. Esta parcela debe ser representativa en cuanto a dimensión, condiciones de humedad y problemáticas de una comunidad. El tamaño de los tratamientos se define con el productor cooperante. El acompañamiento y seguimiento de un técnico es elemental, pero es fundamental mantenerlo la mayor cantidad de ciclos agrícolas posible.

PARCELA DEMOSTRATIVA: Parcela donde se evalúan innovaciones, las cuales en general se enfocan en necesidades o problemas de corto plazo; por ejemplo: variedades de maíz o de frijol, aplicación de diferentes herbicidas, insecticidas para plagas del suelo, etc. Normalmente se trabaja en ella durante un ciclo productivo y después se cambia.

PH: Parámetro que permite conocer qué tan ácida o alcalina es la solución del suelo, ya que ésta es donde las raíces de las plantas toman los nutrimentos necesarios para su crecimiento y desarrollo. La escala de medición del pH está entre los valores de 0.0 a 14.0. El pH influye fuertemente sobre la disponibilidad de los nutrientes esenciales para las plantas.

PLAN DE CULTIVO Y ACONDICIONAMIENTO: Documento que sirve para planear las actividades que se realizarán en una parcela enfocada a la producción agrícola. Aborda desde el

acondicionamiento del suelo hasta la poscosecha, integrando fechas y costos. Para un módulo es necesario elaborar un plan de cultivo para el área testigo y otro para la innovación.

PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN: Espacios donde se establecen ensayos de larga duración (5-10 años) y se evalúan diferentes prácticas agrícolas. El objetivo es desarrollar prácticas culturales y tecnologías más adecuadas para la zona agroecológica en las que están ubicadas y adaptarlas a los sistemas productivos. Las plataformas de investigación son instaladas por colaboradores (universidades, asociaciones de productores y centros de investigación, entre otros), responsables de la investigación. Además, se generan ensayos de corto y mediano plazo de duración, para responder a diferentes necesidades o problemas de los agricultores. Por ejemplo: evaluación de herbicidas, malezas, fuentes de fertilización o variedades de semillas.

TEXTURA DEL SUELO: Se refiere al contenido de partículas de diferentes tamaños como arena, limo y arcilla que contiene el suelo. Esta propiedad tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua, el aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo.

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN: Es la velocidad con la cual el agua penetra en el suelo. Generalmente, se mide con base en la profundidad (en milímetros) de la lámina de agua que logra penetrar en el suelo en una hora. Hay varias características que influyen en la velocidad de infiltración, como la textura y estructura del suelo, las grietas, las prácticas de cultivo y la expansión del suelo cuando se humedece.



Prólogo

La agricultura, como base fundamental de la alimentación y bienestar humanos principalmente de las familias en zonas rurales, enfrenta retos cada vez más complejos, con los cambios y variabilidad climáticos, degradación de suelos, deserción de jóvenes hacia las zonas urbanas, entre otros. Los avances científicos y tecnológicos ofrecen grandes oportunidades para mejorar la productividad y conservar los recursos naturales; sin embargo, lograr su implementación efectiva requiere procesos de gestión de conocimiento organizados y sistemáticos.

Este documento, diseñado como una guía práctica, se presenta como un recurso para fomentar la innovación en los sistemas de producción agrícola de una manera participativa y con el productor central como agente de cambio. Partiendo del **modelo del InnovaHub**, se integran herramientas y metodologías que permiten diagnosticar, planificar y ejecutar estrategias adaptadas a diversas condiciones agroecológicas y tipologías de agricultores, directamente desde el surco.

La estructura del documento está diseñada para facilitar su comprensión y aplicación. Se inicia con un glosario de términos que introduce los conceptos claves. Posteriormente, se describen los componentes **del InnovaHub** como modelo participativo para el escalamiento de conocimientos y buenas prácticas agrícolas, explicando y detallando su esquema de intervención, al igual que las características de su infraestructura física como las plataformas, áreas de extensión y áreas de impacto, que facilitan la gestión de la innovación. Además, y de manera más





práctica, se presentan herramientas para diagnosticar las condiciones de las parcelas agrícolas, identificando problemáticas y limitantes específicas que obstaculizan el alcance de los objetivos productivos de las familias y que son la base para la planeación de las intervenciones.

A partir del diagnóstico, se proponen soluciones tecnológicas y prácticas innovadoras, culminando con el diseño integral de la parcela para su implementación, que incluye un menú de opciones recomendadas que han sido validadas localmente, y que fueron –a través del Innovahub– adaptadas por los productores en sus parcelas y listos para su adopción y escalamiento.

La guía que tienes en tus manos es un recurso para compartir experiencias, conocimientos, metodologías y herramientas que faciliten los procesos de adopción de innovaciones, que permitan impactar de forma positiva con las familias en las zonas rurales, asegurando la sustentabilidad de sistemas de producción. Se espera que este material contribuya a la mejora continua de los sistemas productivos, asegurando un futuro agrícola más resiliente, eficiente y respetuoso con el medio ambiente.



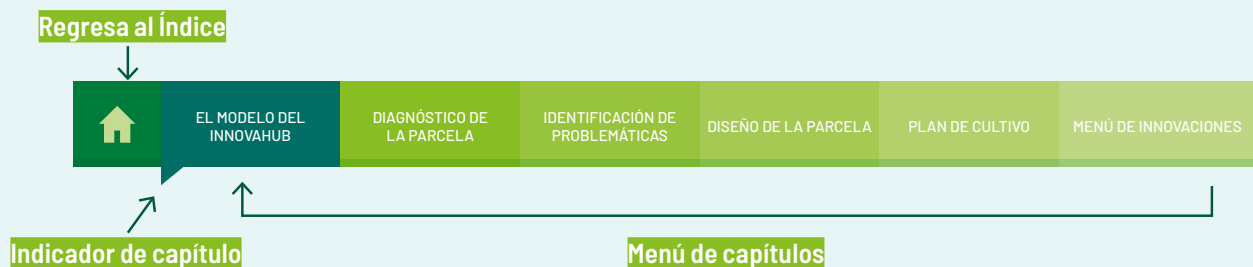


Cómo usar este material

Este documento es interactivo para que puedas navegar por sus diferentes capítulos y regresar al índice de manera fácil. Sigue las instrucciones que te mostramos a continuación.

Menú superior

Puedes acceder al Índice y Capítulos a través del menú superior, sólo da clic en el capítulo que deses. El capítulo en curso se destaca claramente.



Íconos

Al inicio de cada una de las etapas, se propone un **OBJETIVO** que te ayudará a identificar el resultado que se pretende alcanzar con estas propuestas; posteriormente el **CONSEJO DE USO** destaca algunos aspectos de su implementación.



OBJETIVO



CONSEJO DE USO

Glosario de términos

En **Glosario de términos** puedes encontrar los conceptos clave utilizados en esta guía. Al dar click a los conceptos marcados en **verde** en el texto puedes acceder al glosario para revisar este y otros términos.

Fichas

En algunas páginas encontrarás FICHAS con información extra, tips y más sobre los participantes en el modelo de innovación, esto te ayudará a comprender mejor la Guía. Identifícalas con los siguientes iconos:



PARTICIPANTES



TIPS



MÁS INFORMACIÓN





Presentación

Actualmente la agricultura requiere de la suma de los avances científicos y tecnológicos, de quienes laboran en esta actividad fundamental para la vida tanto en relación a la productividad como en la conservación del medio ambiente, es necesario contar con procesos de trabajo sistematizados.

Con tal propósito, esta guía contiene los elementos básicos para hacer posible un sistema de innovación agrícola. Conforme a ello, tiene la finalidad de brindar ideas y herramientas para diseñar, implementar y dar seguimiento a la infraestructura básica del Innovahub, el cual atiende distintos sistemas de producción determinados por las condiciones agroecológicas y tipos de agricultores.

Para facilitar su uso, la guía inicia con un glosario de términos que contribuyen a la comprensión de las partes en que se ha dividido el proceso de innovación.

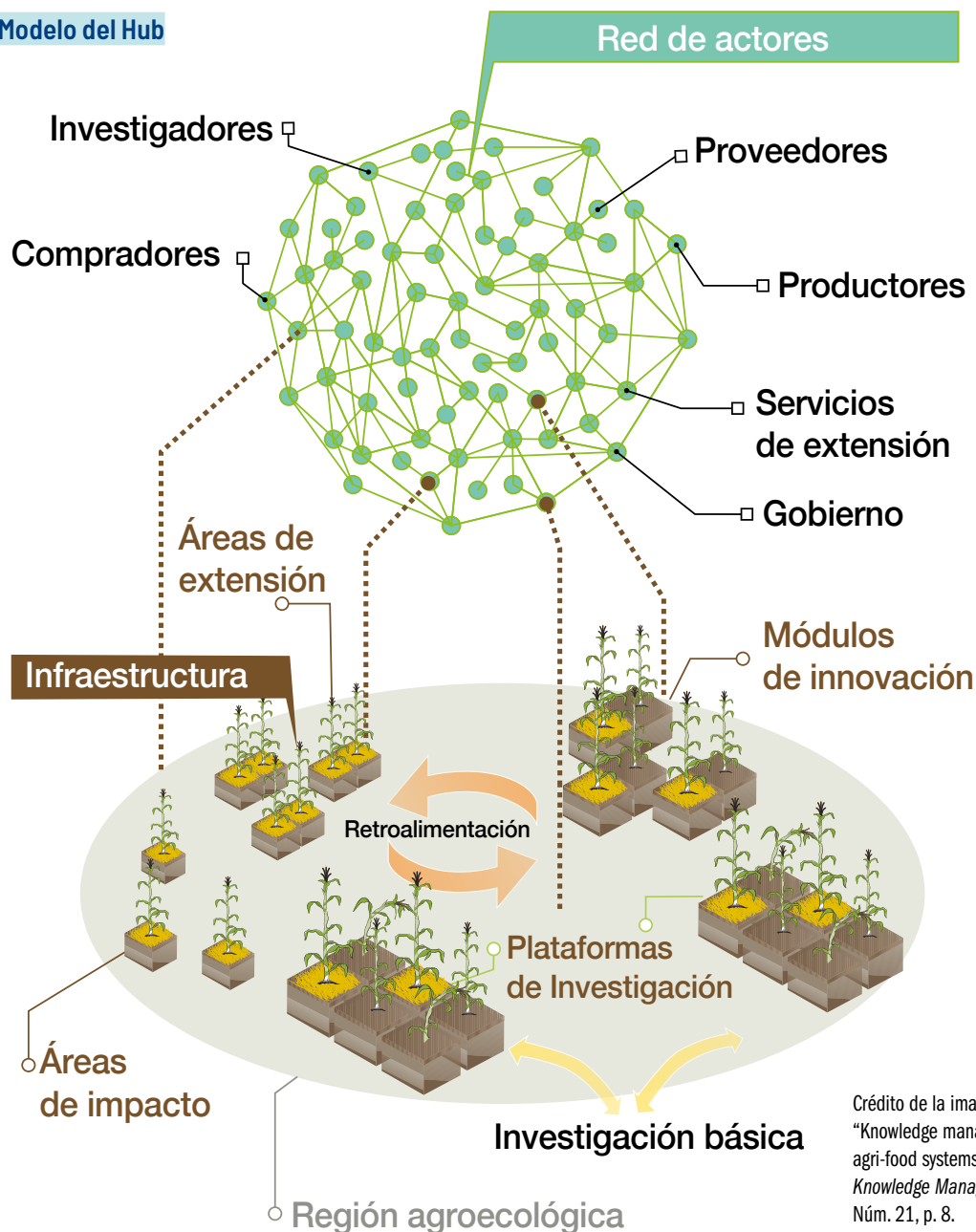
En la parte inicial, titulada **El modelo del Innovahub**, se plantea el esquema de la intervención del hub, las características de su infraestructura y lo relativo a la gestión del conocimiento y sus brechas.

En la parte titulada **Herramientas para definir la intervención** se mencionan las metodologías tomadas como referencia; posteriormente, se dedican varias secciones al **diagnóstico de la parcela**; se continúa con **la identificación de problemáticas y limitantes y la definición de soluciones tecnológicas e innovaciones**; y, por último, se plantea el **diseño de la parcela**, incluyendo un **menú de innovaciones**.

El objetivo de esta guía es compartir pautas para detectar problemas en el trabajo en las parcelas y proponer soluciones para resolverlas, procurando un adecuado equilibrio entre la producción y el entorno ecológico.



Figura 1. Modelo del Hub



Crédito de la imagen: Gardeazabal, et al.
"Knowledge management for innovation in
agri-food systems: a conceptual framework".
Knowledge Management Research & Practice.
Núm. 21, p. 8.



INNOVAHUB: Es un sistema de innovación agrícola con una infraestructura física (**parcelas**) que considera **plataformas de investigación**, **módulos de innovación** y **áreas de extensión** como medios para promover la adopción y adaptación de tecnologías, permitiendo con ello la extensión de conocimientos para su masificación en áreas de impacto. Este sistema se logra a través de una red de actores, tales como instituciones de enseñanza e investigación, proveedores, instituciones de gobierno, técnicos y productores.



El modelo del InnovaHub

Esquema de la intervención en el InnovaHub

El **InnovaHub** atiende distintos sistemas de producción determinados por las condiciones agroecológicas y tipos de agricultores. Estos sistemas son definidos por las condiciones de la orografía, clima y precipitación dentro del espacio territorial del InnovaHub. Las actividades se desarrollan en diversas condiciones de planicie, lomeríos y laderas. Se destaca que el InnovaHub también puede diversificar su intervención con sistemas agropecuarios o mixtos.

El InnovaHub interviene con diversas estrategias sustentadas en las limitantes que afectan a los sistemas dentro del espacio territorial. Algunas de ellas pueden ser ambientales, productivas, sociales y organizacionales (**Tabla 1**).

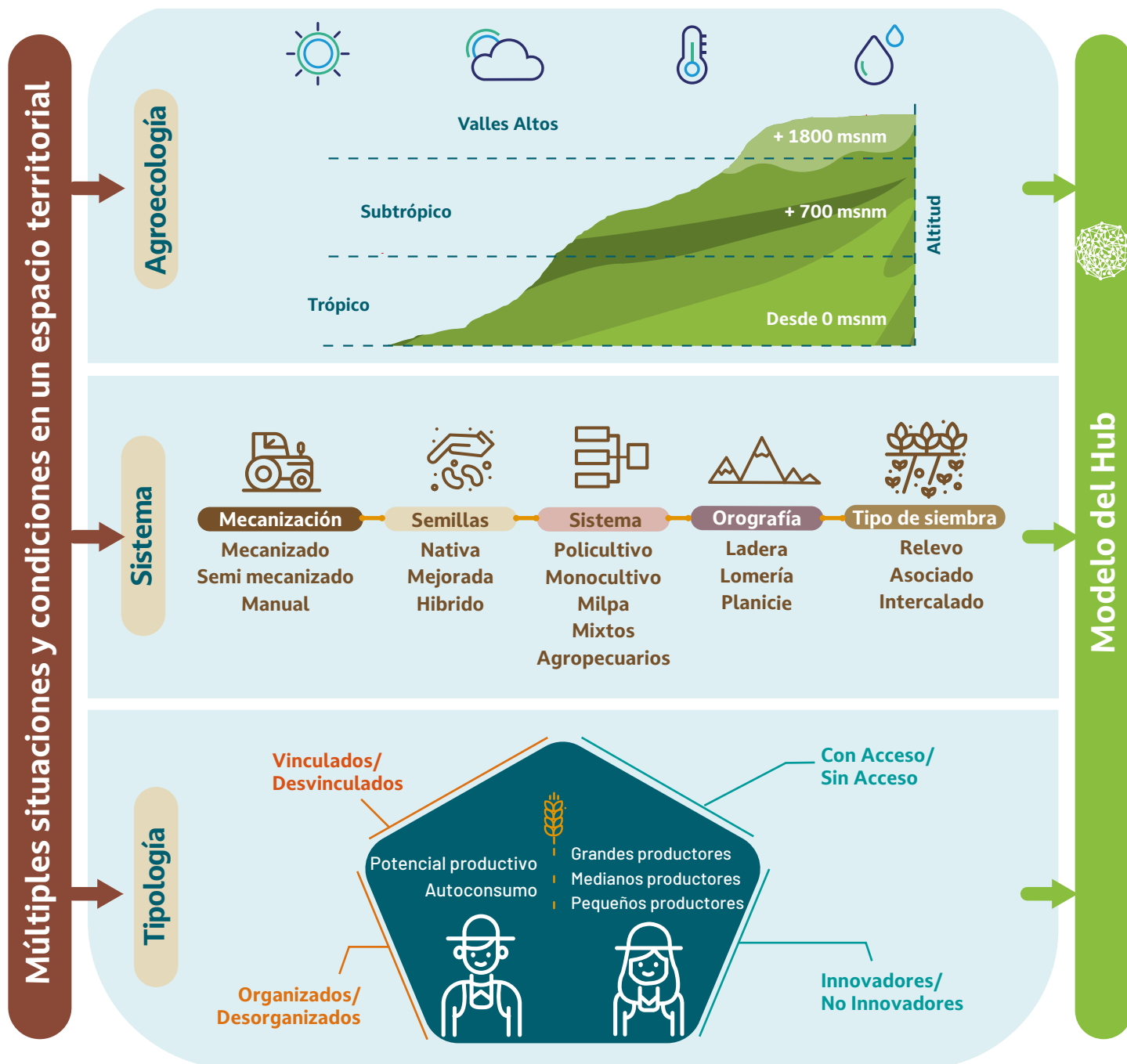
Tabla 1. Limitantes en los sistemas atendidos en el InnovaHub.

LIMITANTES	Tópicos			
Ambientales	Degradación de suelos	Erosión hídrica y eólica	Impacto de cambio climático	Contaminación o impacto por plaguicidas químicos
Producción	Rendimientos bajos	Diversificación de cultivos	Manejo de la fertilización	Acceso a la investigación e innovación
Sociales y organizacionales	Fraccionamiento de tierras	Atención a población vulnerable	Diversificación de la dieta alimenticia	Asociatividad
	Acceso a servicios financieros	Acceso a mercado	Cadenas de abastecimiento	Cadenas de proveeduría



El InnovaHub no considera un solo sistema o una tipología de productor, interviene en diferentes dimensiones y ejes; de ahí que al identificar estas limitantes el InnovaHub busca estrategias para intervenir de manera sistémica (Figura 2).

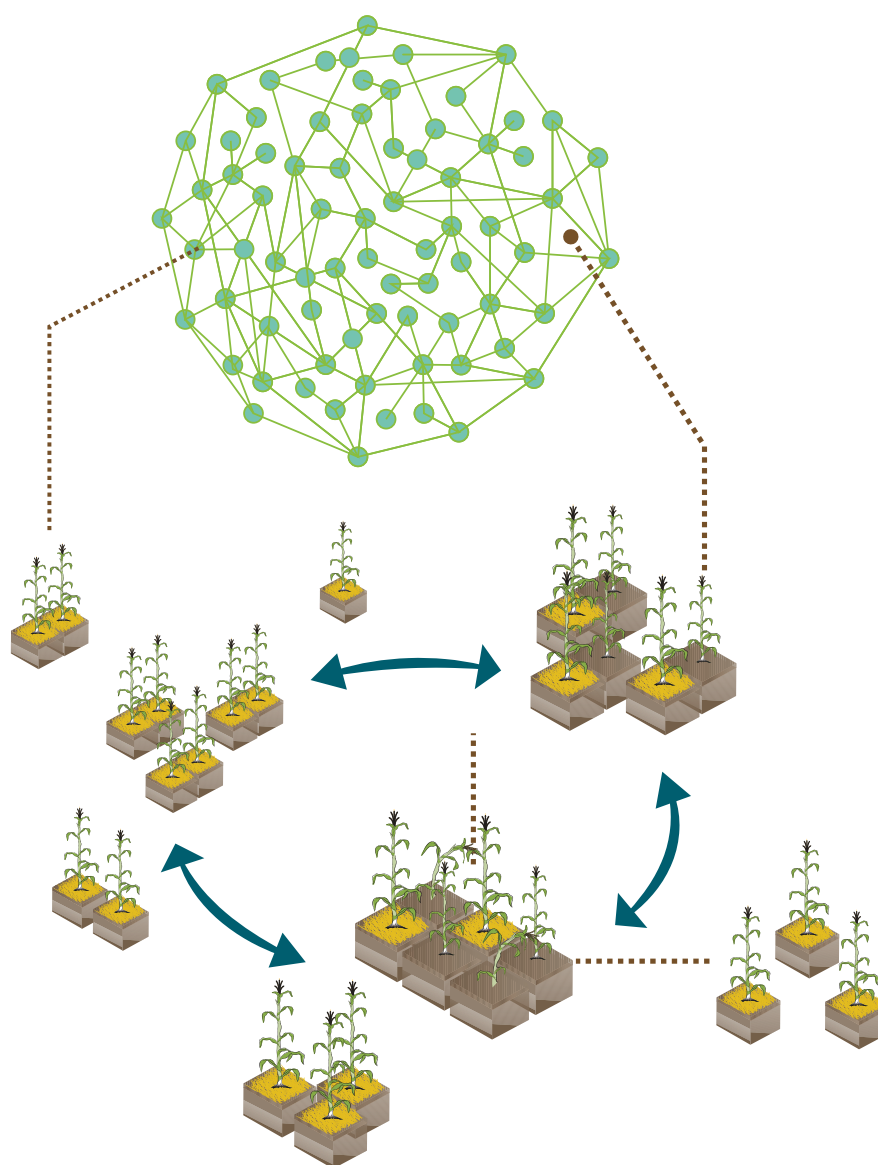
Figura 2. Intervención del InnovaHub multisistémica y multidimensional.





HUB: La palabra Hub, proviene del ingles, y su traducción literal es buje, no obstante esta palabra se emplea desde una perspectiva de un ente que facilita la conecciones ente los diversos actores de una red de innovación, es importante que en México se emplea como Hub y en Centroamerica Innovahub.

Modelo del Hub

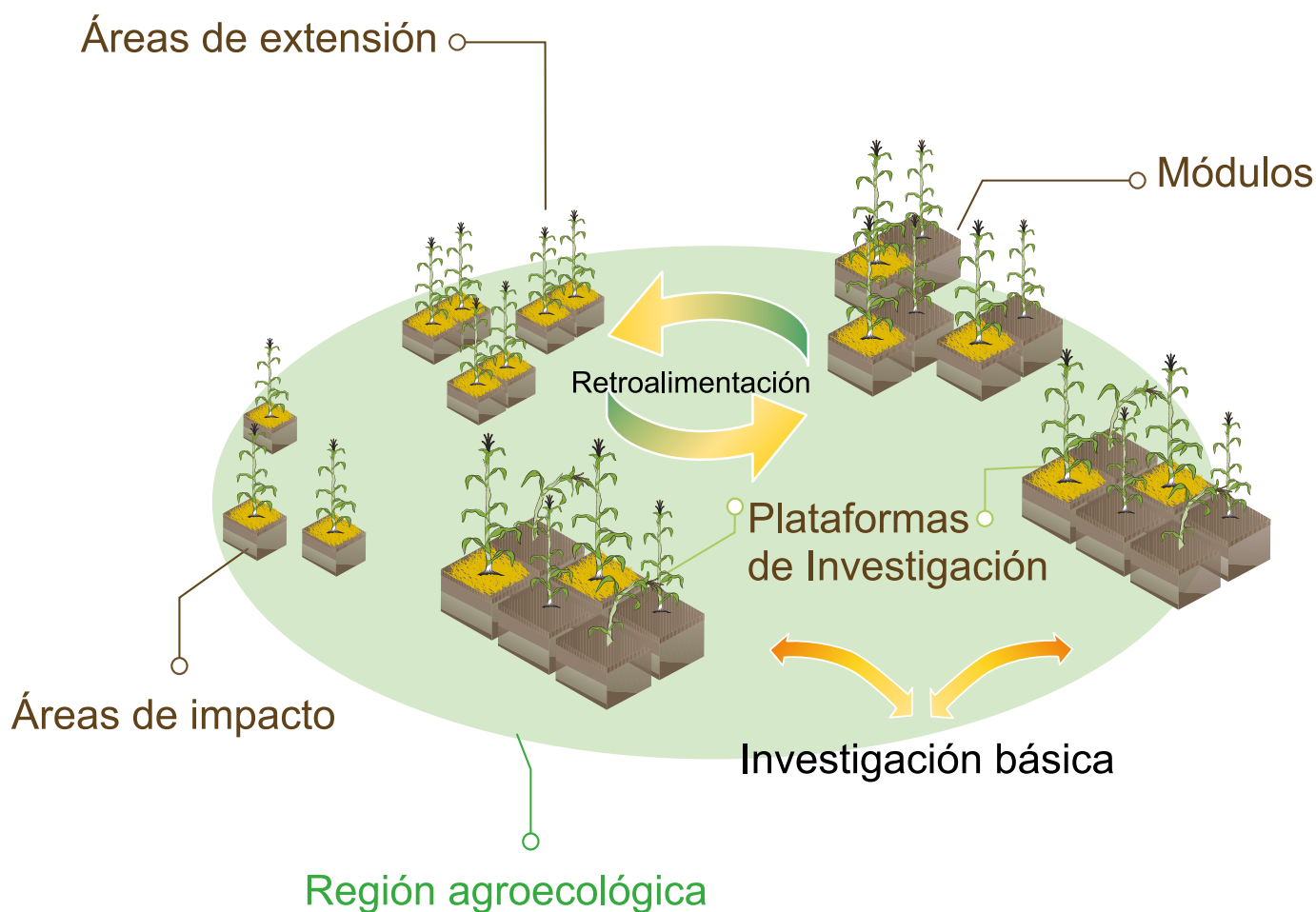


Fuente: Adaptado de Gardeazabal, et al. "Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework". *Knowledge Management Research & Practice*. Núm. 21, p. 8..

Infraestructura del InnovaHub

Al hablar del modelo del InnovaHub se requiere precisar que es necesario desarrollar la infraestructura física, la cual consta de cuatro sitios: **plataforma de investigación, módulos de innovación, área de extensión** y **área de impacto**, los cuales en su conjunto se retroalimentan y apoyan el acceso a la innovación y a la investigación en el territorio (Figura 3).

Figura 3. Infraestructura física del InnovaHub.



Fuente: Adaptado de Gardeazabal, et al. "Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework". Knowledge Management Research & Practice. Núm. 21, p. 8..

En las plataformas de investigación, la retroalimentación entre los actores principales, como técnicos y agricultores, es fundamental para con ellos se ajusten los tratamientos o se incorporen ensayos de corta o mediana duración.



Plataforma de investigación

Espacios donde se establecen ensayos de larga duración (5-10 años) y se evalúan diferentes prácticas agrícolas. El objetivo es desarrollar prácticas culturales y tecnologías más adecuadas para la zona agroecológica en las que están ubicadas y adaptarlas a los sistemas productivos. La investigación se aplica con base en la agricultura sustentable; sin embargo, las tecnologías específicas que se evalúan en cada plataforma dependen de los factores limitantes u oportunidades de la zona. La investigación en las plataformas no sólo tiene una perspectiva técnica, sino que también se consideran factores socioeconómicos y ambientales que podrían impactar en la implementación exitosa de las nuevas prácticas en la escala del productor.

Figura 4. Plataforma de investigación Mixteca, Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca, México.

Las plataformas de investigación son instaladas por colaboradores responsables de la investigación (universidades, asociaciones de productores y centros de investigación, entre otros). Permiten validar y calibrar diferentes prácticas



Crédito de la imagen: Jaime Leal, CIMMYT.

y/o tecnologías, lo que facilita su implementación en las parcelas de los agricultores, quienes luego podrán adoptar las tecnologías que prueben ser las más adecuadas para sus sistemas de producción local. Esta investigación considera a diferentes actores como el **productor, el investigador** y el **agente técnico**, lo cual facilita el acceso a la investigación a productores en un territorio (Figura 4).

Módulo de innovación

Consiste en una parcela comparativa donde se evalúan el manejo convencional y la innovación, permite mostrar y evaluar las diferencias entre la innovación y el área testigo (Figura 5). La innovación se define con base en el **diagnóstico de parcela**, con este se identifican los problemas o limitantes, se concensa con el productor las innovaciones que ayudan a atender esas problemáticas o limitantes, y se priorizan cuáles serán las innovaciones que se establecerán durante el ciclo productivo; el

Figura 5. Módulo de innovación en San Antonino Monteverde, Oaxaca, México.



Crédito de la imagen: Jaime Leal, CIMMYT.

testigo estará definido por las prácticas comunes o normales que el productor o que en la comunidad se realiza permitiendo el proceso de adaptación-adopción. Los actores principales son el productor y el agente técnico.

El módulo permite cerrar las brechas de conocimientos, ya que la propuesta se basa en el co-diseño y la co-construcción de la innovación, se facilita el proceso de trabajo-aprendizaje, permitiendo cambiar los paradigmas del agricultor y del agente técnico, con lo que se gestiona un nuevo aprendizaje. Por ello esta parcela también puede considerarse como **escuela de campo**. Puede ser de un sólo productor, pero en algunos casos es una parcela grupal.

Área de extensión

El área de extensión es una parcela donde sólo hay un manejo agronómico. El o los productores con áreas de extensión están convencidos con los resultados de la innovación que han visto en las plataformas de investigación, módulos de innovación u otras áreas de extensión. Los actores sobresalientes son el productor y el agente técnico (**Figura 6**).

Figura 6. Área de extensión en La Sábana, María Lombardo, Oaxaca, México.



Crédito de la imagen: Jaime Leal, CIMMYT.

AGENTE TÉCNICO: Personal técnico que acompaña y asesora a los productores en el proceso de producción agrícola, desde el acondicionamiento del terreno hasta la cosecha del producto, que cuenta con conocimientos en agronomía, gestión de la innovación, implementación de innovaciones y desarrollo de capacidades en general.



Área de impacto

El área de impacto es una parcela donde se implementa alguna innovación que se observó en los sitios anteriores, pero el proceso de adopción es facilitado en la comunidad por los agricultores de la zona. En las capacitaciones y otros eventos los actores sobresalientes son los productores. Las áreas de impacto apoyan el proceso de vinculación y escalamiento (**Figura 7**).



Crédito de la imagen: Jaime Leal, CIMMYT.

Figura 7. Áreas de impacto en la comunidad San Antonino, San Antonino Monteverde, Oaxaca, México.



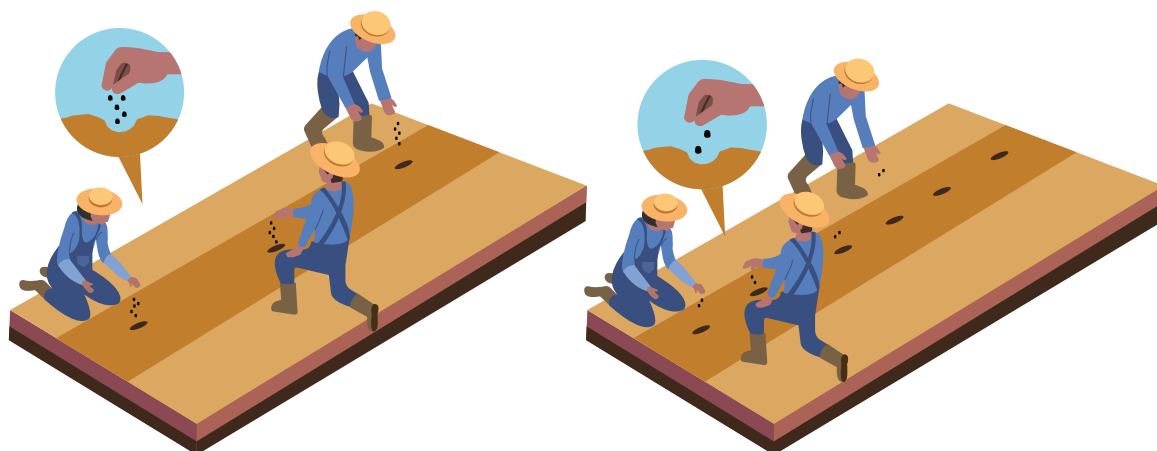
La gestión del conocimiento y sus brechas

La gestión del conocimiento en el modelo del InnovaHub se sustenta en tres actores: **el productor**, el **agente técnico** y el **investigador**; fundamentales para el desarrollo del modelo, debido a que son la fuente de información principal al interactuar en el co-diseño y la co-construcción de las intervenciones, gestionando el conocimiento local y apoyando los procesos de adaptación y adopción de la innovación. Es importante indicar que la innovación se basa en el aprendizaje interactivo entre los actores que forman parte del sistema e implica cambios de mejora y uso de tecnologías o herramientas. Esto conlleva modificaciones en el conocimiento y en las organizaciones como resultado de la capacidad de los actores.

La participación del productor es clave en la implementación de las innovaciones, mientras el papel del investigador y del agente técnico son de soporte en la toma de decisiones del agricultor. La parcela es el escenario principal, ya que es ahí donde el productor puede expresar sus puntos de vista, este espacio lo sitúa en un ambiente cómodo y propicio.

Al gestionar un nuevo conocimiento no debemos dejar de lado los paradigmas del manejo convencional, una innovación (cambio) genera incertidumbre en el resultado, en el ejemplo: un productor ha sembrado toda su vida con arreglo de 5 semillas cada metro y una distancia de un metro entre línea, mientras que la oferta de innovación indica 2 semillas cada 30 cm entre mata y mata, con líneas a 80 cm entre ellas (**Figura 8**). Este cambio genera una respuesta en el agricultor, la cual está definida por su conocimiento y sus creencias. El cambio puede ocasionar un rechazo y es ahí donde la interacción con otros productores de mayor experiencia ayuda a la gestión de estos nuevos aprendizajes. En consecuencia, esto nos deja una brecha de conocimientos promovida por el paradigma, en el entendido

Figura 8. Innovación agronómica sobre arreglo topológico y densidad.



de que este tipo de brecha es el espacio de conocimientos, habilidades y capacidades entre un saber o el hacer actual y un nuevo contexto que implica el uso de una solución tecnológica o innovación para tener un resultado diferente (Figura 9).

La adaptación de la innovación tiene mayor posibilidad de una gestión positiva al considerar los conocimientos y las habilidades del productor, si bien, el contexto de los actores puede limitarla. De ahí que sea necesario desarrollar el ambiente propicio e identificar las limitantes propias, para lo cual debemos considerar que la innovación se adaptará en función de la capacidad de los actores para cerrar las brechas de conocimiento.

En el modelo del InnovaHub estas acciones de desarrollo de capacidades se promueven bajo la línea del trabajo-aprendizaje o del aprender haciendo, ratificando que la parcela es el sitio adecuado para implementar estas acciones. Adicionalmente,

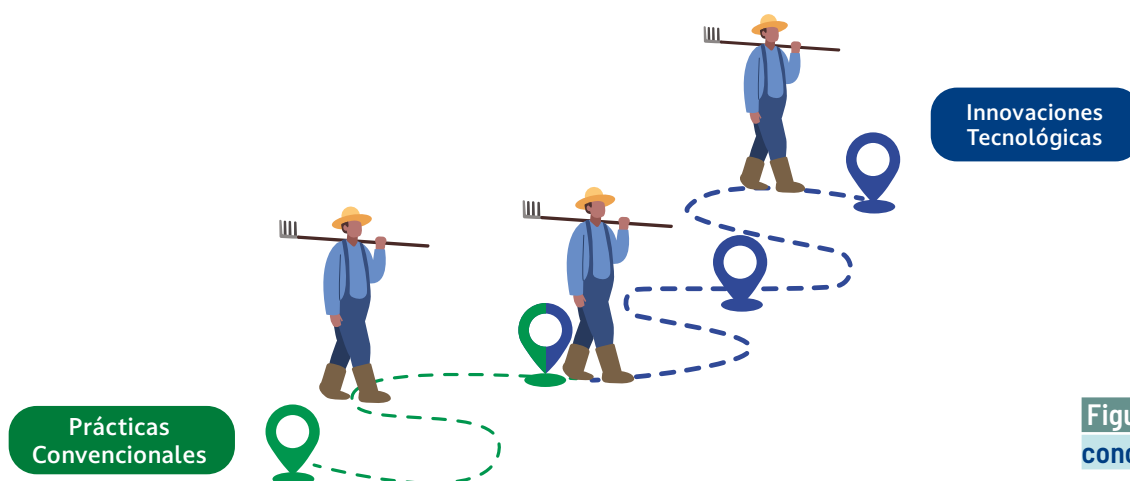


Figura 9. Brechas del conocimiento.

Crédito de la imagen: Jaime Leal, CIMMYT.



Figura 10. Integración de actores en el modelo del InnovaHub.

es importante que el agente técnico y el investigador estén dispuestos a entender la visión del productor para cerrar las brechas de conocimientos y gestionar uno nuevo que apoye el proceso de adaptación y adopción.

Esta gestión del conocimiento se complementa con la participación de los actores en cursos, días de campo, eventos demostrativos, etc. Estos espacios permiten la interacción con más actores que están involucrados en la red de innovación y apoyan esta gestión, de tal forma que estudiantes, funcionarios gubernamentales, otros productores, agentes técnicos e investigadores permiten la integración de la red de innovación y la gestión del conocimiento (Figura 10).

Con esto el InnovaHub es un modelo que se integra con colaboradores públicos, privados, nacionales e internacionales, sin prototipos o recetas estándar, generando alianzas y oportunidades (ICCA, 2016).

Los colaboradores aportan conocimientos y experiencias al modelo, incorporando sus propios sistemas y procesos que ya están en marcha. Al ser un equipo multidisciplinario se desarrolla una visión ampliada a fin de abordar el análisis de las condiciones de realidad para la identificación e implementación de acciones (Figura 1).



Herramientas para definir la intervención

Con base en lo descrito se han desarrollado herramientas que permiten diseñar, implementar y dar seguimiento a las diferentes intervenciones que se generan en el marco del Innovahub. Entre las que se destacan:

Diagnóstico de la parcela

Identificación de problemáticas-limitantes y definición de soluciones tecnológicas-innovaciones

Diseño de la parcela

Plan de cultivo y acondicionamiento

Para los procesos que se mencionan en el diagnóstico de parcela tales como textura, **compactación, velocidad de infiltración, pH**, salinidad, etc., se han tomado de referencia diferentes metodologías validadas por instituciones, centros de investigación e instituciones gubernamentales, así como recomendaciones de empresas proveedoras de equipos; dichas metodologías se han adaptado para las prácticas en campo y no en un laboratorio, además se busca que los técnicos y productores puedan replicar esto con otras personas.



METODOLOGÍAS TOMADAS COMO REFERENCIA:

Para pH y conductividad eléctrica: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000

Compactación del suelo: Resistencia a la penetración, Guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo y manual del Soil Compaction Tester John Deere

(<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4031/98830.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, <https://www.agratronix.com/wp-content/uploads/2015/11/SWST08180-Soil-Compaction-Manual.pdf>)

Velocidad de infiltración: Infiltración, Guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo (<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4029/98828.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Textura del suelo: Identificación de problemas en la producción de maíz tropical (<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/727/43157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Estructura del suelo: (https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s07.htm)



Diagnóstico de la parcela



Objetivo

A través del diagnóstico se busca identificar limitantes o problemáticas en la producción de cultivos. Para ello se genera una calicata en la parcela para conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Durante el proceso de excavación también se debe obtener información sobre el período de lluvias, canícula, ocurrencia de heladas, así como preparación del terreno, insumos, disponibilidad de mano de obra, de maquinaria y equipo. Con ello se genera información integral sobre el suelo, el manejo agronómico, los costos de producción, plagas, malezas, etc.



Consejo de uso

Durante el diagnóstico es posible que existan varias limitantes y para cada una de éstas se deben proponer una o varias innovaciones. Para definirlas con mayor claridad se puede utilizar el **Menú de innovaciones** de este mismo documento.



Una vez definidas todas las posibles innovaciones, notará que algunas innovaciones se repiten, y eso se debe a que una innovación puede ayudar a disminuir varias problemáticas. Entonces, se debe hacer un resumen de las innovaciones y priorizar cuáles se harán en el primer ciclo productivo y cuáles en los subsecuentes.

Información que obtenemos del diagnóstico de parcela

La siguiente imagen es un ejemplo de la información que se puede obtener durante el diagnóstico. Puede ampliarse dependiendo de cada sistema de producción.

Figura 11. Información que se obtiene durante el diagnóstico de parcela.

Antecedentes de la producción	Clima	Suelo
• Acceso a insumos agrícolas • Acceso a maquinaria • Variedades utilizadas • Manejo de residuos de cosecha • Uso de abonos orgánicos • Principales plagas y enfermedades • Disponibilidad de mano de obra • Densidad de siembra • Arreglos topológicos • Costos de producción • Rendimientos	• Período de lluvias • Canícula • Temperaturas • Presencia de heladas • Altitud	• Propiedades físicas • (textura, estructura, compactación, infiltración, profundidad efectiva) • Propiedades químicas (pH, salinidad) • Propiedades biológicas • (materia orgánica, profundidad de raíces, presencia de insectos u otros invertebrados, % cobertura)

Antecedentes de la producción

Esta información se obtiene del productor mediante una plática durante el proceso de realización de la calicata. Para mayor contexto se ejemplifica con el siguiente cuadro.

**Cuadro 1. Información de antecedentes de la producción obtenida durante el diagnóstico de parcela (ejemplo).**

Historial de la parcela						
Cultivo anterior	Densidad de siembra (sem/ha)	Producto obtenido (grano, mazorca, etc.)	Arreglo topológico		Rendimiento (tn/ha)	Costo de producción (\$)
			Distancia entre surcos	Distancia entre semillas		
Maíz	70,000	Grano	0.8m	0.18 m	2.5	17,000
Explique de qué manera se manejan los residuos de la cosecha						
Se retiran de la parcela, pues se utilizan para la alimentación del ganado						
Variedades de semillas utilizadas						
Nativas			Híbridos			
			H-377			
Fertilización/Abono						
Nombre de la sustancia activa	Nombre Comercial		Tipo		Dosis	Unidad
46-00-00	Urea		Sintético		150	kg/ha
18-46-00	Fosfato diamónico		Sintético		100	kg/ha
00-00-60	Cloruro de potasio		Sintético		100	kg/ha
Malezas, plagas y enfermedades identificadas en la parcela						
Malezas		Plagas			Enfermedades	
Hoja ancha	Hoja angosta	Raíz		Follaje		
Acahual (Simsia amplexicaulis)	Coquillo (Cyperus rotundus)	Ninguno		Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)	Mancha de asfalto	
	Zacate Johnson (Sorghum halepense)					
Antecedentes de la producción						
	Poca		Regular		Suficiente	
Acceso a insumos agrícolas						
Fertilizantes				X		
Herbicidas				X		
Insecticidas					X	
Acceso a maquinaria						
Tractores					X	
Implementos de preparación del suelo					X	
Sembradoras				X		
Disponibilidad de mano de obra				X		



Clima

La información del clima es importante para la toma de decisiones en la producción agrícola tales como la precipitación, temperatura, canícula, granizadas y heladas. Para más información se puede consultar en fuentes oficiales para Honduras (CENAOS, <https://copeco.gob.hn>), Guatemala (SMG, <https://www.smg.gt/>), México (SMN, <https://smn.conagua.gob.mx/es/>).

Cuadro 2. Información de clima obtenida durante el diagnóstico de parcela (ejemplo).

Condición actual de la parcela					
Latitud (grados decimales)	16.914735	Longitud (grados decimales)	-96.743353	Altitud (msnm)	1499
Período de lluvias	Junio-octubre	Canícula	15 de julio-10 de agosto	Temperaturas	18-34 °C
Heladas	No	Granizadas	No	Inundaciones	Sí

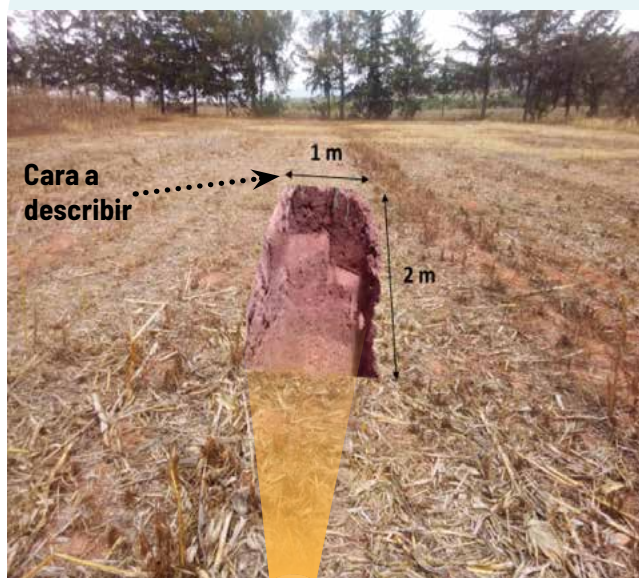
Todos estos parámetros tienen un efecto sobre el comportamiento de los cultivos, como se ejemplifica a continuación:

Cuadro 3. Ejemplo de la relación del clima y sus efectos en el cultivo.

Parámetro	Posible efecto
Ubicación geográfica	Cultivos sensibles a la duración del día pueden verse afectados.
Altitud	Se relaciona con el ciclo del cultivo, a mayor altitud ciclos más largos.
Período de lluvias	Relacionarlos con ciclos de producción de cultivos; aquellos de ciclo largo pueden verse afectados durante su maduración si las lluvias no son suficientes.
Heladas	Muchos cultivos son sensibles a las bajas temperaturas, existen otros que pueden tolerar bajas temperaturas.

Cómo llevar a cabo el diagnóstico

Superficies planas



Créditos de la imagen: Rausel Ovando, CIMMYT.

Superficies con pendiente

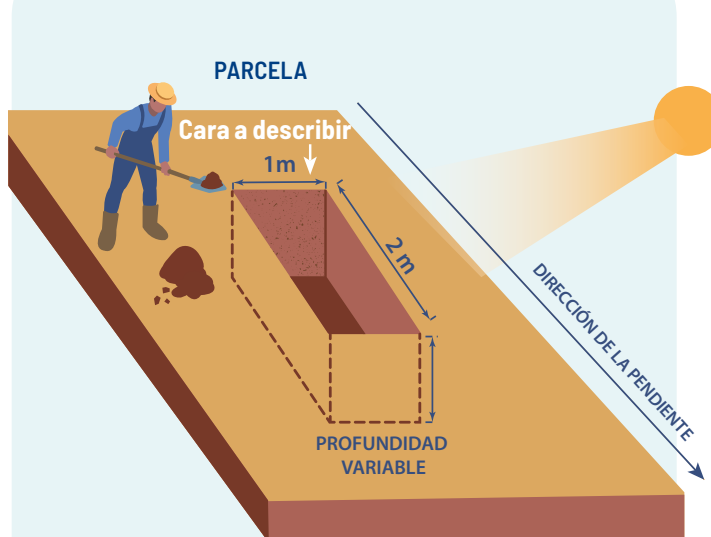


Figura 12. Orientación del perfil del suelo en condiciones de planicie y de laderas.

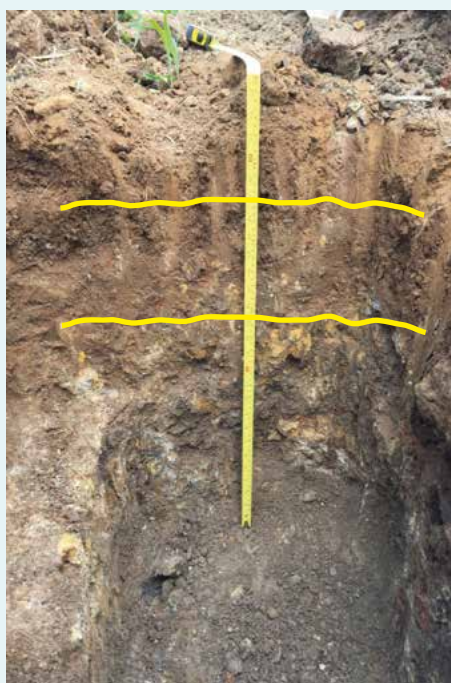
El suelo que se va sacando se debe colocar a los lados, nunca en el lado de la cara que se va a describir. **(Figura 12)**

Cuando se identifique que hay raíces debe tenerse cuidado de no dañarlas porque posteriormente se obtendrá información importante a partir de éstas.

Identificar las capas del perfil

Para determinar las propiedades del suelo es necesario delimitar las capas de este; lo cual se realiza identificando cambios en el perfil el suelo, determinado por el color, la textura, estructura o presencia de raíces. De cada capa se mide su espesor, como se muestra en la **Figura 13**.

Figura 13. Perfil del suelo y la separación de capas.



CAPA 1

Color café, sin
presencia de
piedras.

CAPA 2

Color café, con
presencia de
piedras.

CAPA 3

Cambio de color,
mayor presencia
de piedras.

Créditos de la imagen: Oscar Mejía, Fondo para la Paz.



Propiedades físicas del suelo

Textura del suelo

Esta propiedad se determina al tacto y es una estimación, pero resulta muy cercana al resultado que proporcionaría un análisis de laboratorio, para ello se utiliza la guía de la **Figura 14**.

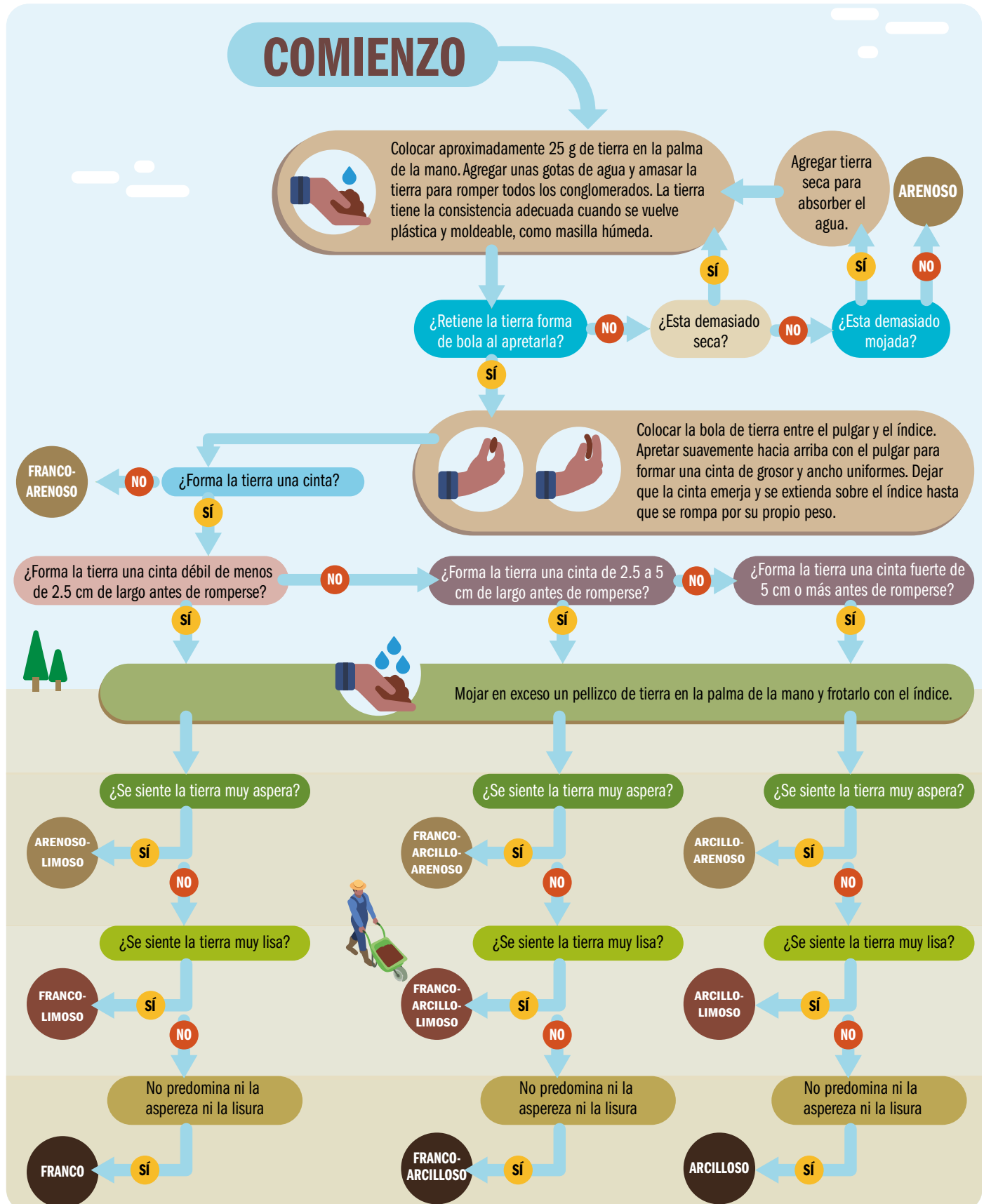
La textura es muy importante porque se relaciona con otras propiedades del suelo, las cuales permiten comprender mejor los efectos que puede tener en la producción agrícola (**Cuadro 4**).

Cuadro 4. Relación de la textura del suelo con otras propiedades.

Textura	Porosidad total (%)	Da (g/cm ³)	CC (%)	PMP (%)
Arena	38	1.65	9	4
	(32-42)	(1.55-1.8)	(6-12)	(2-6)
Franco-arenoso	43	1.5	14	6
	(40-47)	(1.4-1.6)	(10-18)	(4-8)
Franco	47	1.4	22	10
	(43-49)	(1.35-1.5)	(18-26)	(6-10)
Franco-arcilloso	49	1.33	27	13
	(47-51)	(1.3-1.4)	(23-31)	(12-15)
Arcillo-arenoso	51	1.3	31	15
	(49-53)	(1.25-1.35)	(27-35)	(14-18)
Arcilla	53	1.25	36	17
	(51-55)	(1.2-1.3)	(31-39)	(16-20)

Da: Densidad aparente. **CC:** Capacidad de campo. **PMP:** Punto de marchitez permanente.

Figura 14. Guía para determinar la textura del suelo, al tacto.



Fuente de información: S.J. Thein. 1979. A flow diagram for teaching texture-by-feel analysis. *Journal of Agronomic Education* 8:54-55. Usado con la autorización de la editorial. American Society of Agronomy, Inc.



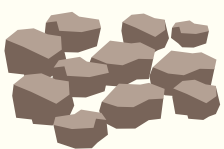
Estructura del suelo

La circulación del agua en el suelo varía notablemente de acuerdo con la **estructura**, la cual se puede reconocer mejor cuando está seco o ligeramente húmedo. Para determinar la estructura del suelo se siguen los siguientes pasos:

1. Tomar con la pala una porción grande de suelo de la primera capa identificada.
2. Lanzarla al aire, dejarla que se desintegre al tocar el suelo.
3. De los agregados que quedan tomar muestras más representativas en tamaño y cantidad.
4. Utilizar la **Figura 15**, para determinar la estructura predominante en esta capa.
5. Repetir el proceso con las demás capas.



Figura 15. Estructuras predominantes en los suelos agrícolas.

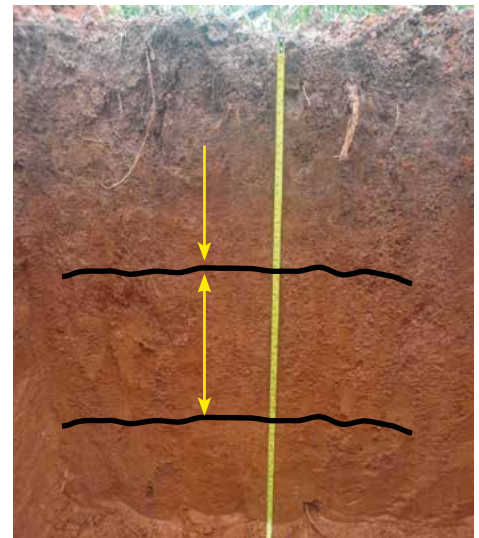
SUELO			
			
Son unidades pequeñas más o menos regulares o esferoides, con sus tres dimensiones de tamaños similares. Normalmente tienen mayor contenido de materia orgánica.	Son partículas de suelo que se agrupan en bloques casicuadrados o rectangulares. Los bloques relativamente grandes indican que el suelo resiste la penetración y el movimiento.	Son partículas de suelo que han formado columnas o pilares verticales separados por fisuras verticales diminutas, pero definidas. El agua circula con mayor dificultad y el drenaje es deficiente. Normalmente se encuentra cuando hay presencia de sodio.	Son unidades en forma de láminas o capas finas que se acumulan horizontalmente unas sobre otras. A menudo las láminas se traslapan, lo cual dificulta notablemente la circulación del agua. Se encuentra casi siempre en los suelos boscosos, en los suelos formados por capas de arcilla.

Compactación

La compactación limita el crecimiento radicular y la cantidad de aire y agua de que disponen las raíces. Se pueden utilizar varios métodos o una combinación de estos para evaluarla, lo cual puede ser de forma cualitativa o cuantitativa. Los pasos para cada caso son los siguientes:

Evaluación cualitativa

1. Utilizar un mazo de golpe seco. Se golpea el suelo dentro del perfil de suelo, avanzando de arriba abajo. Donde se detecte un cambio en el sonido o dureza del suelo se coloca una marca.
2. Continuar golpeando hasta notar nuevamente un cambio de sonido o dureza del suelo y colocar otra marca.
3. Medir la profundidad y espesor de la capa tal como se muestra en la **Figura 16**.
4. Para confirmar si existe compactación o no, se puede observar la presencia de raíces debajo de la capa marcada. La poca o nula presencia de raíces indica que el crecimiento de éstas está limitado por la capa compactada. (**Figura 17**).
5. También se puede utilizar un destornillador plano. Para ello se van rompiendo las capas del suelo de arriba abajo y en donde sea más difícil de romper se coloca una marca.
6. Continuar rompiendo el suelo hasta notar que nuevamente el suelo se rompe con más facilidad, colocar otra marca.



Crédito de la imagen: Aldrin Quevedo.

Figura 16. (Izq). Perfil de suelo, ejemplo de profundidad y espesor.



Crédito de la imagen: Leodegario Osorio, INIFAP.

Figura 17. Perfil de suelo sin compactación, presencia de muchas raíces.

Evaluación cuantitativa

Se obtiene midiendo la resistencia a la penetración mediante el uso de aparatos denominados penetrómetros y consiste en calcular la resistencia del suelo al movimiento de un cono de penetración y dividirla entre la profundidad de penetración.

Los penetrómetros pueden ser estáticos o dinámicos (**Figura 18 y 19**). Los estáticos miden la fuerza empleada para empujar una sonda en el suelo a una velocidad constante, en tanto que los dinámicos miden la resistencia a la penetración al golpear la sonda repetidamente en el suelo.

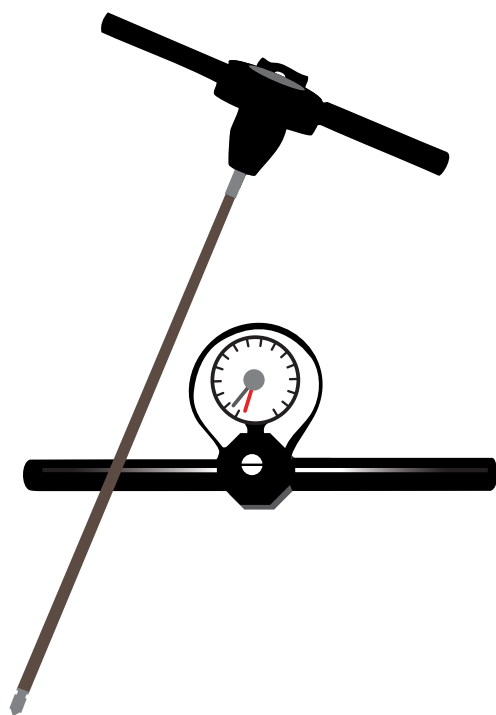


Figura 18. Penetrómetro estático.

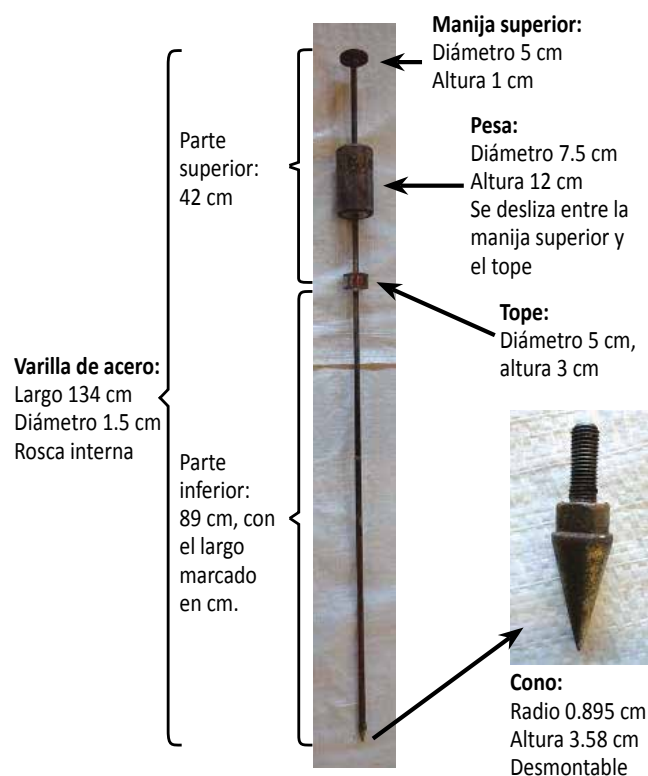


Figura 19. Penetrómetro dinámico.

Fuente: *Resistencia a la Penetración, Guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo*, CIMMYT-MasAgro, 2013.



Procedimiento para penetrómetro estático

1. Aflojar la tuerca de mariposa en el collar del amortiguador y deslizar el collar hacía abajo por el eje, al menos 1" de la carcasa de plástico.
2. El equipo incluye 2 puntas, que se deben quitar desenroscándolas.
3. Elegir la punta que mejor se adapte al tipo de suelo, la pequeña es para suelo firme y la grande para suelo suelto.
4. Enroscar la punta en el extremo del eje del equipo probador de compactación de suelo.
5. Colocar la punta en el área que desea medir. Aplicar una presión uniforme hacia abajo tomando ambos mangos del probador para mantener la punta penetrando en el suelo a un ritmo lento y uniforme.
6. El eje del probador está marcado a intervalos de tres pulgadas de profundidad. A medida que el eje del probador penetra en el suelo, se deben registrar las lecturas del medidor a las profundidades de 3", 6", 9", 12", 15" y 18". (Asegúrese de utilizar la escala correcta para el tamaño de punta que está utilizando en el eje, como se indica en la cara del dial).
7. Una capa compactada se puede determinar mediante el aumento del indicador del calibre hacia arriba hasta el rango rojo y luego bajando hacia el amarillo o verde después de pasar a través de la capa compactada. Se debe anotar la profundidad del inicio de la capa compactada y la profundidad de salida de la capa compactada. Nota: se deben tomar múltiples lecturas de cada área del campo.
8. Cuando el probador no esté en uso, afloje la tuerca de mariposa del collar de de choque y deslícelo hacia arriba por el eje hasta que entre en contacto con la carcasa de plástico y apriete la tuerca de mariposa. Esto ayudará a evitar daños a su probador de compactación de suelos.
9. Aflojar la tuerca de mariposa en el collar del amortiguador y deslizar el collar hacía abajo por el eje, al menos 1" de la carcasa de plástico.



Procedimiento para penetrómetro dinámico

1. Retire la paja y cualquier otra basura de la superficie del suelo para ver claramente el indicador de profundidad del penetrómetro.
2. Al comienzo, sostenga el penetrómetro perpendicular a la superficie del suelo; sin embargo, si el ángulo del penetrómetro cambia mientras usted realiza las mediciones, no lo corrija.
3. Evite las irregularidades del suelo, como las grietas.
4. Suba la pesa deslizante al nivel más alto y déjela caer. Extienda y coloque su mano izquierda sobre la manija, manténgala extendida y no agarre la manija.
5. Asegúrese que su cuerpo o alguna otra herramienta o utensilio no se interponga en la trayectoria de la pesa deslizante.
6. Anotar el número de impactos que se requieren para empujar el cono a una distancia preestablecida dentro del suelo.
7. El número de impactos que se necesitan dependerá de las características del suelo y la profundidad de labranza, entre otros factores. Además, los incrementos empleados para cubrir la distancia preestablecida deben basarse en algún parámetro pertinente, por ejemplo, las capas del perfil del suelo.
8. Evalúe la resistencia a la penetración en diferentes profundidades y haga muchas mediciones para asegurarse de obtener resultados precisos.



Velocidad de infiltración

Para conocer esta propiedad del suelo se utiliza el método de anillo pequeño, siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Utilizar un cilindro metálico de 10-15 cm de diámetro y 30 cm de largo.
2. Enterrarlo en el suelo a una profundidad de 1-2 cm, para evitar que el agua se escurra, teniendo cuidado de eliminar cualquier residuo o maleza antes de insertar el cilindro.
3. Verter agua (250 ml) dentro del cilindro en el momento 0 e iniciar la contabilidad del tiempo con un cronómetro.
4. Registrar el tiempo requerido para que toda el agua se infiltre.
5. Otra forma de hacer esto es agregar de manera consecutiva agua al suelo, de 10 a 15 veces volúmenes de 100 ml de agua cada vez, anotando el tiempo requerido para que cada volumen se infiltre.
6. Cuando esto se hace en un sistema de siembra en camas, si las mediciones se realizan encima de la cama y en el surco, pueden anotarse por separado.

$$\text{Cálculo (ejemplo): } \frac{250 \text{ mL}}{89 \text{ s}} = 2.81 \text{ mL/s}$$

Cuadro de referencia para comparar la velocidad de infiltración obtenida en nuestra parcela:

Cuadro 5. Cuadro comparativo de velocidad de infiltración.

Velocidad de infiltración		Para cilindro de 10 cm de diámetro
Muy arenoso	20 - 25 mm/h	160-200 ml/h
Arenoso	15 - 20 mm/h	120-160 ml/h
Limo - arenoso	10 - 15 mm/h	80-120 ml/h
Limo - arcilloso	8 - 10 mm/h	65-80 ml/h
Arcilloso	< 8 mm/h	Menos de 65 ml/h

Propiedades químicas

pH

En general, el pH óptimo de los suelos debe variar entre 6.5 y 7.0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad, ya que se trata del rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables, y, por tanto, donde mejor se aportarán a la mayoría de los cultivos.

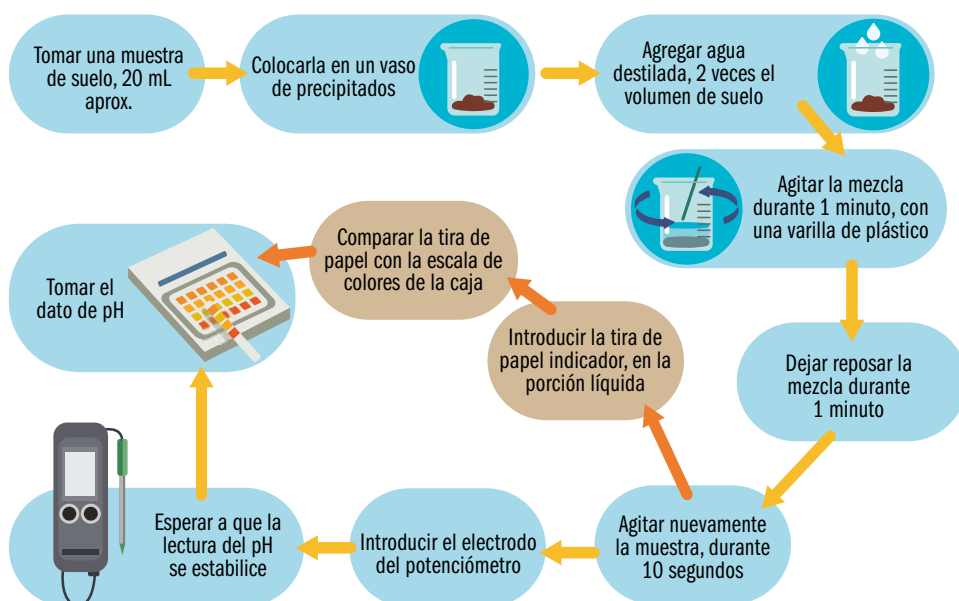
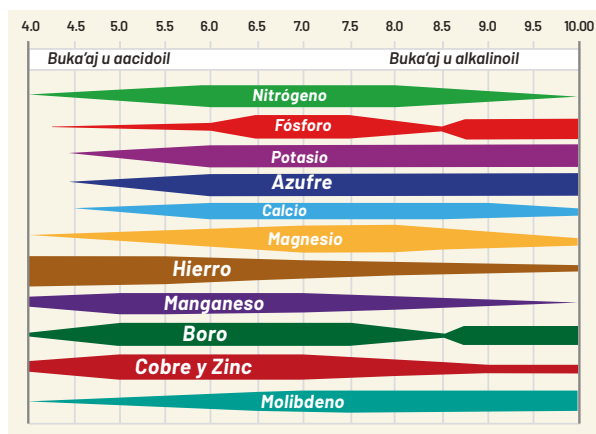


Figura 20. Guía para medir el PH del suelo en campo, utilizando un potenciómetro o tiras indicadoras de pH.



TIP: entre más ancha es la banda significa que el nutriente está más disponible a ese valor de pH, entre más delgada menos disponibilidad. Ejemplo: Hierro, a pH's de 4-5.5 es más disponible, de 5.5 en adelante la banda se va haciendo más angosta, es decir, menos disponible.



Figura 21. Esquema sobre la disponibilidad de nutrientes con base en el pH.

Conductividad eléctrica (CE)

Las sales reducen el potencial osmótico de la solución del suelo, reduciendo al mismo tiempo la disponibilidad de agua para las plantas, a pesar de que el suelo muestre niveles razonables de humedad.

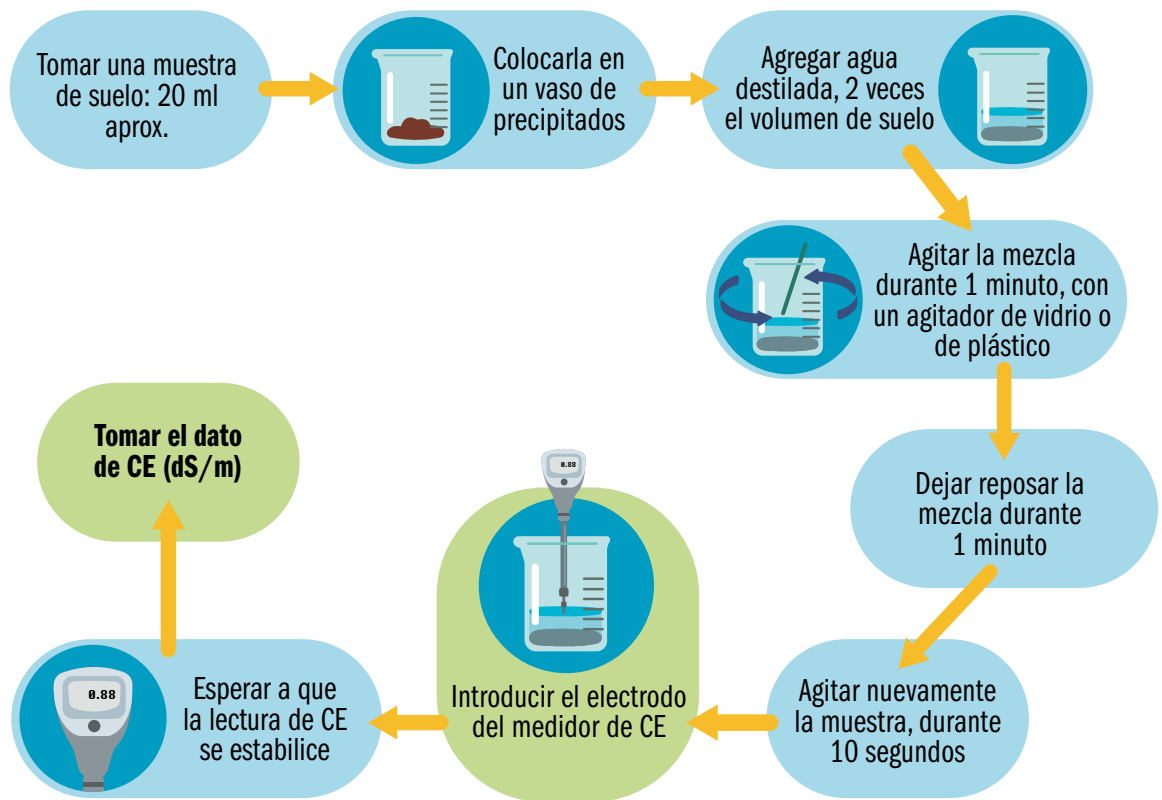


Figura 22. Guía para determinar la salinidad del suelo utilizando en medidor de conductividad eléctrica.

Los suelos con una CE menores de 1 dS/m se clasifican como un suelo libre de sales y no presentan restricción para ningún cultivo, mientras que valores entre 2 y 4 dS/m de CE (suelo moderadamente salino) reducen el rendimiento de cultivos sensibles a las sales. Por otro lado, en los suelos altamente salinos que presentan una CE de 8 a 16 dS/m sólo sobreviven los cultivos resistentes a la salinidad (Castellanos, 2000).

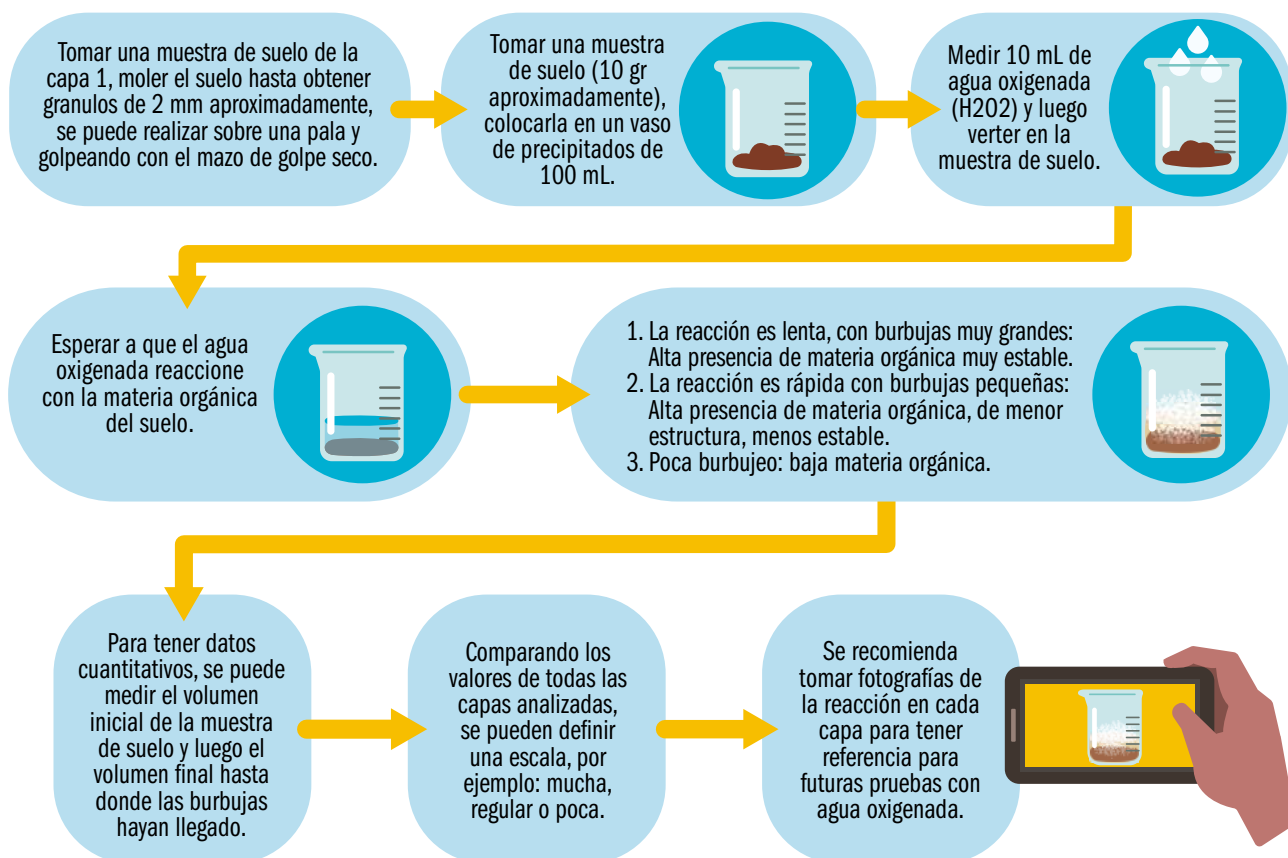
Propiedades biológicas

Materia orgánica

La mayor parte de la **materia orgánica** se encuentra cerca de la superficie del suelo. Las partes aéreas de las plantas que no se cosechan quedan en superficie y las raíces se convierten en materia orgánica cuando sus células pierden funcionalidad o mueren. La mesofauna del suelo (lombrices, insectos) incorporan los residuos más profundamente en el suelo, por lo que la mayor concentración de Materia Orgánica del Suelo (MOS) se da en los primeros 15-20 centímetros de suelo.

Figura 23. Guía para determinar la concentración de MOS utilizando agua oxigenada.

Para conocer de forma cualitativa el contenido de materia orgánica de un suelo se puede utilizar agua oxigenada, siguiendo el procedimiento que a continuación se describe:



Profundidad de raíces

Las raíces no solo son estructuras encargadas de arraigar y ser el soporte mecánico de la parte aérea de las plantas en el suelo, sino que además cumplen la importante función de absorber agua y nutrientes del suelo, necesarios para el crecimiento de las plantas.

Valorar el desarrollo de raíces en el suelo es una práctica relativamente sencilla. Basta con observar el perfil e identificar la zona de raíces, utilizando un destornillador plano y con cuidado ir descubriendo las raíces hasta llegar a donde se termina. De ser necesario, apoyarse de un atomizador para limpiar las raíces con agua.

En las raíces se mide la profundidad en centímetros y se observan con detenimiento para identificar posibles deformaciones por capas compactadas. Para el caso de leguminosas se identifica también la presencia de nódulos.

Cuando el diagnóstico se realiza posteriormente a la cosecha, es decir, cuando ya no hay cultivo, la valoración de profundidad

Figura 24. Raíces de una planta de caupí.



Créditos de la imagen: Rausel Ovando, CIMMYT.

Figura 25. Raíces de una planta de maíz.



Crédito de la imagen: Leodegario Osorio, INIFAP.

Figura 26. Raíces de una planta de girasol.



Crédito de la imagen: Jaime Leal, CIMMYT.

de raíces debe hacerse antes de la labranza (barbecho o rastreo) de preparación de parcela. En la calicata se identifican raíces del cultivo y de malezas. Se mide la profundidad desde la superficie hasta donde notoriamente se observan restos de raíces en el perfil.

Presencia de fauna

La biodiversidad del suelo incluye organismos que van desde pequeñas bacterias, hongos y nematodos hasta colémbolos, ácaros, miriápodos y lombrices. Estos organismos cumplen varias funciones importantes en el suelo: la descomposición de la materia orgánica, la fijación de nitrógeno atmosférico, el ciclo de nutrientes, y la mejora de la estructura del suelo, la fertilidad y la capacidad de retención de agua.

Para conocer esta fauna se puede observar la superficie de la parcela. Del suelo que se obtiene durante el proceso de excavación de la calicata se pueden tomar muestras y/o se puede observar el perfil del suelo. En las siguientes figuras se ilustran algunos ejemplos de lo que es posible encontrar.

Figura 27. Miriápodos.



Créditos de la imagen: Rausel Ovando, CIMMYT.

Figura 28. Hongos.



Créditos de la imagen: Julio César González, AGROCIME.

Figura 29. Lombrices.



Archivo CIMMYT.

**Cuadro 6. Resumen de las variables de un diagnóstico de parcela en un sistema mecanizado.**

Parámetros	Horizonte 1 (0-12 cm)	Horizonte 2 (13-36 cm)	Horizonte 3 (37-48 cm)
Propiedades físicas			
Textura	Franco-arcillosa	Franco-arcillosa	Franco-arcillosa
Estructura	Bloques angulares	Bloques angulares	Masosa
Compactación	No hay	No hay	Sí, muy fuerte
Infiltración	Lenta (100 ml/h)		
Profundidad efectiva	75 cm		
Propiedades químicas			
pH	7.9	8.1	8.2
Salinidad	0.4 dS/m	0.3 dS/m	0.3 dS/m
Propiedades biológicas			
Materia orgánica	Poca efervescencia	Mayor efervescencia	Mayor efervescencia
Profundidad de raíces	32 cm		
Presencia de insectos	Ninguno	Larvas de gallina ciega	Ninguna
% de cobertura	25		
Limitantes encontradas		Soluciones, innovaciones y propuestas	
Compactación de suelo a 37 cm de profundidad		· Romper capa compacta con uso de subsuelo (primer año) · Disminuir el movimiento del suelo · Utilizar camas permanentes · Agregar abonos orgánicos	
Velocidad de infiltración lenta (100 ml/h)		· Cobertura del suelo, para disminuir la velocidad de escurrimiento y la evaporación · Piletas o contras para retener el agua de lluvia	
pH alcalino (arriba de 7)		· Aplicación de azufre · Fertilizantes de reacción ácida · Aplicación de abonos orgánicos con pH ácido · Aplicaciones foliares para corregir deficiencias	
Bajos niveles de materia orgánica en la primera capa		· Residuos del maíz · Abonos verdes · Abonos orgánicos con pH ácido	
Bajos niveles de cobertura (25%)		· Residuos del maíz · Cultivos de cobertura	



Consejos claves para una buena implementación

1. Preparar con anticipación los materiales necesarios para realizar la calicata y para obtener las propiedades del suelo.
2. Para aquellos equipos que requieren baterías, revisarlas continuamente para evitar que ya no tengan carga y no se puedan utilizar en campo.
3. Asegurar que el productor(a) cooperante participa en esta actividad.
4. Explicar al productor(a) cómo se relacionan las propiedades del suelo con la producción de los cultivos.
5. Realizar este diagnóstico con suficiente anticipación para poder generar el diseño, el plan de cultivo y poder presentarlo al productor(a). Con ello definir las innovaciones que se implementarán.



Identificación de problemáticas e innovaciones



Objetivo

Identificar la relación entre las problemáticas o limitantes con las soluciones tecnológicas y las innovaciones es el valor de estas herramientas. Al final, las innovaciones se deben transformar en acciones concretas que se realizarán en la parcela.



Consejo de uso

Las innovaciones que realmente se identifiquen tendrán un enfoque hacia la solución de problemas. Analizar la información del diagnóstico y encontrar las innovaciones lineales y sistémicas realmente generan soluciones.

Es recomendable que ante una problemática se propongan 2 o 3 innovaciones relacionadas entre sí y no aisladas. Por ejemplo: ante una fuerte incidencia de malezas pueden existir dos propuestas, una enfocada netamente a la disminución de la incidencia y otra a cambiar las condiciones para que esa maleza no genere tanta competencia al cultivo.

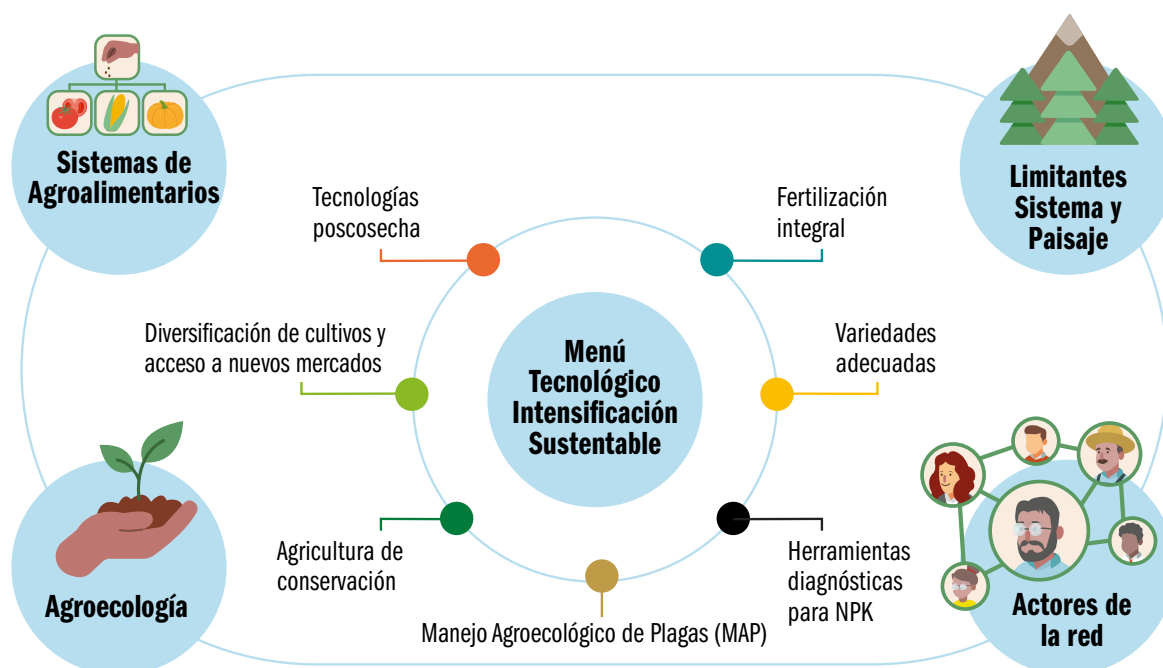
Ejemplo 1. Para disminuir la incidencia de malezas se realizan más aplicaciones de herbicidas e incluso mezclas de diferentes ingredientes activos.

Ejemplo 2. Para este mismo problema, se recomienda cambiar el arreglo topológico, dejar cobertura muerta en el suelo para provocar sombreado y una barrera física para que la maleza no emerja o no se desarrolle tanto. Aunado a eso se aplican herbicidas, pero ajustando el pH del agua y con adherentes.

Menú tecnológico

Una vez identificadas las problemáticas-limitantes en el diagnóstico es importante iniciar su análisis antes de presentar una propuesta de intervención con el productor. En el modelo del InnovaHub se plantea una intervención con base en un **menú tecnológico** y esta oferta de innovación agrícola se adapta a cada agroecología, tipología y situación local sustentada en el sistema y modelo de producción (**Figura 30**).

Figura 30. Menú tecnológico.



Se ha identificado que las innovaciones que se promueven en este menú están clasificadas en dos grandes categorías:

Innovaciones lineales. Son innovaciones de corto plazo e intervienen en una fase del proceso de producción y se caracterizan por:

1. Innovaciones sencillas.
2. Un efecto directo sobre el manejo agronómico.
3. Ofrecer una solución durante el ciclo de producción.



Innovaciones sistémicas. Son innovaciones de mediano plazo e intervienen en el sistema, caracterizándose por:

1. Incrementar la productividad.
2. Minimizar el impacto del cambio climático.
3. Promover la asociatividad y el acceso al mercado.

El menú se compone de distintas innovaciones como resultado de las investigaciones de centros de investigación, centros de enseñanza y plataformas de investigación, así como de la retroalimentación de los módulos de innovación y agentes técnicos conectados al hub o Innovahub. En la **Tabla 2** se presentan algunas de las innovaciones que se pueden implementar, entendiendo que estas son enunciativas y no limitativas.

Tabla 2. Menú tecnológico.

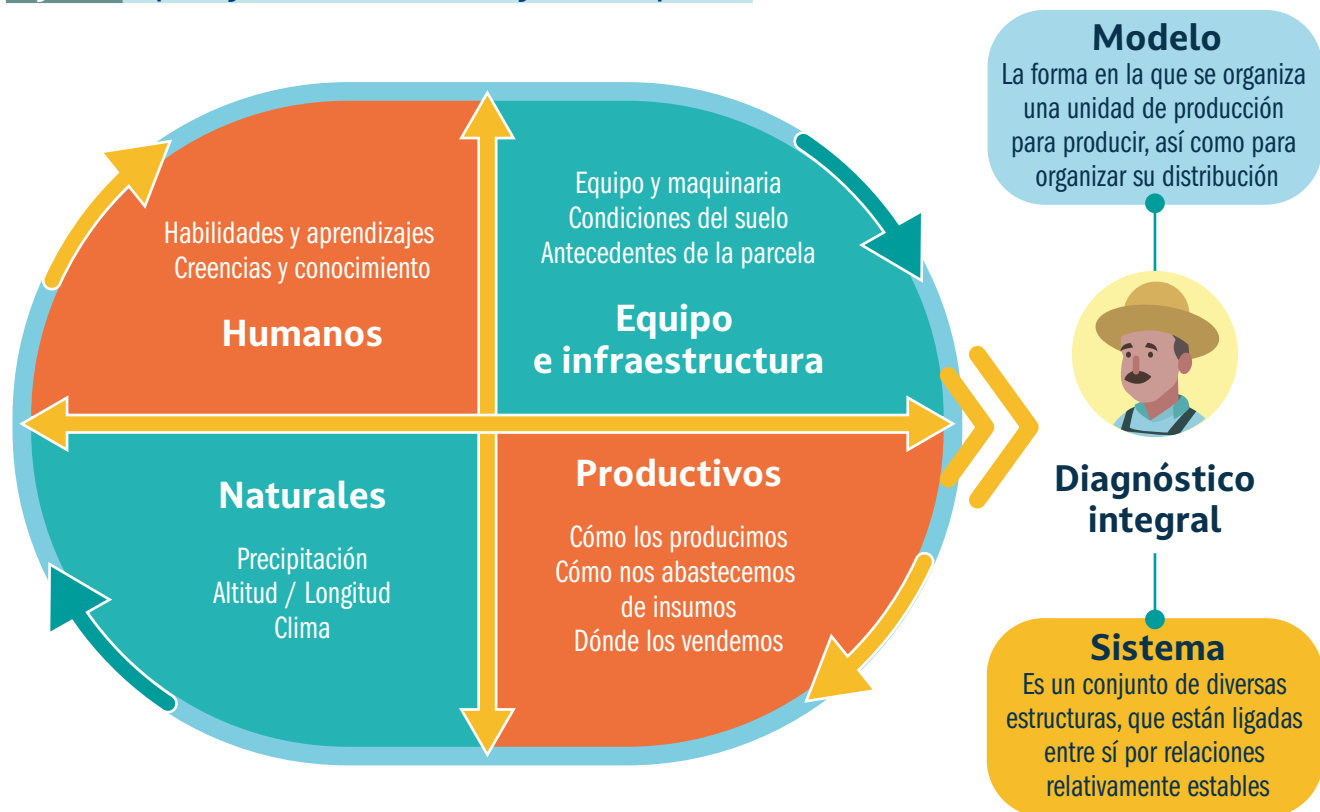
Categoría	Innovaciones lineales	Innovaciones sistémicas
Fertilidad integral	• Fertilización foliar • Seguro agrícola • Fertilización fraccionada • Abonos orgánicos	• Mejoradores de suelo • Rotación de cultivos
Manejo poscosecha	• Hermeticidad • Polvos inertes	• Limpieza, secado y libre de impurezas
Diversificación de cultivos	-----	• Cultivos de cobertura • Rotación de cultivos
Acceso a nuevos mercados	• Seguro agrícola	• Cultivos de alto valor (oleaginosas y leguminosas)
Variedades mejoradas	• Híbridos • Variedades de polinización libre • Semillas nativas	• Mejoramiento de maíces nativos
Herramientas diagnósticas de NPK	-----	• Interpretación y uso del análisis de suelo • Calibración específica de macros y micronutrientes
Agricultura sustentable	• Densidad de siembra • Arreglo topológico • Trampas con feromonas • Aplicación de microorganismos entomopatógenos	• Manejo integral de enfermedades • Milpa intercalada con árboles frutales • Cobertura del suelo • Mínimo movimiento del suelo • Camas permanentes • Manejo integral de malezas

Análisis del diagnóstico

Al contar con el diagnóstico de parcela es importante que la información se pueda organizar para definir las problemáticas-limitantes de su sistema y modelo de producción (**Figura 31**).

Para ello se proponen los siguientes pasos:

Figura 31. Tópicos generados durante el diagnóstico de parcela.



1. Identificación de variables

Es importante identificar la información clave y desarrollar una matriz que nos permita sistematizar la información. Esta matriz puede ser como la que se muestra en la Tabla 3; sin embargo, esta no es limitativa.



Tabla 3. Variables del diagnóstico de parcela (ejemplo).

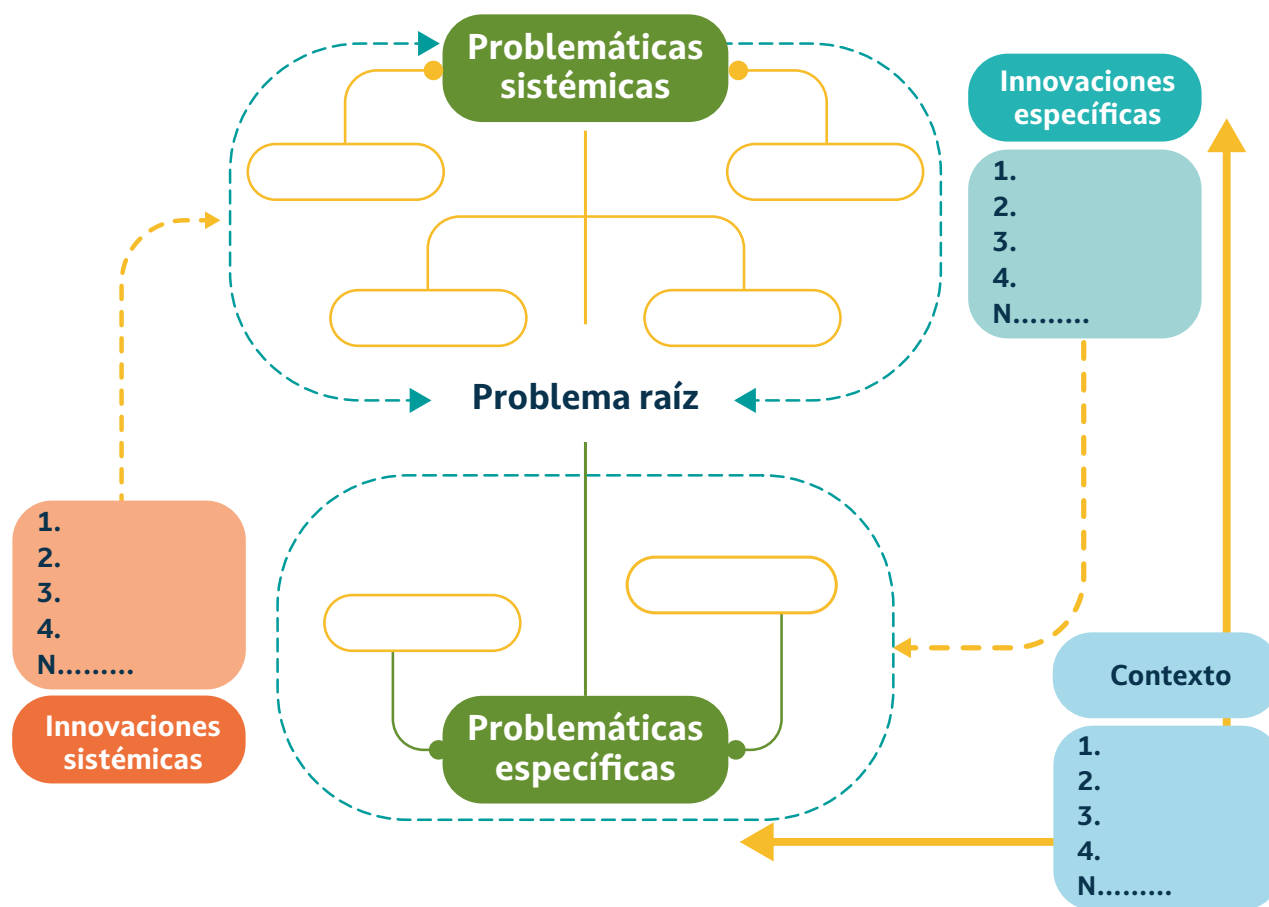
Naturales o agroecológicas	Habilidades y aprendizajes del productor	Equipo y maquinaria	Características del suelo	Antecedentes de la parcela	Productivos	Limitantes
Valles altos	Sabe la importancia de manejo de suelo	Azadón	pH 7.7	Aplica solo urea	1 ton /ha de grano de maíz	Ladera
Altitud: 1850 msnm	Maneja el sistema MIAF por más de 5 años	Machete	MO baja, prueba de efervescencia	Barreras vivas de árboles de durazno cada 10 m	5 ton/ha de durazno	Erosión hídrica y eólica
Precipitación: 1200 mm	No maneja plagas	Coa	Textura arcillo-arenoso	La parcela descansa 5 meses	Insumos disponibles a 3 horas de distancia	Acceso limitado a la comunidad
Temperatura promedio: 22°C	No identifica las enfermedades; por lo tanto, no realiza ningún manejo		Dureza alta a los 20 cm de profundidad	No hay cobertura		Siembra de temporal
Bosque templado húmedo	Sí fertiliza y entiende la base de los fertilizantes		Roca madre a los 50 cm	Se mueve el suelo cada año con azadón		La lluvia ha disminuido en los últimos 10 años
	Quiere producir más		Pendiente del 25%	Se realiza chapeo		
	No quiere gastar más			4 aplicaciones de herbicidas		
				Uso de semilla nativa: tepecintle blanco		
				5 especies de malezas de hoja ancha y 2 de hoja angosta		
				La densidad de población es de 100 mil plantas/ha		

2. Categorización de problemáticas y limitantes del sistema agroalimentario

Se identifican dos grandes grupos de problemáticas: sistémicas y lineales, lo cual nos lleva a identificar la intervención a nivel de sistema de producción y la intervención directa o de corto plazo (lineal).

Se debe identificar la problemática o limitante raíz, pues al hacerlo podemos definir soluciones de mayor escala y enfocadas al contexto.

Figura 32. Ejemplo para identificar la problemática o limitante raíz.



Al categorizar las problemáticas podemos desarrollar una matriz como la siguiente:



Tabla 4. Categorización de las problemáticas.

Problemáticas o limitantes sistémicas (largo plazo)	Problemáticas o limitantes lineales (atención inmediata)	Variables agroecológicas	Contexto local
Dureza alta a los 20 cm de profundidad	No hay manejo de plagas	Valles altos	Barreras vivas a cada 10 m, con árboles de durazno
Roca madre a los 50 cm	No identifica las enfermedades; por lo tanto, no realiza ningún manejo	Bosque templado húmedo	Maneja el sistema MIAF por más de 5 años
Pendiente del 25%	Sí fertiliza y entiende la base de los fertilizantes	Altitud: 1850 msnm	Uso de semilla nativa de tepecintle blanco
M0 baja, prueba de efervescencia	No quiere gastar más	Precipitación: 1200 mm	Insumos disponibles a 3 horas de distancia
Erosión hídrica y eólica	Quiere producir más	Temperatura promedio: 22°C	Siembra de temporal
Acceso limitado a la comunidad	Aplica solo urea	Textura arcilloso-arenoso	5 ton/ha de durazno
La lluvia ha disminuido en los últimos 10 años	4 aplicaciones de herbicidas	Ladera	1 ton/ha de grano de maíz
Se mueve el suelo cada año con azadón	No hay cobertura		Uso de herramientas como el machete, azadón y coa
	La parcela descansa 5 meses		Sabe la importancia de manejo de suelo
	La densidad de población es de 100 mil plantas/ha		
	5 especies de malezas de hoja ancha y 2 de hoja angosta.		
	Se realiza chapeo cada año		



Crédito de la imagen: Archivo CIMMYT.

3. Identificación de Innovaciones para las problemáticas o limitantes de la producción

Una vez que se han categorizado las problemáticas es necesario definir las soluciones tecnológicas e innovaciones que se implementarán. La propuesta debe ser construida desde una perspectiva técnica y posteriormente consensuar con el productor innovador o con el grupo de productores en el caso de que la parcela se implemente grupalmente.

Para llevar a cabo lo anterior, como se muestra en la [Tabla 5](#), se coloca la estrategia y posibles soluciones tecnológicas; mientras que en la [Tabla 6](#), se especifican las prácticas a implementar.

**Tabla 5. Identificación de soluciones e innovaciones.**

Problema o limitante	Innovaciones	Soluciones tecnológicas
Dureza alta a los 20 cm de profundidad	Agricultura de conservación	Mínimo movimiento de suelo
Roca madre a los 50 cm		
Pendiente del 25%		Rotación de cultivo
M0 baja, prueba con agua oxigenada		
Erosión hídrica y eólica		Uso de coberturas vegetales muertas o vivas
Se mueve el suelo cada año con azadón		
Se realiza chapeo cada año		Uso de cultivos de raíces pivotantes como oleaginosas y leguminosas
La lluvia ha disminuido en los últimos 10 años		
No hay manejo de plagas	Manejo agroecológico de plagas	Trampas de luz
Plagas del suelo		Monitoreo de incidencia
		Tratamiento a la semilla
No identifica las enfermedades; por lo tanto, no realiza ningún manejo	Manejo de enfermedades	Biofungicidas
		Monitoreo de incidencia
Sí fertiliza y entiende la base de los fertilizantes	Fertilidad Integral	Uso de NPK y micronutrientes
Aplica solo urea		Abonos verdes
No hay cobertura		
La parcela descansa 5 meses		Uso de coberturas
4 aplicaciones de herbicidas	Manejo integrado de malezas	Calibración de mochilas
6 especies de malezas de hoja ancha y 2 de hoja angosta		Buen Uso y Manejo de Agroquímicos (BUMA)
		Cultivos de cobertura
		Uso de coberturas vegetales
La densidad de población es de 100 mil plantas/ha	Diseño topológico	Arreglo topológico
		Densidad de siembra

**Tabla 6. Definición de prácticas a las limitantes y problemáticas.**

Problema o limitante	Soluciones tecnológicas	Prácticas a realizar
Dureza alta a los 20 cm de profundidad	Mínimo movimiento de suelo	Uso de oleaginosas como girasol, nabos, rábano largo, canola o mostaza que es nativa. Leguminosas: frijol de camote o habas
Roca madre a los 50 cm		
Pendiente del 25%	Rotación de cultivo	Curvas a nivel
MO baja, prueba con agua oxigenada		Barreras vivas
Erosión hídrica y eólica	Uso de coberturas vegetales muertas o vivas	Cobertura de rastrojo
Se mueve el suelo cada año con azadón		Mezcla de leguminosas, oleaginosas y gramíneas.
Se realiza chapeo cada año		
La lluvia ha disminuido en los últimos 10 años.	Uso de cultivos de raíces pivotantes como oleaginosas y leguminosas	
No hay manejo de plagas	Trampas de luz	Captura de adultos de gallina ciega
Plagas del suelo	Monitoreo de afectaciones	Monitoreo semanal para umbral económico
	Tratamiento a la semilla	Uso de Beauveria o metarhizium
No identifica las enfermedades por lo tanto no realiza ningún manejo	Biofungicidas	Caldo sulfocálcico
	Monitoreo de afectaciones	Monitoreo semanal para umbral económico
Sí fertiliza y entiende la base de los fertilizantes nitrogenados	Uso de NPK y micros	Fertilidad fraccionada y en función de las características naturales de las fuentes
Aplica solo urea	Abonos verdes	
No hay cobertura	Uso de coberturas	Las indicadas anteriormente
La parcela descansa 5 meses		BUMA
4 aplicaciones de herbicidas	Calibración de mochilas	Calibración de mochila y uso de boquillas adecuadas
5 especies de malezas de hoja ancha y 2 de hoja angosta	BUMA	
	Cultivos de cobertura	Los indicados anteriormente
	Uso de coberturas vegetales	
La densidad de población es de 100 mil plantas/ha	Arreglo topológico	De 1 a 2 semillas por golpe a cada 30 cm
	Densidad de siembra	De 30 mil a 45 mil semillas/ha



Desarrollar una priorización de las innovaciones a implementar en el ciclo agrícola bajo una clasificación de 1 a 3, donde en 1 la innovación se implementará en el presente ciclo agrícola; en 2 es posible que el productor acceda a implementar en el presente ciclo, y en 3 la innovación se implementará en los siguientes ciclos (**Tabla 7**).

Es importante indicar que las innovaciones lineales también pueden ser clasificadas como 3, en función del costo, el tiempo o la disponibilidad.

Tabla 7. Priorización de las innovaciones.

Tipo de problema o limitante	Prácticas a realizar	Priorización
Sistémica	Uso de oleaginosas como girasol, nabos, rábano largo, canola o mostaza que es nativa. Leguminosas: frijol de camote o habas	1
Sistémica	Curvas a nivel	2
Sistémica	Barreras vivas	2
Sistémica	Cobertura de rastrojo	1
Sistémica	Mezcla de leguminosas, oleaginosas y gramíneas	3
Lineal	Captura de adultos de gallina ciega	1
Lineal	Monitoreo semanal para umbral económico	1
Lineal	Uso de Beauveria o metarhizium	2
Lineal	Caldo sulfocálcico	2
Lineal	Fertilidad fraccionada y en función de las características naturales de las fuentes	1
Lineal	BUMA	3
Lineal	Calibración de mochila y uso de boquillas	1
Lineal	De 1 a 2 semillas por golpe a cada 30 cm	1
Lineal	Uso de alrededor de 30 mil a 45 mil semillas/ha	1



Consejos claves para una buena implementación

1. Utilizar como guía el **Menú de innovaciones** para cada sistema de producción, contenido en este mismo documento.
2. No saltarse los pasos del proceso, pues realizar cada uno llevará a una verdadera propuesta de intervención.
3. No poner prejuicios respecto a si una innovación es posible o no, pues el consenso con el productor o los productores es lo que finalmente define las innovaciones a implementar.
4. Las innovaciones no responden o funcionan de la misma manera en todas las parcelas, por lo que es importante ajustar o adaptar las innovaciones ciclo tras ciclo.



Diseño de la parcela



Objetivo

Proporcionar al productor cooperante una idea de cómo se podría visualizar su parcela, lo cual le permitirá identificar los posibles requerimientos para el establecimiento de la parcela y consensuar con el agente técnico los cambios o ajustes necesarios.



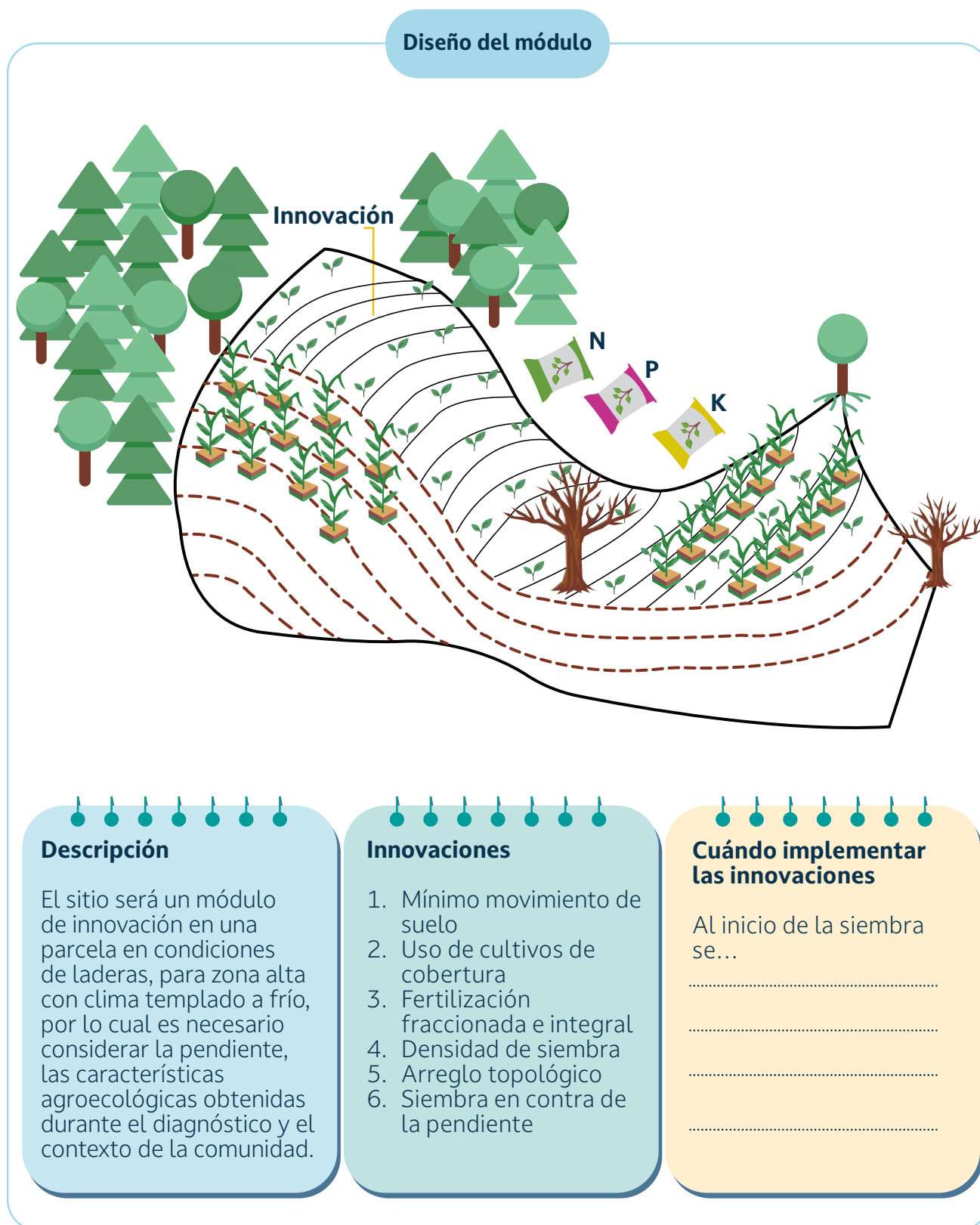
Consejo de uso

Presentar el diseño de la parcela antes de que inicie el ciclo agrícola, lo cual permitirá al productor identificar los cambios en forma o sustanciales en su parcela, por ejemplo: curvas a nivel, barreras vivas y, en el caso de sistemas mecanizados, la entrada del tractor/implementos para la cosecha. Si el diseño se presenta una vez iniciado el ciclo es posible que algunas innovaciones ya no se puedan realizar y eso cambia todo el proceso de intervención.





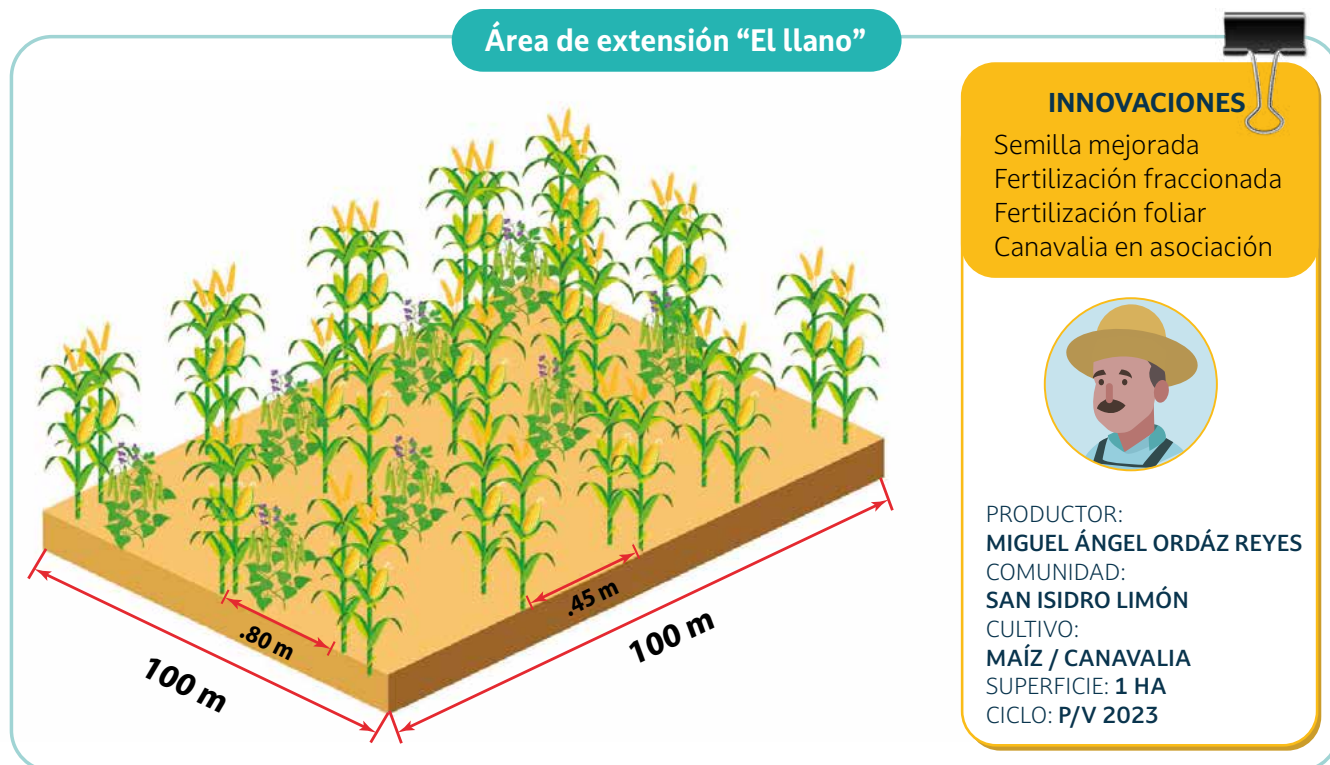
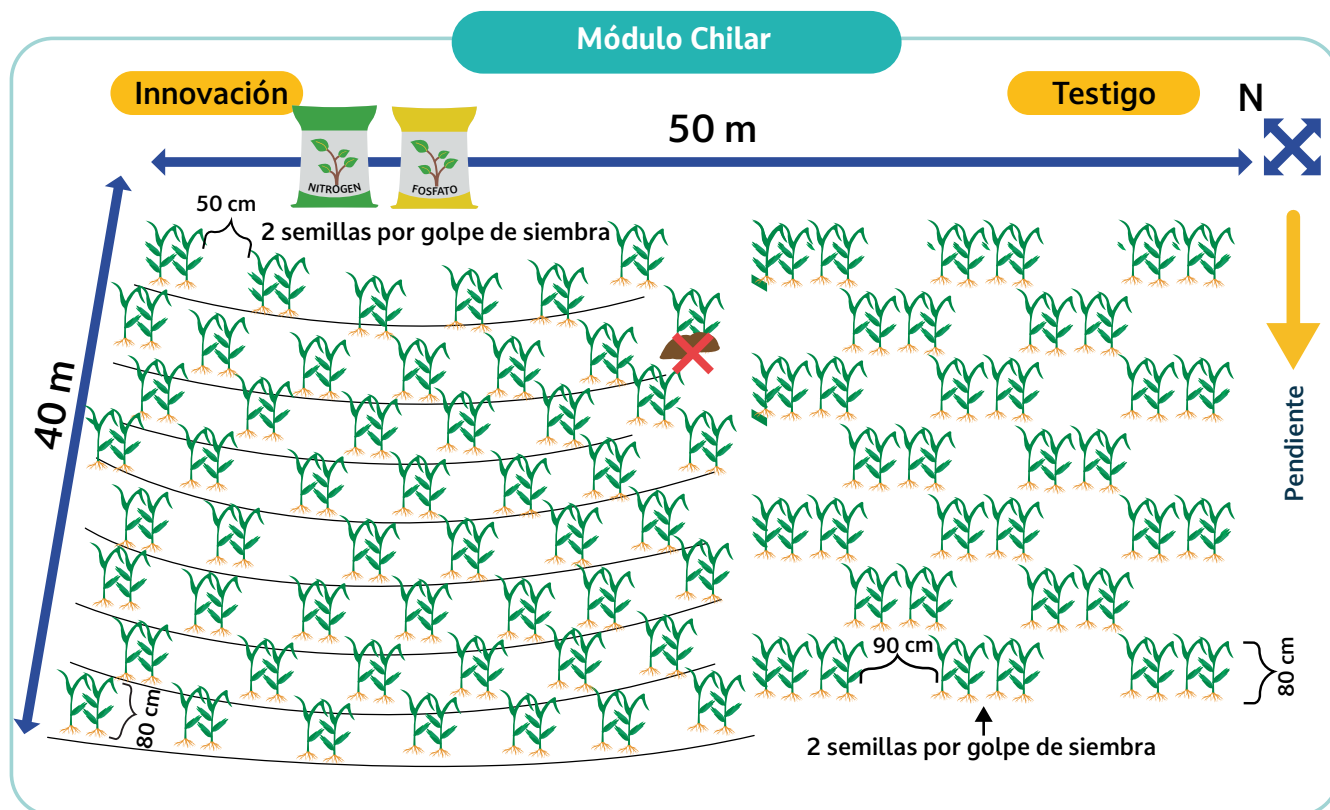
Figura 33. Diseño del sitio (ejemplo).





Otros ejemplos de diseño:

Figura 34. Diseño del sitio (ejemplo).





Consejos claves para una buena implementación

1. El diseño es un dibujo elaborado a mano alzada o de manera digital.
2. Considerar no sólo las innovaciones, sino también las medidas de la parcela, tanto testigo como innovación para el caso de los módulos.
3. Agregar unidades de medidas para casos como fertilizantes, semillas y otros insumos.
4. Es preferible no escribir mucho, pues el dibujo por sí mismo debe dar una idea de cómo se verá la parcela.
5. En caso de proponer una innovación que requiera preparación previa, por ejemplo, extractos vegetales; es necesario hacérselo saber al productor cooperante para prepararlo con anticipación, asegurando su correcta elaboración.

Plan de cultivo



Objetivo

El plan de cultivo contiene las actividades y los insumos a utilizar. De esta manera el productor cooperante puede comparar en dónde se gastará más y en dónde habrá reducciones en los gastos, así como la necesidad de mano de obra. El aspecto económico como la fuerza de trabajo son factores importantes al momento de la toma de decisiones.



Consejo de uso

Presentar al productor el plan de cultivo al mismo tiempo que el diseño, ya que ambas herramientas le darán un contexto más amplio de los cambios que se generarán en su parcela y las actividades a realizar.

TIP: El acondicionamiento es una actividad enfocada a mejorar alguna propiedad o condición del terreno, se realiza en el primer año de intervención, por ejemplo: en un suelo con pH ácido el acondicionamiento podría ser encalar; suelo compactado el acondicionamiento podría ser roturar con subsuelo.





Elaboración del plan de cultivo

Lo primero que debemos realizar es una descripción general de cómo se realizará cada actividad. En la figura siguiente se presenta un ejemplo para un módulo de innovación. En caso de ser área de extensión sólo se debe generar la columna de innovación.

PROPUESTA DE MANEJO (EJEMPLO)		
	Convencional	Innovación
Manejo de rastrojo	Se quema	50% se retira para el ganado 50% se deja picado para cobertura
Acondicionamiento de parcela	1 paso de barbecho 2 pasos de rastra	1 paso de subsoleo 2 paso de rastra
Semilla	Maíz H-377	H-377 Caupí
Arreglo de siembra	Maíz: 0.8 m entre surcos x 0.2 m entre semillas	Maíz: 0.8 m entre surcos x 0.2 m entre semillas Caupí: 0.8 m entre surcos y 0.6 m entre semillas, sobre la misma línea de siembra del maíz
Densidad de población	62,500	62,500
Fecha de siembra	Maíz: 15/junio/2024	Maíz: 15/junio/2024 Caupí: 10/julio/2024
Inoculación o tratamiento de semilla	Ninguna	Ninguna
Nutrición de cultivo	50 kg de urea a la siembra 50 kg de urea en V5	50 kg de urea a la siembra 50 kg de urea en V5 1 mes antes de la siembra: 300 kg de estiércol de vaca Fertilizantes foliares para corregir deficiencias: 1 y 2 meses después de la siembra
Control de maleza	Con herbicida Finale	Con herbicida preemergente Adengo Deshierbe mecánico con tractor
Control de plagas	Aplicación de cipermetrina	Con feromonas sexuales Con insecticida Palgus
Enfermedades	Ninguno	Ninguno
Cosecha	Pizca manual y desgrane con equipo motorizado	Pizca manual y desgrane con equipo motorizado
Manejo poscosecha	En silos metálicos herméticos	En silos metálicos herméticos



REQUERIMIENTOS				
INSUMOS				
Producto	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
Semilla				
H-377	1	Saco 20 kg	1800	1,800.00
Caupí	10	Kg	45	450.00
Fertilizantes				
Urea	70	kg	14	980.00
18-46-00	50	kg	17	850.00
Estiércol de vaca	300	Kg	3	900.00
Foliares (Zn y B)	4	L	150	600.00
Insumo fitosanitario				
Herbicida (Adengo)	0.33	l	1400	462.00
Feromonas sexuales	4	Pieza	65	260.00
Garrafas para trampas	4	Pieza	70	280.00
Otros insumos				
				\$ -
Gran total				\$ 6,582.00

LABORES				
Actividad	Tipo de servicio	Cantidad	Unitario \$/ha	Total (\$)
Establecimiento				
Subsoleo	Servicio o maquila	1	1,500	1,500
Rastra	Servicio o maquila	1	1,200	1,200
Siembra de maíz	Servicio o maquila	1	1,400	1,400
Siembra de caupí	Servicio o maquila	1	1,400	1,400
Nutrición de cultivo				
Segunda aplicación de fertilizante	Servicio o maquila	1	1,000	1,000
Aplicación de estiércol	Jornales	6	250	1,500
Aplicación de foliares (2 veces)	Jornales	4	250	1,000



Control de malezas /plagas				
Aplicación de herbicida	Jornales	3	250	750
Colocación de trampas con feromonas	Jornales	1	250	250
Mantenimiento de trampas	Jornales	2	250	500
Aplicación de insecticidas	Jornales	2	250	500
Cosecha				
Pizca	Jornales	8	250	2,000
Desgrane motorizado	Servicio o maquila	1	1,200	1,200
Limpieza del grano	Jornales	3	250	750
Otras				
Manejo de residuos	Jornales			1,000.00
Gran total				15,950.00



Consejos claves para una buena implementación

1. Considerar todas las actividades que se realizarán para lograr una innovación. Por ejemplo, para implementar feromonas sexuales se necesitan la feromona, la garrafa o galón, la estaca para fijar la trampa, el agua y el jabón, así como jornales para el seguimiento y captura del insecto. Con esto el productor identificará que quizá no es una innovación costosa, pero se requiere tiempo para revisar y dar mantenimiento a las trampas.
2. Incluir todas las actividades del proceso productivo, desde el acondicionamiento de la parcela hasta la cosecha y, en casos donde el producto cosechado se vende, la comercialización.
3. Los costos de producción se deben expresar en unidades extrapoladas a hectáreas o manzanas y considerar que el costo unitario también debe ajustarse a la unidad de medida.



Menú de innovaciones



Objetivo

Proporcionar a los agentes técnicos una diversidad de innovaciones para posibles problemáticas, de tal manera que se uniformen conceptos. Más importante aun es que las innovaciones que aquí se enlistan ya se han validado en varias parcelas con productores y a nivel de investigación.



Consejo de uso

Cada cuadro está referido a un sistema de producción y tratan de abordar la diversidad de sistemas que existen en la producción de granos básicos y sus cultivos asociados. Las siguientes características pueden ayudar a ubicar su sistema de producción y asociar las innovaciones.



**Cuadro 7. Innovaciones enfocadas a atender limitantes en sistemas manuales de baja tecnología.**

Milpa	Manual baja tecnología	Manual media tecnología	Mecanizado
• Principalmente policultivo. Múltiples especies. • Uso de semillas criollas. • Actividades manuales desde la preparación hasta la cosecha. • Bajo o nulo uso de agroquímicos. • Uso de conocimiento tradicional. • Las parcelas pueden o no tener períodos de descanso (por ejemplo: roza-tumba-quema). • Pequeña escala.	• Puede haber asociaciones, aunque predomina la siembra de maíz en monocultivo. Pocas especies cultivadas. • Predomina el uso de semillas nativas, pero se pueden observar algunos casos de variedades mejoradas. • Siembra y cosecha manual. • De preferencia actividades manuales de preparación y manejo. No obstante, puede incluir parcelas que tienen barbecho con maquinaria. • Bajo uso de agroquímicos y fertilizantes. • Pequeña escala.	• Principalmente monocultivo, aunque puede incluir asociación de cultivos con pocas especies. • Básicamente semillas mejoradas. • Siembra y cosecha manual. • Predominantemente actividades manuales de preparación y manejo. No obstante, puede incluir parcelas que tienen barbecho con maquinaria (susceptibles de labranza). • Uso frecuente de agroquímicos y fertilizantes. • Pequeña escala.	• Monocultivo. • Especialmente semillas mejoradas. • Siembra y cosecha mecanizada. • Preferentemente actividades mecanizadas de preparación y manejo. No obstante, puede incluir actividades manuales de manejo. • Uso constante de agroquímicos y fertilizantes. • Pequeña, mediana y gran escala.

**Cuadro 8. Innovaciones enfocadas a atender limitantes en sistemas de milpa.**

MILPA		
Limitantes del sistema	Prácticas o innovaciones	Estrategia
Poca cobertura del suelo por rastrojo (quemaz, ganadería, incendios)	• Manejo de rastrojo • Cultivos alternativos • Coberturas (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, otros)	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos
Suelos delgados y/o pedregosos	• Manejo de rastrojo • Cero o mínimo movimiento de suelo • Coberturas (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, otros) • Cultivos alternativos	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos
Pendientes pronunciadas	• Curvas a nivel • Coberturas (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, otros) • Barreras vivas o muertas • Asociación de cultivos (asociación, intercalado, relevo)	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos Manejo de cuencas
Mano de obra escasa (Migración)	• Mecanización de la siembra • Trueque, mano vuelta, tequio	Mecanización inteligente Asociatividad
Superficies pequeñas (menor a 3 ha)	• Arreglos y densidades de siembra • Cultivos alternativos • Asociación de cultivos (asociación, intercalado, relevo, microrrotación)	Optimización de siembra Agricultura de conservación Diversificación de cultivos
Pérdida del sistema de milpa y de biodiversidad	• Conservación de la biodiversidad genética • Guardianes de semillas • Conversatorios de milpa	Casas/bancos de semillas
Poco conocimiento de insumos externos (herbicidas, insecticidas, fertilizantes tanto sintéticos como orgánicos)	• Calibración de equipos de aspersión • Feromonas • Fertilización enterrada • Caldos minerales • Extractos y control biológico • Sustitución de moléculas de alto impacto	Optimización de manejo agronómico Manejo agroecológico de plagas
Pérdida de la fertilidad de suelos	• Manejo de rastrojo • Descansos mejorados (leguminosas, oleaginosas, gramíneas en el periodo de descanso) • Mezcla de cultivos • Complejo de microorganismos • Mejoradores de suelo (lixiviado, bioles en <i>drench</i>, otros)	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos Mejoramiento de suelos
Daños por plagas, enfermedades	• Monitoreo (signos, síntomas, identificación tipo de insectos, umbrales) • Trampas con feromonas/colores/de luz • Bordos/corredores con leguminosas/oleaginosas • Control biológico (entomopatógenos, parasitoides y depredadores) • Moléculas de bajo impacto • Biodiversidad funcional	Diversificación de cultivos Manejo agroecológico de plagas Mejoramiento de suelos

**Cuadro 9. Innovaciones enfocadas a atender limitantes en sistemas manuales de baja tecnología.**

MANUAL BAJA TECNOLOGÍA		
Limitantes del sistema	Innovaciones	Estrategia
Poca cobertura del suelo por rastrojo (quemadas, ganadería, incendios)	• Manejo de rastrojo • Cultivos alternativos • Coberturas (canavalia, mucuna, dolichos, caupí, crotalaria, otros)	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos
Suelos someros, delgados, y pedregosos	• Manejo de rastrojo • Cero o mínimo movimiento de suelo • Abonos verdes (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, girasol, otros) • Cultivos alternativos	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos
Mano de obra escasa (Migración)	• Cultivos alternativos • Mecanización de la siembra y cosecha • Acceso a mercados • Trueque, mano vuelta, tequio	Diversificación de cultivos Mecanización inteligente Asociatividad
Poco conocimiento de insumos externos (moléculas de alto impacto, sobredosificación)	• Calibración de equipos de aspersión • Técnicas de ampliación • Sustitución de moléculas de alto impacto	Aplicación inteligente de agroquímicos
Poco uso de herramientas de diagnóstico	• Diagnóstico de parcela • Monitoreo (Plagas, enfermedades, malezas, nutrientes, etc.) • Cromatografía de suelos • Análisis de fertilidad de suelos	Mejoramiento de suelos Optimización de manejo agronómico Fertilidad integral
Poca eficiencia en el uso de fertilizantes sintéticos	• Fertilización enterrada • Fertilización fraccionada • Fertilización balanceada • Integración de microelementos	Fertilidad integral
Predomina el monocultivo	• Asociación de cultivos: asociación, intercalado, relevo, rotación • Mezcla de cultivos • Cultivos alternativos	Diversificación de cultivos



MANUAL BAJA TECNOLOGÍA		
Limitantes del sistema	Innovaciones	Estrategia
Pérdida de la fertilidad de suelos	• Manejo de rastrojo • Abonos verdes (canavalia, mucuna, dolichos, caupí, crotalaria, girasol, otros) • Cultivos alternativos • Complejo de microorganismos • Mejoradores de suelo (lixiviado, otros) • Tratamiento de semillas con micorrizas • Análisis de fertilidad de suelo	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos Mejoramiento de suelos Optimización de siembra Fertilidad integral
Poca biodiversidad genética de semillas (maíz, frijol, otras asociadas al sistema)	• Bancos comunitarios de semillas • Guardianes de semilla • Producción artesanal de semilla	Conservación de la biodiversidad genética
Daños por plagas, enfermedades	• Cultivos alternativos • Monitoreo (signos, síntomas, umbrales) • Trampas con feromonas/colores/de luz • Bordos con leguminosas/oleaginosas • Moléculas de bajo impacto • Control biológico (Entomopatógenos, parasitoides y depredadores) • Variedades adecuadas (tolerantes a enfermedades)	Diversificación de cultivos Manejo Agroecológico de Plagas Mejoramiento de suelos Variedades adecuadas
Bajo acceso de semilla de calidad y disponibilidad	• Bancos comunitarios de semilla • Desarrollo de proveedores • Producción artesanal de semillas • Tecnologías poscosecha	Conservación de la biodiversidad genética Sistema de semillas Sistema poscosecha
Problemas de pH (acidez/ alcalinidad)	• Enmiendas (encalado, aplicación de azufre) • Uso de fertilizantes de reacción ácida o alcalina • Mejoradores de suelo (lixiviado, bioles en <i>drench</i>, compostas, otros) • Cultivos alternativos	Fertilidad integral Diversificación de cultivos
Daños por plagas en etapa de germinación/ emergencia	• Tratamiento de semilla con insecticidas y /o extractos vegetales • Densidades óptimas de siembra (cuidar cantidad, distribución y tapar la semilla) • Monitoreo de plagas	Optimización de siembra Manejo agroecológico de plagas

**Cuadro 10. Innovaciones enfocadas a atender limitantes en sistemas manuales de media tecnología.**

MANUAL MEDIA TECNOLOGÍA		
Limitantes del sistema	Innovaciones	Estrategia
Poca cobertura del suelo por rastrojo (quemaz, ganadería, incendios)	• Manejo de rastrojo • Coberturas (canavalia, mucuna, dolichos, caupí, crotalaria, otros) • Cultivos alternativos para forraje y grano	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos
Suelos delgados y/o pedregosos	• Obras de conservación de suelo (contras, pileteo, diques dentro de la parcela) • Curvas a nivel • Cobertura del suelo (rastrojo, cultivos de cobertura) • Mínimo movimiento de suelo	Agricultura de conservación Conservación de suelo
Mano de obra escasa (migración)	• Cultivos de alto valor económico (girasol) • Mecanización de actividades (siembra, aplicación de insumos, desgrane, limpieza) • Acceso a mercado	Diversificación de cultivos Mecanización inteligente Asociatividad
Bajo uso de insumos de bajo impacto o moléculas de nueva generación (influencia de casas comerciales)	• Sustitución de moléculas de alto impacto • Monitoreo • Rotación de moléculas (uso de ingredientes de diferentes familias)	Manejo agroecológico de plagas Aplicación inteligente de agroquímicos
Poco uso de herramientas de diagnóstico de nutrición	• Diagnóstico visual (deficiencias de nutrientes) • Análisis de laboratorio • Fertilizaciones foliares con nutrientes específicos	Fertilidad integral
Uso incorrecto de las dosis de agroinsumos	• Técnicas de aplicación (dosis, boquillas, acondicionadores de agua, equipos, momentos, calibración de equipos)	Aplicación inteligente de agroquímicos
Predomina el monocultivo	• Cultivos alternativos (de ciclo corto, con tolerancia al sombteo) • En relevo al cultivo principal	Diversificación de cultivos AC



MANUAL MEDIA TECNOLOGÍA		
Limitantes del sistema	Innovaciones	Estrategia
Desconocimiento del comportamiento de materiales	- Vitrinas con variedades mejoradas - Caracterización fenológica de los cultivos	Variedades adecuadas
Perdida de la fertilidad de suelos	- Manejo de rastrojo - Abonos verdes (canavalia, mucuna, dolichos, caupí, crotalaria, otros) - Complejo de microorganismos - Mejoradores de suelo (lixiviado, otros) - Tratamiento de semillas con micorrizas - Análisis de fertilidad de suelo	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos Mejoramiento de suelos Optimización de siembra Fertilidad integral
Baja mecanización en el proceso de cosecha	Mecanización de actividades (desgrane, limpieza)	Mecanización inteligente
Daños por plagas, enfermedades	- Monitoreo de plagas y enfermedades - Uso de variedades tolerantes/resistentes - Uso de moléculas de bajo impacto - Control biológico (entomopatógenos, parasitoides y depredadores) - Trampas con feromonas/colores/de luz - Bordos con leguminosas/oleaginosas	Manejo agroecológico de plagas y enfermedades Variedades adecuadas
Problemas de pH (Acidez y alcalinidad)	- Enmiendas (encalado, aplicación de azufre) - Uso de fertilizantes de reacción ácida o alcalina - Mejoradores de suelo (lixiviado, bioles en <i>drench</i>, compostas, otros) - Fertilización foliar	Fertilidad Integral Diversificación de cultivos
Poca eficiencia en el uso de fertilizantes sintéticos	- Fertilización enterrada - Fertilización fraccionada - Fertilización balanceada - Integración de microelementos	Fertilidad integral

**Cuadro 11. Innovaciones enfocadas a atender limitantes en sistemas mecanizados.**

MECANIZADO		
Limitantes del sistema	Innovaciones	Estrategia
Preparación intensiva del suelo	• Labranza cero/mínima • Uso de coberturas • Diagnóstico de parcela	Agricultura de conservación
Poco uso de insumos de bajo impacto o moléculas de nueva generación (influencia de casas comerciales)	• Sustitución de moléculas de alto impacto vs bajo impacto • Vinculación con proveedores de tecnologías • Rotación de moléculas (uso de ingredientes de diferentes familias) • Monitoreo	Aplicación inteligente de agroquímicos Vinculación con actores Clave Manejo agroecológico de plagas
Poco uso de herramientas de diagnóstico	• Análisis de suelo • Diagnóstico visual (deficiencias de nutrientes) • Uso de fertilizantes foliares específicos • Mapeo de fertilidad de suelo • Diagnóstico de parcela	Fertilidad integral
Uso incorrecto de las dosis de agroinsumos	• Técnicas de aplicación (dosis, boquillas, acondicionadores de agua, equipos, momentos, calibración de equipos)	Aplicación inteligente de agroquímicos
Monocultivo	• Cultivos alternativos (chicharo gandul, crotalaria, girasol, frijol mungo, cacahuete), en relevo al cultivo principal • Rotación con cultivos de baja demanda de agua	Agricultura de conservación Diversificación de cultivos
Calendarización de aplicaciones de insecticidas y fungicidas	• Monitoreo de plagas y enfermedades (umbrales económicos) • Rotación de moléculas (uso de ingredientes de diferentes familias)	Manejo agroecológico de plagas
Problemas de compactación de suelos	• Roturación mecánica del suelo (subsuelo, arado de cinceles) • Diagnóstico de parcela • Camas permanentes • Pastoreo controlado • Labranza en líneas de siembra	Agricultura de conservación



MECANIZADO		
Limitantes del sistema	Innovaciones	Estrategia
Predomina el uso de 1 o 2 fuentes de fertilizantes	• Abonos verdes en relevo (caupí, crotalaria, mezcla de cultivos) • Análisis de suelo • Recomendaciones con base en análisis de suelo • Fertilización balanceada, fraccionada • Vinculación con proveedores de tecnología	Fertilidad integral
Problemas de pH (acidez y alcalinidad)	• Enmiendas (encalado, aplicación de azufre) • Uso de fertilizantes de reacción ácida o alcalina • Mejoradores de suelo (lixiviado, bioles en <i>drench</i>, compostas, otros) • Fertilización foliar • Abonos verdes	Fertilidad Integral Diversificación de cultivos
Dependencia de maquilas (poco mantenimiento de equipos, trabajos ineficientes)	• Mantenimiento de maquinaria y equipos • Calibración de maquinaria y equipos • Trabajo en grupo o sociedad	Mecanización inteligente Asociatividad
Dependencia de herbicidas, insecticidas y pocas moléculas	• Rotación de herbicidas (contacto, selectivos, sistémicos, preemergentes, postemergentes) • Rotación de insecticidas (identificar claramente los ingredientes activos) • Vinculación con proveedores	Manejo integrado de malezas Manejo agroecológico de plagas Vinculación con actores claves
Dependencia de paquetes financiados	• Vinculación con proveedores de financiamiento y gobiernos	Vinculación con actores claves
		Inclusión financiera
		Educación financiera



Consejos claves para una buena implementación

1. Los menús tecnológicos no sólo están referidos a las actividades que se pueden desarrollar propiamente en la parcela, hay algunas que se generan a nivel de grupo de productores o comunidad, por ejemplo: compras consolidadas de insumos, que normalmente disminuye costos y eso al final se traduce en rentabilidad.
2. Dar mantenimiento a los equipos o herramientas de trabajo también es una innovación y ayudará a mejorar las aplicaciones de productos.



Crédito de la imagen: Archivo CIMMYT.

InnovaHub

Herramientas esenciales

Esta publicación se basa en actividades desarrolladas dentro de la iniciativa regional AgrILAC Resiliente de CGIAR, la cual impulsa el modelo de los InnovaHubs. Este modelo promueve la colaboración entre actores clave del sector agroalimentario, integrando ciencia, innovación y prácticas locales para fortalecer la resiliencia de los sistemas productivos y fomentar la sostenibilidad agrícola.

AgrILAC Resiliente es coordinada por instituciones como la Alianza Bioversity-CIAT (ABC), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), con el objetivo de transformar los sistemas agroalimentarios de América Latina y el Caribe, garantizando la seguridad alimentaria, mejorando el bienestar y la resiliencia de las comunidades rurales.

InnovaHub

U k'abet nu'ukulo'ob

**Nu'ukju'un utia'al máaxo'ob
yano'ob red ku meyajtiko'ob**

José Rausel Ovando Galdámez, Abel Jaime Leal González,
Suelen Yajaira Torres Mota, Anabell G. Díaz Espinosa,
Benancio Jiménez Gómez, Eugenio Telles Mejía,
Jorge Octavio García Santiago, Simon Fonteyne,
Vladimir N. May Tzun yéetel Jelle Van Loon



InnovaHub

U k'abet nu'ukulo'ob

Nu'ukju'un utia'al máaxo'ob yano'ob red ku meyajtiko'ob

Máax beetmajil: José Rausel Ovando Galdámez, Abel Jaime Leal González, Suelen Yajaira Torres Mota, Anabell G. Díaz Espinosa, Benancio Jiménez Gómez, Eugenio Telles Mejía, Jorge Octavio García Santiago, Simon Fonteyne, Vladimir N. May Tzun yéetel Jelle Van Loon.

Ch'a'achi': Ovando Galdámez, J.R., Leal González, A. J., Torres Mota, S. Y., Díaz-Espinosa, A.G., Jiménez Gómez, B., Telles Mejía, E., García Santiago, J. O., Fonteyne, S., May Tzun, V. N. yéetel Van Loon, J. (2024). InnovaHub - U k'abet nu'ukulo'ob. Nu'ukju'un utia'al máaxo'ob yano'ob red ku meyajtiko'ob. CIMMYT. Texcoco de Mora, Mexico.

ISBN: 978-607-8263-94-1

Primera edición, 2024

Segunda edición, 2025

Le áanaltea' beeta'an tumen **CIMMYT**, jump'éel molayil ti' táanxel noj lu'umilo'ob ku meyajto'ob xma' náajalil jach ku chímpoltik u transformación u meyajilo'ob janalilo'ob káax u taal yóok'olkaab.

Le áanaltea' jump'éel ti' buka'aj ba'alo'ob ts'aaj ojéeltbil ku jóok'ol ti' le junmúuch' meyajto'ob 4 u xookil utia'al u je'ets'el Innovahubs tu noj lu'umil Guatemala yéetel Honduras ichil ti' u chuka'anil meyajto'ob ti' u yáax tuukulil meyaj **AgriLAC Resiliente** de **One CGIAR**. Máaxo'ob ts'íibt le áanaltea' u k'áat u nib óolto'ob tuláakal máax táakpajo'ob ti' u meyajil le áanaltea', ku jach ch'a'achi'ita'al Marlos Roberto Duron (ABC) yéetel Oscar armando Martínez (ABC) yóolal u ts'áj óolo'ob ti' u tuukulil le meyajto'; Kai Sonder yéetel Fernando Bahena Juárez yóolal tu xak'altajik tu tuukulil le meyajto', Isaac Pool jbeet u sutt'aanil, ti' Jorge Cortés Ancona yóolal tu yutskinsaj u ts'íibil, Cecilia Gorostieta yóolal u jats'uts meyajil u ts'a'abal ojéeltbil yéetel ti' Oswaldo Baqueiro Brito yóolal oochelo'ob ichil le meyajto'. Jach u k'am k nib óolal u yéet meyajilo'ob le meyaj ti' tuukul meyajilo'ob janalilo'ob k'áax ku meyaj tujuunal ti' america latina ti' CIMMYT, u ajmeyajilo'ob Hubs tu noj lu'umil Mexico yéetel u éetmeyajilo'ob u láak'tsil kúuchilo'ob CGIAR ichil u moktuukulil Bioversity CIAT (ABC), CIP yéetel IFPRI. U ts'ook tuukue' le mayaj je'ela' ma' bíin páatchajak wa ma' u yáantiko'on **Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en México**, ku táakpajal áantaj utia'al u meyajil yéetel u jets'tuukulil le u tuukulil Hub. Tuukulo'ob yéetel xult'aan ku chíikpajal te' áanaltea'u tuukul le ajts'íibo'obo' ma' u k'áat u ya'al u tuukul máaxo'ob áantajnajo'obi'. Ma' tu meyajil uutia'al k'a'ayt'aano'ob mix utia'al u ko'onol waba'ax.

© CIMMYT, 2025. Tuláakal páajtalil tia'alinta'an. Wa ku jóok'sa'al u yoochele' chéen utia'al ka'ansajilo'ob wa xaak'alilo'ob yéetel k'abet u chíimpolta'al CIMMYT



CGIAR

CGIAR
SCALING FOR
IMPACT



Ba'ax tu taalsik

Tsoolil t'aano'ob	5
Táanil.....	7
Bix u meyaj teeche le ju'una' le ju'una'	11
E'esajil	13
U modelo'il InnovaHub	15
U woojil u jaatsil táakpajal meyaj ti' InnovaHub.....	15
Bix jump'éeel INNOVAHUB.....	18
U plataformasil xaak'al.....	19
U Kúuchilil Túumbenilo'ob	20
U páarselail ya'abtal.....	21
U kúuchil e'esajil.....	22
U kaxanil kaambalo'ob yétele u bejilo'ob	23
Nu'ukulilo'ob tia'al u jetst'anta'al le táakpajalilo'	26
Bix u beel páarsela	27
Ba'ax ojelalilo'ob k kaxtik ti' bix yanil jump'éeel páarsela	28
U k'ajlayil náajalil jooch.....	28
K'iin.....	30
Lu'um	31
Utia'al u jets'a'al bix k'abete' ka'ap'éele ba'ax yaan ilbil.....	31
Bix u beeta'al páan e'esajil lu'um.....	32
U xaak'alil u máalal lu'um.....	33
U bixil chika'anil lu'um	34
U jajaxkil lu'um	34
U bixil lu'um.....	36
U chichil Lu'um	37



U xaak'alil yóolal utsil	37
U p'iisiil yóolal u buka'ajil.....	38
Bix u meyaj jump'éeel penetrómetro ma' tu páak.....	39
Bix u meyajta'al jump'éeel penetrómetro ku péek	40
U séeba'anil u sa'ap'al ja' lu'um	41
U ba'xilo'ob yaan ti' lu'um	42
pH	42
U yáalkab kóoriente.....	43
Ba'ax kuxtalilo'ob ku taalsik.....	44
Ba'axo'ob ku kíimilo'ob	44
U taamil moots.....	45
U chíikulal ba'alche'	46
U chíikbesajil talamilo'ob yéetel túumbenilo'ob.....	49
U jejeláas teknolojiya	50
U xaak'alil bix yanil lu'um.....	52
1. U yilpajal u jejeláas ba'alo'obil.....	52
2. U jatsa'al u jejeláas talamilo'ob yéetel ba'ax sup'ik u tuukulil meyajil k'áax	54
3. U yéeypajal túumbenilo'ob utia'al le talamilo'ob beetik mina'an náajal joocho'	56
U woojil bix jump'éeel páarsela.....	61
U tuukulil paak'al.....	65
Bix u beeta'al jump'éeel u tsol tuukulil paak'al	66
U jejeláasil túumbensajilo'ob.....	69



Tsoolil t'aano'ob

U CHICHIL LU'UM: U bin u jóok'ol iik' tu yáan u ma'ay lu'um utia'al u chikkuntik utia'al ma' u cha'ik u máan ja' yéetel iik

U YÁALKAB KÓORIENTE: U páajtalil lu'um utia'al u beetik u yáalkab kóoriente ichil u ma'ay u ta'abilo'ob lu'um xa'ak'a'an ti' lu'um (USDA, 1999). Le beetike', wa asab ya'ab CEe' asab ya'ab ta'ab yaan lu'um.

BIX U BEEL PÁARSELA: Jump'éeel meyaj táankab ku beeta'al tu lúuchil paak'alo'ob tu'ux ku p'isa'al jump'éeel xéet'. Ku páana'al jump'éeel u taamil tak tu'ux ku páajtal, ka'ap'éeel metro u chowakil yéetel jump'éeel metro u kóochil. Yéetel le je'ela' k ilik bix le lu'umo' utia'al k ilik u ayi'ik'alil ti' tuláakal ba'alob.

U WOJIL BIX JUMP'ÉEL PÁARSELA: wooj ku yáantiko'on k il bix le u kúuchil paak'alo'ob tu'ux ku yúuchulil le meyaj. Utia'al le je'elo' le woojo' k'abet u ye'esik tubeel le kúuchilo'o yéetel túumbenilo'ob ku meyajtbilo'.

NAJIL XOOK ICH K'ÁAX: U jmeyajilo'ob páarsela ku paklam táakpajalo'ob u k'exo'ob kaambal yéetel ojélalilo'ob. Yéetel kaambalo'ob tu kúuchil paak'ale' ku kaambal máak tubeel. Táankabe' leti' tu'ux le kaambalo'ob ku yila'al wa tubeelo'ob, wa ma'alob wa ku páajtal u meyajta'al. Mina'an u keetil ti' u meyajta'al túumbenil ba'alo'ob ti' bix suuk u meyajta'al matats'.

U BIXIL: u chichil wa u jujuykil lu'ume' leti' e'esik bix u much'tal u jejelás lu'umilo'ob sam,

u ma'ay u lu'umil beelkanja' yéetel k'at. Le káan u mulubáaj le jejelás lu'umilo'oba' ku k'uchul u k'aaba't agregados.

INNOVAHUB: Jump'éeel u túumbenil meyajil k'áax ti' jump'éeel kúuchil ku k'aaba'atik páarsela ku meyajtik plataforma de investigación, u jaatsilo'ob túumbenil yéetel u xéet' u lu'umil utia'al u u beeto'ob u tia'alinta'al yéetel u meyajil tecnologia ka'aj u beet u ya'abtal kaambalil utia'al u t'i'itpajal tu'uxo'ob ku beta'al u meyaj. Le bixilo'ob le meyaja' ku páajtal yéetel tuláakal máaxo'ob ku táakpajalo'ob je'el u molayilo'ob xook yéetel molayil xaak'al, máaxo'ob ku proveero'ob, u molayilo'ob jala'achil, teeknikos yéetel jmeyaj k'áaxo'ob.

BA'AXO'OB KU KÍIMILO'OB: ba'ax ku p'áatal ti' u tu'utal u xiix wa u ta' ba'alche' yéetel ik'elo'ob yéetel xan u ma'ay xiiw wa u bin u lu'umtal le ba'alo'oba'. Le ba'ax k a'alik materia organica ti'a' k jatsik le ku kuuxumtalo'ob yéetel le ma'o' Ti' le ma' tu kuuxumtalo' layli' ku chíikpajal ba'ax e'esik wa ba'alche' wa xiiw.

U JEJELÁAS TEKNOLOJIYA: U jayp'éeel túumbenil e'esajilo'ob ku páajtal u meyajta'al ti' jump'éeel páarsela utia'al u kananil ti' talamilo'ob yéetel ti'. Ba'ax xulik u meyajil náajal. Le túumbenilo'ob ku páajtal u meyajta'al je'el bix ku páajtale'.

U KÚUCHILIL TÚUMBENILO'OB: Jump'éeel páarsela tu'ux ka' jaats meyaj: ti' junjaatse' ku meyajta'al túumbenilo'ob, le je'elo'oba'



ku jets't'anta'al yéetel ku meyajta'al tuláakal túumben xaak'alo'ob beeta'an te' plataformas de investigación ku kaxtik u u luk's kaxanta'an talamilo'ob, yéetel uláake' tu'ux jkolnáale' ku meyajtik je'el bix suukile' yéetel ba'axo'ob suuk u meyajtik ku k'aaba'atik testigo. Le páarsela' jump'éeel e'esajil ti' u buka'ajil, u bix ch'uulil yéetel yook'lal u talamilo'ob. U jayp'éeel meyaj ku beetbile' ku jéets'el ichil le u kolnálilo'ob le ka'ap'éeel páarselao'. U láak'inaj yéetel u éet xíimbal juntúul teknikoe' jach k'abet, ba'ale' k'ana'an ka'aj beeta'ak ya'ab juntéenal ku páajtale'.

PARCELA DEMOSTRATIVA: Jump'éeel páarsela tu'ux ku xak'alta'al túumbenilo'ob, le je'elo'oba' ku kaxtiko'ob k'abetilo'ob yéetel talamilo'ob kóom u páajtalilo'ob utia'al meyajtbil: je'el bix u jejeláasil ixí'im wa bu'ul, u meyaj jejelás kíinsaj xíiw, kíinsaj ik'el ku beetik loob ti' lu'um, yéetel uláak'o'ob. Suukile' junjeets' ku meyajta'al le paarsela' ts'o'kole' ku k'exa'al u kúuchil.

PH: P'iisil ku ts'áajik ojeltbil wa jach si'ij wa ku séebkunsik u yiitsintikubáaj ba'alob lu'um, tumen te'ela' ti' ku tséentikubáaj u moots xíiwo'ob utia'al u nuuktalo'obi'. U p'iisil PHe' ku bin 0.0 tak 14.0. PHe' ku yáantik u yantal u yo'och paak'alo'ob.

U JETS' TUUKULIL PAAK'AL YÉETEL

KANANIL: jump'éeel ju'um ku meyaj utia'al jets'tukultbil ba'axo'ob ku beetbil ti' jump'éeel páarsela utia'al ichankil. Ku káajal yéetel u meyaj lu'umil tak e káan úuchuk meyajob tss'o'ok jooch tu'ux jets'a'an u k'iinilo'ob yéetel tojolilo'ob, utia'al le la' k'abet tu ka'ap'éeel páarselail, le tu'ux yaan túumbenilo'obo' yéetel le tu'ux yaan suukil meyajob'.

U PLATAFORMASIL XAAK'AL: kúuchilo'ob tu'ux ku beeta'al yáaxmeyajilo'ob ichil chowak k'iino'ob (5-10 ja'ab) tu'ux xan ku xak'alta'al u yich jejeláas u meyajil. Ku kaxta'al ka'aj líik'ik miatsilil meyajob yéetel túumbenilo'ob jach ma'alobo'ob utia'al le kúuchilo'ob yéetel bak'pachilo'ob ti' tu'ux ku meyajtal utia'al ka'aj je'ets'ek u meyaj. Le plataformas de investigaciona' ku beeta'al tumen máaxo'ob ku táakpajalo'ob (u noj najil xook, u molayilo'ob meyajil k'áax, u najil investigación ichil uláak'o'ob) máaxo'ob tu k'ab yaan le meyajob'. Ts'o'okole' ku yúuchul xan meyajob ma' tu biinsik ya'ab k'iino'ob yéetel xan le ku biinsik chén ts'e'ets'ek k'iino'obo' utia'al u taals utskinsajilo'ob ti' k'abetilo'ob yéetel talamilo'ob ti' kolnáalo'ob. Je'el bix u xaak'alil kíinsaj xíiwo'ob, xíiwo'ob, u fertilizantesil, wa u jejeláas i'inajo'ob.

U JAJAXKIL LU'UM: Ku k'aaba'atik u bix lu'um yéetel u jejeláas sa'am, ma'ay lu'um yéetel k'at yaan lu'um. Le ba'al beya' ku ye'esik u séebanil wa xaanil u meyajta'al u'um, buka'aj ja' ku biinsik, buka'aj iik' u kuchmaj yéetel u séebanil u sa'ap'al u ja'il ich lu'um.

U SÉEBA'ANIL U SA'AP'AL JA' LU'UM: Le je'ela' u séeba'anil u ts'i'itsil u ja'ail lu'um, suukile' ku p'isa'al buka'aj ja' ku sa'ap'al ichil jump'éeel oora ti' lu'um, ich milimetrosil u piimil ja' ku yúuchul p'iis. Yaan jejeláas ba'alo'ob beetik u séeb wa u xaan sa'ap'al ja' je'el bix u chichil, wa yaan u yáam, wa suuk u beeta'al paak'ali' yéetel bix u si'ip'il lu'um káan ch'u'uluk.



Táanil

Le u meyajil k'áaxa', u ts'eeakil u yo'och yéetel u tój óolal wíinik u kúuchkabalilo'ob mejen náach kaajo'obe' táan u bin u talamtal yóok'sal u bin u k'expajal u k'iinilo'ob yéetel ku bin u k'astal lu'um yéetel u táankelem máako'ob kajtal noj kaaj ichil uláak' ba'al. U táaniltal cyencya yéetel téeknologiya' ku ts'áajik páajtalilo'ob utia'al u ma'alobtal u náajalil yéetel ku kanantik ba'axob yaan utia'al, chéen ba'ale' utia'al u páajtale' k'abet u beeta'al tubeel yéetel tu k'iinilo'ob.

Le ju'una' beeta'an bey jump'éel nu'ukt'aan ku k'u'ubul bey u nu'ukulil túumben meyajob ti' u meyajtuukulilo'ob u náajalil k'áax ichil táakpajilo'ob yéetel u jo'olpóopil jooch utia'al u beet k'eexo'ob. Ku káajal tu ye'esajil Innovahube' ku táakpajal nu'ukulo'ob yéetel u bixil meyaj ku cha'ik xaak'al, jets' tukultik yéetel beetik túumben meyajob ichil jela'an mu'uk'anil lu'um yéetel u jejelásil kolnáalo'ob tu jo'ol meyaj.

Bix beeta'anil le ju'una' ku séebkuntik u na'atpajal yéetel u jaajchajal. Ku káajal yéetel jump'éel tsoolil t'aano'ob ku sáasilkunsik t'aano'ob talam u na'atpajal. Pachil ti'e' ku tsola'al ba'ax ku táakpajal ti' InnovaHub bey jump'éel táakpajalil utia'al u kaaxanil kaambalo'ob yéetel u meyajilo'ob k'áax tu'ux ku tola'al tubeel bix u xa'aybejilo'ob meyaj, beey xan u bixilo'ob tu'uxilo'ob je'el bix le ku ya'ala'al ti'ob plataformaso', u kúuchilo'ob chowaktal meyaj yéetel u kúuchilil jéets'el ku séebkunsik u meyajil túumbenilo'ob. Ku ts'o'okole' y de manera más práctica, ku ka'ansa'al bix u xak'alta'al u bixilo'ob jump'éel kúuchil paak'al utia'al u chíikapajal talamilo'ob yéetel uup'o'ob beetik ma' u





náajal kúuchkabalo'ob máaxob yók'lal ku tukulta'al le táakpajal meyajob'oba'.

Le káan ts'o'okok le xaak'alo' ku ts'abal ojéeltbil bix ku beetbil u yutskunsajil yéetel u túumben utskinajil ku ts'o'okol yéetel u jets' tuukulil bix ku beetbil ka okesa'ak tuláaka nu'ukt'aan chíimpolta'an tumen kolnáalilo'ob yéetel InovaHub kama'an tuemn máaxo'ob meyajtik yéetel ts'o'oksa'an utial u meyajil yéetel u nojochkunsal.

Le nu'ukju'un yaan ta k'aba' jump'éel páajtalil utial u tsikbalta'al meyajilo'ob, ojéelalilo'ob, u jejeláasil meyaj yéetel nu'ukulilo'ob áantik u tia'alinta'al le túumbenilo'oba' ku yáantiko'ob u chikbes u yáantaj ti' u kúuchkabalil mejen ku jajkuknsik u páajtalil tuláakal náajalilo'ob. Ku kaxta'al ka áantalnak utial mantats' ma'alobtal meyajilo'ob ka'aj u jets' u yich páarsela tuláak' ja'abo'ob yéetel ka'aj u kanant le lu'uma.



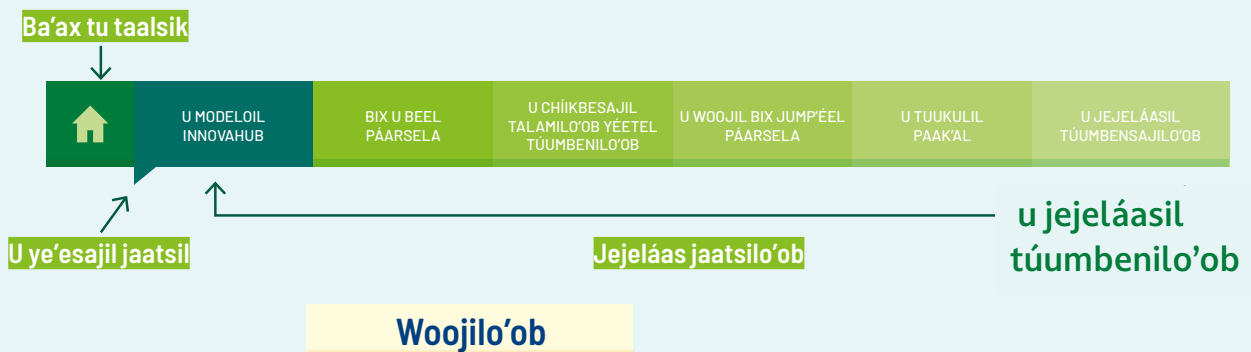


Bix u meyaj teeche le ju'una' le ju'una'

Le ju'una' ku paajtal a báaxal yéetel tumen ku páajtal a xíimbaltik u jaatsilo'ob yéetel ku páajtal xan a suut tu káajbal tu séebil. Beet bix u ya'alik le nu'ukilo'ob k e'esik techa'

Yáax páajtalilo'ob

Ku páajtal a wokol a wil indice yéetel jaatsilo'ob te' yáax t'o'ol páajtalilo'obo' chéen ts'áanka'abt le tu'ux taak a wokole', jach chika'an kan a wilej.



Tu káajbal jujump'éeel jaatse' ku ye'esal teeche ba'ax ku kaxta'al ku yáantikech a wil u yich ba'ax ku kaxta'al yéetel le meyajá', tso'okole' u nu'ukt'aanile' ku ya'alik teeche ba'axo'ob je'el a beetike'.



KAXANIL



NU'UKT'AANIL

Tsol t'aanil

Te' tsoolil t'aana' ku páajtal a wilik ba'ax u k'áat u ya'al jump'éeel t'aan talam u na'atpajal te' ju'una'. Le kaan ts'áanka'abt le k'aaba' **ya'ax** u boonilo' ku béeytal a wokol a xak'altej.

Fichas

Yaan ts'e'ets'ek wáalal tu'ux yaan Fichas yaan uláak' ba'alo'ob u ya'alej, e'esajilo'ob yéetel u láak' ba'alob yóolal le ku táakpajalo'ob ti' Modelos de Innovación. Lela' ku yáantikech a na'at tubeel le ju'una'. Il máakalmáako'ob yéetel le woojo'oba'



AJTÁAKPAJALO'OB



ÁANTAJ



ULÁAK' NU'UKT'AAN





E'esajil

Tek k'iinil bejale', u meyajil k'áaxe' ku k'abetkunsik tuláakal u túumbenil syensya yéetel teknologya beyxan máaxo'ob ku meyajtiko'ob le ba'alo'ob jach k'a'ana'an utia'al k kukxtal yaan ba'al u yil yéetel u yich náajal jooch yéetel xan u kanata'al yóok'olkaab, k'abet u xook máak yéetel u tsoolil meyaj.

Utia'al le je'ela' le nu'ukju'unil meyajja' ku ye'esik ba'alob k'a'ana'an utia'al u paajtal u meyajilo'ob túumbenilo'ob ti' k'áax. Je'el u biilale', yaan u tuukulil u u ye'esik bixilo'ob yéetel nu'ukulilo'ob utia'al u woojil, u ts'aaj óoltbil yéetel u ts'o'okbesa'al u estructurail InnovaHub, le ku yilik u jejeláas u sistemáasil u náajalil jooch jets'a'an yóo'lal bix yanil u k'iinil yéetel yóo'lal u jejeláas le kóolnáalo'obo'.

Utia'al u séebtal u xookile' ku káajil yéetel jump'éel tsoolil t'aan ku yáantikech a na'at u jaatsilo'ob bix jatsa'anil le túumbenila'.

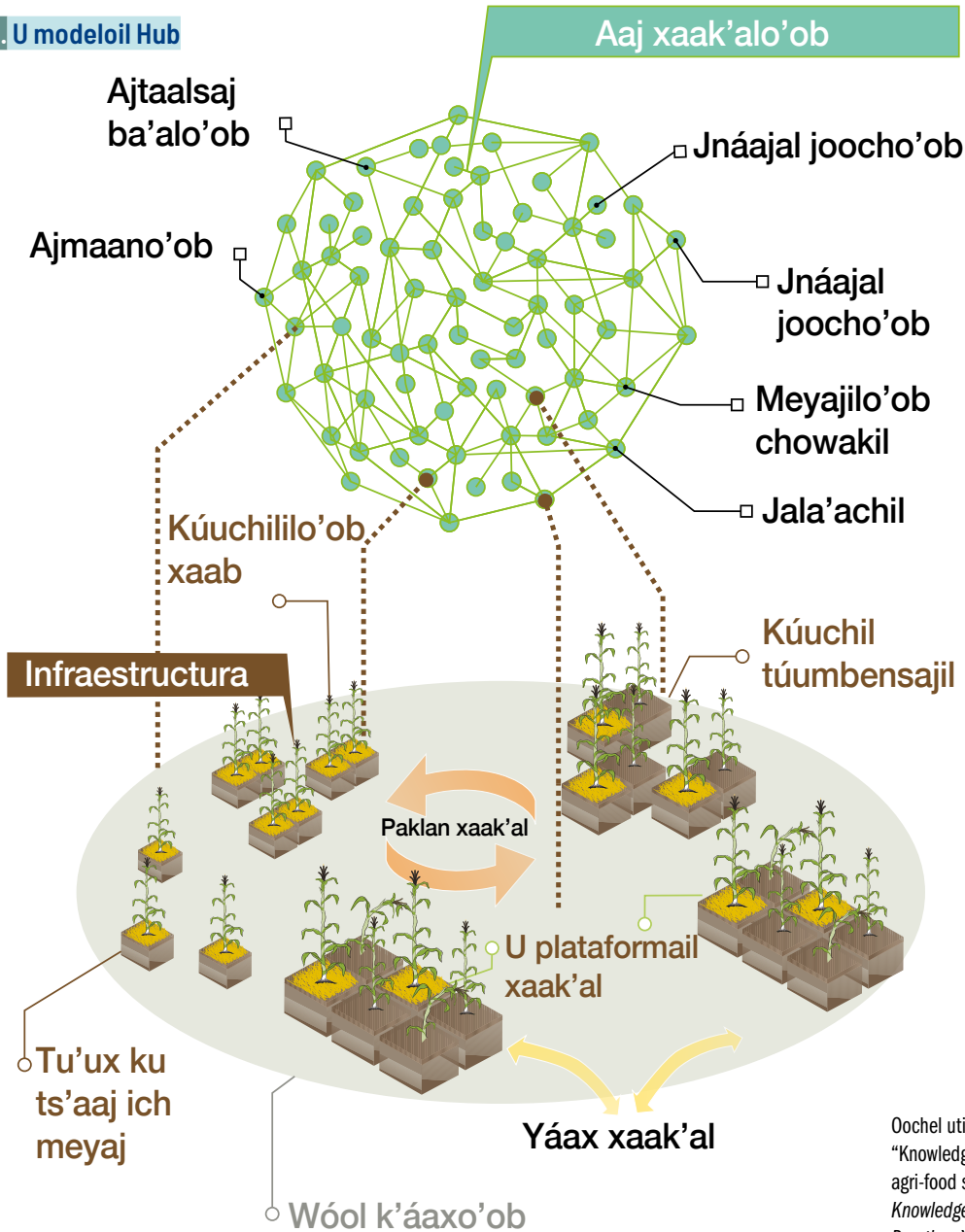
Tu jach káajbale' ku k'aaba'atik **MODELO INNOVAHUBe'** ku jets't'antik bix u tsoolil bix u táakpal meyaj HUB, u bixilo'ob u jaatsilo'ob yéetel bix u kaxanil ojéelalo'ob yéetel u bejilo'ob.

Le tu'ux ku k'aaba'atik **NU'UKULILO'OB utia'al le táakpajal meyajja'** ku cha'achi'ita'al u jejelásil u meyajil ch'a'aba'an u jo'olinte'j, ts'o'okole' yaan ts'e'ets'ek jaats utia'al u xaak'alil bix yanil le **páarselao', ts'o'okole' u chíikbesa'ajil talamilo'ob, u wa'alkunsaj páajtalilo'ob yéetel u tukulta'al ba'ax teknologyas yéetel túumbenilo'ob** ku meyajil, jach tu ts'ooke' ku jets't'anta'al u bixilil le páarselao' yéetel u tsoolil túumbenilo'ob utia'al.

U kaxanil le nu'ukju'una' u ts'áajik nu'ukt'aanilo'ob u chíikbesa'al talamilo'ob ti' u meyajil páarsela yéetel u ts'a'abal u utskinsajil ichil u kaxanil utsil meyajil náajal jooch yéetel u kananil yóok'olkaab k bak'pach.



Oochel. U modeloil Hub



Oochel utia'al: Gardeazabal, et al.
 "Knowledge management for innovation in
 agri-food systems: a conceptual framework".
*Knowledge Management Research &
 Practice*. Xookil. 21, p. 8.

INNOVAHUB: Jump'éeel u túumbenil meyajil k'áax t'í jump'éeel kúuchil ku k'aaba'atik páarsela ku meyajtik plataforma de investigación, u jaatsilo'ob túumbenil yéetel u xéet' u lu'umil utia'al u u beeto'ob u tia'alinta'al yéetel u meyajil tecnologías ka'aj u beet u ya'abtal kaambalil utia'al u t'ítpajal tu'uxo'ob ku beta'al u meyaj. Le bixilo'ob le meyajá' ku páajtal yéetl tuláakal máaxo'ob ku táakpajalo'ob je'el u molayilo'ob xook yéetel molayil xaak'al, máaxo'ob ku proveero'ob, u molayilo'ob jala'achil, teeknikos yéetel jmeyaj k'áaxo'ob.



U modeloil InnovaHub

U woofil u jaatsil táakpajal meyaj ti' InnovaHub

InnovaHube' ku táan óoltik jejeláas bixilo'ob náajal jets'a'ano'ob tumen bix u beel u lu'umil yeetel bix le kolnáalo'obo'. Le bixilo'oba' jets'a'ano'ob yóolal bix u jejeláas u mulu'uchil y yáaxk'inal yeetel u ja'ajalil u xéet' lu'umil InnovaHub. Le meyajoba' ku beeta'al ti' jejeláas táax lu'umil, mulu'uchilo'ob yeetel níx lu'um. Ku ts'abal ojéeltbil InnovaHube' ku páajtal xan u ya'abkunsik u meyaj tak u táakpajal ti' u meayjilo'ob ba'alche' wa u xa'ak'anil.

Taabla 1. Suup'ilo'ob ti' u sitemáasil meyajta'ano'ob tumen InnovaHub.

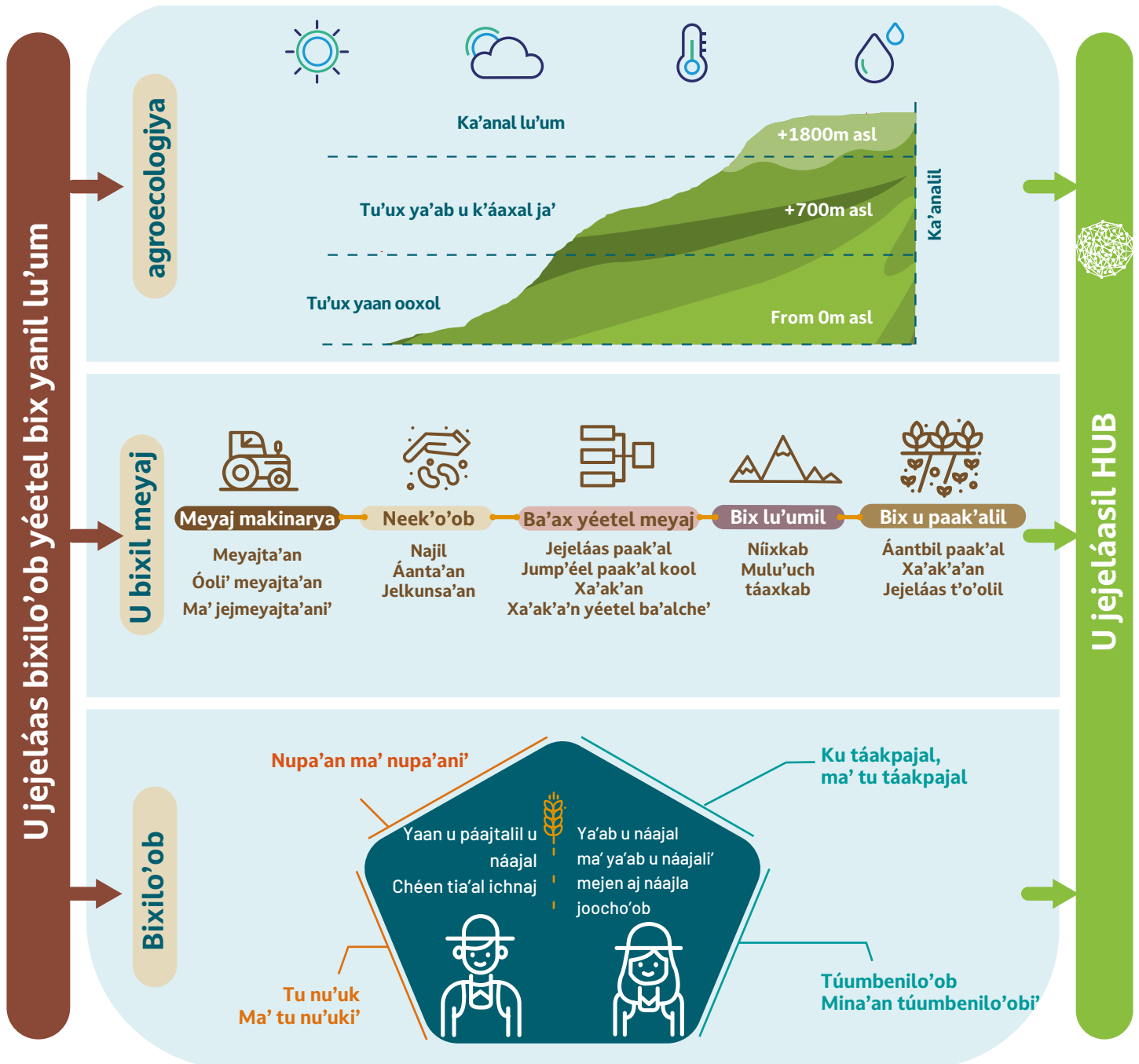
InnovaHube' ku táakpajal ti' jejeláas tuukulil meyaj jets'a'an tu bak'pach ku beetlobtik u bixil meyajoba' ti' jump'éeel xéet' lu'um. Yaan tuukul meyajoba' u kananil yóok'olkaab, náajalil jooch, u meyajil kaaj yeetel molayil.

JE'ELKUNSAJ	JEJELÁASILO'OB			
Kananil yóok'olkaab	U yóotsiltal lu'um	U biinsa'al lu'um tumenja' yeetel iik'	Ba'ax ku k'askunsik u yooxo yóok'olkaab	U k'askunsaj ba'alo'ob ku kiinsaj xíiw wa ik'el
Náajalil jooch	Óotsil jooch	U ya'abtal jejeláas paak'al	U ts'abal u yáantal paak'al	U yokol máak ti' xaak'al yeetel túumennsajilo'ob
U meyajil kaaj yeetel molatilo'ob	U ja'ajats'a'al k'áax	U táan ólta'al óotsil kajnáalo'ob	U ya'abtal ba'alo'ob jaantbil	Múul táakpajal
	U yokol máak ti taak'inilo'ob	U yokl máak ti' koonolil	U mokolmookil chuúukbesaj	U mokolmookiil kanan yéeel t'ooxilo'ob



InnovaHube' ma' tu meyajtik chéen jump'éeel bixil meyajil wa chéen junjaats kolnáalo'ob. U táakpajal ti' jejeláas paakatilo'ob yéetel bejilo'ob, le beetik la káan u kaxt je'elkunsajo'obe' ku kaxtik bixilo'ob u meyajtik mantats' (Oochel 2).

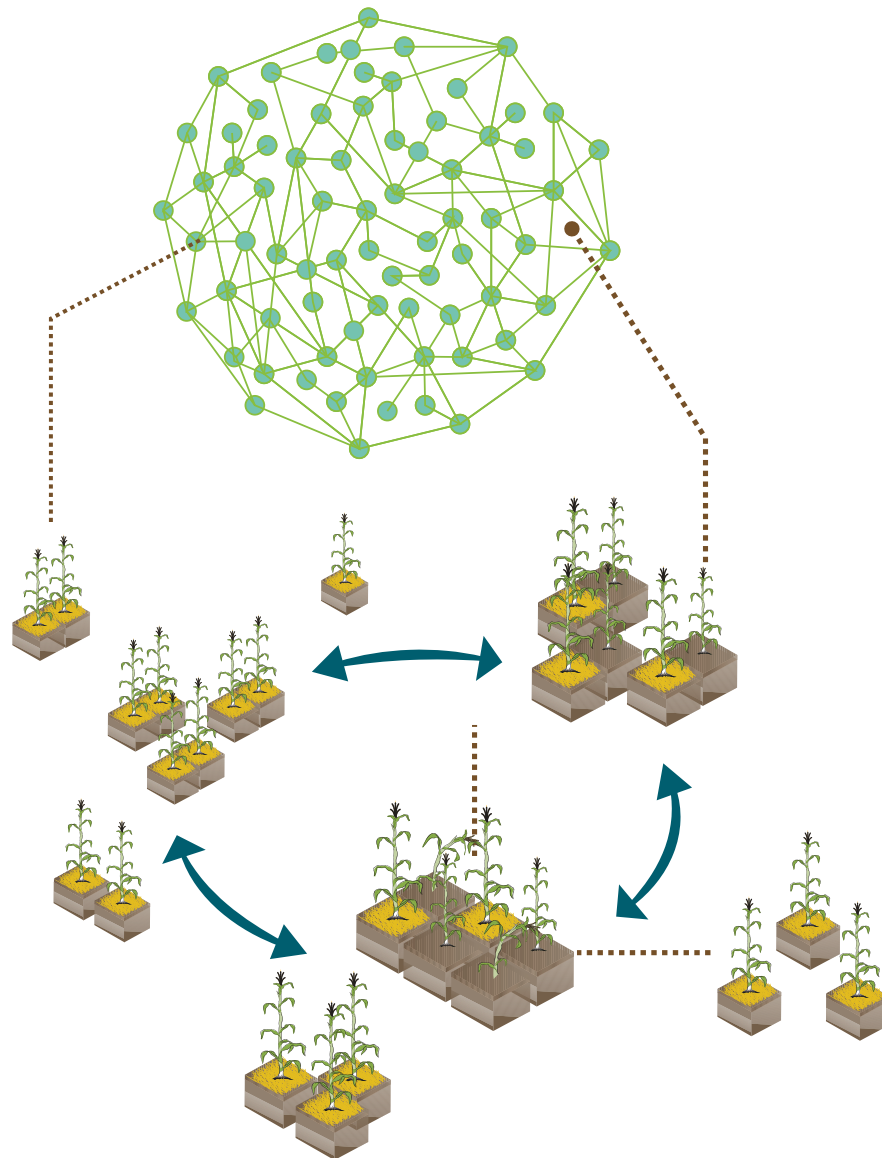
**Oochel 2. U táakpajal
InnovaHub jejeláas u
sistémica yéetel ya'ab u
tojtaanta'al meyaj.**





HUB: Le t'aana' ku taal ti' iingles, wa ku ya'a'al ba'ax u k'aat u ya'ale': buje, ba'ale' le t'aana' ku meyaj bey jump'éeel ba'ax ku nupik máaxo'ob ku táakpajalo'ob ti' túumbenilo'obe', ojéeltbile' Mexicoe'ku ya'alik HUB ba'ale' Centroamericae' ku ya'alik INNOVAHUB ti'.

U jejeláasil HUB



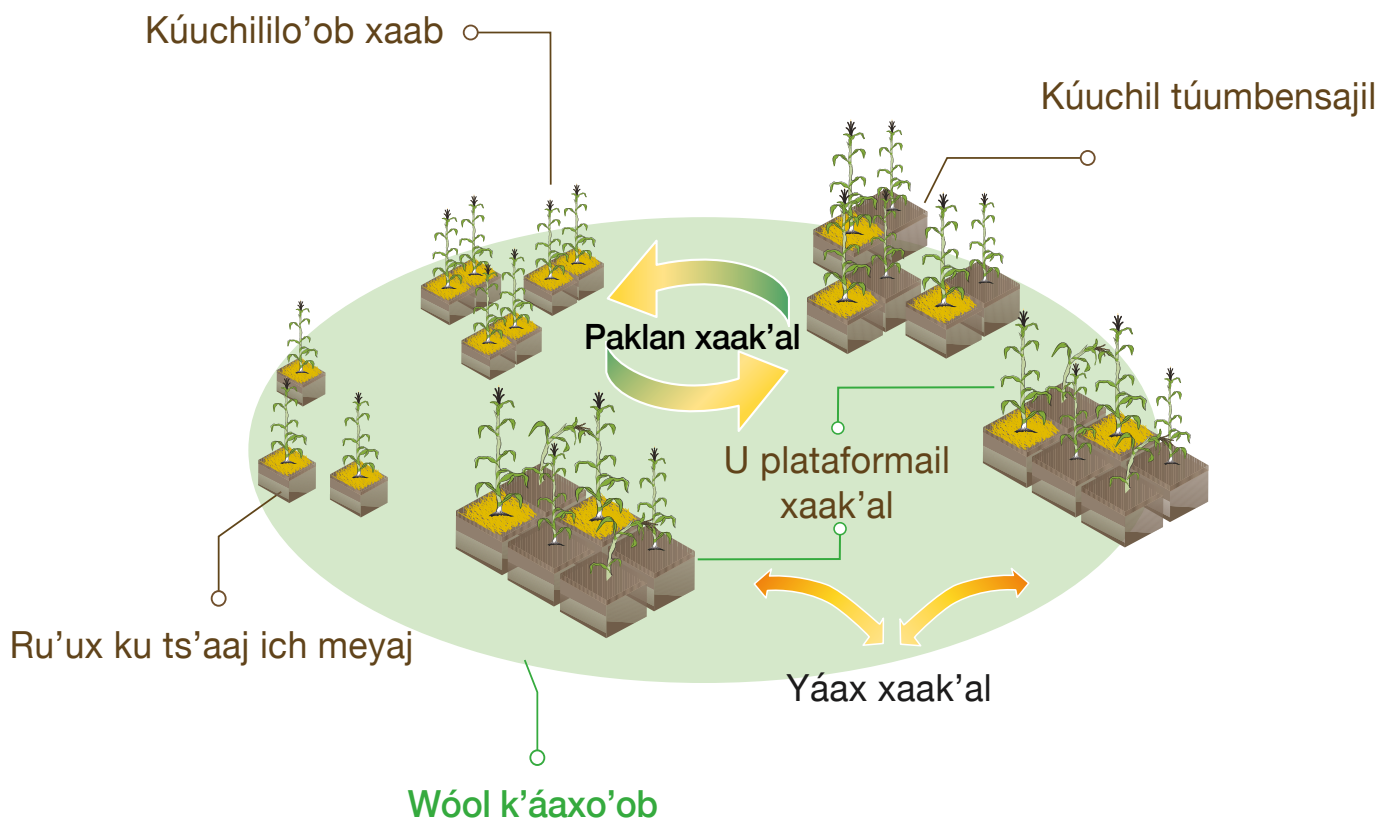
Oochel utia'al: Adapted from Gardeazabal, et al. "Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework". *Knowledge Management Research & Practice*. Núm. 21, p. 8.



Bix jump'éeel INNOVAHUB

Utia'al k t'aan yóo'lal INNOVAHUBe' k'abet k a'alik k'abet meyajtik kamp'éeel kúuchilo'ob: plataformasil xaak'al, u kúuchilo'ob túumbenajil, u kúuchil nojochtalil yéetel tu'ux ku chíikpajal u yich meyaj, le je'elo'oba' ku p'iskaambaltik yéetel ku yáantaj túumbenilo'ob yéetel u xaak'alil le kúuchilo' (Oochel 3).

Oochel 3. U ñinfraestructura chika'an ti' InnovaHub.



Tu'ux u tal ojelaalil: Adaptado de Gardeazabal, et al. "Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework". Knowledge Management Research & Practice. Núm. 21, p. 8..



Le plataformasil
xaak'ala' le ka'atéen
ka'ansaj ichil le
máaxo'ob táakpajal
je'el bix teeknikos
yéetel kolnáale',
jach unaj ka'aj
táakbesa'ako'ob ti'
túuntajil meyajó'ob
ichil ts'e'ets'ek
yéetel ya'ab k'iin.



**Oochel 4. U kúuchil
xaak'aal kool Mixteca,
Santo Domingo
Yanhuitlán, Oaxaca,
México.**

U plataformasil xaak'al

Tu'uxilo'ob ku beeta'al túuntajil meyajó'ob ku náachtal u k'iinilo'ob yéetel tu'ux ku p'isa'al jejeláas meyaj k'áaxilo'ob. Ku kaxantik u beeta'al miatsil meyajó'ob yéetel teknolojikas (tenológicas) meyajilo'ob noja'ankunsa'an utia'al wóol k'áaxo'ob tu'ux ts'aba'an yéetel ka'aj meyajta'ak utia'al náajal joochil. Le xaak'ala' ku meyajta'al tu jeets'elil utsil meyajil k'áax, chéen ba'ale' le téeknolojias ku p'isa'al te' jujump'éel plataformas p'aatal yáanal u páajtalilo'ob wa u je'elsajilo'ob le kúuchilo'obo'. Le xaak'alo'oba' ma' chéen yaan u teeknika paakatili' ba'ale' ku yakanta'al ma'alob kuxtal yéetel u kananil k'áax je'el u chíikbesik u jach ma'alob meyajil túumben meyajilo'obil ajmeyajo'ob.

U plataformasil xaak'alo'obe' jets'meyajta'an tumen máaxo'ob beetik le xaaka'lo' (u najilo'ob xook, u molayil kolnáalo'ob yéetel u kúuchilo'ob xaak'alil xook, yéetel uláak'o'ob) ku beetik u páajtal u no'ojankunsa'al jejeláas meyajó'ob wa teknolojias ku séebkusniko'ob u meyajilo'ob



Oochel utia'al: Jaime Leal, CIMMYT.



ti' u páarselas kolnáalo'ob je'el u tia'alintiko'ob le ba'alob ku chikbesiko'ob u u asab ma'alobil tuukulilo'ob náajal jooch. Le xaak'alo'oba' ku táakbesik ts'e'ets'k máaxo'ob je'ex le kolnáalo', le aajxaak'alo' le teeknikó' áantik u náats'al le xaak'alo'ob ti' máaxo'ob ku kolnáalilo'ob ti' junxéet' lu'uma' (Oochel 4).

U Kúuchilil Túumbenilo'ob

Jump'eel páasela tu'ux ku ketlamp'ista'al suukil meyaj yéetel túumbenil meyajilo'ob k'áax ku béeykunsik yéetel u p'isil u jela'anil túumenilo'ob yéetel tu'ux yaan u suukil mayaj. Le túumbenilo'oba' ku páajtal yéetel u ts'eekil u ye'esajil jump'eel páarsela. Yéetel le je'ela' ku chíikpajal je'elelilo'ob yéetel talamilo'ob. Ku jets't'anta'al le túumbenilo'ob ku yáantiko'ob u meyajto'ob le talamilo'ob yéetel kolnáal, yéetel ku táanilkunsa'al máakalmáak le túumbenilo'ob ku jets'meyajbil te' tsolk'iina'. Le páarsela ma' tu meyaj túumbenio'obe' ku meyajta'al je'ex suukile'

Oochel 5. U jatslu'umil
túumbenil San Antonino
Monteverde, Oaxaca,
México.



Oochel utia'al: Jaime Leal, CIMMYT.



utia'al jump'iitil ka'aj k'abetkusa'ak le túumbenilo'oba'. Le máax meyajtik le je'elo'oba' le kolnáalo' yéetel le teekniko'.

Le kúuchila' ke beetik k nup'ik ojeéelalilo'ob tumen le ba'ax ku kaxta'alo' múul meyajtukultik yéetel múul meyajtik le túumbenilo'obo'. Ku séebkunsik u na'atil meyaj-kaambal, ku beetik u k'éexel u tuukul kolnáal yéetel teekniko utia'al u kaxanil túumben kaambalo'ob. Lebeetik le páarselao' ku suut u **najil xook ich k'áax**. Ku páajtal juntúul kolnáal ba'ale' yaan k'iine' ts'e'ets'eko'ob.

U páarselail ya'abtal

U kúuchil ya'abtale' jump'éel páarsela tu'ux ku meyaj chéen jump'éel bixil meyaj. Kolnáal wa kóolnáalo'ob yaan le kúuchil ti'oba' jach u ki'imak u yóolo'ob yéetel u yich wa u náajalil le túumbenilo'ob kku yilko'ob te' plataformasil xaak'alo', le kúuchilo'ob tu'ux yaan túmbenilo'ob yéetel kúuchilo'ob ti' ya'abtalo' (Oochel 6).

Oochel 6. U kúuchil
xaab La Sábana, María
Lombardo, Oaxaca,
México.



Oochel utia'al: Jaime Leal, CIMMYT.



AJTÁAKPAJALO'OB: Juntúul máax ku láak'inaj yéetel ku ka'ansik le xoknáalo'ob u meyajil le páarsela ku káajal ti' u yáax meyajilo'ob le lu'um tak u náajalil, máax u xokmaj u meyajil k'áax, u yojel kaxanil túumbenilo'ob, u meyajil túumbenilo'ob yéetel u mu'uk'a'anil páajtalilo'ob.



U kúuchil e'esajil

Jump'éel u kúuchil e'esajile' jump'éel páarsela tu'ux ku meyajta'al túumbenil u yilmajo'ob te' tu'uxo'ob ts'o'ok ch'a'achhi'itiko', ba'ale' u tia'alinta'alile' ti kaajo'obe' u kolnáalo'obil beetik. Ti' ka'ansajilo'ob yéetel uláak' e'esajilo'obe' kóolnáalo'ob táanilkunsik. U kúuchilo'ob e'sajile' ku yáantiko'ob u nup meyajlo'ob yéetel u nojochtal meyaj (**Oochel 7**).



Oochel utia'al: Jaime Leal, CIMMYT.

Oochel 7. Kúuchilo'ob e'esik u yich meyaj tu kaajil San Antonino, San Antonino Monteverde, Oaxaca, México.



U kaxanil kaambalo'ob yéetel u bejilo'ob

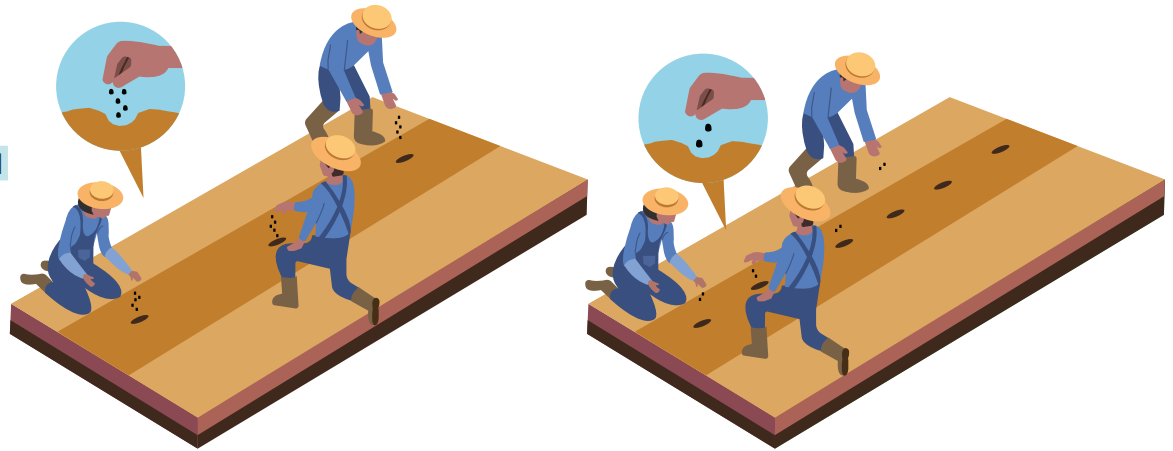
U kaxanil kaambal tu tuukulmeyajil INNOVAHUBe' ku yúuchul yéetel óoxtúul máaxo'ob: kolnáal, teekniko yéetel ajxaak'al, k'a'anano'ob utia'al u noj meyajil utia'al u múul meyajil diseño yéetel u múul beetpajal táakpajalo'ob, u kaxanil u ojelalil kaaj yéetel u yáantajil bey xan u tia'alta'alil túumbenilo'ob. Jach k'abet k'a'alik le túumbenilo'oba' ku jéets'el yóolal interactivo kaambalo'ob ichil tuláakal máax oka'an te' tuukulilo'ob meyaja' yéetel xan ku beetik utsil k'eexo'ob yéetel u meyajil teknologiya yéetel nu'ukulo'ob. Le je'ela' ku taalsik k'eexilo'ob ti' na'atilo'ob yéetel ti' molayilo'ob tumen le je'ela' u náajalil u páajtalil jujuntúu máaxo'ob ku táakpajalo'ob.

U táakpajal kolnáale' leti' u chuunil tia'al u káajal túumbenilo'ob, ka'alikile' u meyaj ajxaak'al yéetel teeknikoe' leti' u muuk'il tia'al u ch'a'abal mokt'aano'ob tumen kolnáal. Páarselae' u noj kúuchil tumen ti' ku paajtal u ya'alik ba'ax ku tukultik juntúul kolnáali', jumpéel utsil kúuchil yéetel ma'alob.

Le káan kaxt jump'éel túumben kaanbale' ma' tu páajtal k tseik le úuchben kaansajo' tumen túumbenilo'obe' ku beetik chi'ichnakil. Je'el beya': juntúul kolnáal mantats' ku pak'ik 5 semillas ti' u xáak'abil yéetel junxáak'ab u yáan paak'al, ba'ale' u tuukulil túumbenilo'ob paak'ale' ku ya'alike' 2 semillas ti' junnáab táakuch ichil u kúulil yéetel kannáab u yáamil. Le túumbenila' ku beetik u núukt'aan tu pool kolnáal tumen u tuukule' jets'a'an tumen u kaambal yéetel u yoksaj óolal. Jump'éel k'eexile' je'el u beetik p'eekele' te' túun yaan paklam tuukul yéetel uláak' kolnáalo'ob yaan u ja'abilo'ob ti le meyajo' ku yáantiko'ob túumben kaambalo'ob. Lebeetike' ku p'atik to'on u yáam kamabalo'ob yóolal le túumben tuukulil meyajo'oba', na'atbil yáame' u náachil ojelalo'ob, páajtalilo'ob yéetel nu'uka'anilo'ob ichil jump'éel yéetel uláak' kaambalil ku



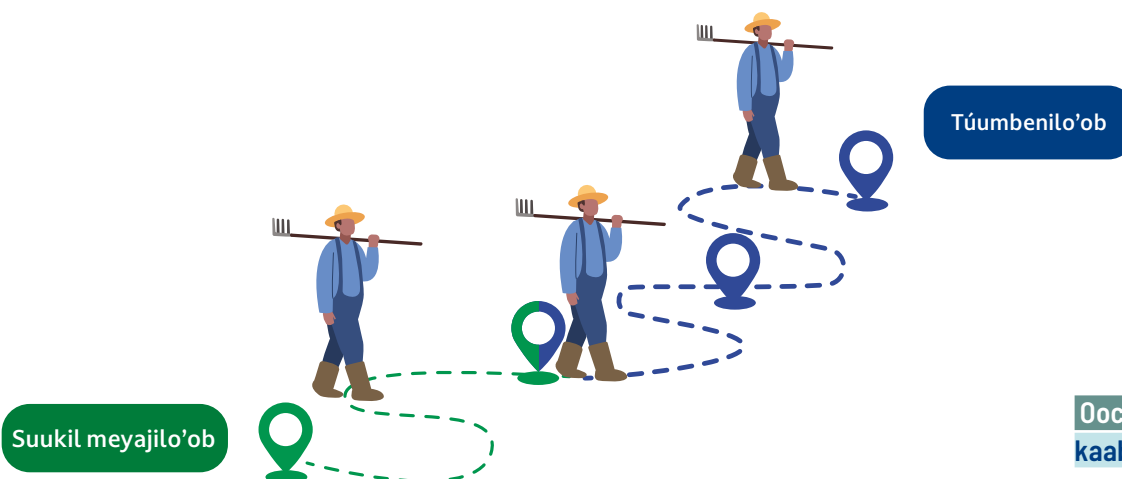
Oochel 8. Agronomica
túumbenil yóok'lal u
meyajil táaxkabil yéetel
u piimil lu'um.



taalsik u meyajil teknolojiya yéetel túumbenilo'ob utia'al u asab ma'alobtal u yich meyaj (**Oochel 9**).

U tia'alinta'al túumbenilo'obe' yaan u asab páajtalil u kaxanil túumben kaambalo'ob yéetel páajtalilo'ob tia'al kolnáal ba'ale' u bak'apach u kuxtae' je'el u beetik ma' u páajtale'. Le óolal k'abet u meyajil jump'éel utsil bak'pach beyaxan u chíikbesa'al talamilo'ob, tia'al le je'elo' k'abet k jets'ik máakalmáak túumbenil kan meyaj ka'aj u yáant chichankunsik le u yáam kaambalo'ob yano'.

Ti' u tuukulil INNOVAHUBe' le mayajo'ob ku ya'abkuntik páajtalilo'oba' ku yantal yáanal meyaj-kaambal wa kaambal-meyaj, ku ka' a'alik páarselae' u utsil kúuchil u beeta'al le meyaja'. U láak' ba'ale', jach k'abet le teeknoko yéetel le jxaak'alo' u ts'aamaj yóolob u na'ato'ob bix k chichankunsik le u yáam le



Oochel 9. U yáam
kaabailo'ob.



Oochel utia'al: Jaime Leal, CIMMYT.

**Oochel 10. U jets'**
táakpajal máako'ob ti' u
modeloil InnovaHub.

kaambalo'ob yéetel bix kaxantik jump'éel u túumbenil ka'aj béeyal u meyajil yéetel u tia'alinil.

Le kaxan kaambala' ku chukpajal yéetel utáakpajal máako'ob ti' kaansajilo'ob, u k'iinil xiimbal páarsela, e'esajilo'ob yéetel uláak' ba'alo'ob. Le kúuchilo'ob wa súutukilo'oba' ku beetik u táakpajal ya'ab máaxo'ob oka'ano'ob ti' red túumbenilo'ob yéetel xan ku yáantiko'ob le kaaxana' le óolal xoknáalo'ob, jala'achilo'ob, uláak' kolnáalo'ob, teeknikos, ajxaak'alo'oobe' kuk beetiko'ob u múuch' táakpajalilo'ob le red túumbenilo'ob yéetel kaxan kaambalo'obo' (Oochel 10).

Yéetel lela', INNOVAHUBE' ku suut jump'él tuukulil meyaj ku táakbesik u jmeyajilo'ob kaaj, u jmeyajilo'ob empresas, éet lu'umo'ob yéetel táaxel lu'umilo'ob, xma' jets'taanil wa nu'ukt'aanil, ku beetiko'ob makt'aan yéetel páajtalilo'ob. (ICCA,2016)

Máaxo'ob ku táakpajalo'oba' ku ts'áajiko'ob ojélalilo'ob yéetel u kaambalil u yáax meyajtmajilo'ob le tuukul meyaja' yéetel ku xa'ak'tik u kaambalmeyajo'ob yéetel ba'axo'ob táan u meyajtiko'ob. Tumen jump'éel xa'ak'a'an meyajile' ku sásiltal u tuukulil utia'al u utsil xaak'alil jaajilo'ob uia'al u chikpajal yéetel u beetpajal mayajo'ob (Oochel 1).



Nu'ukulilo'ob tia'al u jetst'anta'al le táakpajalilo'

Yéetel ba'axo'ob ts'o'ok u tsola'alo' ts'o'ok u meyajta'al nu'ukulil'ob ku béeykunsil disenyartik, meyajtik yéetel láak'intik jejeláas táakpajalilo'ob ku yúuchul tu meyajilo'ob INNOVAHUB. Ichil le je'ela' yaan:

U xaak'alil bix yanil páarsela

U chíikbesajil talamilo'ob –suup' yéetel jets' tuukulilo'ob teknolojiyas- túumbenilo'ob.

U woojil tuukul yóolal páarsela

U jets' tuukulil paak'al yéetel kananil

Uti'ala ba'axo'ob ts'o'ok a'alik te'ela' ku ch'a'achi'itta'al ti' u u xaak'alil bix yanil páarselae': **je'el bix u lu'umil, u chichil lu'um, u séebil u sa'ap'al jai', u Phil,** u ch'óoch'i lu'um, yéetel uláak' ba'alo'ob, ts'o'ok u ch'a'abal u jejeláas e'esajilo'ob ti' tuukul meyajlo'obil jajabesa'an tumen molayo'ob, u najilo'ob xaaka'l yéetel u molayilo'ob jala'achil, beyxan u nu'ukt'aan empresas ku kon nnu'ukulo'ob; le tuukulo'oba' ts'o'ok u tia'alinta'al meyaj ti' páarselas ma' ti' jump'éeel kúuchil xaak'ali'. Uláak' ba'ale' teeknos yéetel kolnáalo'obe' ka'aj páajtak u jel beetiko'ob ttu láak tu'uxilo'ob yéetel uláak' máak.



TUUKULIL MAYAJLO'OB UTIA'AL E'ESAJIL:

Utia'al pH yéetel u séeb áalkab kóoriente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000

U chichil lu'um: u xanil u sa'ap'al ja' lu'um, u nu'ukju'unil utia'al ketik u jejeláas meyajilo'ob paak'al yéetel u nu'ukju'unil Soil Compaction Tester John Deere (<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4031/98830.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)
<https://www.agratronix.com/wp-content/uploads/2015/11/SWCT08180-Soil-Compaction-Manual.pdf>)

U séebil u ti'itsil ja': ti'itsil, nu'ukt'aan utia'al u ketlamta'alu meyajilo'ob paak'al (<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4029/98828.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

U chichil lu'um: U chíikulal talamilo'ob utia'al U meyajta'al tropical ix'iim (<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/727/43157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Bixilil lu'um: (https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s07.htm)



Bix u beel páarsela



Kaxanil

Yéetel u bixil u beel páarselae' ku yila'al u chíikbasajil suup'o'ob yéetel talamilo'ob ti' u ya'abtal paak'alo'ob. Utia'al le je'elo' ku beeta'al jump'éel páan e'esajil te' páarsela utia'al u yojelalil bix yanik le páarsela ti' u wíinkilil, ba'ax kiimikos yaan ti' yéetel bix u kuxkinsaj. Ikil le u páana'al le lu'uma' ku xak'alta'al xan u k'iinilo'ob ja', káanikuláa, ke'elil, yéetel xan ku káasa'al u meyajil le lu'umo' u kaxanil ba'alo'ob ku meyajil, u yantal máaxo'ob meyajtik, u makinaryail yéetel máaxo'ob ilik le meyajoj'. Yéetel le je'ela' ku yantal xan ojelalilo'ob yóolal le lu'umo', le bix ku meyajtbilo', bajux kan u ojoltej, ba'ax ik'elo'ob ku beet k'aas, xíiwo'ob, yéetel uláak' ba'alo'ob.



Nu'ukt'aanil

Ka'alikil u xaak'alil bix u beel páarselae' ma' xaane' yaan xa'axo'ob xankunsik lebeetik k'abet u kaxta'al bix u meyajil túumenilo'ob ti' jujump'éel suup' xankunsik meyaj. Utia'al u jach ila'al bixo'obe' uts ka'aj meyajnak **u jejeláasil túumbenilo'ob** ku taal te' ju'una'.



Le káan ts'o'okok u je'ets'el tuláakal le túumbenilo'oba' yaan k ilik yaan túumbenilo'ob ku meyaj ka'atéen, le je'ela' yóolal jujump'éeel túumbenile' ku meyaj tia'al u mejenkunsik ts'e'ets'ek talamilo'ob. Leti' túun kan k'abetchajak u beeta'al jump'éeel u tsoolil le túumbenilo'oba' yéetel u táanilkunsa'al máaklamáak yáax ku meyajili' yéetel máakalmáak tu paach.

Ba'ax ojelalilo'ob k kaxtik ti' bix yanil jump'éeel páarsela

Le oochel kan a wila' jump'éeel e'esajil ti' ojelalilo'ob ku kaxta'al ikil u beeta'al le xaaka'ala'. Ku ya'abtal je'el bix u tuukulil meyajo'ob yane'.

**Oochel 11. Ojelalilo'ob
ku jók'ol ichil u xaak'alil
pársela.**

bix ka'achil le náajal joocho'	k'iin	lu' um
• U paajtal u yantal ba'alo'obil meyaj • U páajtalil u meyaj máakinarya • Jejelaas l'inaj ku meyaj • U meyajil yalab jooch • U meyajil áantaj lu'um • U piimil kiinsaj paak'al yéetel k'oja'anil • U yanil máaxo'ob meyajtik • U su'il paak'al • U táaxmeyajil lu'um • Bajux kan u tojoltej • Náajalilo'ob	• U k'iinilo'ob ja' • Káanikuláa • Ooxol • Ke'elil • U taamil ja' ch'e'en	• Bix u yila'al u lu'umil • U mamaykil, ba'ax ku biiinsik U chichil, bix u sap'ik ja', Buka'aj u taamil tak cháaltun) • Ba'ax kiimikoksil yaan ti' (pH, Ch'óoch'il) • Ba'axo'ob ku kuxkinsaj ti' (kuxa'an ba'alo'ob, u taamil Moots , u chiikulal ik'elo'ob Yéetel oláak' ba'alche'ob mina'an u baakelo'ob,, buka'ajilo'ob)

U k'ajlayil náajalil jooch

Le ojelalila' u jóok'ol ti' u tsikbal kolnáal táan u beeta'al le páan e'esajilo'. Utia'al u na'atpajal tubeele' yaan u ye'esajil te' amayte'a'.

**Cuadro 1. Ojelalil ti' u k'ajlayil u náajalil jooch ku jóok'ol ichil i xaak'alil páarsela (e'esajil).**

U k'ajlayil náajal jooch						
Yáax paak'al	U xu'il paak'al (i'inaj/ha)	Ba'ax náajalta'ab (ixi'im, nal, uláak' ba'al.)	Bix tukulta'anil paak'al		U náajalil (tn/ha)	Bajux u náajalil (\$)
			U yáam u t'o'olil	U náachil paak'al		
ixi'im	70,000	ixi'im	0.8m	0.18m	2.5	17,000
Tsol bix u meyajta'al u yalab jooch						
Ku biinsa'al tumen ku meyaj utia'al tséen ba'alche'ob						
U jejeláas l'inaj meyajnajij						
Kajil			Meyajta'an			
			H-377			
Áantaj lu'um						
U k'aaba' ba'ax beetik u meyaj	Bix u k'aaba' ikil u ko'onoll		U bixil		Buka'aj	U p'iisil
46-00-00	Urea		Sintético		150	kg/ha
18-46-00	Fosfato diamónico		Sintético		100	kg/ha
00-00-60	Cloruro de potasio		Sintético		100	kg/ha
Xiiwo'ob, ik'elo'ob ku kiinsaj yéetel k'oja'anilo'ob ku chikpajal páarsela						
Xiiwo'ob		Ik'elo'ob ku kiinsaj				K'oja'anilo'ob
Kóoch le'	Nu'ut' le'	moots		U piimil le'		
Acahual (Simsia amplexicaulis)	Coquillo (Cyperus rotundus)	Mixjump'éel		Cogollero xnook'ol (Spodoptera frugiperda)	Mancha de asfalto	
	Johnson su'uk (Sorghum halepense)					
U k'ajlayil naajal jooch						
	Jump'íit		Tu p'iis		Nonoj	
U paajtal u yantal ba'alo'obil meyaj						
U yáantajil lu'um				X		
Kiinsaj xiiw				X		
Kiinsaj ik'elo'ob					X	
U páajtal u yantal máakinarya meyaj						
Traktor					X	
U nu'ukulilo'ob u meyajil lu'um					X	
Xúulo'ob				X		
U yanil máaxo'ob meyaj				X		



K'iin

U chíikulal bix k'iine' jach k'abet utia'al u jets'tuukulil u meyajil k'áax, je'el bix: ja'aja'alil, u k'iinil ooxol, káanikuláa, u k'iinil bat yéetel ke'el. Uuiala uláak' ojelalo'obe' moch okokech tu oficial kúuchil internet ti' Honduras (CENAO, <https://copeco.gob.hn>). Ti' Guatemalae' ([SMG, https://www.smg.gt/](https://www.smg.gt/)) Ti' Méxicoe' ([SMN, https://smn.conagua.gob.mx/es/](https://smn.conagua.gob.mx/es/)).

Amayte' 2. Ojelalail yóok'sal bix k'iino'ob ku jóok'ol ichil u xaak'alil páarsela (e'esajil).

Bix yanil páarsela bejla'e'					
U latitudil (Ku p'isa'al yéetel grados decimales)	16.914735	U longitudil (ku p'isa'al yéetel grados decimales)	-96.743353	U altitudil (u ka'anall yóok k'áak'náab) (msnm)	1499
U k'iinil ja'aja'alil	Junio-octubre	U k'iinil yáaxk'in (canicula)	15 de julio- 10 de agosto	Ooxol	18-34 °C
Ke'elil	Ma'	bat	Ma'	búulul	yaan

Tuláakal le xookolo'oba' yaan u k'i'inano'ob yóok'ol u kuxtal paak'alo'ob, je'el bix ku ye'esaj te' oochela':

Amayte' 3. U e'esajil bix u ketik k'iin yéetel u k'i'inan ti' paak'alo'ob.

U p'iisil	Bix u k'i'inan ti' paak'al
Tu'ux k'áaxil yaan	Paak'alo'ob jach nuuno'ob ti' u xanil u máan k'iine', ku yóotsiltalo'ob
U ka'anani yóok'ol k'áak'náab Wa u taamil ja'	Ku biinsikubáaj ka'analil yéetel ichankil, maas ka'analile' maas náach k'iin ku yichankil
U k'iinilo'ob ja'aja'alil	Ichankile' yaan ba'al u yil yéetel ja'aja'alil, wa ma' tu k'uuchul cháak tu k'iinile' ku pachaltal u yich.
Ke'elil	Ya'ab paak'alo'obe' ku y'otsiltalo'ob yóolal ke'el, ba'ale' ya'abe' ku kuchiko'ob le ke'elilo'



Lu'um

Utia'al u yojelta'al bix le u lu'umile' k'abet u beeta'al jump'él páan e'esajil lu'um, yaan u k'abetchajal le nu'ukulo'oba':

1. Kanti'its jo'op
2. Loochobil jo'op
3. Piikoo wa t'óochob
4. Luuch wa baaso
5. P'isib
6. Wach' tóorniyo
7. P'is aalil ti' graamos
8. Jump'éeel maaso
9. Potensyometro wa u chíikulal u p'iisil
10. Oxigenado ja'
11. Pak'bil ts'aaj chíikul
12. Áaparatóo A
13. Ch'óoy
14. Destiladail ja'
15. Chikil.



U tsoolil bix u beeta'al jump'éeel páan e'esajil yéetel bix u xak'alta'al lu'um:

Utia'al u jets'a'al bix k'abete' ka'ap'éeel ba'ax yaan ilbil

Utia'al u jets'a'al bix k'abete' ka'ap'éeel ba'ax yaan ilbil:

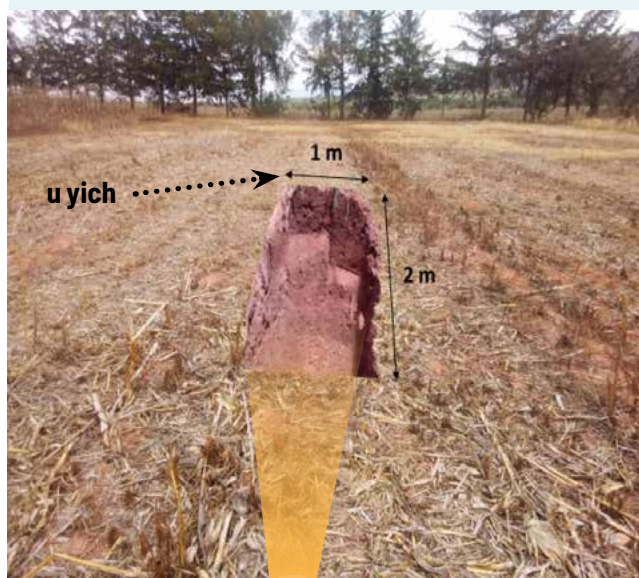
Wa táax lu'ume' le páan e'esajila' k'abet u chikpajal u máalal lu'um tu tojil u jóok'ol k'iin

Tu'ux níixkabe' le páan e'esajiila' ku beeta'al je'ex u chiinilil le lu'umo' tumen ma' talam u páana'al yéetel u yila'al le u máalalo'. Je'el bix te' oochelo'



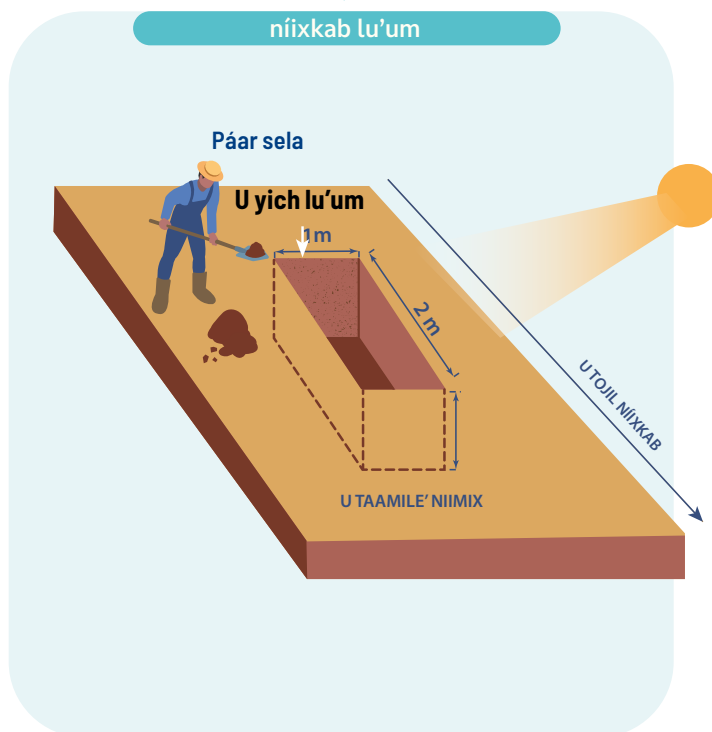
Bix u beeta'al páan e'esajil lu'um

Táax lu'um



Oochel utia'al: Rausel Ovando, CIMMYT.

níixkab lu'um



Oochel 12. U nu'ukt'aanil bix lu'um wa táaxkab wa chiinkab..

Le lu'um ku bin u jóok'sa'alo' ku ts'a'abal tu tséelik, ma' tu yáan tu'ux ku xak'altbilo', **oochel 12**.

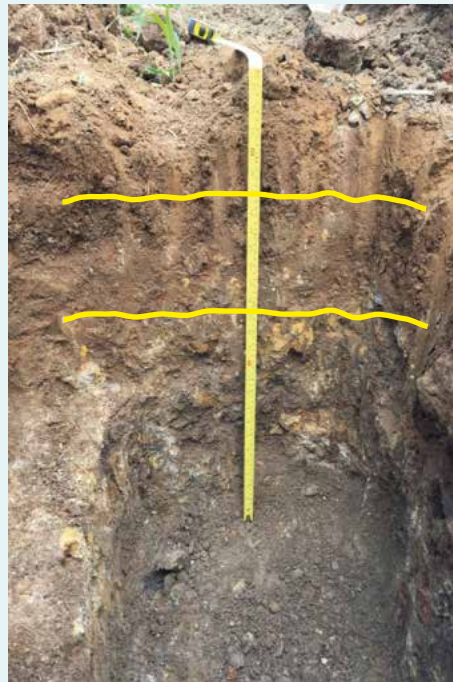
Tu'ux ku jook'ol mootse' k'abet u kanata'al ma' u llobeta'al tumen ts'o'okole' yaan u meyaj utia'al xak'altbil xan.



U xaak'alil u máalal lu'um

Utia'al u jets'a'al bix u beel le lu'uma' k'abet u jatspajal u máalal. Le je'ela' ku beeta'al táan u k'aj óolta'al bix jump'éel máal. Bix u boonil, u mamaykil, wa yaan mootso'obi'. Ku p'i'isil xan u piimil le máalo'. Je'el bix te' oochelo' **Oochel 13**.

Oochel 13. U xaak'alil lu'um yéetel u jaatsil u máalal.



CAPA 1

Cukwa' boonil,
mina'an u
tuunichil.

CAPA 2

Chukwa' u boonil
yaan u tuunichil

CAPA 3

Ku jelpajal u
boonil tumen
asab yaan
tuunichi'

Oochel utia'al: Oscar Mejía, The Fund for Peace .



U bixil chika'anil lu'um

U jajaxkil lu'um

Le xaak'ala' ku beeta'al ikil u machalmachata'al ba'ale' u jaajile' ku náats'al ti' le ku beeta'al tumen laboratorio', utia'al lelo' u k'abettal jump'éeel nu'uk oochel yaan te' **oochel 14^{a'}**

U jajaxkile' jach k'abet tumen ku táakbesik uláak' ba'axo'ob ku taalsik le lumo' ku beetik u na'atpajal bix u ya'abil u náajalil jooch kan u tsáajej (**Table 4**).

Amayte' 4. Ba'al yaan u yil u jajaxkil lu'um yéetel u láak ba'alobil lu'um

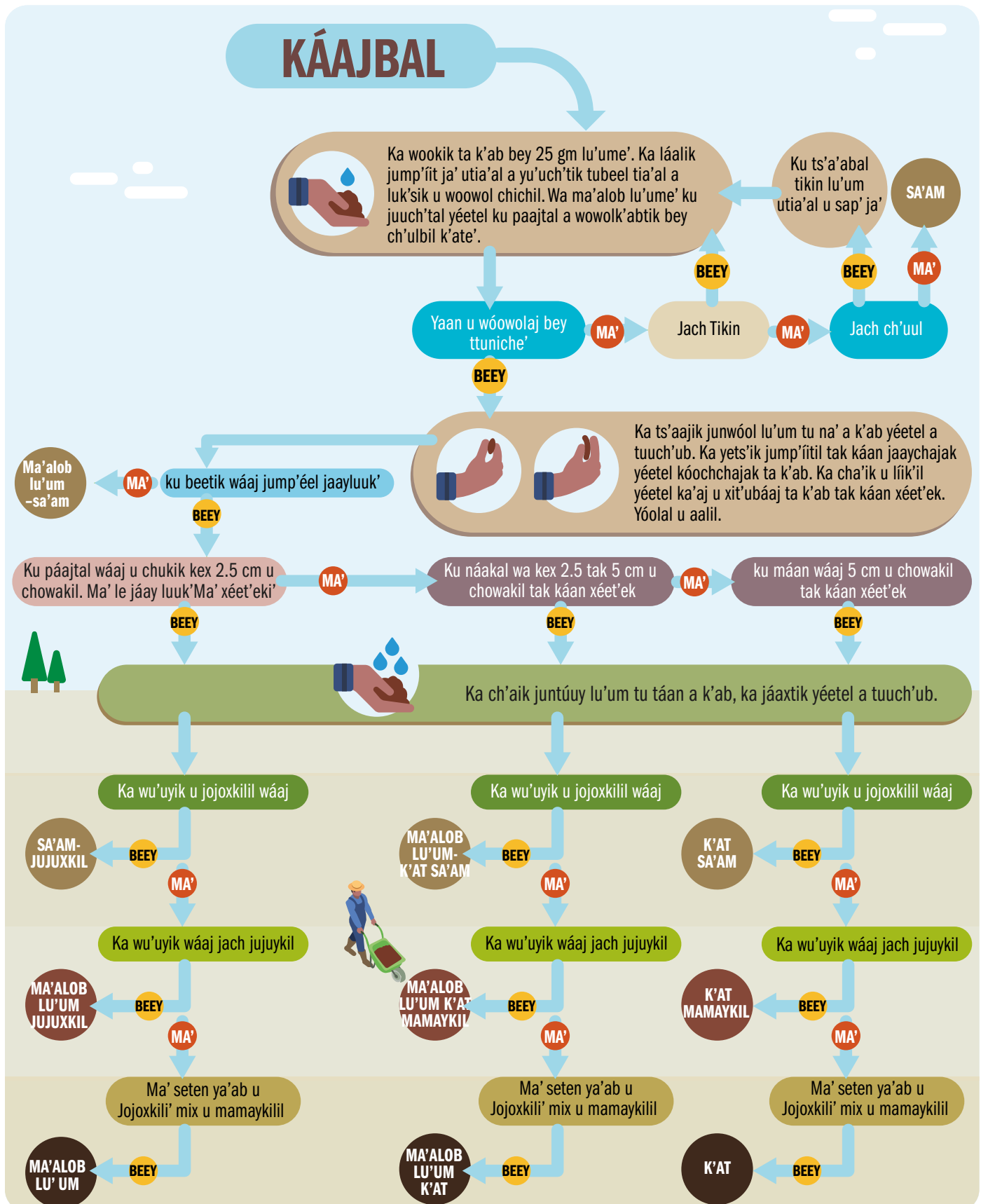
Bixij	Buka'aj u jojoxkil	Da (g/cm ³)	CC (%)	PMP (%)
Sa'amil k'áak'náab	38	1.65	9	4
	(32-42)	(1.55-1.8)	(6-12)	(2-6)
Ma'alob lu'umsa'am	43	1.5	14	6
	(40-47)	(1.4-1.6)	(10-18)	(4-8)
Ma'alob lu'um	47	1.4	22	10
	(43-49)	(1.35-1.5)	(18-26)	(6-10)
Ma'alob lu'umk'at	49	1.33	27	13
	(47-51)	(1.3-1.4)	(23-31)	(12-15)
K'atsa'am	51	1.3	31	15
	(49-53)	(1.25-1.35)	(27-35)	(14-18)
K'at	53	1.25	36	17
	(51-55)	(1.2-1.3)	(31-39)	(16-20)

Da: chika'am piim. **CC:** U páajtaliil lu'um. **PMP:** U chíikulal kimen xiiw.



Oochel 14. U nu'ukt'aanil u jets'a'al bix u chichil lu'um, machabk'abtblil.

35





U bixil lu'um

U máan ja' ichil lu'ume' jejeláas bixil yóolal bix u lu'umel, lela' ku béeytal u yila'al tubeel wa ch'uul u lu'umel wa tikin u lu'umel, utia'al u ya'ala'al bix jumxéet' lu'ume' ku k'abetchajal ts'e'ets'ek ba'axob beetbil:

1. Ku jo'opa'al jump'éel nojoch jo'op ti' u yáax máal lu'um ts'o'ok u chikpajalo'.
2. Ku pu'ulul ka'an utia'al ka'aj xiixchajak le káan lúubuk lu'um
3. Ti' le ku lúubul ma' tu jach xiixtalo' ku ch'a'abal u ye'esajil
4. Meyajnak oochel 15 utia'al u jéets'el u xaak'alil u máal lu'um.
5. Ku beeta'al tuka'atéen ba'ale' ti' uláak' máalo'ob le lu'umo'.



Oochel 15 . U jejeláas bixil u lu'umil k'áax

LU'UM			
Le mejen wóol lu'um ma' nuuktako'ob wa beych'ich'iltun yéetel u óoxjaats xaak'alile'. Suukile' leti' yaan asab páajtalil kuxtal ti'.	U mjen ma'ay lu'ume ku wolikubáaj bey mejen ma'aben wa chwak ma'abene'. Te'ela' le wóol lu'uma'ku ye'esik xaan u sa'ap'al u ja'il.	Te'ela' le lu'uma' ku beetik bey okolo'ob wa'aunwáale' ba'ale' jatsa'an tumen u bek'ech teejelil lu'um kex chika'an tubeel. Jach xaan u máan ja'i' istikyaj u sa'ap'al, suukile' tumen te'ela' yaan sodioi'.	Te'ela' chika'an u jaajaymáalil lu'um yók'ol uláakmáal, yaan k'iine' ku núupul tubeel, lebeetik ku jach xankunsik u sa'ap'al ja'i' Lu'um beya' yaan ich k'áax u'ux yaan k'at.

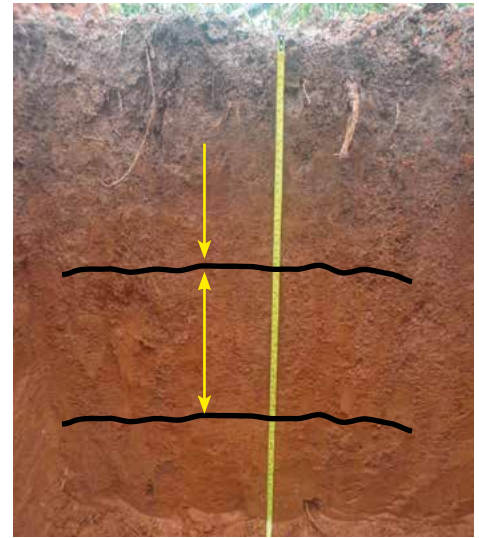


U chichil Lu'um

U chichil lu'ume' ku xot'ik u líik'il paak'al tuláakla tojil yéetel buka'aj iik yéeel ja' ku k'uchul tak tu moots. Ku páajtal u meyaj jejeláas tuukulil meyaj y u xa'ak'anil ul'ak'o'ob utia'al le p'iisila', ku páajtal u meyajta'al yóolal buka'ajil wa yóolal u yutsil. Ba'axo'ob k'abet beetike' leti' le je'elo'oba':

U xaak'alil yóolal utsil

1. Ku meyaj teech jump'éel maaso utia'al tikin jaats'. Ku bin u ja'ats'al u jáal le páambil lu'umo' tak kabal. Tu'ux ku k'expajal u juume' ku ts'a'abal u chíikul.
2. Ku ka' jo'op'ol u ja'ats'al le lu'um tak káan jelpajak u juume' ku ts'a'abal uláak' u chíikul.
3. Ku p'i'isil u piimil u máal lu'um je'el bix u ye'esajil oochel 16
4. Utia'al u jets't'anta'al wa chich u lu'umele' ku yila'al wa yaan moots tu yáanal le máal yaan u chíikulo'. Le u yantal wa u mina'antal moots te'ela' ku ye'esik buka'aj chichil le lu'um ma' tu ch'aik u máan mootso'o'.
5. Ku páajtal xan u meyaj jump'éel wach' tóorniyo táats' u ni'. Utia'al le la', ku bin u pa'abal le u máalal lu'um tak tu'ux asab talam utia'al u ts'a'abal u chíikul.
6. Ku bin u pa'abal le lu'um tak káan páajtak u séebtal u púukul, te'el' ku ts'a'abal u chíikulal.



Oochel utia'ai: Aldrin Quevedo.

Oochel 16. Bix lu'um. U ye'esajil u taamil yéetel u piimil.



Oochel utia'ai: Leodegario Osorio, INIFAP.

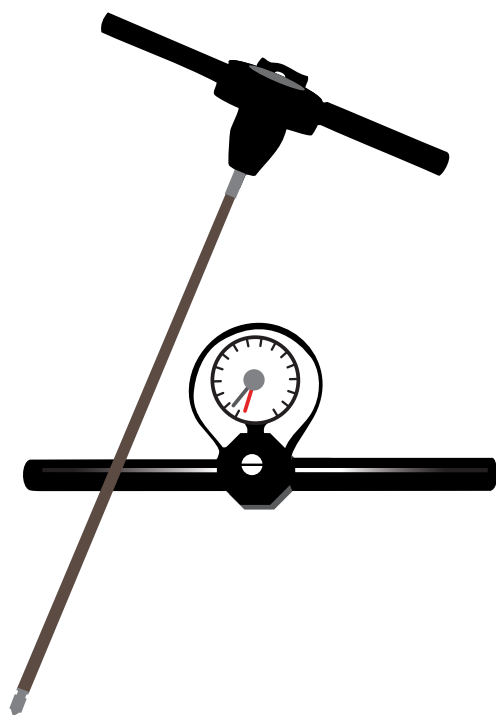
Oochel 17. U ye'esajil lu'um mina'an u chichil, tu'ux yaan mootso'ob.



U p'iisiil yóolal u buka'ajil

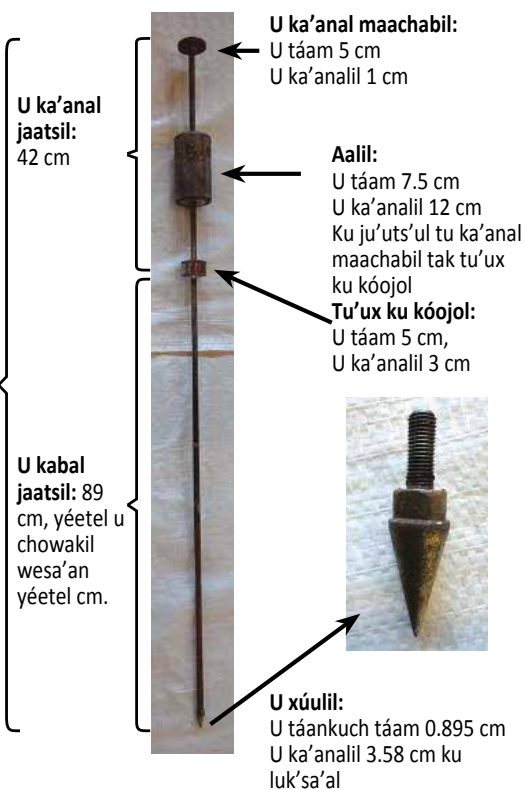
Ku ch'a'abal yéetel u p'iisiil u taamtal ba'al tu'ux ku meyaj jump'éeel nu'ukul ku k'aaba'tik penetrómetro, ba'ax ku beetike' u jóok'sik bix u cha'aik u péek jump'éeel nu'ukul ku bin ichhil lu'ume' ku jatsa'al ichil u taamil ku páajtal.

Jump'éeel penetrometroe' yaan ku péek wwa ma'atech u péeki', **(oochel 18 yéetel 19)**. Le ma' tu péeko'ku p'isik le muuk' ku meyaj utia'al u léench'int le nu'ukul te' ich lu'umo' jump'éeelili' u chichil u bin. Je'el túun le ku péeko'obo' ku p'isiko'ob u muuk' lu'um uutia'al ma' u yokol mix ba'al le káan k'o'olok lajuntéenal te' lu'umo'.



Oochel 18. Páanab ma' tu péek.

Äasero varilla:
chowakil 134
cm u táam 1.5
cm U roscail
ichil



Oochel 19. Páanab ku péek u kúuchil.

Chichil: U xachbáajil yóok'lal páam, U nu'ukt'aanil u ketlamta'al u meyajil paak'alo'ob - CIMMYT-MasAgro, 2013



Bix u meyaj jump'éeel penetrómetro ma' tu páak

1. Wach' u ch'ootobil u kaal le amortiguadoro' yéetel ka juts'ik u kaal kabal tu tojol u eeje, kex jump'éeel u polokil u na' a k'ab tu plaastiko sóol.
2. Le nu'ukula' yaan ka'ap'éeel u ni', k'abet u luks'al wachbil u ch'ootobil.
3. Ku yéeypajal máakalmáak ku meyaj ti' le lu'um yéeya'ano'. Le chichano' utia'al chichich lu'um yéetel le nojocho' utia'al jujuykil lu'um.
4. Ka sutik u ch'ootobil tak tu xuul le eejeil le nu'ukul tia'al u ye'esajil chichich lu'umo'
5. Ts'áaj u ni' le nu'ukul te' tu'ux ku meyajilo'. Ku chan pets'a'al jump'éeelili' tu ka'ak'abil le nu'ukula' utia'al u bin u jéets'el u ni' te' lu'umo' jump'éeelili' u chichil yéetel u bin u taamtal.
6. Le eejea' yaan u ye'esajil óox-óxp'éeel u polokil u na' a k'ab. Je'el bix u bin u taamtal le eeje ichil le lu'umo' yaan u ts'a'abal u chíikul tu taamil, óoxp'él, wakp'éeel, bolomp'éeel, ka'alajump'éeel yéetel jo'olajump'éeel, yéetel waxaklajump'éeel u polokil u na' a k'ab. (jaajkuns u meyaj u xookil tubeel je'el bix u ya'ala'al tech)
7. Junmáal chichich lu'ume' chika'an u bin u nojochtal u ye'esajil tak u chak chíikulal le nu'ukulo', ts'o'okole' ku bin u yéemel tak te' chíikulal k'an wa ya'axo' ts'o'ok u máan te' junmáal chichich lu'umo'. K'abet u ts'íibta'al buka'aj taamil le káan káajak yéetel buka'aj taamil le káan ts'o'okok. Nota: k'abet u ts'íibta'al ya'ab p'iisilo'ob ti' jejeláas kúuchilo'ob.
8. Wa le probador ma' táan u meyajó'. Moch wach' le u ch'ootobil le u kaal le eeje yéetel na'aks tu ka'analil tak káan táak'ak te' tu plaastko sólo', ts'o'okole' ka ch'otik. Le je'ela' ku yáantaj utia'al ma' u loobinta'al le probador ti' chichich lu'umo'
9. Ku wa'ach'al le ch'otobil tu kaal le amortiguadoro' ku jalk'ajal u kaal tak tu tojil le eejeo' kex jump'éeel u polokil u na' a k'ab.



Bix u meyajta'al jump'éeel penetrómetro ku péek

1. Luk's tuláakla sojol yóok'ol le lu'um utia'al u paajtal a wilik tubeel u p'iisil le penetrómetro'
2. Tu káajbale', wa'alkuns tubeel le penetrómetro , chéen ba'ale' wa ikil u meyaj ku ch'éebele', ma'a wutskinsik.
3. Il ma' a táakal ti' u teejelil lu'um yéetel uláak' jela'anilo'ob.
4. Na'aks le peesa wa aalil tak tu'ux u jach ka'analilo' ts'o'okole' ka cha'ik u lúubul. Tich' a k'ab yéel ka ts'aajik a k'ab te' tu yóok'ol le machabilo'. P'at tich'ikbal, ma' machik le machabilo'
5. Il tubeel ma' u táakpajal a wíinkilil wa uláak' ba'ax tu beel le peesa ku bin lu'umo'.
6. Ts'iibtbil u xookil jaytéen k'abet u lúubul le peesa te' lu'um utia'al u k'uchil tak te' p'iisil yáan a'alano'
7. Le jaytéen k'abet u kúulul lu'um le peesao' ku chíikpajal yóolal bix le lu'umo' yéetel u taamil le paak'alo', le je'ela' chéen ka'ap'éel u jela'anilo'ob. Uláak' ba'ale', ba'axo'ob ku meyaj utia'al u taamtal lu'um je'ex a'alanil yáaxo' ku k'abetkunsik p'iisilo'ob je'el bix u piimil le u máalo'ob le lu'umo'.
8. P'is u talamil u yokol peesa lu'um ti' jejeláas bix lu'um yéetel beet ya'abkach p'iisilo'ob utia'al a jets'ik p'iisilo'ob.



U séeba'anil u sa'ap'al ja' lu'um

Utia'al a wojeltik le je'el ti' le lu'uma' ku meyajta'al jump'éeel chan anillo (ts'ipit) tu'ux ku beeta'al beya':

1. Ku meyaj jump'éeel laata 10 wa 15 cm u kóochil yéetel 30 cm u chowakil.
2. Mu'ukuk lu'um bey 1 wa 2 cm utia'al ma' u yáalal ja'i', k'abet xan u luk's'al ma'ay ba'al wa xíiw ma' oks'a'ak le laata te' lu'umo'
3. Láalbil 250 ml ja' ichil le laata tu súutukil 0 utia'al u páajtal u xookil súutuk yéetel jump'éeel cronometro.
4. Yaan u xookil súutukil tak káan sa'ap'ak tuláakal le ja'o'.
5. Uláak' bix u beeta'al le je'ela' u láala'al ja' lu'um kex lajun (10) tak jo'olajun téen (15 veces) 100 ml ja' jujuntéen. Ku bin u ts'íibta'al buka'aj súutukiil ku biinsik u sa'ap'al le ja'o'.
6. Wa le bixil meyaj ku beeta'al ti' paak'alil camase', wa le p'iisilo'oba' .ku beetal yóok'ol le cama yéetel ichil e t'o'olil pakalo', k'abet u ts'íibta'al ka' jatsil.

$$\text{Jóok'saj p'iisil (e'esajil)} \frac{250 \text{ mL}}{89 \text{ sec}} = 2.81 \text{ mL/sec}$$

U yee'sajil bix u ketlamil u séebil u sa'ap'al ja' ch'a'ba'an ti' k páarsela

Amayte' 5.
U amayte'il u
ketlamil bix u
sa'ap'al ja'.

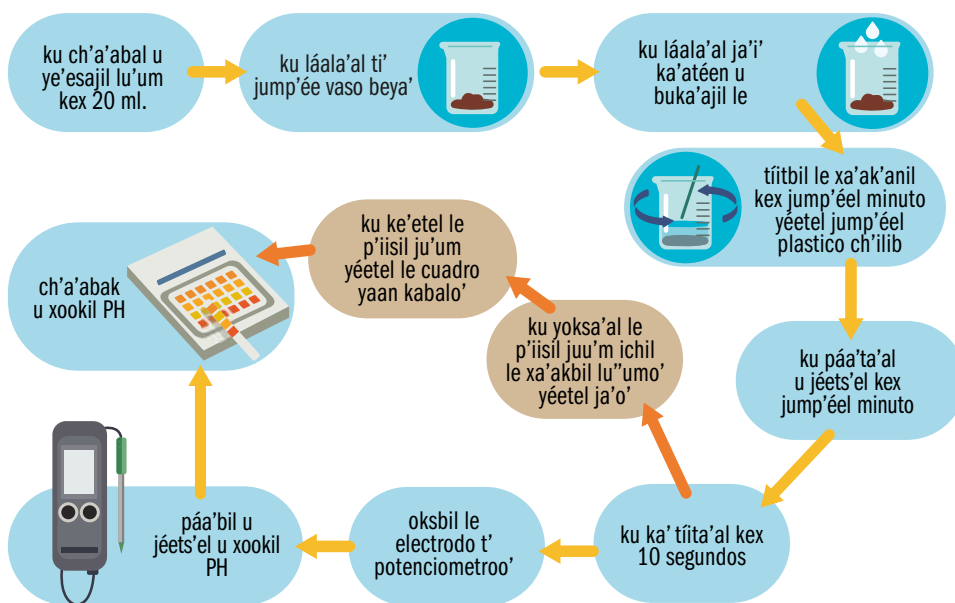
U séeba'anil u sa'ap'al ja'		Utia'al jump'éeel laata de 10 cm de diámetro
Jach sa'am	20 - 25 mm/h	160-200 ml/h
Sa'am	15 - 20 mm/h	120-160 ml/h
Ma'alob lu'um - sa'am	10 - 15 mm/h	80-120 ml/h
Ma'alob lu'um - k'at	8 - 10 mm/h	65-80 ml/h
K'at	< 8 mm/h	Múun k'uchul 65 ml/h



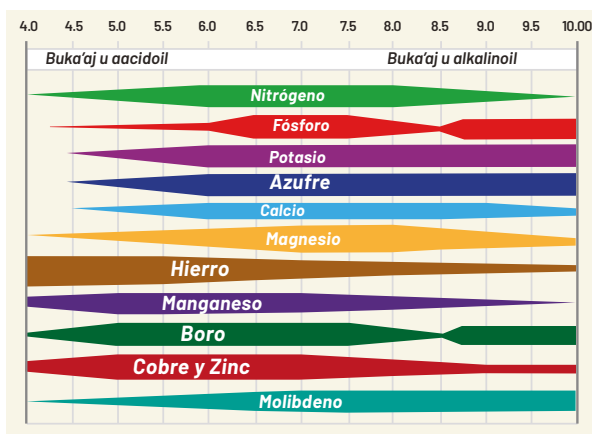
U ba'xilo'ob yaan ti' lu'um

pH

Suukile', le PH tubeel yaan lu'umo' k'abet ku péek ichil 6.5 yéetel 7 utia'al u beetik ma'alob náajalil jooch tumen te'elo'oba' le u ayi'ik'alil lume' séeba'an u ch'a'abal le beetike' leti' tu'ux ku meyaj tubeel utia'al u ya'abil paak'al.



Oochel 20. U nu'ukt'aanil u p'isa'al PH ti' lu'um k'áax tu'ux ku meyaj jump'éeel potencimetro wa u tsayxóot' e'esajil PH.



Oochel 21. U chíikulal buka'aj ayi'ik'alil lu'um yóolal PH.

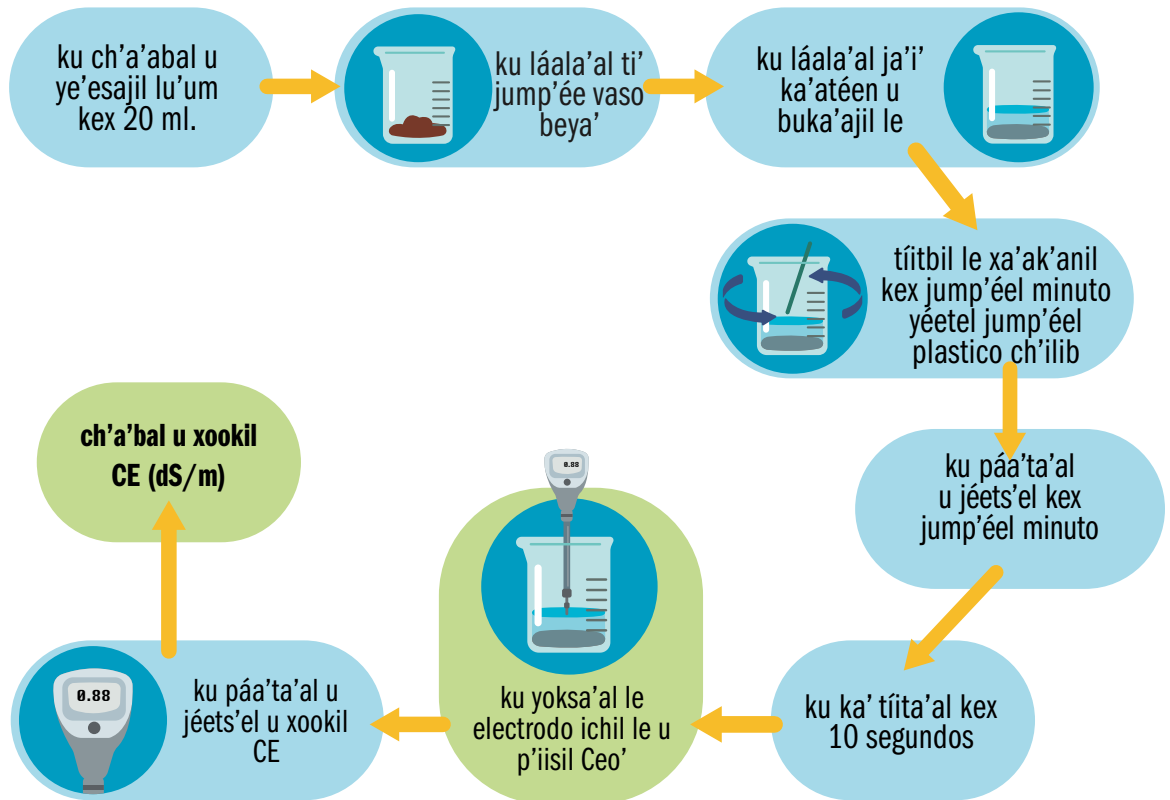
ÁANTAJ: wa asab kóoch le u chowakilo' u k'áat u ya'al le u áantaj wa u ayi'ik'alil lu'umo' asab yaan u PH, wa bek'eche' ma' seten yani'. E'esajil: Hierro, PHs 4 tak 5.5 asab yaan, wa 5.5 tak u ya'abiile' ku bin u bek'echtal, ku bin u sa'atal.





U yáalkab kóoriente

Le u ta'abil lu'um ku yéemsik u páajtaliil osmótico ti' le lu'umo' ku óotsilkunsik u yantal ja' utia'al paak'al, kex le lu'um ka'aj u ye'es yaan u chíikulal ch'uulil ti'.



Oochel 22 . u nu'ukt'aanil
u jets'kunsal u ch'óoch'il
lu'um ikil u meyaj jump'éeel
p'iisil CE

Lu'umo'ob yéetel u CE ma'a ttu náakal 1 ds/m ku ya'ala'al lu'um mina'an u ta'abil yéetel mina'an paak'al ku jatsik. Ba'ale' wa asab u xookil 2 tak 4 ds/m u CE (lu'um xa'ak'a'an u ch'óochile') ku yéemsik u yantal u yich paak'al ma' utstut'aan ta'abi'. Ichil u yaanal ba'ale', lu'um jach ya'ab u ch'óoch'il ku k'uchul u xookil 8 tak 16 ds/m chéen ku liik'il paak'alo'ob suuk ch'óoch'il lu'um ti'ob (Castellanos, 2000).



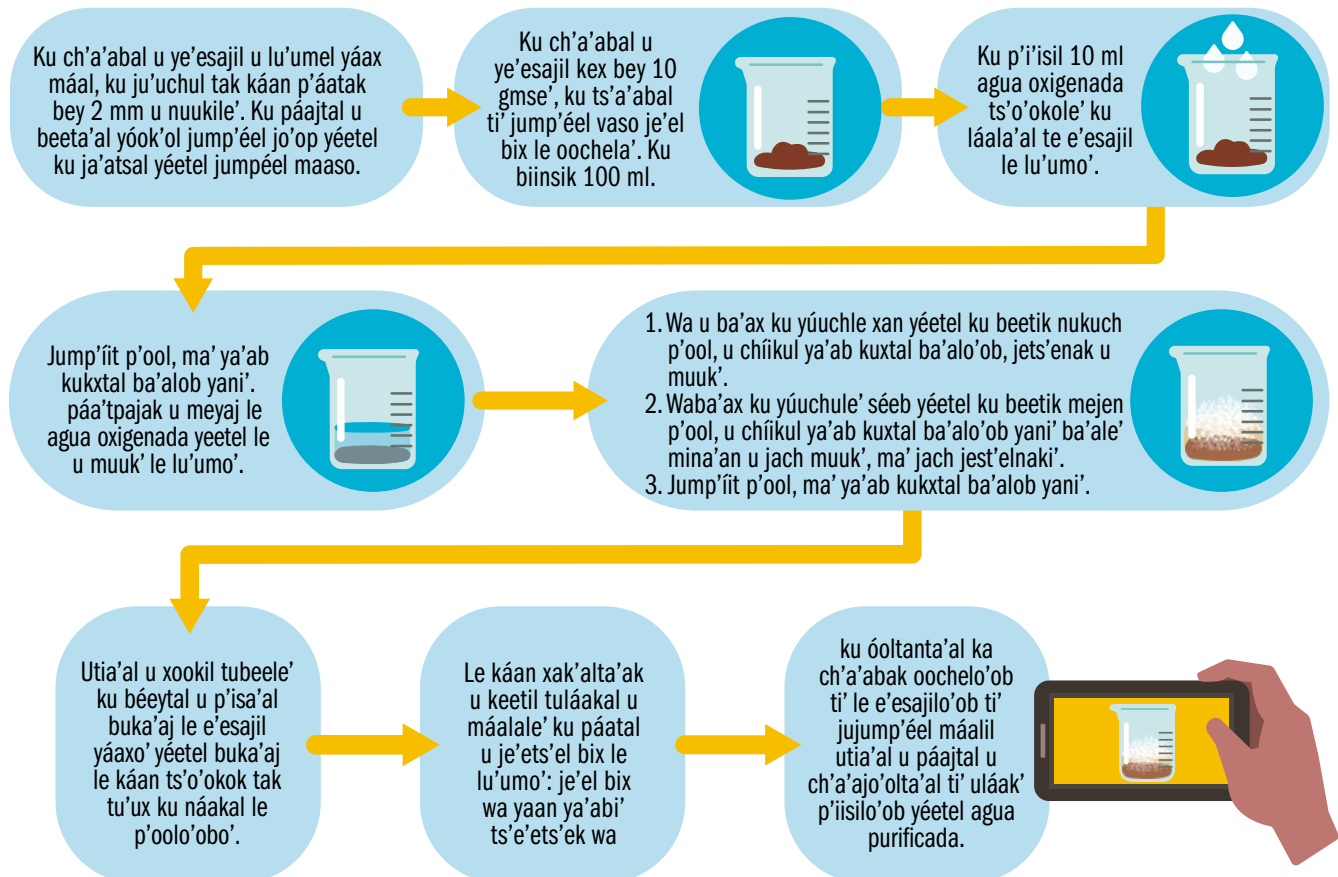
Ba'ax kuxtalilo'ob ku taalsik

Ba'axo'ob ku kíimilo'ob

U ya'abil ba'axo'ob ku kíimilo'obe' naats' yóok'kabil yaan .
Tuláakal che'il, lool yeetel le'e' yóok' lu'um ku p'áatal, mootse'
ku suut u yo'och lu'um ikil u bin u kíimil . u mejen ba'alche'il
lu'um (nukumkaan, yéetel ik'elo'obe') ku sa'atalo'ob ichil yáax
15 yak 20 cm ichil lu'um, lebeetik le MOS ku ya'ala'al ti' materia
organica de l suelo, ti' yaan te' yáax jun náab taamil lu'uma'.

Utia'al u k'aj óolta'al kuka'aj u ma'alobil MOSe' ku meyaj agua
oxigenada je'el bix u ye'esajil te' kabalila':

**Oochel 23. u nu'ukju'unil
u ya'abil MOS yéetel agua
oxigenada kku meyaj.**





U taamil moots

Mootso'obe' ma' chéen u muuk' lu'um utia'al u yijital yéetel u ts'áaj u muuk' tuláakal u che'il paak'alo'obi' ku meyaj utia'al u ts'u'uts'ik ja' yéetel u ba'axilo'ob ku taalsik ja' utia'al u nuuktal paak'alo'ob.

U mu'uk'an ila'al u nukta mootso'obe' bey ma talam ba'ale', chéen k'abet a wilik u jáal xootil lu'umyéetel a wilik tu'ux yaan mootso'ob, yéetel jump'éel watch' toorniyoe' táats' u ni'e' ku bin a kaxtik jujump'iitil le moots tak tu'ux ku náakalo'. Wa jach k'abete' yéetel jump'éel wits'ja'e' ku bin a p'o'ik le moot yéetel ja'o'.

Te' mootso'obo' ku p'isa'al u chowakil ich cms yéetel ku chikpajal bix u bin yéetel wa yaan jela'anilo'ob ti' yóolal chichich lu'um, ti' le wi'obo' ku chíkapajal wa yaan u mookilo'ob .

Wa le káan beeta'ak le p'iisil je'ela' ts'o'ok jooche' k a'alik beya' mina'an paak'alo'obe' u mu'uk'an ilajil u taamil mootse' unaj u

**Oochel 24. U moots
junkúul caupí.**



Oochel utia'al: Rausel Ovando, CIMMYT.

**Oochel 25. U moots
junkúul u nalil ixí'im**



Oochel utia'al: Leodegario Osorio, INIFAP.

**Oochel 26. U moots junkúul
girasol.**



Oochel utia'al: Jaime Leal, CIMMYT.



beeta'al ma' kaajak u meyajiil lu'um tuka'atéeni' (paam yéetel xíix) ikil le páam lu'umo' ku chikpajal u moots paak'al yéetel u moots xíiw. Ku p'i'isil u taamil tak tu'ux chika'an moots tubeel.

U chíikulal ba'alche'

Ichil u jejeáasil kuxtal lu'ume' yaan u jach p'ayach mejen ba'alch'ilo'ob, kuuxumo'ob yéetel mejen bek'ech xnook'olo'ob (nematods) tak le p'ayach ik'elo'ob (colémblos), peecho'ob, chimeso'ob yéetel nukumkaano'ob. Le ba'alche'oba' yaan u meyajo'ob ichil lu'um, u k'astal wíinkilillo'ob, u yantal notrogeno iik', u sutlansuut kuxtal yéetel u ayi'ik'alil lu'um, yéeel u yets'tal ja'i'

Utia'al a k'aj óoltik le ba'alche'oba' chéen k'abet a wilik yóok'abil lu'umil páarsela. Ichil le lu'um ku jóok'sa'al táan u páana'al le e'esajilo' kuk páajtal u cha'abal chíikulilo'ob utia'al u xaak'alil le lu'umo'. Te' oochelo'oba' ku ye'esiko'ob ba'ax'ob je'el u kaxta'ale'.

Oochel 27. **Chimeso'ob.**



Oochel utia'al: Rausel Ovando, CIMMYT.

Oochel 28. **kuuxumo'ob.**



Oochel utia'al: Julio César González, AGROCIME.

Oochel 29. **xnukumkaano'ob.**



Oochel utia'al: Archivo CIMMYT.

**Amayte' 6. Tuláakal u jejeláas p'iisil jump'éeel páarsela ku meyajta'al**

P'iisilo'ob	Buka'ajil 1 (0-12 cm)	Buka'ajil 2 (13-36 cm)	Buka'ajil 3 (37-48 cm)
Bix u lu'umil			
U xixlu'umil	Ma'alob lu'um-k'at	Ma'alob lu'um-k'at	Ma'alob lu'um-k'at
U wóolil	angular u wóolil	angular u wóolil	Juuch'
U chichill lu'umil	Mina'an	Mina'an	Yaan, jach chich
u sap'ik ja'	xaan (100 ml/h)		
ma'alob u taamil	75 cm		
u ba'axilo'ob yaan ti' lu'um			
pH	7.9	8.1	8.2
ch'óoch'il	0.4 dS/m	0.3 dS/m	0.3 dS/m
Ba'ax kuxtalilo'ob ku taalsik			
ba'axo'ob ku kiimilo'ob	ma' ya'ab u p'olikubáaji'	ya'ab u p'olikubáaj	ya'ab u p'olikubáaj
u taamil moos	32 cm		
u yanil ik'elo'ob	mix juntúul	u nook'olil lu'um	mix juntúul
% u chuka'anil	25		
Suup'o'ob kaxta'an		Utskinajo'ob, túumbenilo'ob yéetel nun'ukt'aan	
U chichil lu'um 37 cm u taamil		- Ch'akbil u yáax máal lu'um (yáax ja'ab) - p'iitkunsajal u méek lu'um - u meyajil chéen jump'éeeli' eera	
U xanil u sa'ap'al ja' (100 ml/h)		- U bo'oybesajil lu'um utia'al u xantal u yáalkab lu'um yéetel ooxol. - pak'o'ob wa suup'il pak' utia'al u yakkunsa'al ja'il cháak	
pH alcalino (máanja'an ti' 7)		- U t'óot'ol azufre - Áantaj lu'um jach acido u meyaj - U meyajta'al áantaj lu'um yaan u PH acido - U meyajta'al xiiwo'ob utia'al u yutskunsajil k'asa'anilo'ob	
U yóotsilil kuxa'an lu'um tu yáax máal		- U ma'ay ixí'im - Paak'alo'ob ku ts'áajiko'ob bo'oy	
Low levels of coverage (25%)		- U ma'ay ixí'im - Paak'alo'ob ku ts'áajiko'ob bo'oy	



U nu'ukt'aanilo'ob jump'éeel ma'alob meyajil

1. Ka kaxtik tuláakal ba'axo'b k'abet ma'ayli' káajak a beetik le páamlu'umil yéeel le utia'al a ch'a'ik u xookilo'ob le lu'umo'
2. Utia'al nu'ukulo'ob ku meyaj báateriya ti'obo' k'abet a wilik wa ku meyaj utia'al ma' u k'uchul u yorail u meyaj mina'an u muuk'
3. Jets' yaan u táakpajal le kolnáalo'
4. Tsol ti' le kolnáal bix u meyaj u ayi'ik'alil lu'um yéetel u ts'áajik u yich paak'alo'ob
5. Beetbil le xaak'al tu p'iis k'iin utia'al u paajtal y tukulta'al tubeel bixil, u tsolmeyajil yéetel y béeytal u ye'esa'al ti' le kolnáalo'. Beyo' ku jets't'anta'al baa'x túumbenilo'ob ku meyajtbil.



U chíikbesajil talamilo'ob yéetel túumbenilo'ob



Kaxanil

U yilpajal bix u biinsikubáaj talamilo'ob wa suup'o'ob yéetel tecnologikas utskinajo'ob yéetel túumbenilo'ob , le ts'áajik u muuk' le nu'ukulo'oba'. Tu xuule' le túumbenilo'oba' ku suuto'ob u jajil meyajo'ob ku beetbil te' páarcelao'.



Nu'ukt'aanil

Le túumbenilo'ob ku chikpajao' yaan u meyajo'ob utia'al u luk'ul talamilo'ob. Le káan xo'okok le xaak'alo'ob yéetel le káan kaxpajak le u jejeláas túumbenilo'obe' ku taalsik utskinajo'ob.

Ku k'ubenta'ale' tu táan jump'éel talamile' k'abet u tukuta'al ka'ap'éel wa óoxp'éel túumbenilo'ob ku ketikubáajo'ob yéetel ma' tu meyajo'ob tu juunalo'ob: je'el bix te'ela: tu'ux jach ya'ab u jóok'ol xíiwe' je'el u tukulta'al ka'ap'éel meyaj tuukul ku yáantik u p'íital le talamila' yéetel uláak' meyaj tuukule' utia'al u k'ex y páajtalilo'ob lu'um utia'al ma' u yanta l u muuk' xíiw tu táan paak'alo'ob.

Yáax e'esajil. Utia'al u xula'al u jóok'ol xíiwe' ku seten meyaj kíinsaj xíiw wa yéetl xan ku xa'ak'ta'al ya'ab ba'axo'ob.

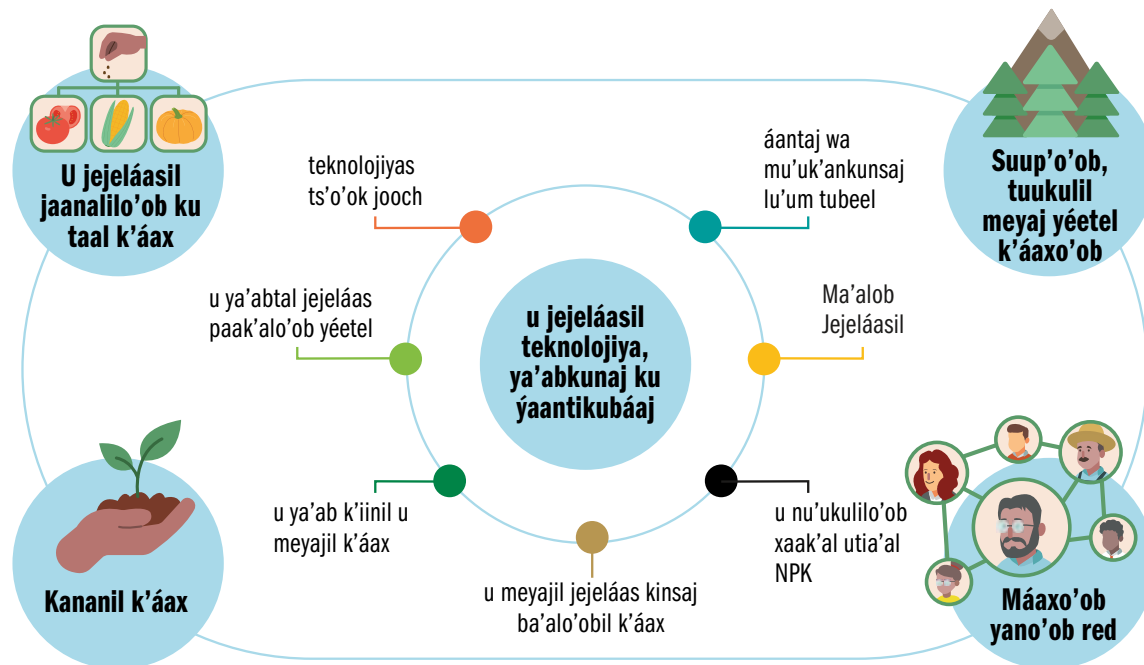
U ka'ap'éel e'esajil. Utia'al le talamila' ku ya'ala'al ka jelkunsáak y táaxil lu'um, ka'aj cha'abak u páatal kimen xíiw te' lu'um u ts'áaj bo'oy yéetel jump'éel ssup' utia'al jóok'ol xíiwi' wa ma' u jach ya'abtal. Ts'o'okol xane' ku ts'aabal kíinsaj xíiwi' ba'ale' ku beeta'al u p'iisil PHill ja' yéetel uláak' ba'alo'ob.



U jejeláas teknolojiya

Wa ts'o'ok u chikpajal ba'ax talamil-suup'o'ob te' xaak'alo' k'abet u káajal u xaak'alil ma'ayli' tsikbalata'ak u tuukulil meyaj ti' le kolnáalo'. Le tuukulil meyaj INNOVAHUBa' ku taalsik jejelaas meyajil teknolojiya yéetel u túummben meyajilo'ob k'áax ku ketik u kananil k'áax, u ketbixilil yéetel bix yanil jump'éel sistema (wa tuukulil meyaj) yéetel bix náajal jooch. **(Oochel 30).**

**Oochel 30. U jejeláas
teknolojiya**



Ts'o'ok u yila'ale' le túumbenilo'ob ku ts'aaj ojeltbil te' jejel' 'asila' jatsa'an ka'ap'éelil:

Toj túumbenilo'ob: túumbenilo'ob utia'al ma' náach k'iini' yéetel ku táakpajalo'ob ti' chéen junjaats meyajjil náajal jooch ts'o'okole' beyo'oba':

1. ma' talam túumbenilo'obi'
2. jump'éel ma'alob meyaj yóo'lal u meyajil k'áax
3. Ku ts'áajik utskinajo'ob chéen juntéen náajal jooch



Túumbenilo'ob ku jets' meyajo'ob. Leti' le túumbenilo'ob ku meyajo'ob ti' chan náach k'iin yéetel ku táakpajalo'ob ti' tuukulil meyaj beya'.

1. ku ya'abkunsik náajal jooch
2. ku jump'íitkunsik u jaats' cambio climático
3. ku kaxtik múulmeyajilo'ob yéetel u jokol máak ti' kúuchilo'ob koonol.

Te' u jejeláas ba'aloba' yaan túumbenilo'ob u yich u meyajil xaak'alo'ob ti kúuchilo'ob xaaka'l, u kúuchilo'ob ka'ansaj , yéetel paltaformsil invetigación (xaak'al), beey xan u jlka'ansajil u jaatsil túumbenilo'ob yéetel teeknikos ku yak'ikubáajo'ob HUB wa INNOVAHUB. Te' oochel 2 kuk ye'esa'al ts'e'ets'ek túumbenilo'ob ku páajtal u meyajta'al, na'atak le je'elo'oba' ma' tu ts'áajiko'ob suup'.

**Taabila 2. U jejeláas
teknolojiyas**

jaatsil	Toj túumbenilo'ob	Túumbenilo'ob ku jets' meyajo'ob
Áantajil lu'um	· jóoyabbil áantajil paak'al · u jeets'el tojol k'áax · jatsaljaats áantajil paak'al · áantajil ku taal ti' kuxa'an ba'alo'ob	· ma'alobkunsaj lu'umo'ob · u k'expajal jujuntéen paak'al
U meyajil ts'o'k jooch	· u chichtal lu'um · jejeláas lu'um kinsik ik'el	· xíix , tikinkunsaj yéetel u luk'ul k'ak'as ba'alobil
U ya'abtal jejeláas paak'al	-----	· paak'al kanatik lu'um · u k'expajal jejeláas paak'al
Okol ti' jejeláas kúuchil koonol	· u jeets'el tojol k'áax	· ko'okoj paak'al (le ku ts'áajiko'ob aceite yéetel le ku ts'áajiko'ob neek jaantbilo')
Jejeláas paak'al ma'alobkunsan	· le ku ts'áajiko'ob pooleno' · máasewáal l'inaj	· u ma'alonkunta'al u nalil kool
U nu'ukulil u xaak'alil NPK	-----	· na'atpajiil yéetel u meyaj u xaak'alil lu'um · u ts'abal p'iis ti' nukuch yéetel p'ayach áantajilo'ob lu'um
Meyaj ku kanantik k'áax	· u su'il paak'al · u táaxkunajil lu'um · táabsaj ik'elo'ob tia'al ma' u ya'abtal · u meyaj p'ayach ik'elo'ob k'oja'ankunsik k'aak'as ik'el	· u meyajil tuláakla k'oja'anilo'ob · kool ichil paak'al ku yichankil · u chuka'an meyajil lu'um · u kananta'al ma' u peek lu'um · jjets'a'an ka'anche' · u kananil mamtats' ma' u líik'il xíiw

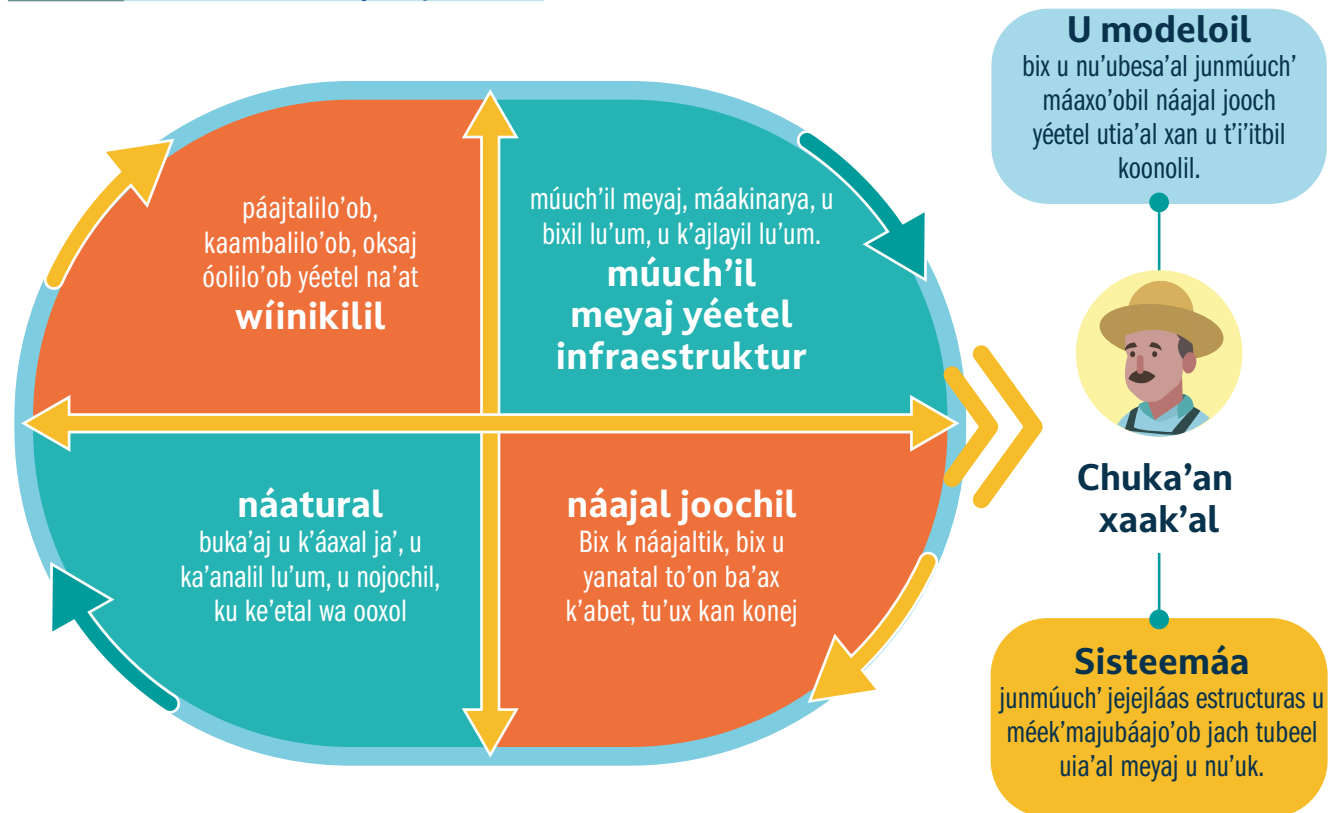


U xaak'alil bix yanil lu'um

Jach k'abet le káan yanak jump'éeel bixil yanil jump'éeel páarselae' ojelalil ku páajtal u xak'alta'al utia'al u jets'a'al talamil wa suup' ma' tu cha'iko'ob u meyajta'al u tuukulil mayaj yéetel u ye'esajil náajal jooch.

Utia'al le je'ela' ku ya'ala'al ka beeta'ak beya':

Oochel 31. U xak'alta'al le u bix yanil páarselao'



1. U yilpajal u jejeláas ba'alo'obil

Jach k'a'ana'an u chikpajal nu'ukil ojelalilo'ob yéetel u beeta'al jump'éeel tu'ux u ts'a'apal ojelalilo'ob ka'aj meyajnak tu jeel k'iino'ob utia'al u beeta'al u jaatsil ojelalilo'ob. Le tu'uxila' ku páajtal u beeta'al je'el bix le **tabla 3^a** ba'ale' ma' le u jaajil tuukuli'.



Taabla 3. Ba'axo'ob ku p'i'isil ti páarsela (e'esajil)

Chéen k'aax wa meyajtbil k'aax	U páajtalil yéetel u yojelal kolnáal	nu'ukul yéetel makinarya	Bix le lu'umo'	U k'ajlayil páarsela	Náajal jooch	U xuul wa suup'
Ka'anal lu'um	U yojel u k'abetil u meyajta'al lu'um	paanab	pH 7.7	Chéen ku meyaj urea	1 ton ixi'im /ha	niixkab
Ka'analil: 1850 msnm	Ku meyajtik MIAF máan 5 ja'ab	Máaskab	Kabal MO, u p'iisil p'ool	U suup'iil kuxa'an kúulal durazno 10 m u yáam	5 ton/ha durazno	Biinsaj lu'um ja', yéetel iik'
U k'aaxal cháak: 1200 mm	Ma' tu meyajtik k'aak'as ik'el	xlóob	Bey k'at sa'ame'	Páarselae' ku je'el 5 wináal	Yaan ba'alo'ob k'abet bey 3 oora u náachile'	Ma' tu jach paajtal u jokol kaaj
ooxo 22°C	Mina'an k'oja'ani'lo'obi' l beetik ma' tu meyajtik		20 cm u taamil chichich lu'um	Mina'an		Ja'aja'alil paak'al
K'aax tu'ux ch'uul mantats'	Ku yaantik paak'alo'ob yéetel ku na'atik áantajilo'ob		Cháaltun 50 cm taamil lu'um	Ja'ablanja'ab u péeksa'al u lu'umil yéetel paanab		10 ja'ab káajak u p'iittal cháak
	Taak u ya'abtal u jooch		Pendiente del 25%	Se realiza chapeo		
	Ma' taak u xuupi'			Kantéen ku ts'áajik kiinsaj xiiwi'		
				Máasewáal neek'il sak tepecintle		
				5 jejeláas xiiw kóoch le' yéetel 2 bek'ech le'		
				U piimile' 100 mil paak'alich/ha		

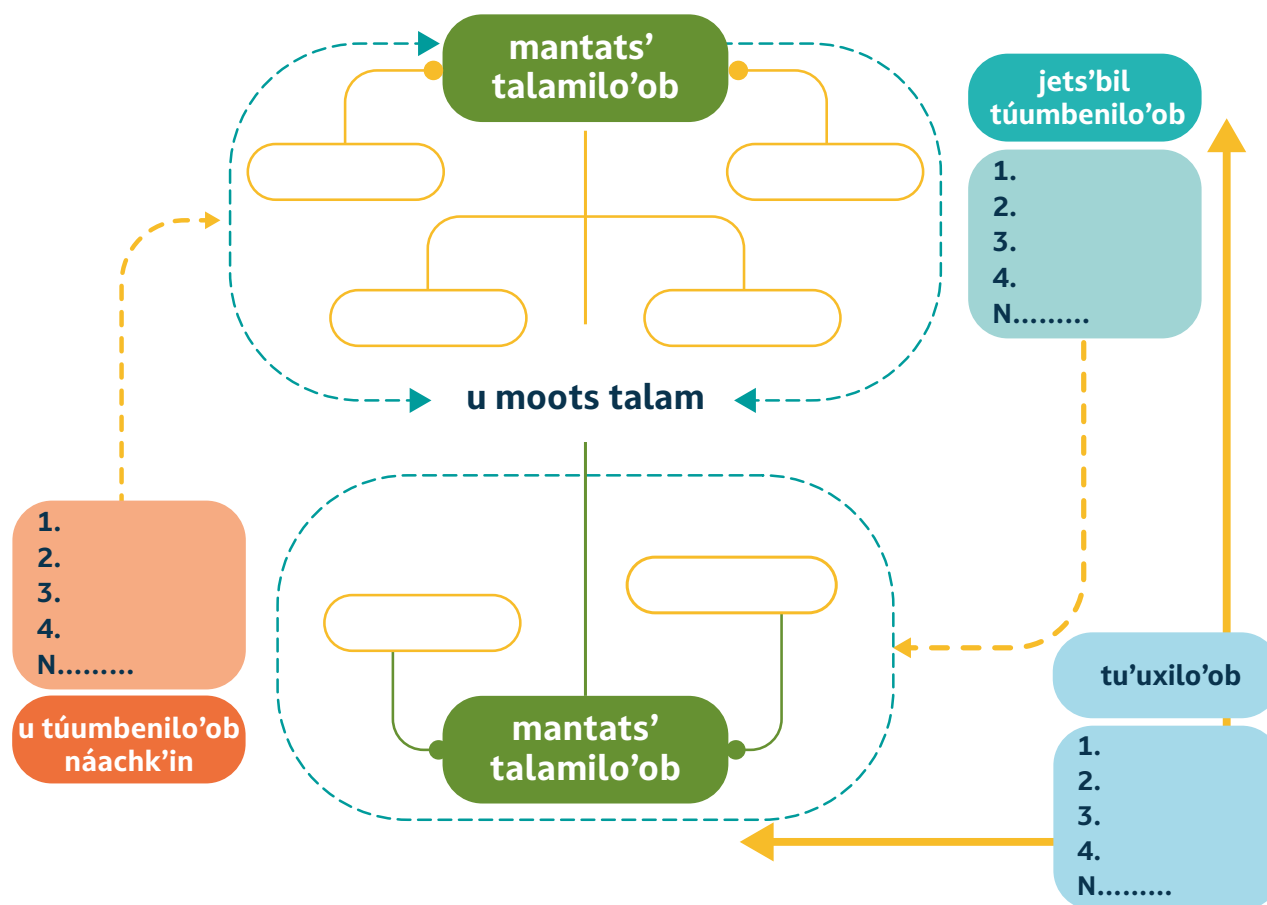


2. U jatsa'al u jejeláas talamilo'ob yéetel ba'ax sup'ik u tuukulil meyajil k'áax

Ku chikpajal ka'ap'éel nukuch jaats talamilo'ob: noj tuukulilo'ob meyaj yéetel le kóom u k'iinilo'obo', le je'ela' ku biinsiko'on k bix le táakpajalilo', yóolal náajal jooch wa toj táakpajal.

K'abet u chikbesa'al u talamil wa u moots talamil, tumen beyo' ku páajtal u yila'al ba'ax utskunsajil k'abet, ichil nukuch uutskinsajil yéetel le ku meyaj ichil u bak'pachil le talamilo'.

**Oochel 32. E'esajil
utia'al u chikapajal u
talamil wa u sup' bejil
moots.**



Le káan beet u jaatsil talamilo'obe' ku páajtal k beetik jump'éel taabla beya':



Taabla 4. U máalumáalil talamilo'ob.

Talamilo'ob wa ba'ax ku beetik suup' mantats' (náachk'in)	Problemáticas o limitantes lineales (ku séeb meyajta'al)	Jejeláas p'iisil k'áax	Bix yanil kúuchil
Jach chich lu'um tak 20 cm taamil	Mina'an u meyajil k'ak'as ik'el	Ka'anal lu'um	Kuxa'an suup' 10 m ti'. U kúulal durazno
Cháaltun 50 cm taamil	Mina'an k'oja'anilo'obi' l beetik ma' tu meyajtik	K'áax mantats' ch'uul	Ku meyajtik tuukulil meyaj MIAF Asab ti'5 ja'ab
25% u níixkabil	Ku yaantik lu'um yéetel yojel bix u meyaj	U ka'analile': 1850 msnm	Ku meyaj máasewáal sak neek' tepecintle
Kabal u M0, u p'iisil u p'oolil	Ma' u k'aat xuupi'	Buka'aj ja' ku k'áaxal:1200 mm	Ba'axo'ob k'abete' 3 horas u náchil yaan
U biinsa'al lu'um umen iik' yéetel ja'	Taak u ya'ab náajal jooch	Buka'aj ooxol: 22°C	Ja'aja'alil paak'al
Istikyaj u kúchul máak kaaj	Chéen URE A ku meyajtik	Ka't- sa'am u lu'umil	5 ton durazno ti' /ha
Yaan 10 ja'an p'iitchajak u k'aaxal cháak	Kantéen ku meyaj kiinsaj xiiw	niixkab	1 ton ixí'im /ha
Ku péeksa'al u lu'umel ja'ablanja'ab yéetel páanab	Mina'an		Ku meyaj máaskab, páanab yéel xlóob
	Ku je'elel u meyajil 5 wináal		U yojel u k'abetil u meyajil lu'um
	u piimil paak'ale' 100 mil paak'al/ha		
	5 jejeláas xiiw kóoch le' yéetel 2 bek'ech le'		
	Ja'ablanja'ab u lóobche'eta'al		



Oochel utia'al: Archivo CIMMYT.

3. U yéepajal túumbenilo'ob utia'al le talamilo'ob beetik mina'an náajal joocho'

Le káan páatak u jatskunsal le talamio'obo' jach ka'bet u yéeya'al ba'ax utskinsajil yétel túumbenil ku meyajtbil. Le nu'ukbeasajt'aana' k'abet u beeta'al yéetel bix u tuukul teeknikos ts'ookole' ku jets't'anta'al yéetel kolnáal wa yéetel kolnáalo'ob wa le meyaja' ku beeta'la yéetel múuch' meyaj.

Utia'al u meyajil le je'la' ku jets'a'al bix ku meyajtbil yéetel u tuukulil ba'ax teknolojiyasil ku ustkinajij je'el ku ya'alik **taabla 5e'** ba'ale' **taabla 6e'** ku ya'alik ba'ax ku beetbil.



Taabla 5. U ye'esajil utskinsajo'ob yéetel túumbenilo'ob.

Talamil wa suup'il	Túumbenilo'ob	Teknoojikas utskinsaj
Jach chihc lu'um 20 cm u taamil	U meyajil káax ku kanantik lu'um	Ma'atech u jach péeksa'al le lu'umo'
Cháaltun 50 cm tu taamil		
níixkab 25%		Ku k'exa'al u paak'aliil
Kabal u MO , p'isil yéetel oxigenada ja'		
u biinsa'al lu'um tumen ja' yéetel iik'		Ku meyaj kimen xiiwo'ob utia'al u bo'oyil
U páaksa'al lu'um ja'ablanja'ab yéetel paanab		
Ku páakta'al juntéen ja'ab		U meyajil paak'alo'ob yaan u wi'
10 ja'ab káajak u p'íittal u k'áaxal ja'		
Mina'an u meyajil k'ak'as ik'elo'ob	U kananil u meyajta'al k'ak'as ik'el	U nu'ukulil sáasilil paak'al
U k'ak'as ik'el lu'um		U nu'ukulil u xo'okol talamilo'ob
		U meyajta'al neek' (l'inaj)
Ma' chika'an k'oja'anilo'obi' lebeetik mina'an u mayajil.	U meyajil k'oja'anil	Kinsaj ba'alo'ob ku kanantik paak'al U yila'al talmilo'ob
Ku áantaj paak'al yéetel ku na'atik u meyajil	U ma'alobil lu'um tia'al paak'al	U meyajil NPK yéetel pa'ayach áantajil
Chéen UREA ku meyaj		Ya'ax áantajil paak'alo'ob
Mina'an paak'al áantaj		U meyaj paak'alo'ob ku yáantajo'ob
Páarselae' ku je'elel 5 wináal		
Káantéen ku meyajta'al kinsaj ik'el	U chuka'an meyajil xiiwo'ob	U p'is aalil páawobo'ob
6 jejeláas xiiw kóoch u le' y 2 u jejeláas		U ma'alob meyajil quimikos tia'al k'áax (BUMA)
		Paak'alo'ob áantik paak'alo'ob
		Ku mayaj paak'al áantaj paak'alo'ob
U ya'abil wa u su'il paak'alo'obe' 100 mil junkúulal/ha	Bix woja'anil	U táaxkunsal lu'um U ya'abil paak'al wa u su'il



Taabla 6. U jets't'aanil meyaj utia'al suup'ilo'ob yéetel utia'al talamilo'ob.

Talamil wa suup'il	Teknolojiyas utskunaj	Meyajo'ob k'abet u beeta'al
U chichil lu'um tak 20 cm u taamil	Jach jump'iit u péeksa'anil lu'um	U meyajil paak'al ku ts'áajik aaseiteil: girasol, nabos, rábano largo, canola o mostaza Leguminosas: frijol de camote o habas
Cháaltun yaan 50 cm u taamil lu'um		
Níixkab 25%	U jelbesil paak'al	Loocholil tu p'iisil
Kabal u MO, p'iisil yéetel oxigenada ja'		Kuxa'an suup'
U biins'al lu'um tumen ja' yéetel iik'	U meyaj kimen wa kuxa'an wi'ob utia'al u bo'oy lu'um	U jáay xiixil nal
Ku péeksa'al lu'um ja'ablanja'ab yéetel páanab		
Ku páakta'al ja'ablanja'ab 10 ja'ab káajak u p'iittal u k'áaxal ja'	U meyajta'al paak'alo'ob toj u mootso'ob je'el bix oleaginosas y leguminosas	U xa'akta'al u pa'ak'al leguminosas, oleaginosas yéetel gramíneas.
Mina'an u meyajta'al kinsaj ik'el	U nu'ukulil sáasil paak'al	U chuukil u xnook'olil lu'um
U k'aak'as ik'el lu'um	U kanan ilbil u yajil loob	U kanan ilbil taak'ino'ob ichil p'isk'iin
	U meyajta'al l'inaj	U meyajil Beauveria wa metarhizium
Ma' tu chikpajal k'oja'anilo'ob lebeetik ma'ataan u meyajtik	Kinsaj ik'elo'ob ku taal ti' paak'al	U k'aab sulfocálcico
	U kanan ila'al yajilo'ob loob	U kanan ilbil taak'ino'ob ichil p'isk'iin
Ku ts'áajik u yáantaj lu'um yéetel u yojel bix u meyaj	U meyaj NPK yéetel p'ayachil	xóoxot' áantaj yóolal bix tu'ux ku taal áantajo'ob
Ku meyajtik chéen urea	Áantajo'ob ku taal ti' paak'alo'ob	
Mina'an paak'al áantaj	U meyaj bo'oy	Yáax a'ala'an
Ku je'elel páarsela ichil 5 winaal		BUMA
4 u téenal u meyaj kinsaj xiiw	U jets' p'iisil páawob	U jets' p'iisl paawob yéetel u meyaj nu'ukulil chi'
5 jejeláas xiiw kóoch lel' y 2 jejeláas xiiw bek'ech le'	BUMA	
	Paak'alo'ob ku ts'aj bo'oy	
	U meyaj bo'oy paaka'alil vegetales	Yáax a'ala'an
U ya'abil paak'ale' 100 mil kúulal ti'/ha	Utskinsajil lu'um	1 tak 2 neek' i'inaj pak'bil 30 cm u náachil
	U piimil paak'al	30 mil tak 45 mil neek'o'ob ti'/ha



U meyajta'al u táanilkunsa'al le túumbenilo'ob utia'al u myajta'al ti' u ja'abil meayj k'aax tu yáanal u jatsil 1 tak 3, tu'ux 1 le túumbenila' ku meyajta'al te' ja'abil paak'ala', 2e' kolnáale' ku yóoltik u meyaj te' ja'abil paak'ala' yéetel 3e' le túumbenilo'oba' tu meyajta'al tuláak' ja'abil paak'alo'ob. (tabla 7)

Jach k'abet u ya'alale'le túumbenilo'ob ti' jump'íit u k'iinila' ku páajtal u jats'a'al óoxjaats: yóolal u tojol, u náach k'iinal yéetel u páajtalil.

Taabila 7. U táanilkunsa'al túumbenilo'ob.

U jejeláasil talamil wa suup'	Ba'ax ku páajtal u beeta'al	U tsooliin
Náach k'iin	U meyajil paak'al ku ts'áajik aseiteje'el bix: girasol, nabos, rábano largo, canola o mostaza kaajil paak'al. Leguminosas: frijol de camote o habas	1
Náach k'iin	U loocholil p'iis	2
Náach k'iin	Kuxa'an suup'	2
Náach k'iin	U yantal u xiix nal beetik bo'oy	1
Náach k'iin	U xa'ak'bil leguminosas, oleaginosas yéetel gramíneas	3
Jump'ii u k'iinil	U chuka'al u xnook'olil lu'um	1
Jump'ii u k'iinil	U kanan ilbil taak'ino'ob ichil p'isk'iin	1
Jump'ii u k'iinil	U meyajil Beauveria wa metarhizium	2
Jump'ii u k'iinil	U k'aab sulfocálcico	2
Jump'ii u k'iinil	xóoxot' áantaj yóolal bis tu'ux ku taal áantajo'ob	1
Jump'ii u k'iinil	BUMA	3
Jump'ii u k'iinil	U jets' p'iisl paawob yéetel u meyaj nu'ukulil chí'	1
Jump'ii u k'iinil	1 tak 2 neek' í'inaj pak'bil 30 cm u náachil	1
Jump'ii u k'iinil	30 mil tak 45 mil neek'o'ob ti/ha	1



U nu'ukt'aanilo'ob jump'éeel ma'alob meyajil

1. U meyaj bey e'esajil bej le jejeláas túumbenilo'ob ti' jujump'éeel u tuukulil meyaj ti npaajal jooch. Le je'ela' ti' yano'ob te' áanalte'a
2. Ma' xáak'altik mix jump'éeel nu'ukt'aan, utia'al u páajtal u jóok'ol tubeel u tuukulil táakpajal.
3. Ma' u k'ex óolta'al wa jump'éeel túumbenil je'el u meyaj ba'ale' uláak'e' ma', tumen u paklan tuukul kolnáal wa kolnáalo'ob jets'ik máaklamáak túumbenilo'ob ku meyajtbil.
4. Le túumbenilo'oba' ma' tu meyajjo'ob juntakalili' je'el tu'uxake' mix ku núukiko'ob u talamilmil tuláakal páarsela, lebeetik k'abet u p'iiskunsa'al le túumbenili ja'ablanja'ab.



U woofil bix jump'éeel páarsela



Kaxanil

U ts'a'abal ti' le teeknikos u jejeláas túumbenilo'ob utia'al talamilo'ob je'el u yantale'. Utia'al beyo' ku yantal jets'tuukulo'ob.

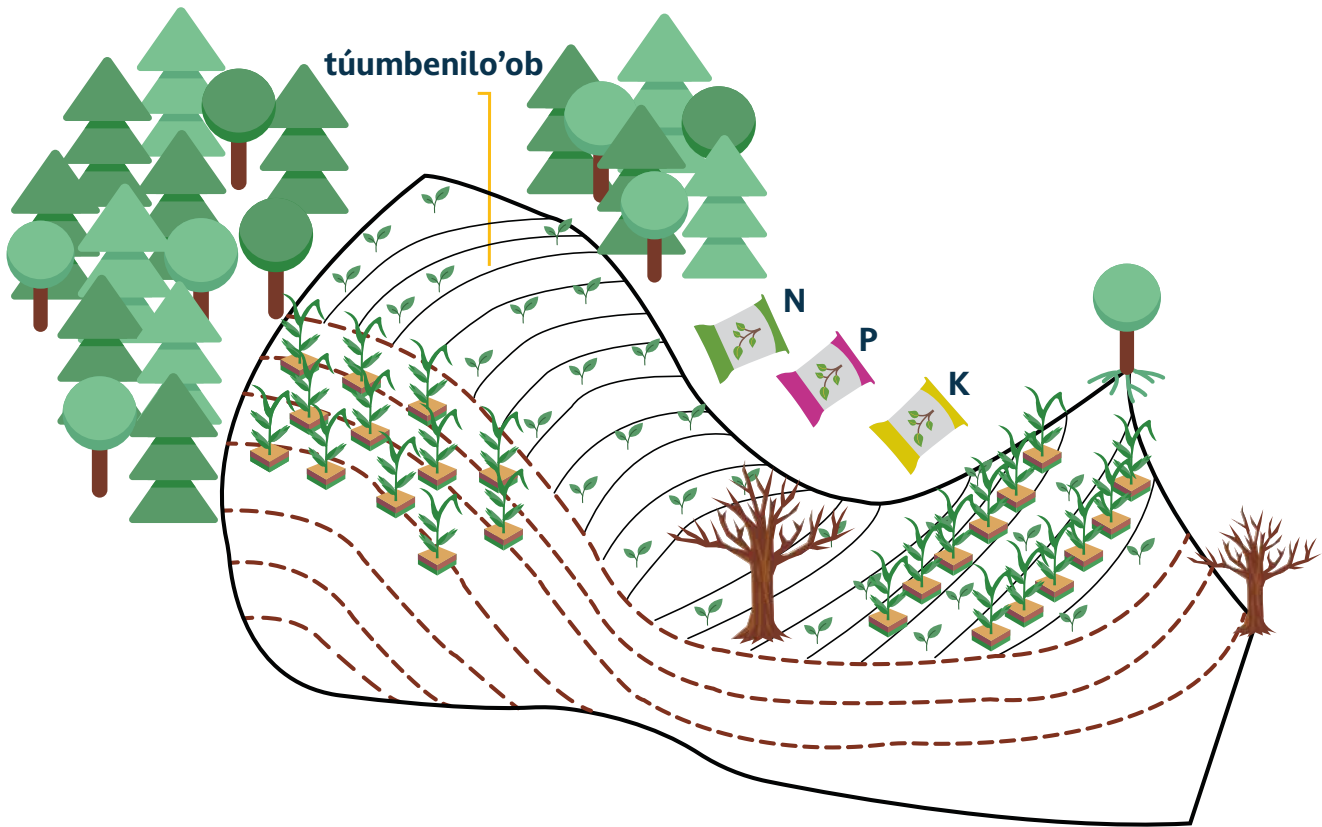
Jach táaj k'abet ile' le túumbenilo'ob ku ya'ala'al te'ela' ts'o'ok u jajkuns'a'an ti' u meyajil ya'abkach páarsela yéetel u kolnáalilo'ob beey xan u ka'analil xaak'alo'ob.



Nu'ukt'aanil

Jujump'éeel kanti'itse' ku cha'achi'itik u tuukulil meyajiil kool yétel ku yóoltiko'ob u meyajto'ob jejeláas tuukulil yano'ob utia'al u náajal jocha'al jejeláas icho'ob. Le bixilo'ob je'elo'oba' ku páajtal u yáantajo'ob utia'al u kaxtiko'ob máakalmáak tuukulil meyaj yéetel xan ka' táakbesa'al túumbenilo'ob.



**Oochel 33. U ts'abal u woojil tu'uxi' ('esajil).****U wojil jump'éeel kúuchil paak'al****U tsikbalil**

Le junxéet' lu'uma jump'éeel kúuchil ti' túumbenilo'ob ichiil jump'éeel páarsela yaan tu níixkabil lu'um tu ka'analil wi'its tu'ux ku beetik ke'el le beetik jach k'abet u yila'al bix u jela'anil yóolal u meyajil k'áax jump'éeel níixkab le káan beeta'ak u xaak'alil yéetel u bixil kaaj.

Túumbenilo'ob

1. Jach jump'íit u péeksbil lu'um.
2. U meyaj paak'alo'ob ku ts'áajiko'ob bo'oy
3. Xóoxot' áantaj yéetel chuka'an áantaj.
4. U piimil wa u su'il paak'al
5. U táaxkunsal lu'um
6. Paak'al tu aktáan níixkabil.

Ba'ax k'iin ku meyajtbil le túumbenilo'oba's

Tu káajbal paak'alo'obe'...

.....

.....

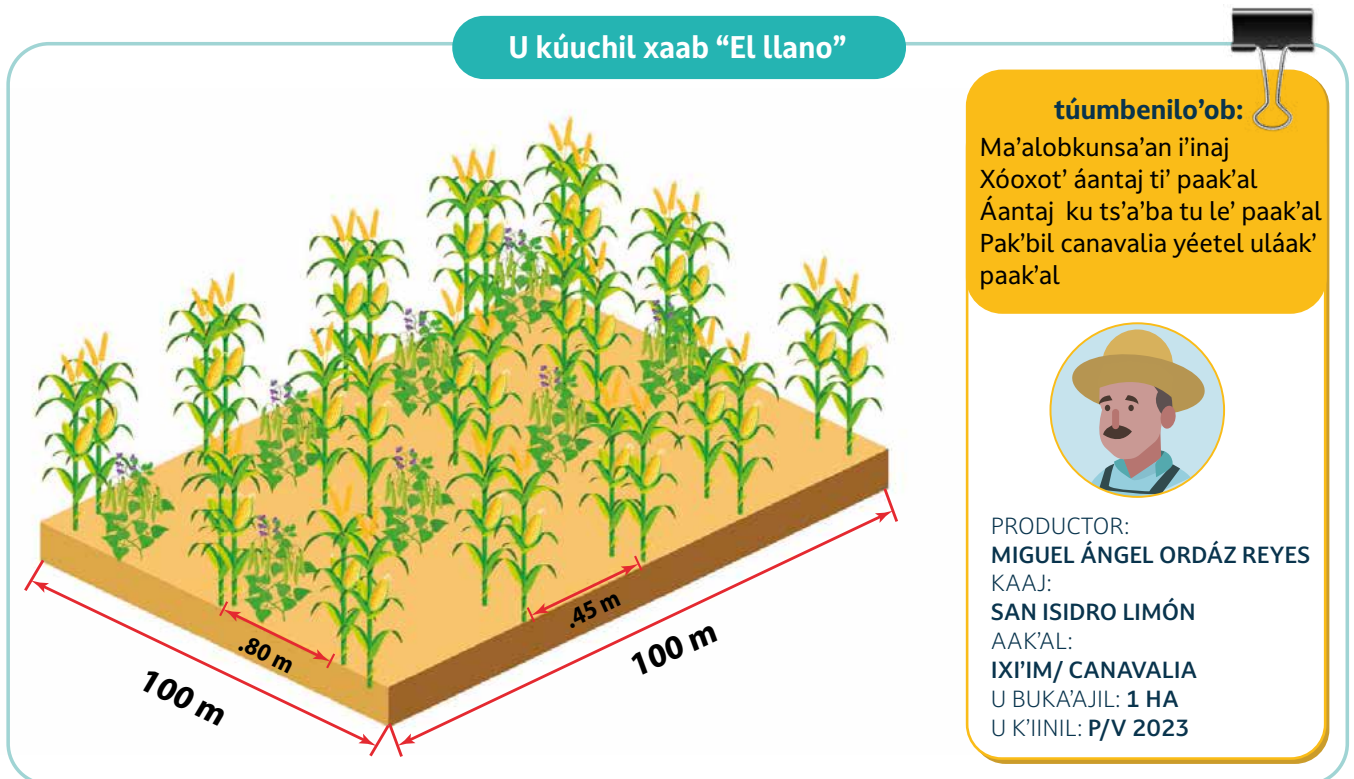
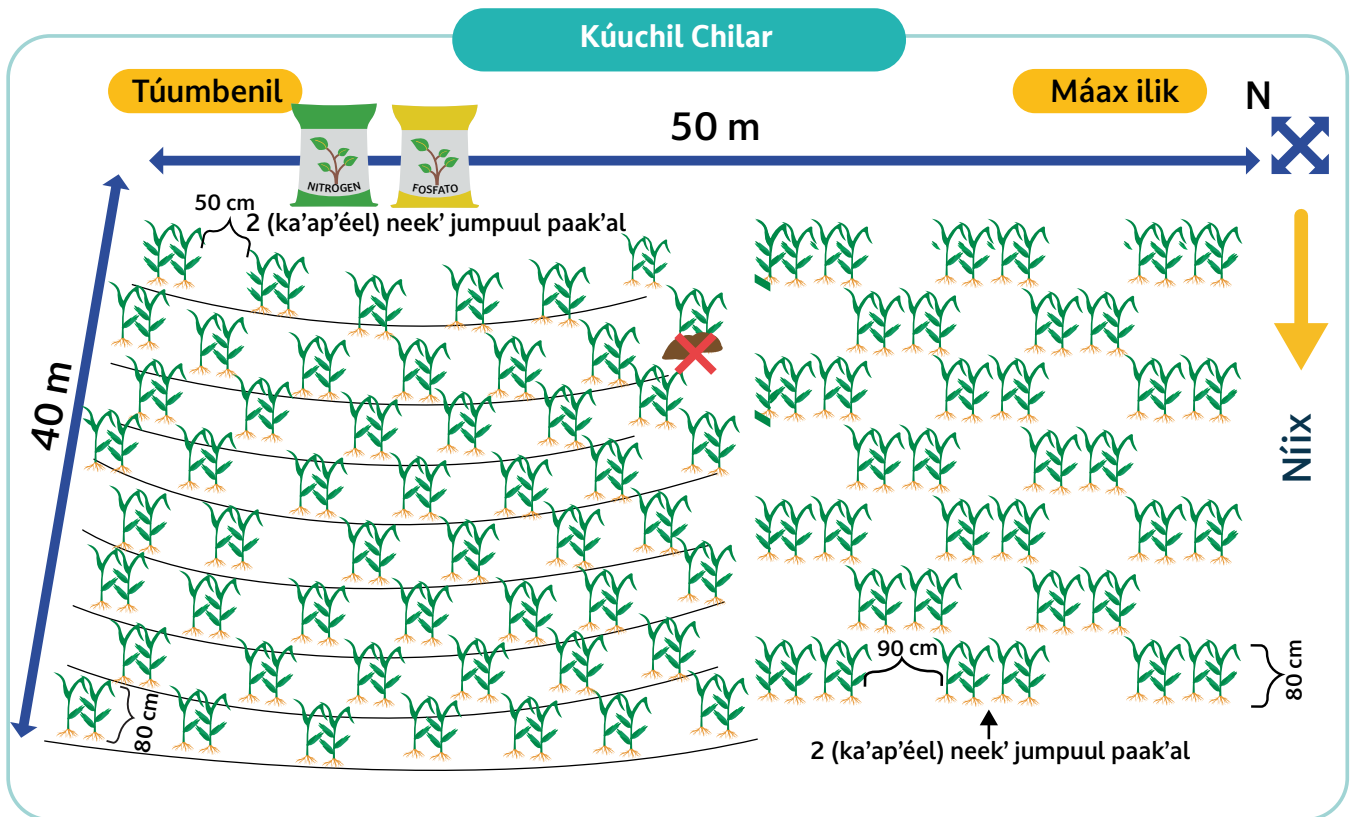
.....

.....



Uláak' e'esaj woojilo'ob:

Oochel 34: U e'esaj woojil kúuchil (e'esajil).





U nu'ukt'aanilo'ob jump'éeel ma'alob meyajil

1. U woójile' ch'úuykabtbil u beeta'al wa ti' computadora.
2. K'abet u yila'al tubeel ma' chéen le túumbenilo'obo', beey xn u p'iisil wa u buka'ajil le páarsela ku meyajta'alo' beey xan le yéeyel ku yila'al wa u keeto'.
3. Ts'a'abak mejen nu'ukulo'ob utia'al u p'isa'al u yáantaj lu'um , i'inaj yéetel uláak' ba'alo'ob ku meyaj.
4. Asab ma'alob ma' ya'ab u ts'íibili', tumen le woojo' ku taalsik u tuukulil bix le páarsela káan meyajta'ako'
5. Wa yaan u tuukulil u meyaj jump'éeel túumbenil yaan u táanil meyajta'al ba'alo'ob ti' je'el bix meyajtbil u k'aab xíiwe', k'abet u ts'a'abal u yojelt kolnáal uutia'al beyo' u yojel ba'ax kan u beetej.



U tuukulil paak'al



Kaxanil

U tuukulil bix ku yúuchulil paak'ale' ku táakbebsik péeksilo'ob yéetel ba'alo'ob ku meyajo'ob utia'al. Bey túuna' le kolnáal ku táakpajalo' ku ku yilik tu'ux asab ku xuupil yéetel tu'ux kan u p'íitkuns u xuup, je'el bin u bo'ol meyajile'. U meyaj taak'in yéetel u ya'abil máax ku meayje' ka'ap'éel ba'ax k'abet u kananta'al tu yoorail jets'tuukul.



Nu'ukt'aanil

E'esa'ak ti' le kolnáal bix ku yúuchlil le paak'al le káan e'esa'ak ti' u woojil le páarsela', tumen tu ka'ap'éel ba'alile' ku sáasilkunsik ba'ax k'eexilo'ob ku beetbil tu páarsela yéetel ba'ax meyajilo'ob ku beetbiili'.

ÁANTAJ:

Ma'alobkunsaje' jump'éel péeksil ku kaxtik u ma'alobkunsik jump'éel solar wa páasela , ku beeta'al yáax ja'abil táakpajal, bey je'el bix: ti' jump'éel lu'um jach acido u PH je'el u páajtal beet yaamilile'; bajbajkil lu'ume' ku béeytal yéetel u xo'oxota'al le yáax máal lu'umo'.





Bix u beeta'al jump'éeel u tsol tuukulil paak'al

Yáax ba'ax k'abet u beetpajale' jump'éeel u tsikbalil bix ku bettbil jujump'éeel meyaj. Te oochel ku taala' yaan jump'éeel u ye'esajil jump'éeel u kúuchil túumbenil. Wa u xeet' lu'umil ya'abkunsaje' chéen k'abet u meyajta'al junt'o'olil túumbenil.

U NU'UKT'AANIL U MEYAJTA'AL (E'ESAJIL)		
	JE'EX SUUKILE'	TÚUMBENIL
U meyaj u ma'ax paak'al	Ku toooka'al	50% ku jóok'sa'al utia'al u jaant wakax 50% ku pa'ayal utia'al bo'oy
U meyajil lu'um ti' páarsela	1 u máan u teja'al u yáamal lu'um 2 u máan beetbil u t'o'olil	1 u máan u teja'al u yáamal lu'um 2 u máan beetbil u t'o'olil
I'inaj	Maíz H-377	H-377 Caupí
Bix ku beetbil paak'al	Ixi'im: 0.8 m ich u t'o'olil x 0.2 m ichil i'inajo'ob	Ixi'im: 0.8 m ichil t'o'olil x 0.2 m ichil i'inaj Caupí: 0.8 m ichil t'o'olil yéetel 0.6 m ichil i'inaj, tu yóok'ol le t'o'ol xano' ku paka'al ixi'imi'
U piimil paak'al	62,500	62,500
U k'iinil paak'al	Ixi'im: 15/junio/2024	Ixi'im: 15/junio/2024 Caupí: 10/julio/2024
U ts'abal u teep' i'inaj	Mix jump'éeel	Mix jump'éeel
U tséentajil paak'al	50 kg urea utia'al paak'al 50 kg urea ti' V5	50 kg urea utia'al paak'al 50 kg urea ti' V5 1 wináal ma' úuchuk paaka'li': 300 kg u ta' wakax Áantaj paak'al tu le'ob utia'al u yutstal óotsililo'ob ts'o'ok 1 wa 2 wináal úuchuk paak'al
U meyajil xiiw	Yéetel kinsaj xiiw Finale	Kinsaj xiiw Adengo Páak yéetel traktor
U meyajil ik'elo'ob	U ts'a'abal cipermetrina ti' paak'alo'ob	Yéetel u book paak'al Yéetel kinsaj ik'el Palgus
K'oja'anilo'ob	Mina'an	Mina'an
Jooch	K'abil jooch yéetel oxo'om yéetel makinarya.	K'abil jooch yéetel oxo'om yéetel makinarya.
U meyajil ts'o'ok jooch	Ti' Láamina ch'il ku k'aalal tubeel	Ti' Láamina ch'il ku k'aalal tubeel



BA'AX K'ABET				
MAANO'OB				
U k'aaba'	Buka'aj	U p'iisil	Bajux u p'iisil (\$)	Jach bajux (\$)
I'inaj				
H-377	1	costal 20 kg	1800	1,800.00
Caupí	10	Kg	45	450.00
Áantaj lu'um				
Urea	70	kg	14	980.00
18-46-00	50	kg	17	850.00
U ta' wakax	300	Kg	3	900.00
Áantaj ku ts'a'abal le' (Zn y B)	4	L	150	600.00
Ba'axo'on ku mana'al utia'al paak'al				
klíinsaj xiiw (Adengo)	0.33	l	1400	462.00
Táabsaj ik'elo'ob tia'al ma' u ya'abtal	4	P'éel	65	260.00
U nu'ukulil táabsaj	4	P'éel	70	280.00
Uláak' maano'ob				
				\$ -
U jach ts'ook tuláakalil				\$ 6,582.00
MEYAJILO'OB				
Meyajil	U bixil le meyajoj'	Buka'aj	Bajux u p'iisil \$/ha	Total (\$)
Establecimiento				
Tamtam la'ach lu'um	U meyajil	1	1,500	1,500
La'ach lu'um	U meyajil	1	1,200	1,200
U paak'alil ixi'im	U meyajil	1	1,400	1,400
U paak'alil caupí	U meyajil	1	1,400	1,400
U yáantaj tséentbil paak'al				
u ka' máal ts'aaj áantaj lu'um	U meyajil	1	1,000	1,000
Aplicación de estiércol	U bulk'iinil meyaj	6	250	1,500
U ts'a'abal áantaj ti' le'ob (ka' téen)	U bulk'iinil meyaj	4	250	1,000

**Bix u jets'kunsal xiiw/ k'aak'as ik'el**

u ts'a'abal kinsaj xiiw	U bulk'iinil meyaj	3	250	750
U ts'a'abal u nu'ukulil táabsaj ik'elo'ob	U bulk'iinil meyaj	1	250	250
Ilaj nu'ukulil táabsaj	U bulk'iinil meyaj	2	250	500
U ts'a'abal kinsaj ik'elo'ob	U bulk'iinil meyaj	2	250	500

Jooch

t'ook	U bulk'iinil meyaj	8	250	2,000
Ixi'imnaj yéetel makinarya	U meyajil	1	1,200	1,200
Xíixt	U bulk'iinil meyaj	3	250	750

Otras

Manejo de residuos	U bulk'iinil meyaj			1,000.00
--------------------	--------------------	--	--	----------

Gran total**15,950.00****U nu'ukt'aanilo'ob jump'eel ma'alob meyajil**

1. K'abet táan óoltik tuláakal u meyajilo'ob utia'al u béetchajal le túumbenila', je'el bix: utia'al u ts'a'abal le táabsaj ik'elo'ob utia'al ma' u ya'abtalo'obo' k'abet le táabsaj booko', u nu'ukulil, u ts'op che'il, ja' yéetel jáabon, beey xan le máaxo'ob ku meyajlo'ob utia'al u ilajo'ob yéetel u chuk ik'elo'obo'. Yéetel le je'ela' le kolnáalo' ku yilik ma' ko'oj u meyajil tumbenilo'obi' chéen ba'ale' ku k'abetkuntik súutukilo'ob uutia'al u meyajil.
2. U táabesa'al tuláakla u meyajilo'ob, le káan jach káajak yéetel u meyajil páarsela yak káan k'uchuk jooch, tak le káan kona'ak le jooch wayaan u yúuchul beyo'.
3. U tojolile' k'abet u ya'alik bix u p'iisil, wa hectáreas, wa p'éelil, yéetel u tojol u p'éelile' k'abet ma' u xa'aktik u buka'ajil yéetel u p'éelil.



U jejeláasil túumbensajilo'ob



Kaxanil

E'esa'ak ti' le kolnáal bix ku yúuchlil le paak'al le káan e'esa'ak ti' u woojil le páarsela', tumen tu ka'ap'éel ba'alile' ku sásilkunsik ba'ax k'eexilo'ob ku beetbil tu páarsela yéetel ba'ax meyajilo'ob ku beetbiili'.



Nu'ukt'aanil

Yáax ba'ax k'abet u beetpajale' jump'éel u tsikbalil bix ku bettbil jujump'éel meyaj. Te oochel ku taala' yaan jump'éel u ye'esajil jump'éel u kúuchil túumbenil. Wa u xeet' lu'umil ya'abkunsaje' chéen k'abet u meyajta'al junt'o'olil túumbenil.



**Amayte' 7. Túumbenilo'ob ku myajo'ob tyóolal u talamil meyaj u'ux u tuukulil meyajé' jach jump'íit u teknolojiyasil**

Milpa	Low-tech manual	Medium-tech manual	Mechanized
• Maaseskéej múul ya'ab paakla. Jejelaas i'inaj. • U meyajil máasewáal i'inajo'ob • Chéen u meyaj wiinik utia'al u meyajil lu'um. • Mina'an wa óolí' ma'atech u meyaj agrokuimikos ti' • Ku meyaj yéetel u kaambalna'at. • Paárselae' ku páajtal ma' u je'elel ti' paak'al. (kex jumtéen koolil). • Jump'íit u náajal joochil.	• Ku páajtal u yantal múulpaak'al, kex óolí' chéen ixí'im ku meyajta'al. • Jach jump'íit jejelaas paak'al. • U ya'abil i'inaje' máasewáal i'inaj, ba'ale' yaan tu'ux ku táakpajal uláak' paaka'alo'ob.. • Paak'al yéetel jooch xma' teknolojiyas. • U ya'abil meyajé' xma' teknolojiyail. Kex yaan páarselas je'el u meyajta'al u paamlu'umil yéetel makinarya.. • Ma' ya'ab u meyaj agrokimikos yéetel áantaj paak'alo'obi'. • Jump'íit u náajal joochil	• U ya'abile' chéen jump'éel paak'alil.kex ku páajtal u paka'al uláak' i'inajobi'. • U ya'abile' ma'alobkunsá'anil i'inaj • Paak'al yéetel jooche' xma' makinaryail • Óolí' chéen meyajk'abtbil utia'al u meyajil lu'um. Chéen ba'ale' páarselase' je'el u páajtal u meyajta'al yéetel makinarya. • Ku mantats'tal u meyaj agrokimikos yéetel áantaj paak'alo'ob. • Jump'íit u náajal joochil.	• Chéen nump'éel. i'inajil paak'al. • Maaseskej ma'alobkunsá'an i'inaj. • Paak'al yéetel jooche' yéetel makinarya. • Maaseskej yéetel amkinarya u meyajil lu'um kex ku páajtal u meyajk'abtbil xan. • Mantats' u meyaj agrokimikos yéetel áantaj paak'alo'obi'. • Jump'íit, óolí' yéetel ya'ab náajalil jooch.

**Amayte' 8. Túumbenilo'ob ku jestmeyajo'ob utia'al kool.**

MILPA		
ba'ax ma' tu yaantik u tuukulil meyaj	Péeksilo'ob yéetel túumbenilo'ob	U bixil meyaj
Jump'iit u bo'yil u ma'ay paak'al (tóok, alak' wakax, elelil)	- ku meyaj u ma'ay paak'al - paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob - ts'aaj bo'oyo'ob (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, uláak')	U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob
Jajajay lu'um wa yaan u tuunilchil	- ku meyaj u ma'ay paak'al - mina'an wa jach jump'iit u péeksa'al u lu'umil. - ts'aaj bo'oyo'ob (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, uláak') - paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob.	U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob
Jach níixkab	- loocholil tu ka'analil lu'um - ts'aaj bo'oyo'ob (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, uláak') - Kuxa'an suup'a kimen - u múul paka'al jejeláas paak'al (múul, xáak'atbil, wa k'exbil ja'ablanja'ab)	U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob U myajil tu'ux yaan ja'
Mina'an máax beetik (táanxel tu'uxil meyaj)	- meyajtbil lu'um utia'al paak'al - k'eex, paklan áantaj, múuchmeyaj	U ma'alob tuukulil u meyajta'al lu'um yéetel makinaria. Múulan meyajilo'ob
Mejen xóot' lu'um (mina'an 3 ha)	- meyajilo'ob yéetel y piimil paak'alo'ob - paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob - paak'alo'ob (u keet paak'alo'ob, yáamtbil paak'al, u k'eexil paak'al ja'ablanja'ab, mejen paak'al ku k'expajal)	U ma'alob myajil paak'al. U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob
U pée'taal u meyajil kool yéetel u jejeláasil kuxtal	- u kananil u jejeláasil kuxtal - kanan i'ínajo'ob - u tsikbalilo'ob kool	Otocho'ob/kúuchil líik'saj l'ínaj
Ma' ya'ab ba'ax ojelta'an yóolali' kinsaj xiw, kinsaj ik'el, áantaj paak'al kimikos yéetel ku taal ti' ba'ax ku k'astal)	- u ts'a'abal u piisil nu'ukulil jóoyab - u book paak'alo'ob (feromonas) - mukbil áantaj paak'al - u k'aab minerales - u jóok'sbil k'aab yéetel u kananil kuxtalo'ob. - u k'éexa'a mejem p'ayachilo'ob jach ku meyajlo'ob	U ma'alobkinsa'al u meyajil lu'um U meyajil k'aak'as ik'elo'ob yéetel xma' kimikosil.
Ku pée'chajl u muuk kuxtal lu'um	- ku meyaj u ma'ay paak'al - u je'elil lu'um ma'alob tukulta'an (leguminosas, oleaginosas, gramíneas tu k'iinilo'ob u je'elsa'al paak'al) - xa'ak'a'an paak'alo'ob - u kúuchil ya'ab p'ayach kuxtal ik'elo'ob - Ma'alobkunsaj lu'um (lixiviado, bioles en drench, uláak')	U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob U ma'alobkunsal lu'um.
U loobil k'aak'as ik'elo'ob, k'oja'anilo'o,	- kanan ilajil (chíikulalo'ob, bixil, u k'aj óolalil ik'elo'ob, u jejeláasil u ya'abil k'aak'as ik'elo'ob) - nuup'o'ob yéetel u book paak'alo'ob/boonilo'ob/sáasilil - jáalikilo'ob/ u toj bejil u pa'ak'al leguminosas/oleaginosas - u kanan ila'al kuxtalo'ob (entomopatógenos, parasitoides y depredadores) - p'ayachilo'ob ma'atech u jach meyaj. - biodiversidad funcional	U jejeláasil paak'alo'ob U meyajil k'aak'as ik'elo'ob yéetel xma' kimikosil. U ma'alobkunsal lu'um.

**Amayte' 9. Túumbenilo'ob ku yiliko'ob u meyaj ti' u suup'il tuukulilo'ob meyaj yéetel chéen jump'íit teknolojiya.**

U ÁANALTE'IL MEYAJ YÉETEL JUMP'ÍIT TEKNOLOJIYA		
U suup'il páajtalil	Túumbenilo'ob	Bix ku beetbil
Jump'íit u bo'yil u ma'ay paak'al (tóok, alak' wakax, elelil)	- ku meyaj u ma'ay paak'al - paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob - ts'aaj bo'oyo'ob (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, uláak')	U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob
Sáal lu'um, jaay, yéetel yaan u tunichil	- ku meyaj u ma'ay paak'al - mina'an wa jach jump'íit u péeksa'al u lu'umil. - ts'aaj bo'oyo'ob (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, uláak') - paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob.	U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob
Mina'an máax u meyajtej (yáanxek tu'uxil meyaj)	- paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob - meyajtbil lu'um utia'al paak'al yéetel jooch - u páajtal koonol uláak' tu'uxo'ob - k'eex, paklan áantaj, múuchmeyaj	U ya'abtal jejeláas paak'al U meyajta'al makinarya yéetel utsiil tuukul U múul meyajil ichil kolnáalo'ob
Ma' ya'ab ojelalil yóolal ba'axo'ob k'abeti' (moléculas de alto impacto, sobredosificación)	- u ts'aabal u p'iisil nu'ukulil jóoyab - u bix u ya'abkunsá'al kúuchilo'ob wa u nojochkunsá'al - u k'éexa'a mejem p'ayachilo'ob jach ku meyajlo'ob	U utsil meyajilil agrokimikos
U meyajil u nu'ukulil xaak'al bixil	- bix yanil jump'éel páarsela - u kanan ila'al (k'ak'as ik'elo'ob, k'oja'anilo'ob, xiiwo'ob, tséntajilo'ob, etc.) - u xaak'alil u ma'alobil lu'um - u xaak'alil u páajtalil lu'um	U ma'alobkunsá'al lu'um U meyajil agrokimikos ka'aj meyajnak tubeel U ma'alobtal lu'um u beet ichankil
Ma' ya'ab u yutsil u meyaj áantaj paak'al sintetikosili'	- mukbil áantaj paak'al - áantaj paak'al xo'oxo'ot u meyajil - áantaj paak'al tubeel p'isa'anil u jatsilo'ob - u táakbesa'al p'ayach ba'axilo'ob	U ma'alobtal lu'um u beet ichankil
Maaseskej jump'éel ba'al ku paak'al	- u múul paka'al jejeláas paak'al: (múul, xaak'atbil, wa k'exbil ja'ablanja'ab) - xaak'a'an paak'al - paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob	U ya'abtal jejeláas paak'al



U ÁANALTE'IL MEYAJ YÉETEL JUMP'ÍIT TEKNOLOJIYA		
U suup'il páajtalil	Túumbenilo'ob	Bix ku beetbil
U p'áatal mina'an u beelal lu'um	• u meyajil u ma'ax paak'al • ts'aaj bo'oyo'ob (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, uláak') • paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob. • u múuch'kabil mejen p'ayach ik'elo'ob • Ma'alobkunsaj lu'um (lixiviado, bioles en drench, uláak') • u ts'a'akal paak'al yaan microcorrizas ti' • u xaak'alil áantaj paak'al lu'um	U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob u ma'alobilkunsa'al lu'um Jach ma'alobkunsaj áantaj lu'um
Ma' ya'ab u jejeláas u muuk' i'inaj (ixi'im, bu'ull, uláak'o'ob)	• u múul kananil i'inaj kaaj • aj kanan i'inajo'ob • u meyajil l'inajil kaaj	U kananil u jejeláas bixil kuxtal
U loobil k'ak'as ik'elo'ob, k'oja'anilo'ob	• paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob • kanan ilajil (chiikulalo'ob, bixil, u k'aj óolalil ik'elo'ob, u jejeláasil u ya'abil k'aak'as ik'elo'ob) • jáalik paak'al yéetel leguminosas/oleaginosas • Mejem p'ayach ma'ay ma' ya'ab u muuk'i' • u ilaj meyajil kuxtalob (Entomopatógenos, parasitoides yéetel k'askunajo'ob) • jejeláas paak'alo'ob mu'uk'a'no'ob (ku muk'yajtiko'ob k'oja'anil)	U ya'abkunsa'al u jejeláas paak'al U meyajil k'ak'as ik'el yéetel ba'ax ma' kimikosi' Ma'alobkunsa'al lu'um U jejeláasil utsil paak'al
Ma'a ya'ab tu'ux ku páajtal ku kaxtanil ma'alo'ob i'inaji'	• u múul kananil i'inaj kaaj • u ya'abtal máaxo'ob yaan i'inaj u kono'ob • u meyajil l'inajil kaaj • u teknolojiyasil ts'o'ok jooch	U kananil u jejeláas bixil kuxtal U meyajil neek'o'ob U meyajil ts'o'ok jooch
U talamil pH (su'uts' k'áajil/ alkalinidadil)	• utskinsaj (yáam, u meyajil áasufre) • u Meyaj áantaj paak'al su'uts' k'áajil u meyaj wa o alkalina • Ma'alobkunsaj lu'um (lixiviado, bioles en drench, uláak') • u xaak'alil áantaj paak'al lu'um	Jach ma'alobkunsa'al áantaj lu'um U ya'abkunsa'al u jejeláas paak'al
U loobil k'ak'as ik'el ti' paak'al táan u xiitil / jach seten k'a'ana'an	• u meyajta'al i'inaj yéetel kinsaj ik'el yéetel /wa u k'aab xiíw • u su'il tubeel paak'alo'ob (kanantik jaykúul, u jayp'éelil yéetel u ma'akal) • u kanan ilajil k'ak'as ik'elo'ob	U ma'alobkunsa'al u meyajil jooch U meyajil k'ak'as ik'el yéetel ba'ax ma' kimikosi'



Amayte' 10. Túumbenilo'ob tukulta'an utia'al u meyajilo'ob tu'ux cheen ts'ets'ek makinarya ku meyaj.

U ÁANALTE'IL MEYAJ YÉETEL TS'E'ETS'EK TEKNOLOJIYA		
U suup'il páajtalil	Túumbenilo'ob	Bix ku beetbil
Jump'íit u bo'yil u ma'ay paak'al (tóok, alak' wakax, elelil)	- ku meyaj u ma'ay paak'al - ts'aaj bo'oyo'ob (canavalia, mucuna, dolicho, caupí, crotalaria, uláak') - paak'alo'ob ku páajtal u jela'alo'ob utia'al u yo'och ba'alche' yéetl jooch	U meyajil k'aax ku kanan U jejeláasil paak'alo'ob
Jaajay lu'um yéetel yaan u tuunichil	- meyajo'ob utia'al u kananta'al lu'um (kulpachil, beet pileta yéetel pak' ich páarsela) - loocholil tu ka'analil lu'um - u ts'aabal u bo'oy lu'um (ma'ay, paak'alo'ob ku ts'ako'ob bo'oy) - jach jump'íit u péeksa'al lu'umil	U meyajil k'aax ku kanan U kananil lu'um
Mina'an máax meyajtik lu'um (migración)	- paak'alo'ob ko'oj u tojolo'ob (girasol) - u meyajil makinarya (paak'al, u ts'aabal áantajilo'ob ti' paak'al, oxo'om, miis) - u yantal tu'ux koonol	U ya'abtal u jejeláasil paak'al U utsil meyaj makinarya Keetil meyaj
Ma' ya'ab u meyaj nu'ukulilo'ob jump'íit u muuk'o'ob (u muuk u tuuku u najolo'ob koonols)	- u k'expajal p'ayachio'ob yaan u muuk'o'ob. - kanan ilajil - u k'exsuut moleculas (uso de ingredientes de diferentes familias)	u meyajil kinsaj ik'el mina'an u kimikosil u ts'aaj meyajil kinsaj ike'l mina'an u kimikosil.
Ma' ya'ab u meyajil u nu'ukulil u xaak'alil tséentaj paak'ali'	- u chikulal bix yanil lu'um (u mina'anil u muuk' lu'um) - xaak'alilo'ob ti' laboratorio - u áantajil paak'al tu le' yéetel u jeets'elil tu'ux ku meyaj	Jach ma'alobkunsal áantaj lu'um
U ma' ma'alón p'iisil kinsaj ik'elo'ob mina'an u kimikosil'	bixil u p'iisil (p'iisil, u náachilbil, u utskinsajil ja', nu'ukulo'ob, súutukulo'ob, u jetss'il p'iis un'ukulo'ob)	U utsil meyata'al kinsaj ik'el mina'an u kimikosil
Jach ya'ab tu'ux jump'éeelili' paak'al	- Cultivos alternativos (ma' ya'ab u k'iinili', ku kuxtal yaanal bo'oy.) - u jelbesa'al noj paak'al	U jejeláasil mpaak'alo'ob AC
U ma' ojelalil bix u meyaj áantajilo'obi'	- u ye'esajil ma'alobkunsbiil i'nanj - u bixilo'ob u u fenomenoil paak'alo'ob	Utsil jejeláas paak'al



MEDIUM TECHNOLOGY MANUAL		
Constraints on the system	Practices or innovations	Strategy
U péé'chajal u muuk' lu'um	• u meyajil ma'ay paak'al • ya'ax áantajil paak'al (canavalia, mucuna, dolichos, caupí, crotalaria, uláak') • u kúuchil mejen p'ayach ik'elo'ob • Ma'alobkunsajil lu'um (lixiviado, otros) • u meyaj ma'alonkunsajil i'inaj • u xaak'alil u ma'alobiil lu'um	U meyajil k'áax ku kanan u ya'abil u jejeláasil paak'al u ma'aobkunsal lu'um u toj óolalil paak'al Jach ma'alobkunsal áantaj lu'um
Jump'íit i meyaj makinarya utia'al u joochil	• u meyajilo'ob makinarya (jooch, m'is)	U ma'alob tuukulil u meyaj makinarya
U loobil k'aak'as ike'l K'oja'anilo'ob	• u kanan ila'al k'aak'as ik'elo'ob yéetel k'oja'anilo'ob. • u pak'a'al paak'alo'ob ku muk'yajo'ob/ ku kuchiko'ob k'oja'anil • u meyajil p'ayachilo'ob ma' ya'ab u muuk'o'obi' U kanan ilajil kuxtalilo'ob (entomopatógenos, parasitoides y depredadores) • núup'o'ob yaan feromonas ti' / boonilo'ob/yéetel saasil • jaaliko'ob yéetel leguminosas/ oleaginosas	U meyajil k'aak'as ik'lo'ob yéetel k'oja'anilo'ob mina'an u kiimikosil Utsil jejeláas paak'al
U talamilo'ob pH (k'áajil yéetel alcalinidad)	• utskinsajilo'ob (encalado, u ts'aapajal azufre) • u meyajil áantaj paak'alk'aaaj u meyaj wa alcalina • u mma'alobkunsal lu'um (lixiviado, bioles en <i>drench</i>, compostas, uláak') • áantajbil tu le' paak'al	Jach ma'alobkunsal áantaj lu'um Utsil jejeláas paak'
Jump'íit u muuk' u meyaj sintetikos áantajil paak'al	• mukbil áantaj paak'al • xóoxot'bil áantaj paak'al • utsil jets'a'anil áantaj paak'al • u táakpajal p'ayach elementos	Jach ma'alobkunsal áantaj lu'um

**Amayte' 11. Túumbenio'ob tukulta'an utia'al u meyajil tu'ux ya'ab u meyaj teknolojiya.**

KU MEYAJTA'AL TÉETEL YA'AB TEKNOLOJIYA		
U suup'il páajtalil	Túumbenilo'ob	Bix ku beetbil
Seten meyajil k'áax táanil	• mina'an wa junchan p'íit meyajil k'áax • u mayajil bo'oyilo'ob • bix yanil páarsela	U meyajilil k'áax ku kanan
Jump'íit u meyajil nu'ukulo'ob jump'íit u meyajilo'ob wa ma'ayilo'ob túumben k'aj óolta'anil (u muuk' u tuukul najilo'ob koonol	• u k'exajal ma'ayilo'ob yaan u muuk' yéetel le jump'íit u muuk'o' • U múulnats'íkubáaj máaxo'ob konik teknolojiyas • u bin u sutk'expajal ma'ayilo'ob (u meyaj jejeláas xa'ak'ílo'ob ichil jejeláas jaatsilo'ob) • kanan ilajil	U meyajil k'aak'as ik'lo'ob yéetel k'oja'anlo'ob mina'an u kiimikosil U táakbbesa'al meyajilo'ob unajo'ob U meyajilil kinsaj ik'elo'ob xma' kimikosil
Jump'íit u meyaj nu'ukulo'ob utia'al u xaak'alil bix yanil lu'um	• u xaak'alil lu'um • yáax paakat (u yóotsilil áantaj paak'al) • u mayaj áantaj paak'al ti' le' • u ye'esajil bix u muuk' lu'um • u xaak'alil bix yanil páarsela	Jach ma'alobkunsal áantaj lu'um
U utsil meyajil u jaatsilal ba'axo'ob k'abet ti' paak'al	• bixil u p'íisil (p'íisil, u náachilbil, u utskinsajil ja', nu'ukulo'ob, súutukilo'ob, u jets's'il p'íis un'ukulo'ob)	U meyajil k'aak'as ik'lo'ob yéetel k'oja'anlo'ob mina'an u kiimikosil
Chéen jump'éel u paak'	• jejeláas paak'al (chicharo gandul, crotalaria, girasol, frijol mungo, cacahuete), u jeel yáax paak'al • u k'exsuutul paak'al yéetel paak'al ma' jach k'abet ja' ti'	U meyajilil k'áax ku kanan lu'um U ya'ankunsal jejeláas paak'al
U jets'kinta'al u u meyajta'al kinsaj ik'elo'ob yéetel kinsaj kuuxumo'ob	• u kanan ilajil kinsaj ik'elo'ob yéetel k'oja'anilo'ob (u piimil kinsaj ik'el yéetel bix u meyajta'al) • u bin u sutk'expajal ma'ayilo'ob (u meyaj jejeláas xa'ak'ílo'ob ichil jejeláas jaatsilo'ob)	U meyajilil kinsaj ik'elo'ob xma' kimikosil
Talamilo'ob ti' u chichichtal lu'um	• u je'ebel lu'um yéetel makinarya (yáax máal lu'um, la'achbil t'o'ol) • bix yanil páarsela • jets'a'an ka'anche' • u kanantbil janal xiiw ba'alche' • meyajil lu'um tu bejil paak'al	U meyajilil k'áax ku kanan lu'um



YA'AB U MAKINARYAIL		
U suup'il páajtalil	Túumbenilo'ob	Bix ku beetbil
Ka'ap'éel tu'ux y taal u áantaj paak'alil	• ya'ax áantaj paak'al (caupí, crotalaria, xa'ak'bil paak'al) • u xaak'alil lu'um • nu'ukt'aanil yóo'lal bix yanil lu'um • xóoxot' áantaj paak'al keetkunsáan • U múulnats'ikubáaj máaxo'ob konik teknolojiyas	U meyajil kinsaj ik'elo'ob xma' kimikosil
U talamilo'ob pH (k'áajil yéetel alcalinidad)	• utskinsajo'ob (yáambil pak'al, u ts'apajal azufre) • u meyaj k'áajk'aj áantaj paak'al wa o alcalina • u ma'alobkunsaj (lixiviado, bioles en <i>drench</i>, xa'ak'bil lu'um, uláak') • áantaj paak'al ti' u le' Ya'ax áantaj paak'al	U meyajil kinsaj ik'elo'ob xma' kimikosil U ya'abtal u jejeláasil paak'al
U jach k'abetil makinarya (ma'atech u jach kanantal u makinaryail, ma' ma'alob meyajobi')	• u yutskinajil makinarya yéetel u nu'ukulilo'ob • u jéets'el meyaj makinarya yéetel u nu'ukulilo'ob • múul meyaj	Meyaj yéetel makinarya tubeel Keetil meyaj
U jach k'abetil kinsaj xiiw, kinsaj ik'el yéetel ma'ayilo'ob.	• u sutk'expajal kinsaj xiiw (táak'al, yéeyaj, suukil meyaj, táanil k'abetil, pachal k'abetil) • u sutk'expajal kinsaj ik'elo'ob (u chikbesa'al jach máaklamáak u muuk' le u xa'ak'ilo') • U múulnats'ikubáaj máaxo'ob ajkoonolo'ob	U ma'alob meyajta'al xiiwo'ob. U meyaj kinsaj k'aak'as ik'elo'ob xma' kimikosil U múultáakpajal máaxo'ob k'abt
U k'abetil u tulisil bo'olbil meyaj	• U múulnats'ikubáaj máaxo'ob Ku bo'olo'ob yéetel jala'achilo'ob	U múultáakpajal máaxo'ob k'abet U táakpajal taak'ino'ob U ka'ansajil u meyaj taak'in



U nu'ukt'aanilo'ob jump'éeel ma'alob meyajil

1. U jejeláas jaatsilteknolojiyase' ma' chéen uia'al meyajó'ob ku beetik u ma'alobtal jump'éeel páarsel, yaan uláak' ba'alo'ob j'el bix múul maano'ob ku beetiko'ob u yéemel u tojol nu'ukulo'ob, le je'ela' u k'áat u ya'al taak'in tu ts'ook k'iin.
2. U ma'alobkunsal wa u yutskinsal u nu'ukulil meyajé' layli' jump'éeel tumbensajile' yéetel ku yáantik u ma'alobtal u meyajil tuláakal ba'alo'ob.



Oochel utia'al: Archivo CIMMYT.

InnovaHub

Herramientas esenciales

Le e'esaj áanalte'a' ku jéets'el t' meyajo'ob beeta'an ichil u jo'ol tuukul AgrilAC Resiliente ti' CGIAR, ku tulik u modelosil InnovaHubs. Le modelo je'ela' ku táanbesik u múul meyajil máaxo'ob jo'olpóoptik sector agroalimentario, ku táakbesik ciencia (syensya), túumbenilo'ob, yéetel u meyaj kolnáal utia'al u mu'uk'ankunsik u muk'-óol náalaj joocho'ob yéetel u ts'áajik u tuukulil u eyajil koole' ku bo'oltikubáaj.

AgrilAc Resiliente ku ilajmeyajta'al tumen molayo'ob je'el bix Alianza Bioversity-CIAT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT), centro Internacional de la papa (CIP), yéetel Instituto Internacional de Investigación sobre políticas alimentarias (IFPRI) le je'ela' utia'al u ma'alobkunsal le sistemas agroalimentarios utia'al America Latina yéetel Caribe, ku jets't'antik ku jajtal janalo'ob, u mu'uk'ankunsik u toj óolal yéetel u muk'-óolal mejen kaajo'ob.

InnovaHub

Essential tools

**Web guide for agricultural
stakeholders and collaborators**

**José Rausel Ovando Galdámez, Abel Jaime Leal González,
Suelen Yajaira Torres Mota, Anabell G. Díaz Espinosa,
Benancio Jiménez Gómez, Eugenio Telles Mejía,
Jorge Octavio García Santiago, Simon Fonteyne,
Vladimir N. May Tzun and Jelle Van Loon**



InnovaHub

Essential tools

Web guide for agricultural stakeholders and collaborators

Authors: José Rausel Ovando Galdámez, Abel Jaime Leal González, Suelen Yajaira Torres Mota, Anabell G. Díaz Espinosa, Benancio Jiménez Gómez, Eugenio Telles Mejía, Jorge Octavio García Santiago, Simon Fonteyne, Vladimir N. May Tzun and Jelle Van Loon.

Citation: Ovando Galdámez, J.R., Leal González, A. J., Torres Mota, S. Y., Díaz-Espinosa, A.G., Jiménez Gómez, B., Telles Mejía, E., García Santiago, J. O., Fonteyne, S., May Tzun, V. N. y Van Loon, J. (2024). InnovaHub - Essential tools. Web guide for agricultural stakeholders and collaborators. CIMMYT. Texcoco de Mora, Mexico.

ISBN: 978-607-8263-94-1

First edition, 2024

Second edition, 2025

This book has been developed by **CIMMYT**, an international non-profit organization committed to the transformation of agri-food systems globally. The publication forms part of the information products generated within working package 4 regarding the establishment of Innovahubs in Guatemala and Honduras, as an integral part of the activities of the One CGIAR **AgriLAC Resilient** regional initiative by **One CGIAR**. The authors would like to thank all those involved in the development of the book, with special mention to Marlon Roberto Duron (ABC) and Oscar Amado Martínez (ABC) for their contributions to the material; Kai Sonder and Fernando Bahena Juárez for their review of the content; David Phillips for translation; Jorge Cortés Ancona for proofreading; Cecilia Gorostieta for editorial graphic design and Oswaldo Baqueiro Brito for the internal illustrations. Special thanks are due to colleagues from CIMMYT's Sustainable Agrifood Systems in Latin America program, the teams from the Hubs in Mexico, and colleagues from CGIAR's sister centers in the Bioversity Alliance CIAT (ABC), CIP and IFPRI. Finally, the work would not have been possible without the generous support of the **Ministry of Agriculture and Rural Development in Mexico**, through the *MasAgro* and *Cultivos para Mexico* programs, which contributed significantly to the development and definition of the Hub model. The opinions, conclusions or recommendations expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the sponsors; and they are not to be used for advertising or product promotion.

© CIMMYT, 2025. All rights reserved.

Reproduction is permitted only for educational or research purposes, with appropriate acknowledgement of CIMMYT.





Index

Glossary	5
Prologue	7
How to use the material	11
Introduction	13
The InnovaHub Model	15
Outline of InnovaHub involvement	15
InnovaHub infrastructure	18
Research Platforms	19
Innovation Modules	20
Extension Areas	21
Impact areas	22
Handling knowledge and knowledge gaps	23
Tools for determining procedures	26
Plot Diagnosis	27
Information we obtain from plot diagnosis	28
Production antecedents	28
Climate	30
Soil	31
Decide the orientation and excavation of the soil profile trench	31
How to carry out a diagnosis	32
Identify the profile strata	33
Physical properties of the soil	34
Soil texture	34
Soil structure	36
Compaction	37



Qualitative assessment	37
Quantitative assessment	38
Procedure for using a static penetrometer	39
Procedure for using a dynamic penetrometer	40
Infiltration rate	41
Chemical properties	42
pH	42
Electrical conductivity (EC).....	43
Biological Properties	44
Organic Matter	44
Root depth.....	45
Fauna	46
Identification of problem areas and innovations	49
Techological menu	50
Diagnostic analysis.....	52
1. Identification of variables.....	52
2. Categorization of problems and constraints in the agrifood system.....	54
3. Identification of Innovations for the problems or constraints in production	56
Plot design	61
Crop plan	65
Drawing up a crop plan	66
Menu of innovations	69



Glossary

COMPACTION: The process by which air escapes through the spaces between the soil particles, leading to an increase in soil density that prevents penetration of water and air.

CROP AND CONDITIONING PLAN: A document used to plan the activities to be carried out in a plot intended for agricultural production. It covers everything from soil conditioning to post-harvest, including dates and costs. For a module it is necessary to prepare a cultivation plan for the control area and another one for the innovation.

DEMONSTRATION PLOT: A plot where innovations are evaluated, generally focused on short term needs or problems; for example: corn or bean varieties, the application of different herbicides or insecticides for soil pests, etc. It is usually worked on for one production cycle and then changed.

ELECTRICAL CONDUCTIVITY (EC): The capacity of the soil solution to carry current as a function of the content of salts dissolved or ionized in the solution (USDA, 1999). Therefore, the higher the EC, the higher the concentration of salts.

FIELD SCHOOL: A participatory plot for the exchange of knowledge and experiences. Learning is promoted through practical field exercises. The field is the environment in which local know-how and external scientific knowledge is tested, validated and integrated. There is no comparison between innovation and conventional management.

INFILTRATION RATE: This is the speed with which water penetrates the soil. Generally, it is measured based on the depth (in millimeters) of the water sheet that manages to penetrate the soil in one hour. There are several characteristics that influence the infiltration rate, such as soil texture and structure, cracks, cultivation practices, and soil expansion when wet.

INNOVAHUB: An agricultural innovation system with a physical infrastructure (plots) that includes research platforms, innovation modules and extension areas as a means to promote the adoption and adaptation of technologies, thus enabling the extension of knowledge for its mass application in impact areas. This system is constructed with the support of a network of participants, including teaching and research institutions, suppliers, government institutions, technicians and producers.

INNOVATION MODULE: Side-by-side comparative plots undergoing two treatments: an area implementing proposed innovations, which are refined and adapted based on the studies carried out in the research platforms, focusing on specific problems; and a second control area where the producer continues to carry out activities employed year after year, maintaining their conventional management techniques. This plot should be representative in terms of size, moisture conditions and community issues. The scale of the treatments is defined in cooperation with the farmer. Accompaniment and follow-up by a technician are fundamental, but it is



also essential to keep the comparison going for as many agricultural cycles as possible.

ORGANIC MATERIAL: The products of the chemical decomposition or decay of animal waste, microorganisms and plant residue. In general, organic matter is divided into humic and non-humic compounds. In the latter, the chemical composition and even the physical structure of the original animal or plant tissues survives.

PH: A parameter that allows us to know how acidic or alkaline a soil solution is, since this is where the roots take up the nutrients they need for growth and development. The pH scale goes from 0.0 to 14.0. PH strongly influences the availability of essential plant nutrients.

PLOT DESIGN: A drawing that allows us to visualize how the plot of land on which innovations are to be established will look. For innovation modules, the drawing needs to illustrate the control area and the innovation.

PLOT DIAGNOSIS: A field practice which is carried out on a plot where an innovation module or extension zone is to be established. A test trench is dug, measuring approximately 2 m long by 1 m wide, of variable depth, depending on the soil conditions. By this means we can identify the soil profile and thus determine its physical, chemical and biological properties.

RESEARCH PLATFORMS: Spaces where long-term trials (5-10 years) are set up and different agricultural practices are evaluated. The objective is to develop cultural practices and technologies best suited to the agro-ecological zone in which they are located and adapt them to the production systems. Research platforms are installed by collaborators (universities, producer associations and research centers, among others), who are responsible for the research. In addition, short- and medium-term trials are conducted to respond to different needs or problems of farmers. For example: evaluation of herbicides, weeds, sources of fertilizer or seed varieties.

SOIL TEXTURE: This refers to the particles of different sizes such as sand, silt and clay contained in the soil. This property affects the ease with which the soil can be worked, the amount of water and air it retains, and the speed with which the water penetrates the soil.

STRUCTURE: Soil structure is defined by the way individual particles of sand, silt and clay are grouped together. When individual particles are grouped together, they take on the appearance of larger particles and are called aggregates.

TECHNOLOGICAL MENU: A menu of innovations that can be implemented in a plot to address different problems or constraints within a production system. Innovations are adapted to local conditions.



Prologue

Agriculture, as a fundamental basis for food and human well-being, especially among families in rural areas, is facing increasingly complex challenges, including climate change and variability, soil degradation, and migration of young people to urban areas, among others. Scientific and technological advances offer great opportunities for improving productivity and conserving natural resources. However, their effective implementation requires organized and systematic knowledge management processes.

This document, designed as a practical guide, is presented as a resource to promote innovation in agricultural production systems in a participatory manner, with the producer playing a central role as an agent of change. Based on the InnovaHub model, it brings together tools and methodologies for diagnosing, planning and putting into effect strategies adapted to diverse agroecological conditions and types of agriculturalist, directly from the field.

The document is organized in such a way as to make it easy to understand and apply. It begins with a glossary that introduces key concepts. Then it describes the components of the **InnovaHub** as a participatory model for scaling up knowledge and best agricultural practices, explaining and detailing the involvement, as well as the features of its physical infrastructure, such as platforms, extension areas and impact areas, which facilitate the management of innovation. It also provides practical tools for diagnosing the conditions of agricultural plots, identifying specific problems and constraints that prevent agricultural





households from achieving their productive objectives, and serving as a foundation for planning activities.

Based on a diagnosis, innovative technological solutions and practices are proposed, culminating in a comprehensive plot design ready for implementation, including a menu of recommended options that have been validated locally, and - through the **Innovahub** - adapted by producers in their plots, so that they are ready for adoption and scaling up.

The guide you hold in your hands is a resource created to share experiences, knowledge, methodologies and tools in order to facilitate the process of adopting innovations that will have a positive impact on families in rural areas, and ensure the sustainability of production systems. We hope that this material will contribute to the continuous improvement of production systems, ensuring a more resilient, efficient and environmentally friendly agricultural future.



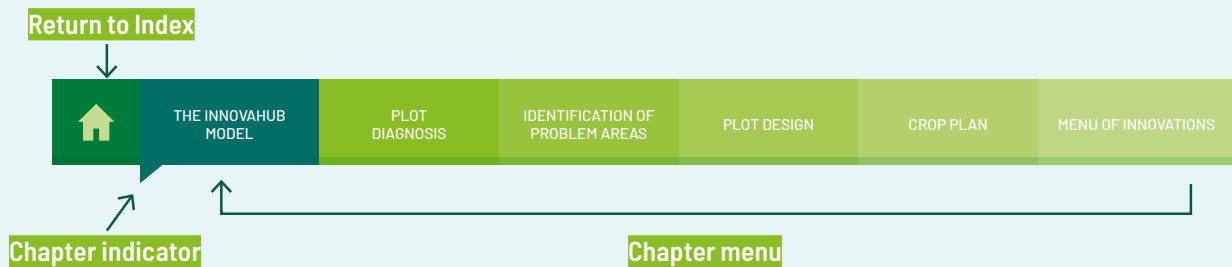


How to use the material

This document is interactive, so you can easily navigate through its various chapters, or return to the table of contents. Follow the instructions below.

TopMenu

You can move between the Index and then Chapters using the menu at the top just click on the chapter you want. The current chapter is clearly highlighted.



Icons

At the start of each stage is a proposed **OBJECTIVE**, which will help you identify the results we hope to achieve with each of these proposals; then, the **SUGGESTIONS** focuses on some aspects of application.



OBJECTIVE



SUGGESTIONS

Glossary

In the **Glossary** you can find the key concepts covered in this guide. Click on the concepts marked in **green** in the text to open the glossary and check the terms.

Infoboxes

On some pages you will find **INFOBOXES** with extra information, tips and more regarding the participants in the innovation model, which will help you better understand the Guide. They are marked by these icons:



PARTICIPANTS



TIPS



MORE INFORMATION





Introduction

Today, agriculture requires the full support of scientific and technological advances; those who earn their living in this vital activity need to have access to systemized work processes, in terms of both productivity and conservation of the environment.

To this end, this guide contains the basic elements needed for creating an agricultural innovation system. Accordingly, it is intended to provide ideas and tools for designing, implementing and following up on the basic infrastructure of the Innovahub, which can be applied to different production systems, depending on agroecological conditions and types of agriculturalist.

For ease of use, the guide begins with a glossary of terms that contribute to an understanding of the parts into which the innovation process has been divided. In

the first part, under the heading The **Innovahub Model** we give an outline of the hub's involvement, the features of its infrastructure and the management of knowledge and knowledge gaps.

In the section on **Tools for determining procedures**, we describe the methodologies taken as a reference; then, several sections are devoted to the **diagnosis of the plot**, followed by **identification of problems and constraints, and the definition of technological solutions and innovations**. Finally, we consider **plot design**, including a **menu of innovations**.

The aim of this guide is to share guidelines for detecting work-related problems on the land and to propose solutions for them, while striving for an adequate balance between production and the environment.



Figure 1. Hub Model

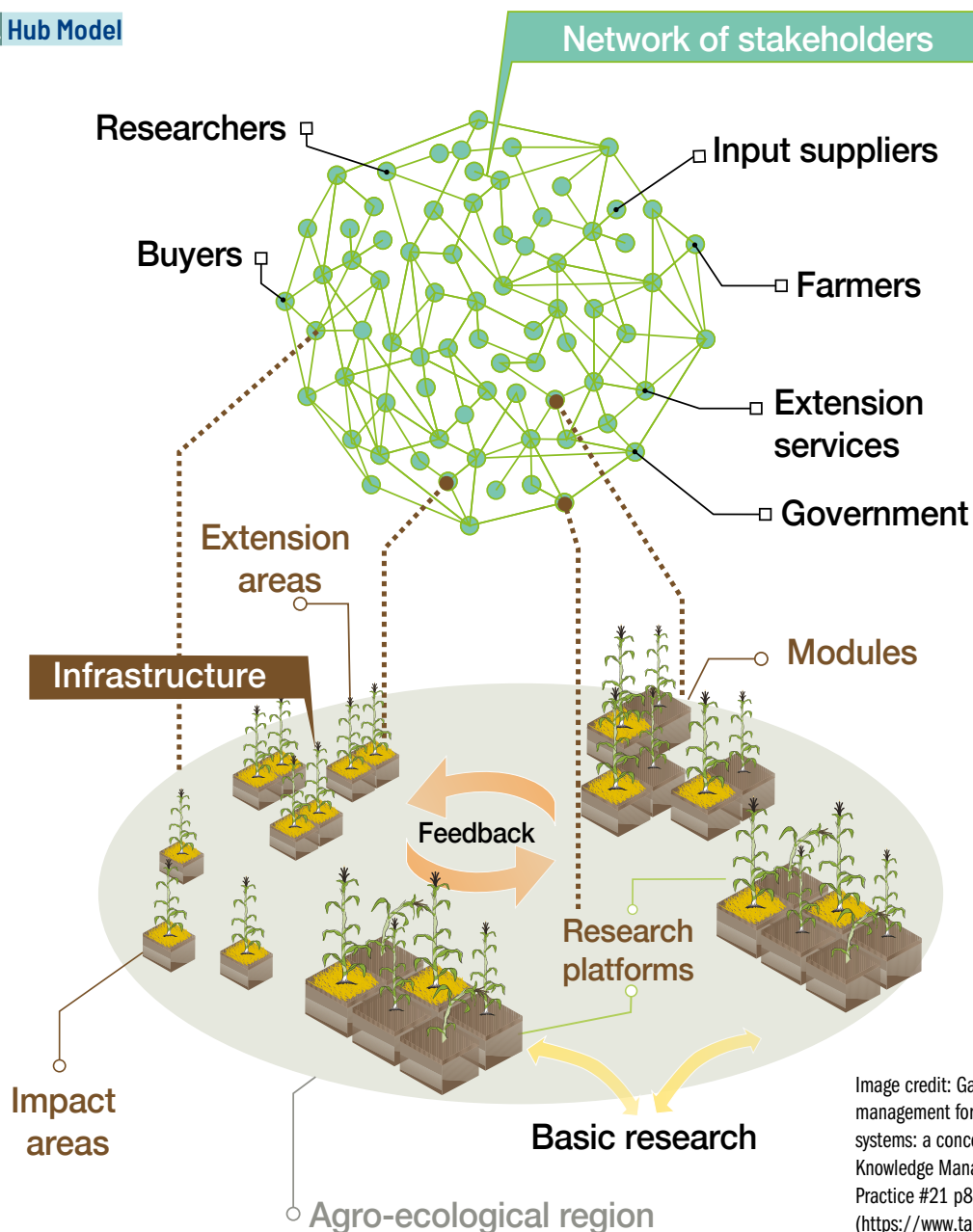


Image credit: Gardeazabal et al "Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework" in Knowledge Management Research and Practice #21 p8 (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14778238.2021.1884010>)

INNOVAHUB: is a system of agricultural innovation with a physical infrastructure (plots) which contemplates **research platforms, innovation modules and extension areas** as means to promote the adoption and adaptation of technologies, thus favoring the spread of knowledge which can be put into large-scale practice in impact areas. This system is possible thanks to a network of stakeholders, such as teaching and research institutions, suppliers, government departments, technicians and producers.



The InnovaHub Model

Outline of InnovaHub involvement

InnovaHub serves different production systems depending on agro-ecological conditions and types of agriculturists. These systems are determined by the orography, climate and precipitation within the InnovaHub's territory. Activities are carried out in different geographical conditions, such as plains, hillsides and slopes. It should be noted that InnovaHub involvement is also flexible enough for livestock or mixed farming systems.

InnovaHub implements a variety of strategies based on the constraints affecting the systems within the territory. Some of these may be environmental, productive, social or organizational (**Table 1**).

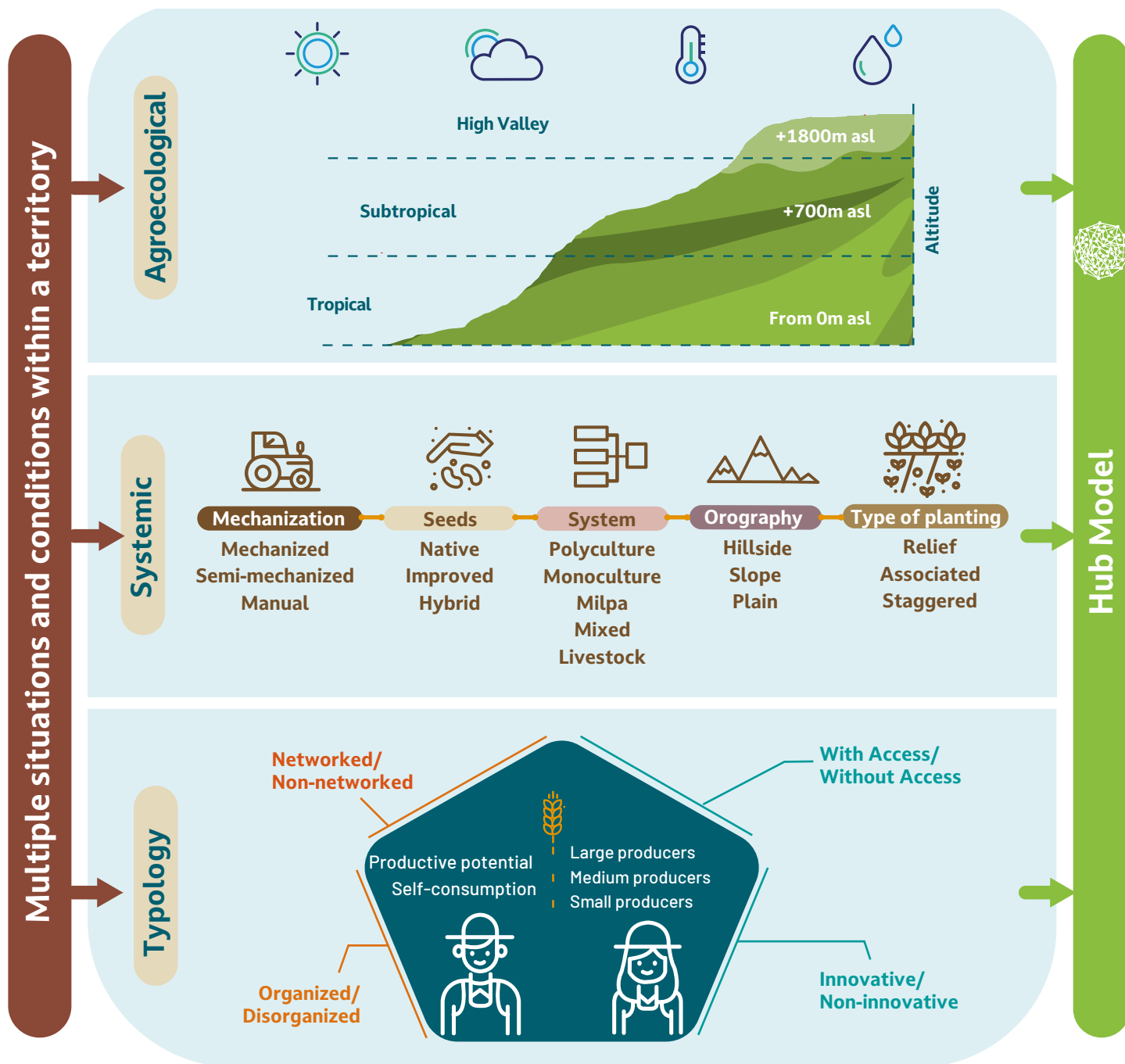
Table 1. Constraints on systems served by InnovaHub.

CONSTRAINTS	TOPICS			
Environmental	Soil degradation	Water and wind erosion	The impact of climate change	Contamination by or effect of chemical pesticides
Production	Low yields	Crop diversification	Fertilizer management	Access to research and innovation
Social and organizational	Subdivision of land	Attention to vulnerable populations	Diversification of diet	Creation of associations
	Access to financial services	Market access	Supply chains	Sourcing networks



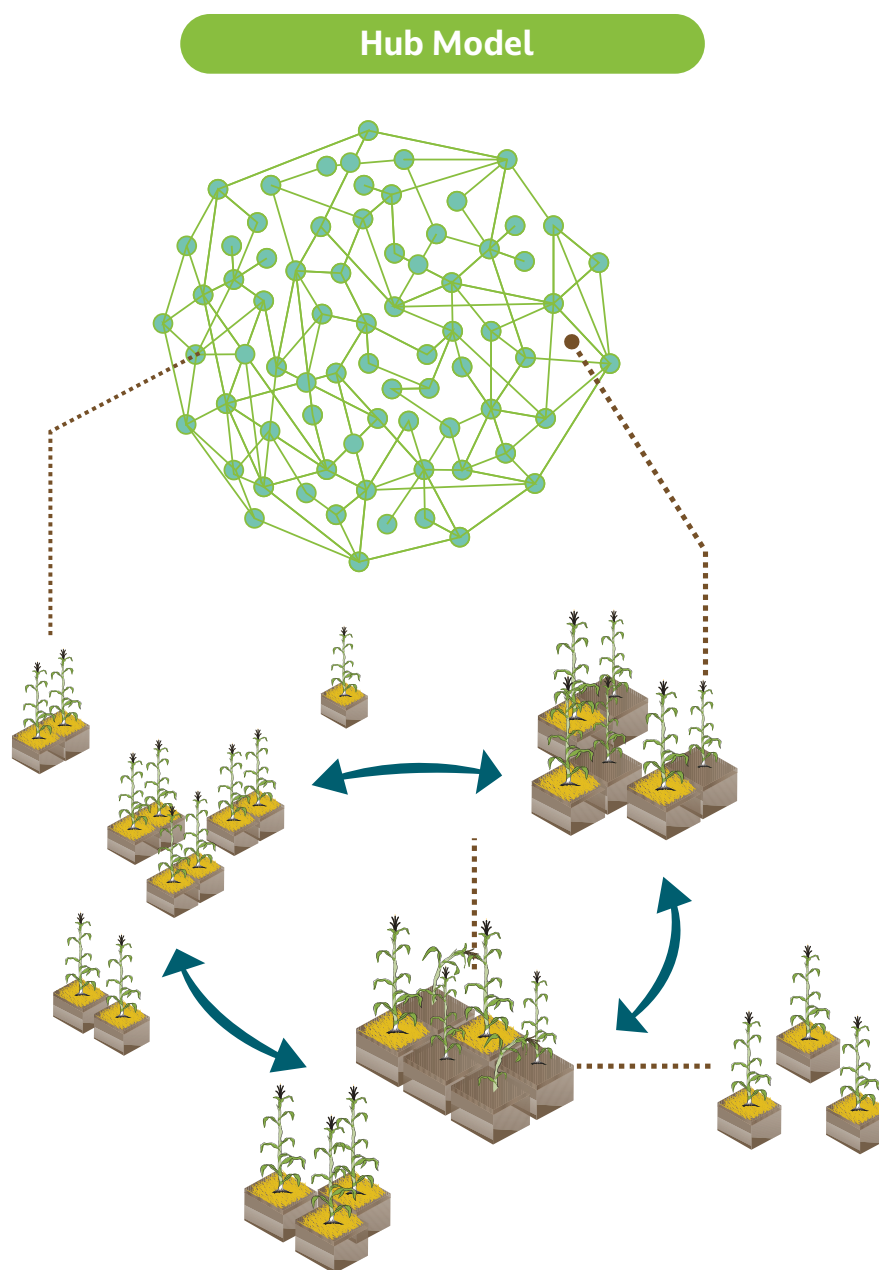
InnovaHub does not address a single system or type of producer, but rather intervenes in different dimensions and axes; therefore, by identifying these limitations, InnovaHub seeks strategies to operate in a systemic manner (Figure 2).

Figure 2. Multi-systemic and multidimensional InnovaHub involvement.





HUB: The word Hub is used in the sense of an organ that facilitates connections between the various participants in a network of innovation. In Mexico it is referred to as a Hub, and in Central America as Innovahub.

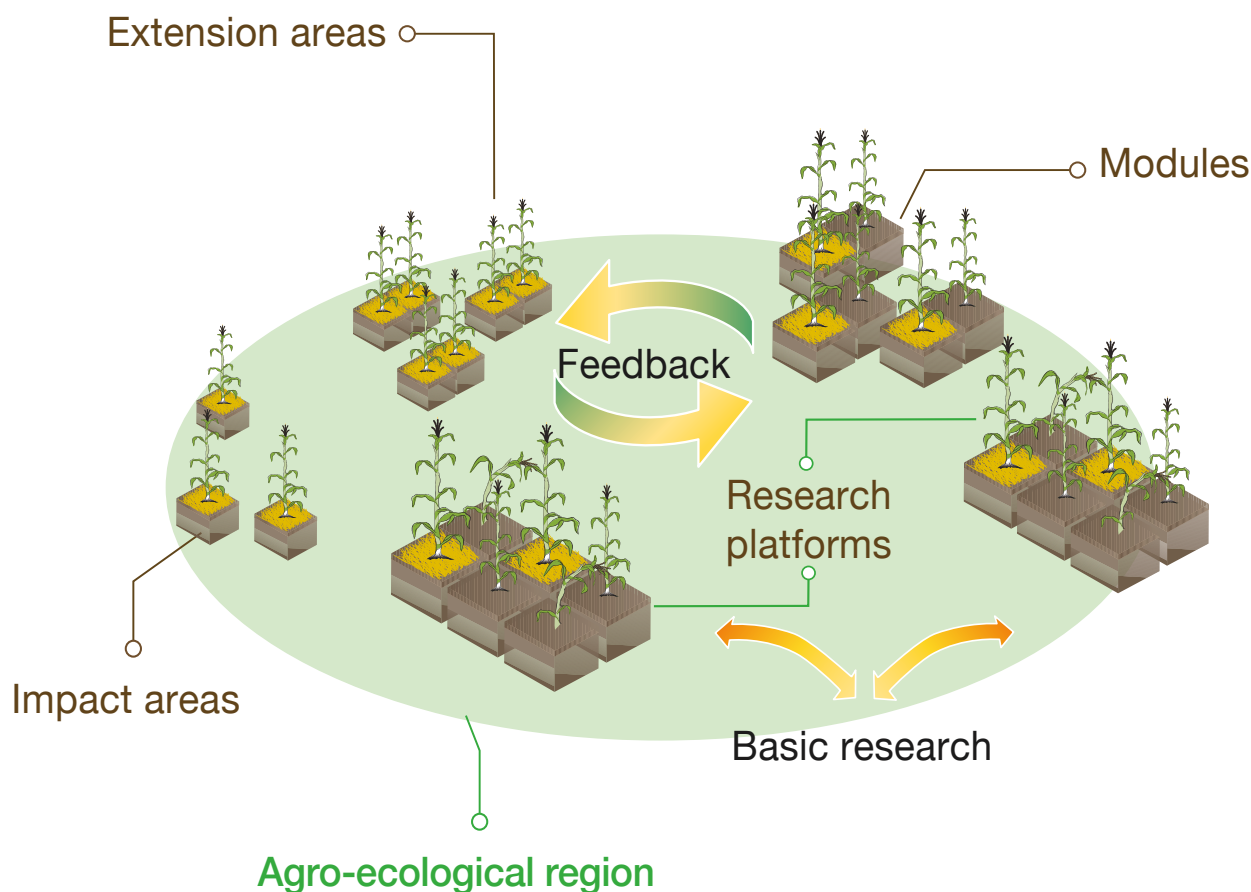


Source: Adapted from Gardeazabal, et al. "Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework". *Knowledge Management Research & Practice*. Núm. 21, p. 8.

InnovaHub infrastructure

With regard to the InnovaHub model, we must stress the need to develop the physical infrastructure, consisting of the following four sites: **research platform, innovation modules, extension areas** and **impact areas**. Together, they provide mutual feedback, and support access to innovation and research in the region (**Figure 3**).

Figure 3. Physical infrastructure of InnovaHub.



Source: Adapted from Gardeazabal, et al. "Knowledge management for innovation in agri-food systems: a conceptual framework". Knowledge Management Research & Practice. Núm. 21, p. 8.



In the research platforms, feedback between the main participants, such as technicians and farmers, is fundamental in order to adjust treatments or incorporate short- or medium-term trials.



Research Platforms

Spaces where long-term trials (5-10 years) are established and different agricultural practices are evaluated. The objective is to develop cultural practices and technologies that are best suited to the agroecological zone in which they are located, and adapt them to existing production systems. Research is done based on sustainable agriculture; however, the specific technologies evaluated at each platform depend on the limiting factors or opportunities of the area in question. Research at the platforms not only has a technical perspective, but also considers socioeconomic and environmental factors that could impact the successful implementation of new practices at the level of the producer.

Research platforms are installed by research partners (universities, producer associations and research centers, among others). They make it possible to validate and calibrate different practices and/or technologies, which facilitates their

Figure 4. Mixtec research platform, Santo Domingo Yanhuitlan, Oaxaca, Mexico.



Image credit: Jaime Leal, CIMMYT.

implementation on farmers' plots. The farmers can then adopt those technologies that prove to be the most appropriate for their local production systems. This research takes into account different stakeholders, such as the **farmer**, the **researcher** and the **technical agent**, an approach that facilitates access to research for producers in a given region. (Figure. 4).

Innovation Modules

The Innovation Module consists of a comparative plot where conventional management and the innovation are evaluated, allowing the differences between the innovation and the control area to be clearly seen and assessed (Figure 5). The innovation is determined based on the **plot diagnosis**: this identifies problems or limitations; allows discussion with the farmer on the innovations that help to address these problems or limitations; and establishes priorities for the innovations that will be established during the production cycle. The control plot is

Figure 5. Innovation Module at San Antonino Monteverde, Oaxaca, Mexico.



Image credit: Jaime Leal, CIMMYT.



defined by the common practices that the farmer or the community normally follow, allowing the adaptation-adoption process to take place. The main participants are the farmer and the technical agent.

The module enables the closing of knowledge gaps, since the proposal is based on co-design and co-construction of innovation, and the work-learning process is facilitated, making it possible to change the paradigms of both the farmer and the technical agent, thus leading to new learning. This is why the plot can also be considered as a **field school**. It may belong to a single farmer, or in some cases it is group owned.

Extension Areas

Figure 6. Extension area at La Sabana, Maria Lombardo, Oaxaca, Mexico.

The extension area is a plot dedicated solely to agronomic management. Farmer(s) with extension areas are convinced by the results of the innovation they have seen in research platforms, innovation modules or other extension areas. The main participants are the farmer and the technical agent (**Figure 6**).



Image credit: Jaime Leal, CIMMYT.

TECHNICAL AGENTS: Technical personnel who accompany and advise producers in the agricultural production process, from preparation of the land to harvesting the crops. The agent is knowledgeable in agronomy, innovation management, innovation implementation and capacity development in general.



Impact areas

The impact area is a plot of land where an innovation that was observed at the previous sites is put into practice, but the adoption process is facilitated in the community by local farmers. At training sessions and other events, the principal protagonists are the producers. The impact areas support the process of linkage and scaling up (Figure 7).



Image credit: Jaime Leal, CIMMYT.

Figure 7. Impact areas in the community of San Antonino, San Antonino Monteverde, Oaxaca, Mexico.



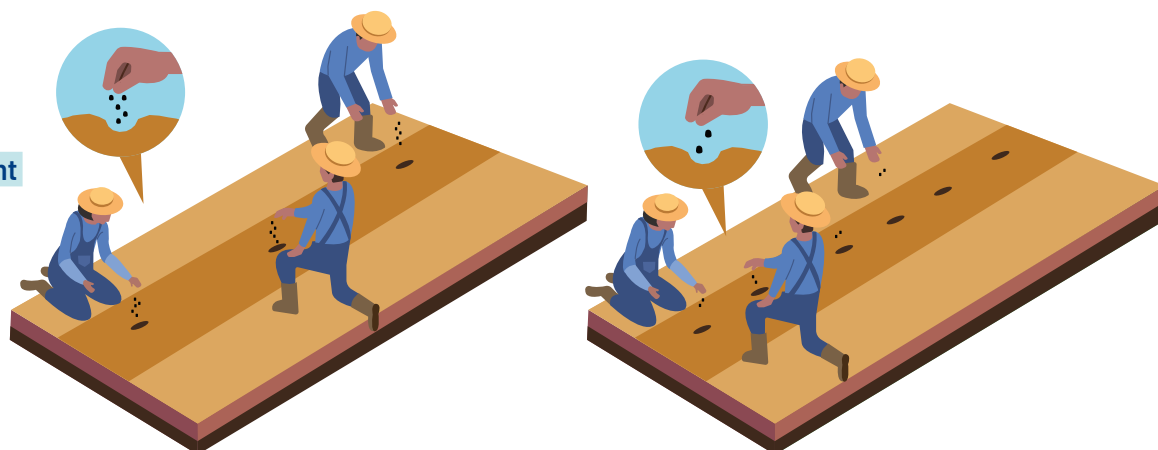
Handling knowledge and knowledge gaps

Knowledge management in the InnovaHub model is based on three stakeholders: **the producer**, **the technical agent** and **the researcher**; who are all fundamental for the development of the model, since they are the main source of information when interacting in the co-design and co-construction of the projects, managing local knowledge and supporting the processes of adaptation and adoption of the innovation. It is important to note that innovation is based on interactive learning among the participants in the system, and it involves changes in the improvement and use of technologies and tools. This in turn leads to changes in knowledge and in organizations as a result of the participants' expertise.

The farmer's participation is key in the implementation of innovations, while the role of the researcher and the technical agent is to support the farmer's decision making. The principal stage is the plot, since this is where the farmer can express his points of view in a comfortable and conducive environment.

When managing new knowledge we must not ignore the paradigms of conventional management: an innovation (change) generates uncertainty in the result. For example: a farmer has always planted 5 seeds every meter with a distance of one meter between rows, while the innovative proposal indicates 2 seeds every 30 cm, with rows 80 cm apart (**Figure 8**). This change generates a response in the farmer, which is shaped by his knowledge and beliefs. The change may provoke a rejection, and it is here where interaction with other more experienced growers helps to manage these new learnings. So, we have a knowledge gap created by the paradigm, a gap understood as the difference in knowledge, skills and abilities between a current know-how or way of doing things, and a new situation that involves the use

Figure 8. Agronomical innovation regarding topological arrangement and density.



of a technological solution or innovation in order to obtain a different result (Figure 9).

Adaptation of innovation has a greater chance of positive outcome if we take into account the knowledge and skills of the producer, although the situation of the stakeholders may limit it. It is therefore necessary to develop an enabling environment and to identify our own limitations, as we need to consider that innovation will be adapted to the extent that the participants are able to close their knowledge gaps.

In the InnovaHub model, these skill-building activities are promoted under the concept of work-learning or learning-by-doing, reinforcing the fact that the plot is the appropriate place to implement them. Moreover, it is important that the technical

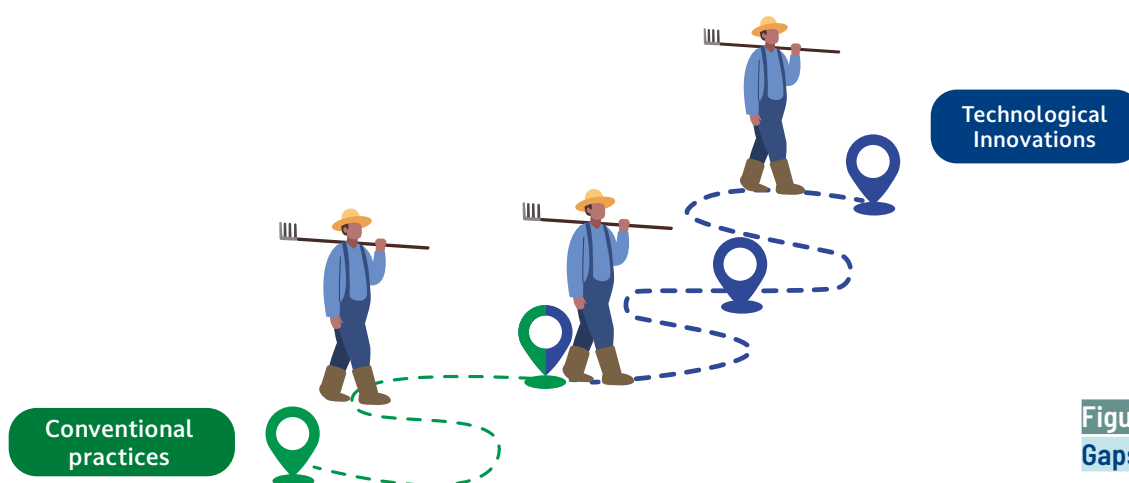


Figure 9. Knowledge Gaps.



Image credit: Jaime Leal, CIMMYT.



Figure 10. Participation of InnovaHub stakeholders.

agent and the researcher are willing to understand the farmer's vision in order to close the knowledge gaps and manage a new approach that supports the process of adaptation and adoption.

This knowledge management is complemented by the participation of the stakeholders in courses, field days, demonstrations etc. These events provide a space for interaction with others who are involved in the innovation network and support this knowledge management, so that students, government officials, other producers, technical agents and researchers all contribute to the integration of the innovation network and the management of knowledge (Figure 10).

This makes InnovaHub a model that integrates public, private, national and international collaborators, without prototypes or standard recipes, generating alliances and opportunities (ICCA, 2016).

The collaborators contribute knowledge and experience to the model, incorporating their own systems and processes that are already in place. As a multidisciplinary team, they can develop a broader vision in order to address analysis of real-world conditions so as to identify and implement appropriate actions (Figure 1).



Tools for determining procedures

Based on the above, tools have been developed to enable the design, implementation and follow-up of the different activities generated as part of InnovaHub. The most important of these tools are:

Plot diagnosis

Identification of problems and constraints, and the definition of technological innovations

Plot design

Crop plan and conditioning

For the processes mentioned in the plot diagnosis, such as texture, **compaction, infiltration rate, pH**, salinity, etc., various different methodologies endorsed by institutions, research centers and government agencies have been used as a reference, along with recommendations from equipment suppliers. These methodologies have been adapted for field practices, and not in a laboratory, and it is intended that technicians and producers can replicate them with other people.



METHODOLOGIES TAKEN AS REFERENCE:

For pH and electrical conductivity: Official Mexican Standard NOM-021-RECNAT-2000.

Soil compaction: Penetration resistance, A useful guide for comparing crop management practices and Soil Compaction management practices and the John Deere Soil Compaction Tester Manual (<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4031/98830.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

<https://www.agratronix.com/wp-content/uploads/2015/11/SWST08180-Soil-Compaction-Manual.pdf>)

Infiltration Rate: Infiltration, A useful guide for comparing crop management practices (<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4029/98828.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Soil Texture: Identifying Problems in tropical corn production (https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s07.htm)



Plot Diagnosis



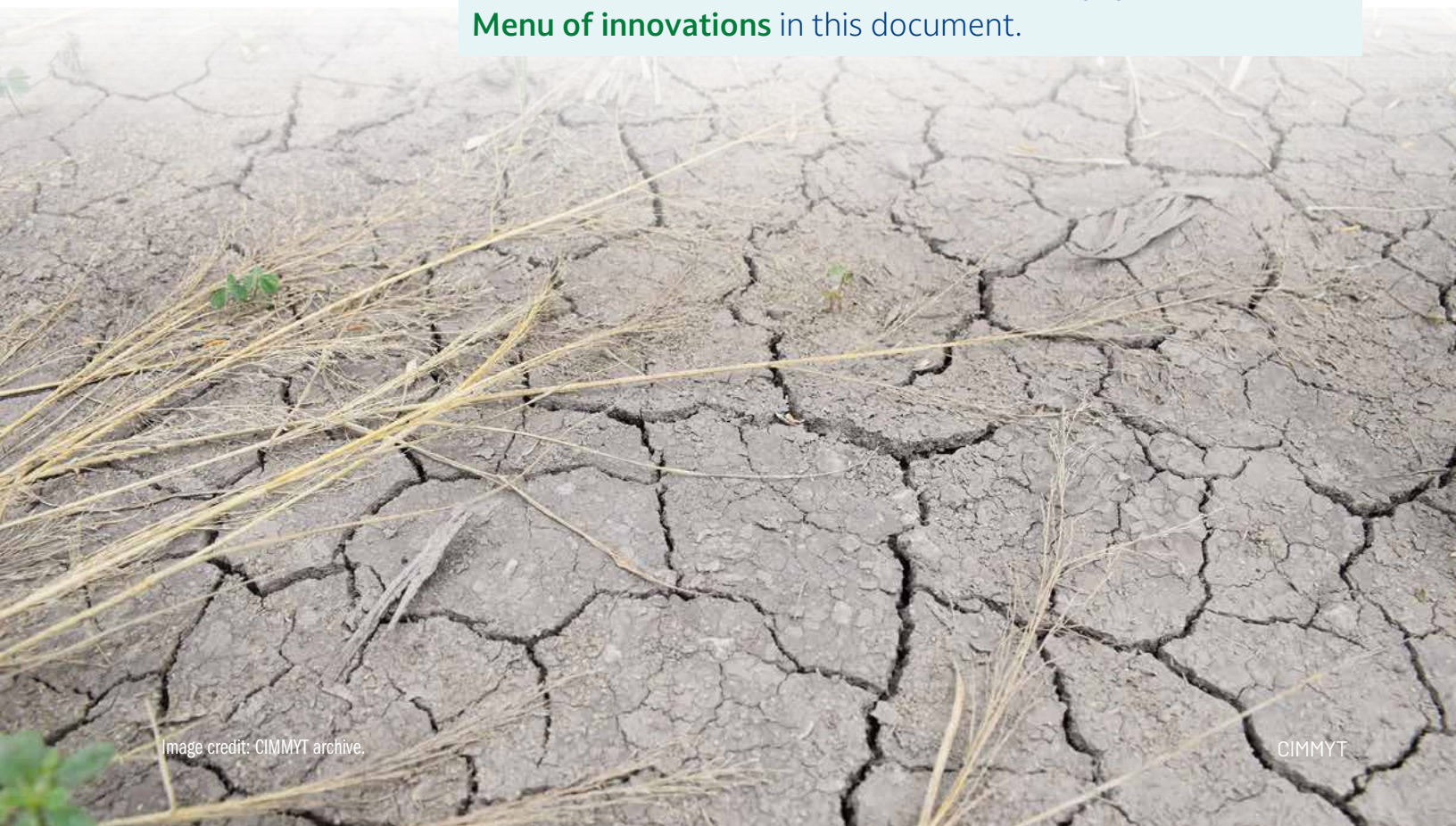
Objective

The purpose of the diagnosis is to identify limitations or problems in crop production. To this end, a test trench is dug on the plot in order to ascertain the physical, chemical and biological properties of the soil. During the excavation process information must also be obtained on the rainy season, hot season, occurrence of frost, as well as soil preparation, inputs, availability of labor, machinery and equipment. This generates comprehensive information on the soil, agronomic management, production costs, pests, weeds, and so on.



Suggestion

During the diagnosis, several constraints may come to light, and one or more innovations should be proposed for each of them. In order to define them more clearly, you can use the **Menu of innovations** in this document.



Once all possible innovations have been defined, you will notice that some innovations are repeated, and this is because one innovation can help to reduce several problems. So, you should draw up a summary of the innovations and prioritize them, deciding which ones will be implemented in the first production cycle and which ones in subsequent cycles.

Information we obtain from plot diagnosis

The figure below gives an example of the information that can be obtained during the diagnosis. It can be enlarged depending on the particular production system.

Figure 11. Information obtained during plot diagnosis.

Production antecedents	Climate	Soil
• Access to agricultural inputs • Access to machinery • Varieties used • Management of crop residues • Use of organic fertilizers • Main pests and diseases • Availability of labor • Planting density • Topological arrangements • Production costs • Yields	• Rainy season • Hot season • Temperatures • Presence of frost • Altitude	• Physical properties (texture, structure, compaction, infiltration, effective depth) • Chemical properties (pH, salinity) • Biological properties (organic matter, root depth, presence of insects or other invertebrates, % cover)

Production antecedents

This information can be obtained from the producer by means of discussion during the process of digging the test trench. The following chart provides an illustrative example.

**Chart 1. Information on production antecedents obtained during plot diagnosis (example).**

Plot History						
Previous crop	Planting density (seeds/ha)	Product obtained (grain, cobs, etc.)	Topological arrangement		Yield (ton/ha)	Production cost (Mex\$)
			Distance between rows	Distance between seeds		
Corn	70,000	Grains	0.8m	0.18m	2.5	17,000
Describe how crop residue is handled						
It is removed from the plot, since it is used for animal feed						
Varieties of seeds used						
Native			Hybrid			
			H-377			
Fertilizer/manure						
Name of active substance	Commercial name		Type		Dose	Unit
46-00-00	Urea		Synthetic		150	kg/ha
18-46-00	Diammonium phosphate		Synthetic		100	kg/ha
00-00-60	Potassium chloride		Synthetic		100	kg/ha
Weeds, pests and diseases identified on the plot						
Weeds		Pests			Diseases	
Broad leaf	Narrow leaf	Roots	Foliage			
Acahual (Simsia amplexicaulis)	Nutgrass (Cyperus rotundus)	None	Fall armyworm (Spodoptera frugiperda)		Tar spot	
	Johnson grass (Sorghum halepense)					
Production antecedents						
	Little		Regular		Sufficient	
Access to agricultural supplies						
Fertilizers			X			
Herbicides			X			
Insecticides					X	
Access to machinery						
Tractors					X	
Soil preparation implements					X	
Sowers			X			
Availability of labor			X			



Climate

Climate information such as rainfall, temperature, hot season, hail and frost is important for agricultural production decisions. More information can be found in official sources for Honduras (CENAOS, <https://copeco.gob.hn>), Guatemala (SMG, <https://www.smg.gt/>), Mexico (SMN, <https://smn.conagua.gob.mx/es/>).

Chart 2. Climate information obtained during plot diagnosis (example).

Current condition of plot					
Latitude (decimal degrees)	16.914735	Longitude (decimal degrees)	-96.743353	Altitude (masl)	1499
Rainy season	June–October	Hot season	15 July – 10 August	Temperatures	18–34 °C
Frosts	No	Hail	No	Flooding	Yes

All these parameters have an effect on the behavior of crops, as can be seen in the following chart:

Chart 3. Example of the links between climate and its effect on crops.

Parameter	Possible effect
Geographical location	Crops sensitive to the length of daylight may be affected.
Altitude	This is linked to growing cycles: the greater the altitude, the longer the cycle.
Rainy season	This is linked to crop cultivation cycles: those with a long cycle may be affected during ripening if there is not sufficient rainfall.
Frosts	Many crops are sensitive to low temperatures, while others can tolerate them.

Soil

To find out the properties of the soil, we need to dig a test trench, for which we will need the following equipment:

1. Straight shovel
2. Curved shovel
3. Pickaxe or mattock
4. Transparent glass or plastic containers
5. Flexometer or tape measure
6. Flat screwdriver
7. Scale in grams
8. Tapping mallet
9. Potentiometer or pH indicator strips
10. Oxygenated water
11. Stakes
12. Apparatus A
13. Bucket
14. Distilled water
15. Stirrer



The steps for digging a test trench and determining the soil profile are as follows:

Decide the orientation and excavation of the soil profile trench

To decide the orientation of the trench, we need to consider two possible conditions:

On flat surfaces, we dig the trench so that the strata can be observed in direct sunlight.

On sloping surfaces, the trench is oriented down the slope, to facilitate digging and description of the strata. The following figure illustrates both cases.

How to carry out a diagnosis

Flat surfaces

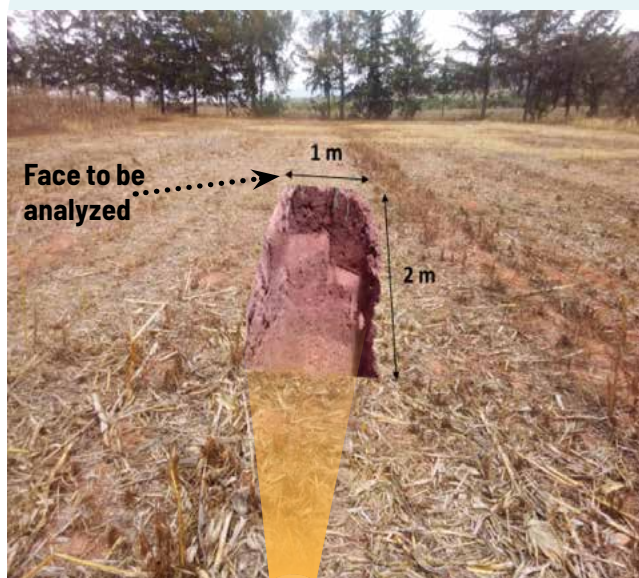


Image credit: Rausel Ovando, CIMMYT.

Sloping surfaces

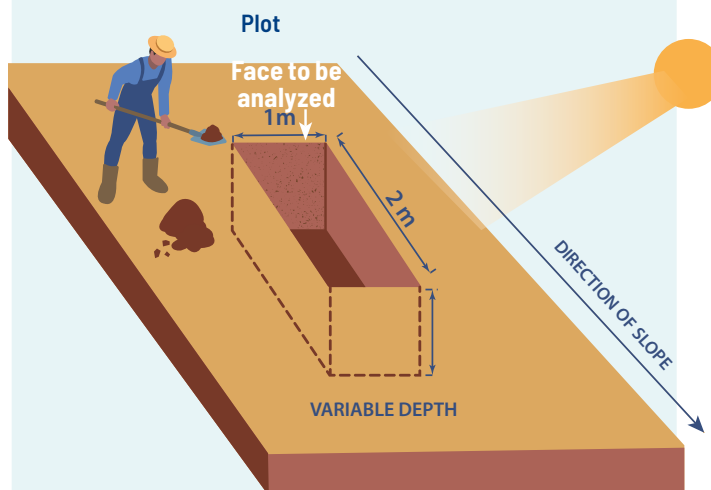


Figure 12. Orientation of soil profile trench in flat and sloping conditions.

The soil to be removed should be placed to the sides, never next to the face to be analyzed (**Figure 12**).

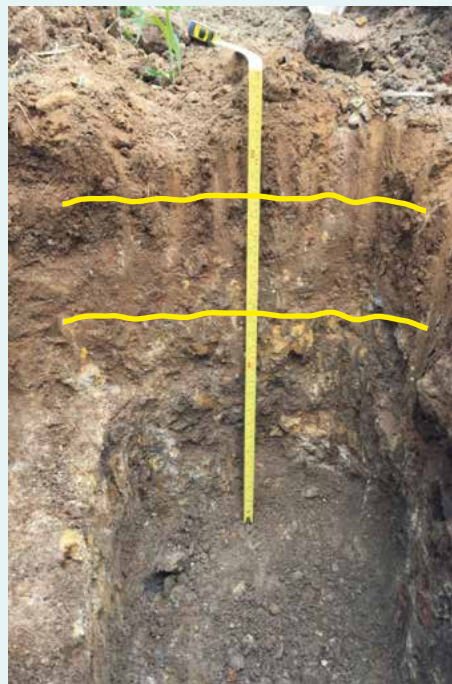
If we come across roots, we need to be careful not to damage them, because later we will obtain important information from them.

Identify the profile strata

To determine the properties of the soil we need to delimit the soil layers; this is done by identifying variations in the soil profile, determined by color, texture, structure or the presence of roots. The thickness of each layer is measured, as shown in

Figure 13.

Figure 13. Soil profile and differentiation of layers.



LAYER 1

Brown in color, no stones present.

LAYER 2

Brown in color, stones are present.

LAYER 3

Change of color, more stones are present.

Image credits: Oscar Mejía, The Fund for Peace .



Physical properties of the soil

Soil texture

This property is determined by touch and is an estimate, but by using the guide in **Figure 14** we can obtain a result very close to what a laboratory analysis would provide. Soil texture is very important because it is related to other soil properties, which allow a better understanding of the effects it can have on agricultural production (**Table 4**).

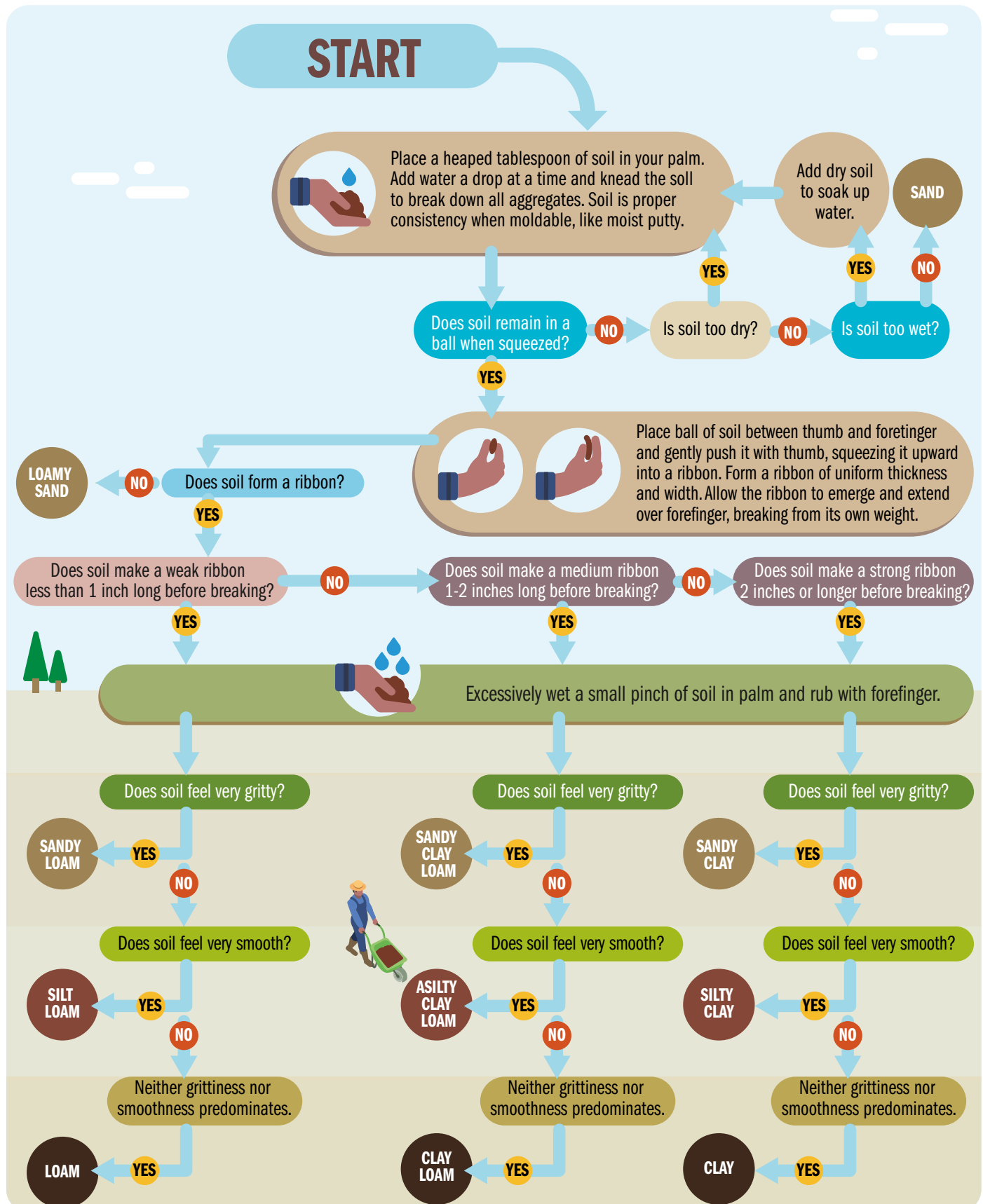
Chart 4. Relationship between soil texture and other properties.

Texture	Total porosity (%)	Ad (g/cm ³)	FC (%)	PWP (%)
Sand	38	1.65	9	4
	(32-42)	(1.55-1.8)	(6-12)	(2-6)
Sandy loam	43	1.5	14	6
	(40-47)	(1.4-1.6)	(10-18)	(4-8)
Loam	47	1.4	22	10
	(43-49)	(1.35-1.5)	(18-26)	(6-10)
Loamy clay	49	1.33	27	13
	(47-51)	(1.3-1.4)	(23-31)	(12-15)
Sandy clay	51	1.3	31	15
	(49-53)	(1.25-1.35)	(27-35)	(14-18)
Clay	53	1.25	36	17
	(51-55)	(1.2-1.3)	(31-39)	(16-20)

Ad: Apparent density. **FC:** Field Capacity. **PWP:** Permanent Wilting Point



Figure 14. Guide to determining soil texture by touch.



Source: S.J. Thein. 1979. A flow diagram for teaching texture-by-feel analysis. *Journal of Agronomic Education* 8:54-55. Used by permission of the publisher, American Society of Agronomy, Inc.



Soil structure

The circulation of water through the soil varies markedly in accordance with the **structure**, which is best identified when it is dry or slightly wet. To determine the soil structure, take the following steps:

1. With a shovel, take a good quantity of soil from the first layer you identified.
2. Throw it up in the air, and let it scatter on the ground.
3. From the fragments, take some samples which are most representative in size and number.
4. Use Figure 15 to determine the predominant structure for this layer.
5. Repeat for the other layers.



Figure 15. Predominant structures in agricultural soils.

SOIL			
			
They are small, more or less regular or spherical particles, of a similar size along all three axes. They typically have a higher content of organic matter.	These are soil particles that are grouped into square or rectangular blocks. Relatively large blocks indicate that the soil resists penetration and movement.	They are soil particles that have formed columns or vertical pillars separated by tiny, but well-defined vertical fissures. Water finds it hard to circulate and drainage is deficient. This kind of structure is usually found when sodium is present.	These are pieces in the form of thin sheets or layers that accumulate horizontally, one on top of the other. They frequently overlap, which significantly hinders water circulation. This structure is almost always found in wooded soils formed by layers of clay.

Compaction

Compaction limits root growth and the amount of air and water available to the roots. Several methods can be used, alone or in combination, to assess compaction qualitatively or quantitatively. The steps for each case are as follows:

Qualitative assessment

1. Use a soft-blow mallet. Tap the soil on the profile face, moving from top to bottom. When you notice a change in sound or consistency of the soil, place a marker.
2. Keeping tapping until you notice another change in sound or consistency, and place another marker.
3. Measure the depth and thickness of the layer, as shown in **Figure 16**.
4. To check if there is compaction, you can see if there are any roots below the layer that you marked. If there are no or very few roots, it means that they have been blocked by the compacted layer. (**Figure 17**).
5. You can also use a flat screwdriver. Use it to break the layers of soil, going from top to bottom, and place a marker where it becomes more difficult to break.
6. Continue down, until you notice it becomes easier to break the soil again, and place the second marker.

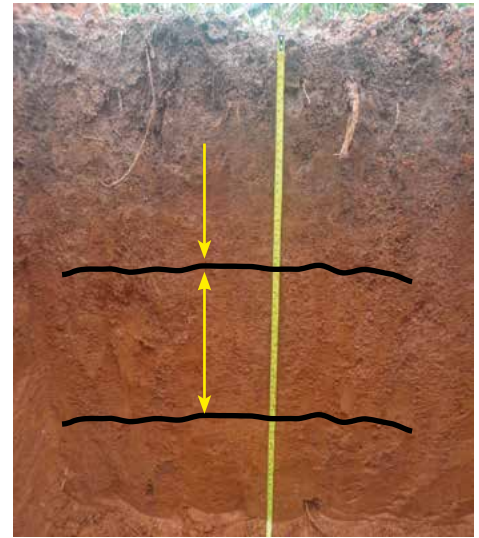


Image credit: Aldrin Quevedo.

Figure 16. (Left). Soil profile, example of depth and thickness.



Image credit: Leodegario Osorio, INIFAP.

Figure 17. Soil profile without compaction, many roots visible.

Quantitative assessment

This can be obtained by measuring resistance to penetration using devices called penetrometers, and involves calculating the resistance of the soil to the movement of a penetration cone and dividing it by the penetration depth.

Penetrometers can be static or dynamic (Figures 18 and 19). Static penetrometers measure the force used to push a probe into the ground at a constant speed, while dynamic penetrometers measure the resistance to penetration by striking the probe repeatedly on the soil.

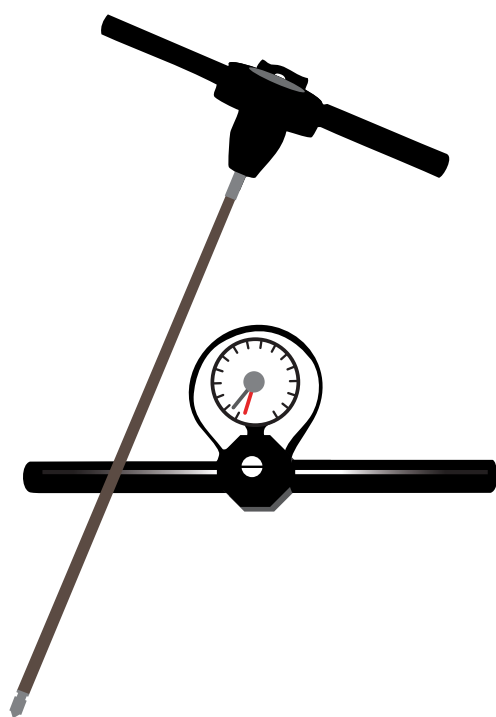


Figure 18. Static penetrometer.

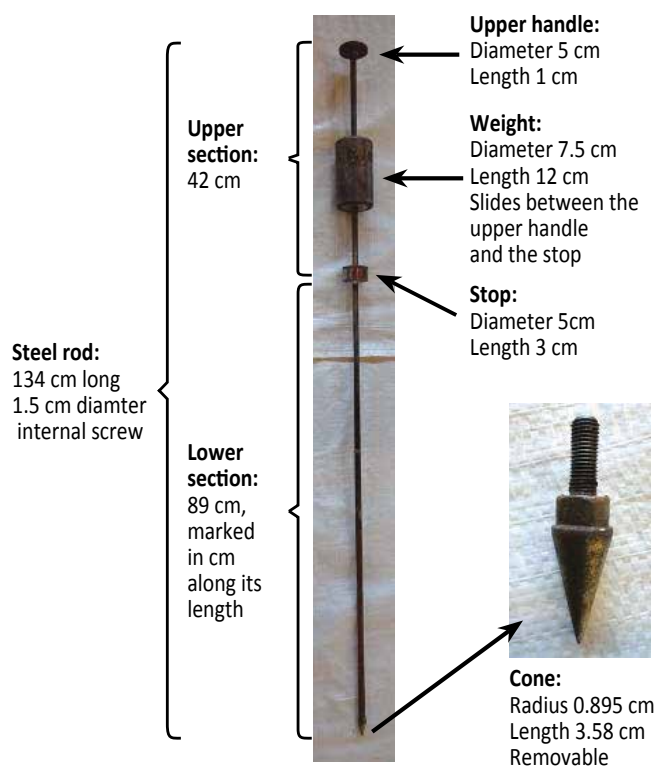


Figure 19. Dynamic penetrometer.

Source: *Resistencia a la Penetración, Guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo* - CIMMYT-MasAgro, 2013



Procedure for using a static penetrometer

1. Loosen the wing nut on the collar of the damper and slide the collar down the shaft at least 1" from the plastic housing.
2. The kit includes 2 tips, which must be removed by unscrewing them.
3. Choose the tip that best suits the type of soil: the small tip is for firm soil and the large tip is for loose soil.
4. Screw the tip onto the end of the shaft of the soil compaction tester.
5. Place the tip on the area to be measured. Apply uniform downward pressure by grasping both handles of the tester to keep the tip penetrating the soil at a slow and even rate.
6. The tester shaft is marked at three-inch intervals. As the tester shaft penetrates the soil, the tester readings should be recorded at 3", 6", 9", 12", 15", and 18". (Be sure to use the correct scale for the tip size you are using on the shaft, as indicated on the face of the dial).
7. A compacted layer can be detected by the gauge needle moving upward to the red range and then downward to yellow or green after passing through the compacted layer. The depth at which the compacted layer begins and the depth at which it ends should be noted. Note: Multiple readings should be taken from each area of the field.
8. When the tester is not in use, loosen the wing nut on the damper collar and slide it up the shaft until it contacts the plastic housing, then tighten the wing nut. This will help prevent damage to your soil compaction tester.
9. Loosen the wing nut on the collar of the damper and slide the collar down the shaft, at least 1" from the plastic housing.



Procedure for using a dynamic penetrometer

1. Remove straw and any other debris from the soil surface so that you can clearly see the depth indicator of the penetrometer.
2. At first, hold the penetrometer perpendicular to the soil surface; however, if the angle of the penetrometer changes while you are taking measurements, do not correct it.
3. Avoid irregularities in the soil, such as cracks.
4. Raise the sliding weight to the highest level and drop it. Extend and place your left hand on the handle; keep your hand extended, without grasping the handle.
5. Make sure that your body or another tool or implement does not get in the way of the sliding weight.
6. Record the number of impacts required to push the cone a preset distance into the ground.
7. The number of impacts required will depend on the soil characteristics and the depth of tillage, among other factors. In addition, the increments used to cover the pre-established distance should be based on some relevant parameter, e.g., soil profile layers.
8. Evaluate the penetration resistance at different depths and take many measurements to ensure accurate results.



Infiltration rate

The small ring method is used to determine this property of the soil, using the following procedure:

1. Use a metal cylinder 10-15 cm in diameter and 30 cm long.
2. Bury it in the soil to a depth of 1-2 cm, in order to prevent the water from leaking out, taking care to remove any debris or weeds before inserting the cylinder.
3. Pour 250 ml of water into the cylinder and immediately start measuring the time with a stopwatch.
4. Record the time required for all the water to infiltrate.
5. Another way to do this is to add 100 ml of water to the soil, 10 or 15 times, noting the time required for the water to infiltrate each time.
6. When this is done in a bed planting system, if measurements are taken on top of the bed as well as in the furrow, they can be recorded separately.

Calculation (example): $\frac{250 \text{ mL}}{89 \text{ sec}} = 2.81 \text{ mL/sec}$

Reference table for comparing the infiltration rate obtained from our plot:

**Chart 5. Infiltration
rate comparison
table.**

Infiltration rate		For 10cm diameter cylinder
Very sandy	20 – 25 mm/h	160-200 ml/h
Sandy	15 – 20 mm/h	120-160 ml/h
Silt - Sand	10 – 15 mm/h	80-120 ml/h
Silt - Clay	8 – 10 mm/h	65-80 ml/h
Clay	< 8 mm/h	Less than 65 ml/h

Chemical properties

pH

In general, optimum soil pH should be between 6.5 and 7.0 for best yields and productivity, since this is the range where nutrients are most easily assimilated and, therefore, where they will be best utilized by the majority of crops.

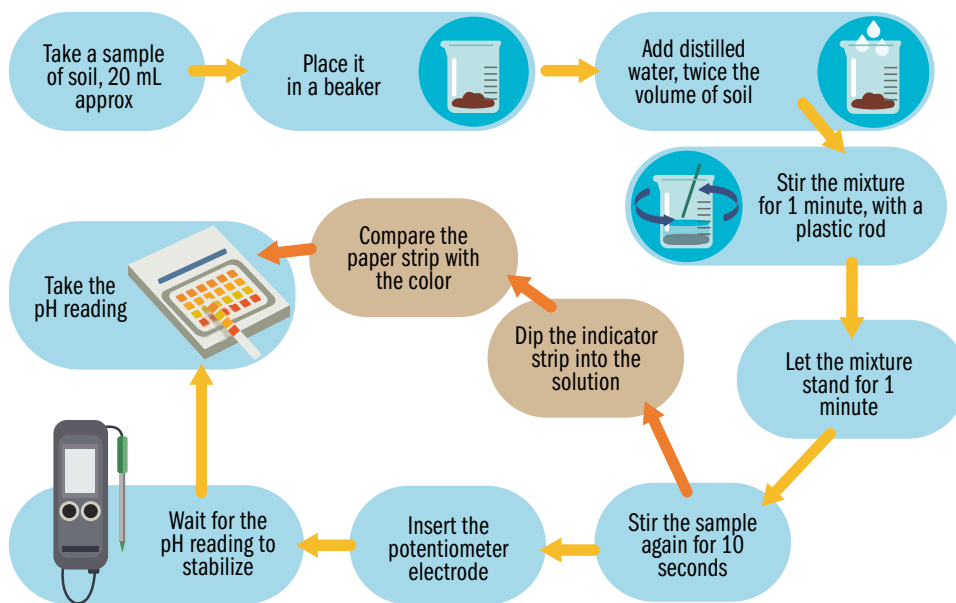
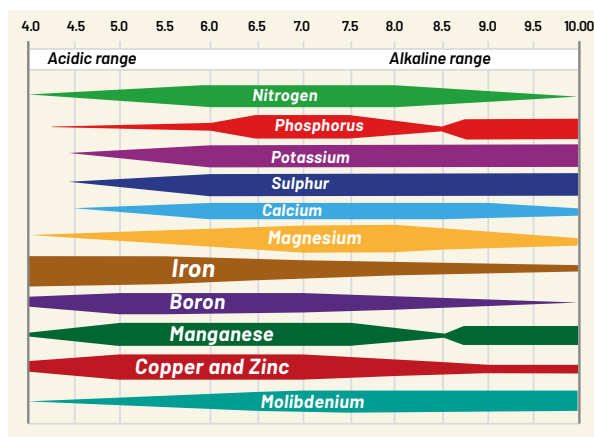


Figure 20. Guide to measuring field's soil pH using a potentiometer or pH indicator strips.



TIP: the wider the band, the more available the nutrient is at that pH value; the thinner the band, the less available the nutrient is. For example: Iron is more available at pH's of 4-5.5, but from 5.5 onwards the band becomes narrower, meaning it is less available.



Figure 21. Schematic diagram of nutrient availability, depending on pH.

Electrical conductivity (EC)

Salts reduce the osmotic potential of the soil solution, while at the same time reducing the availability of water to the plants, even though the soil shows reasonable moisture levels.

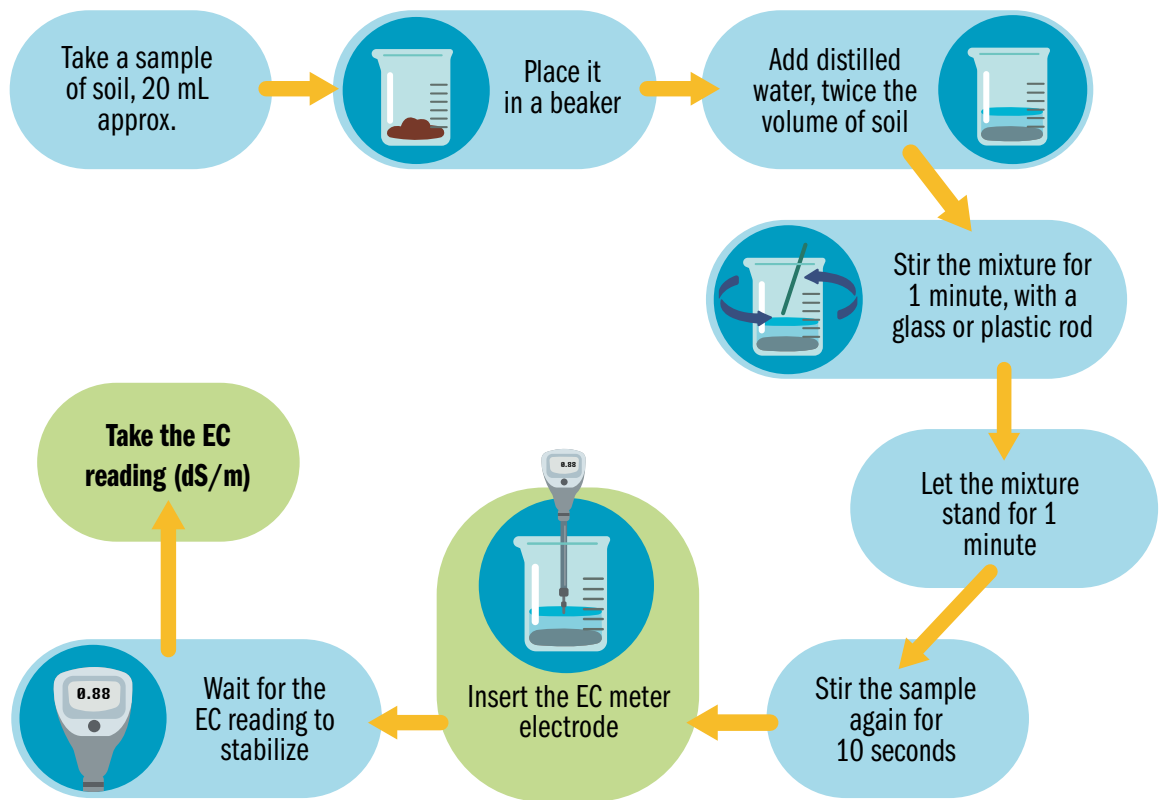


Figure 22. Guide for determining soil salinity using an EC meter.

Soils with an EC of less than 1 dS/m are classified as salt-free soils and do not pose any problems for any crop, while soils with EC values between 2 and 4 dS/m (moderately saline soil) reduce the yield of salt-sensitive crops. On the other hand, in highly saline soils with EC values of 8 to 16 dS/m, only saline-resistant crops survive (Castellanos, 2000).

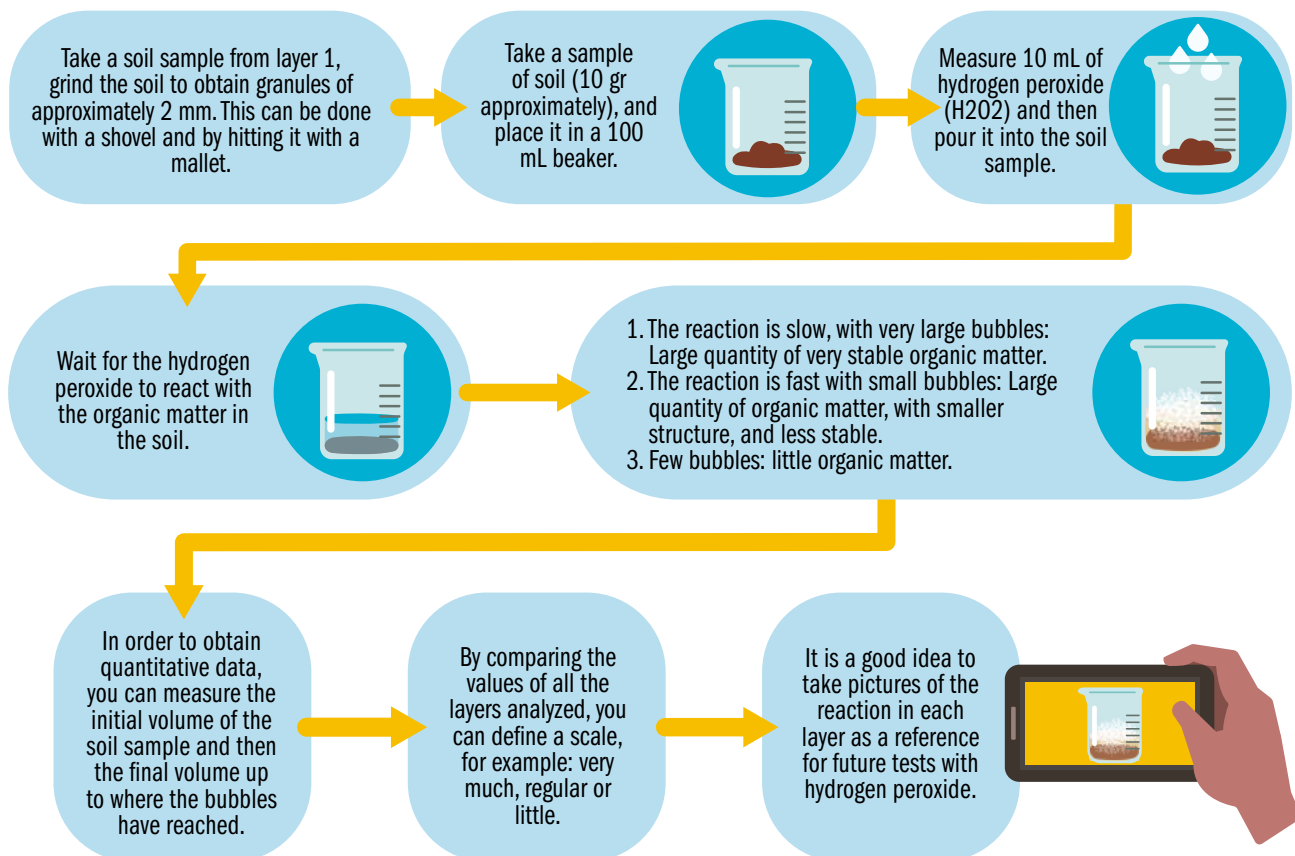
Biological Properties

Organic Matter

Most **organic matter** is found near the soil surface. The aerial parts of plants that are not harvested remain on the surface, and the roots become organic matter when their cells stop functioning or die. Soil mesofauna (earthworms, insects) transport the residues deeper into the soil, so that the highest concentrations of Soil Organic Matter (SOM) are in the first 15-20 centimeters of soil.

Figure 23. Guide to determine the SOM concentration using hydrogen peroxide.

In order to qualitatively determine the organic matter content of a soil, hydrogen peroxide can be used, following the procedure described below:



Root depth

Roots are not only structures in charge of anchoring plants in the soil and providing physical support for the parts above ground, but they also play an important role in absorbing water and nutrients necessary for plant growth from the soil.

Assessing root development in the soil is a relatively simple exercise. All you need to do is look at the profile and identify the root zone, using a flat screwdriver and carefully uncovering the roots until you find where they end. If necessary, use a spray bottle to clean the roots with water.

The depth of the roots is measured in centimeters and we need to observe them carefully to identify possible deformations due to compacted layers. In the case of leguminous plants, look for the presence of nodules.

When the diagnosis is done after harvest, i.e., when there is no longer a crop, the root depth assessment should be made

Figure 24. Roots of a cowpea.



Image credit: Rausel Ovando, CIMMYT.

Figure 25. Roots of a maize plant.



Image credit: Leodegario Osorio, INIFAP.

Figure 26. Roots of a sunflower.



Image credit: Jaime Leal, CIMMYT.

before tillage (fallowing or harrowing) to prepare the plot. In the test trench, identify the roots of the crop and weeds. Depth is measured from the surface to where the remains of roots are clearly visible in the profile.

Fauna

Soil biodiversity includes organisms ranging from small bacteria, fungi and nematodes to springtails, mites, myriapods and earthworms. These organisms fulfill several important functions in the soil: decomposition of organic matter, fixing atmospheric nitrogen, nutrient cycling, and improving soil structure, fertility and water retention capacity.

To find out about this fauna, we can observe the surface of the plot. We can take samples of the soil obtained during the process of excavation and/or observe the soil profile. The following figures illustrate some examples of what it is possible to find.

Figure 27. **Myriapods.**



Image credits: Rausel Ovando, CIMMYT.

Figure 28. **Fungus.**



Image credits: Julio César González, AGROCIME.

Figure 29. **Worms.**



Image credit: CIMMYT Archive.

**Chart 6. Summary of variables from a plot diagnosis under a mechanized system**

Parameters	Horizon 1 (0-12 cm)	Horizon 2 (13-36 cm)	Horizon 3 (37-48 cm)
Physical properties			
Texture	Loam - clay	Loam - clay	Loam - clay
Structure	Angular blocks	Angular blocks	Soft and sticky
Compaction	No	No	Considerable
Infiltration	Slow (100 ml/h)		
Effective depth	75 cm		
Chemical properties			
pH	7.9	8.1	8.2
Salinity	0.4 dS/m	0.3 dS/m	0.3 dS/m
Biological properties			
Organic material	Little effervescence	Greater effervescence	Greater effervescence
Root depth	32 cm		
Presence of insects	None	Scarab grubs	None
% coverage	25		
Limitations discovered		Solutions, innovations and proposals	
Soil compaction at a depth of 37 cm		• Break up compacted layer with use of subsoil (first year) • Reduce soil movement • Use permanent beds • Add organic fertilizer	
Slow infiltration rate (100 ml/h)		• Soil coverage, to reduce speed of draining and evaporation • Basins or traps to retain rainwater	
Alkaline pH (above 7)		• Application of sulphur • Acid reaction fertilizers • Application of organic fertilizers with acid pH • Add leaves to correct deficiencies	
Low levels of organic material in the first layer		• Maize waste • Green fertilizers • Organic fertilizers with acid pH	
Low levels of coverage (25%)		• Maize waste • Coverage crops	



Key guidelines for successful implementation

1. Prepare the necessary materials in advance to dig the test trench and determine the properties of the soil.
2. For equipment that uses batteries, check them regularly to avoid them running out of power and becoming unusable in the field.
3. Ensure that the cooperating producer participates in this activity.
4. Explain to the farmer how soil properties are related to crop production.
5. Carry out this diagnosis sufficiently in advance to be able to design a crop plan and present it to the farmer. This will define the innovations to be implemented.



Identification of problem areas and innovations



Objective

The value of these tools is to identify the relationship between problems or constraints encountered, and the technological solutions and innovations. In the end, innovations must be transformed into concrete actions to be carried out on the plot.



Suggestion

It is a good idea to propose 2 or 3 innovations which are connected to each other, rather than isolated, for a given problem. For example, given a high incidence of weeds, there could be two proposals: one focused purely on reducing the incidence of weeds and the other on changing the conditions so that the weeds do not produce so much competition for the crop.

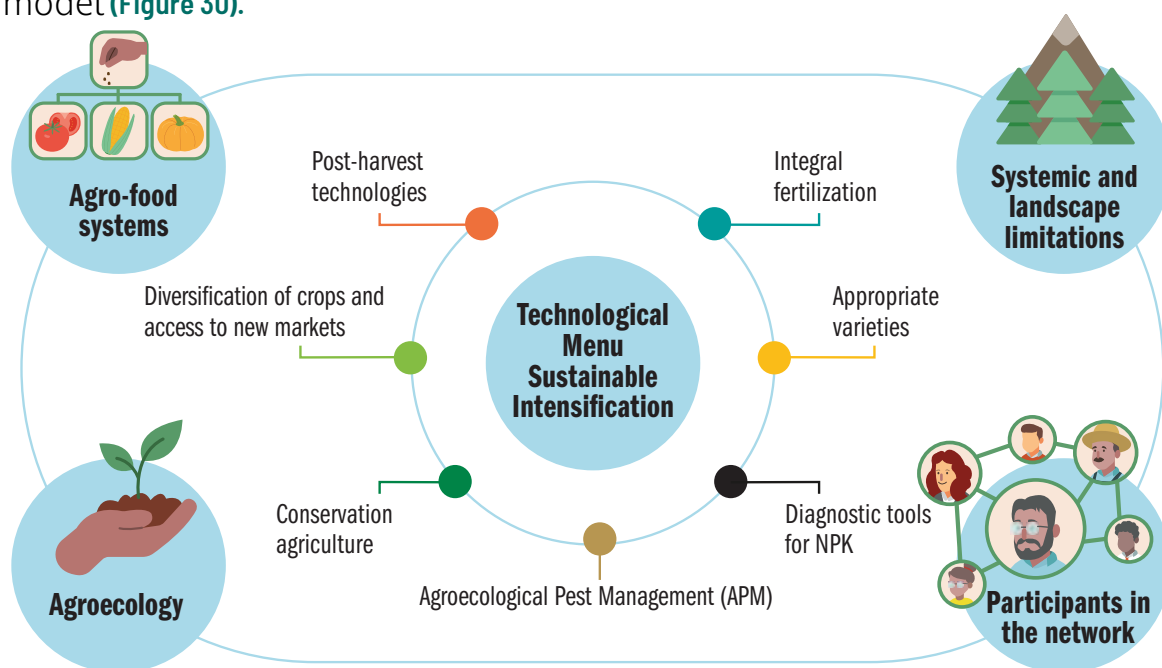
Example 1. To reduce the incidence of weeds, more herbicide can be applied, including mixtures of different active ingredients.

Example 2. For this same problem, it would be advisable to change the topological arrangement, leave dead cover on the soil to provide shading and a physical barrier so that the weeds do not emerge or develop so much. In addition, herbicides can be applied, but with adjustments to the pH of the water and with adherents.

Technological menu

Once the problems and limiting factors have been identified in the diagnosis it is important to start by analyzing them, before presenting the farmer with a proposal for intervention. The InnovaHub model proposes an intervention based on a **technological menu**, and this range of agricultural innovations can be adapted to the specific needs of each agroecological, typological or local situation, based on the production system and model (Figure 30).

Figure 30.
Technological Menu



It has been established that the innovations recommended in this menu fall into two main categories:

Linear innovations. These are short term innovations that intervene in one phase of the production process and are characterized by:

1. Simple innovations.
2. A direct effect on agronomic management.
3. Offering a solution during the production cycle.



Systemic innovations. These are medium-term innovations that intervene in the system and are characterized by:

1. Increasing productivity.
2. Minimizing the impact of climate change.
3. Promoting associativity and market access.

The menu is composed of different innovations as a result of studies carried out by research centers, teaching centers and research platforms, as well as feedback from innovation modules and technical agents connected to the hub or Innovahub. **Table 2** shows some of the innovations that can be implemented, with the caveat that these are enunciative and not limiting.

Table 2.
Technological Menu

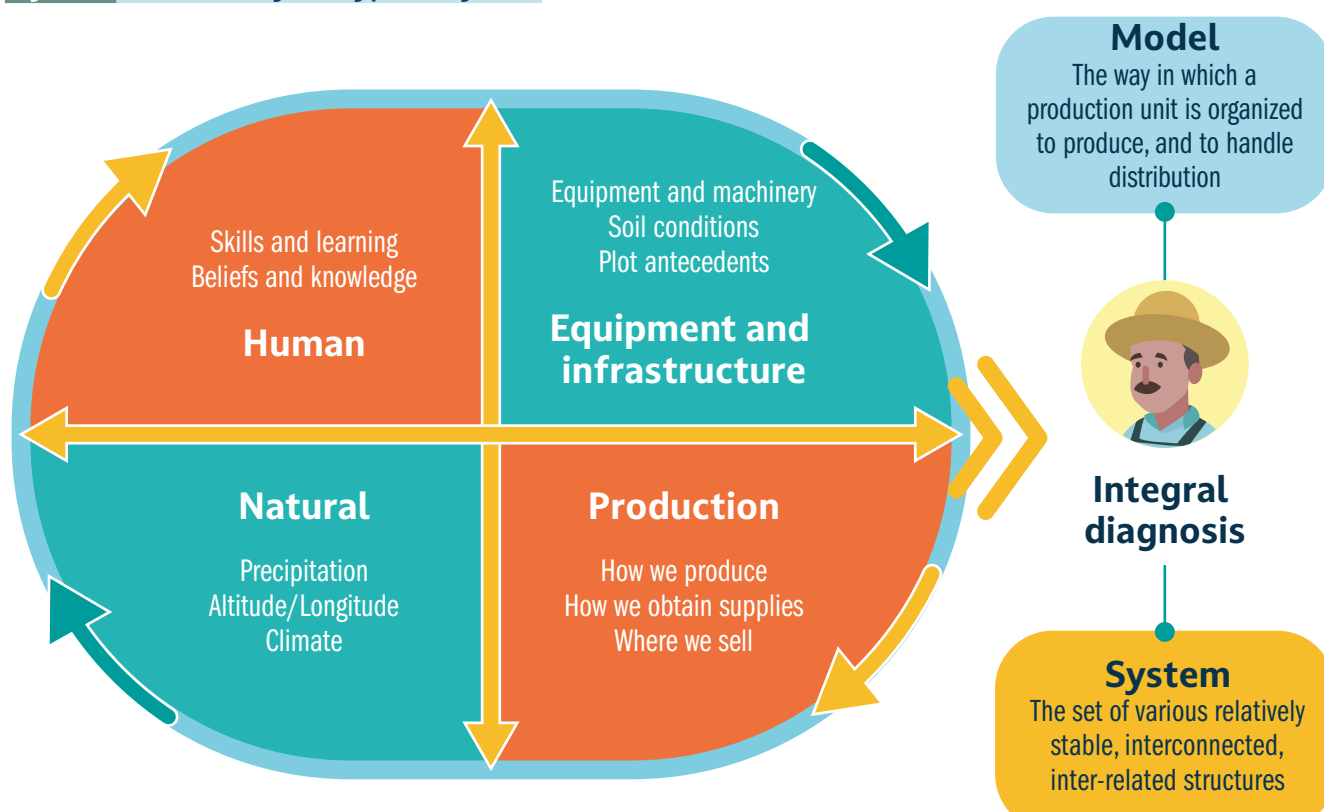
Category	Linear Innovations	Systemic Innovations
Integral fertility	• Leaf fertilization • Agricultural insurance • Split fertilization • Organic fertilizer	• Soil improvers • Crop rotation
Post-harvest handling	• Hermetic storage • Inert powders	• Cleanliness, dryness, free of impurities
Crop diversification	-----	• Coverage crops • Crop rotation
Access to new markets	• Agricultural insurance	• High-value crops (oilseeds and legumes)
Improved varieties	• Hybrids • Free pollinization varieties • Indigenous seeds	• Improvements to indigenous corn
Diagnostic tools for NPK	-----	• Interpretation and use of soil analysis • Specific calibration of macro- and micronutrients
Sustainable agriculture	• Planting density • Topological arrangement • Pheromone traps • Applying entomopathological microorganisms	• Integral disease management • Milpa interspersed with fruit trees • Soil coverage • Minimal soil movement • Permanent beds • Integral weed management

Diagnostic analysis

Once the plot diagnosis is available, it is important that the information can be organized in order to define the problems and constraints of your production system and model (Figure 31).

To do this, we propose the following steps:

Figure 31. Issues arising during plot diagnosis.



1. Identification of variables

It is important to identify the key information and develop a matrix that allows us to systematize this information. This matrix could be as shown in Table 3; but this is not prescriptive.



Table 3. Variables in a plot diagnosis (Example)

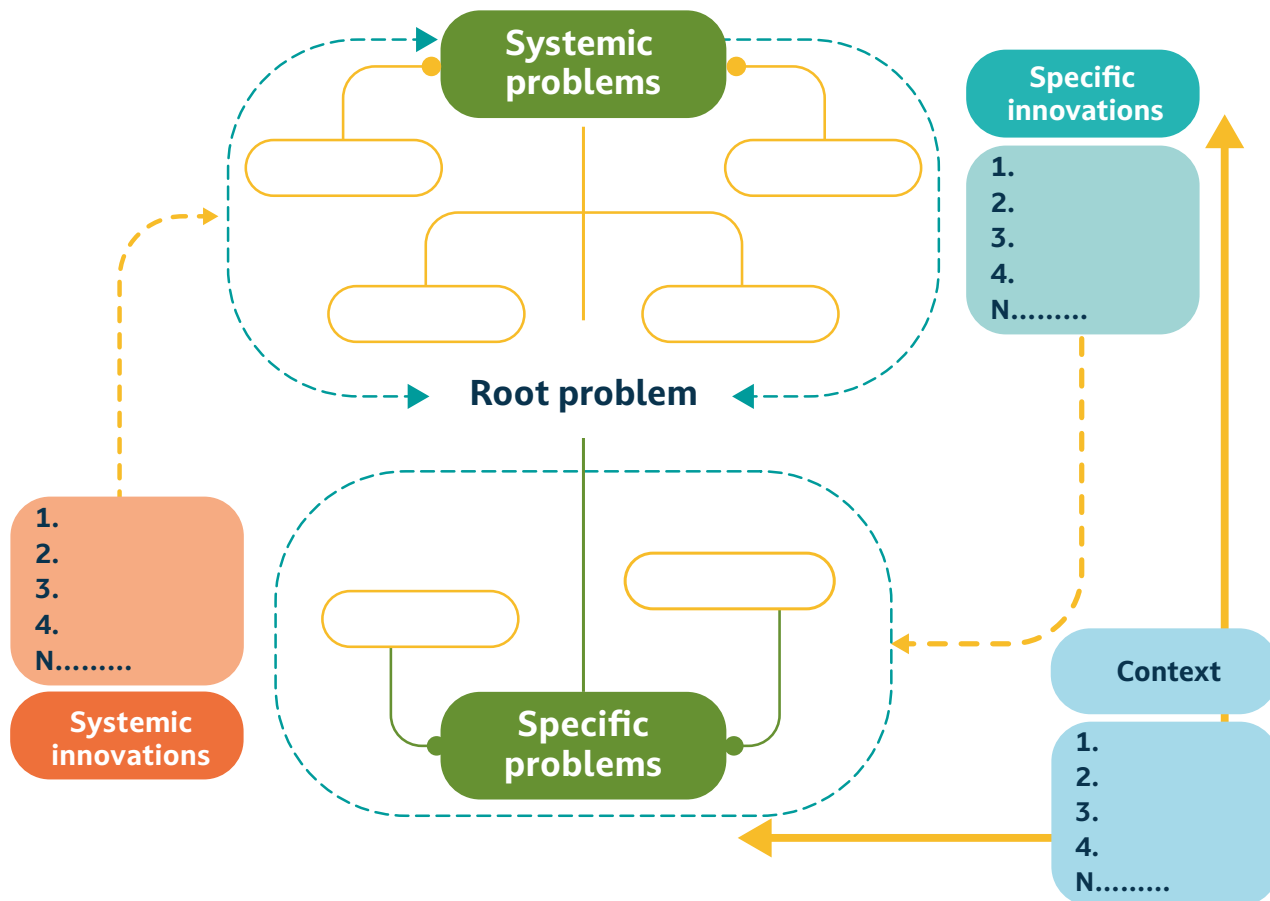
Natural or agroecological	Producer's skills and learning	Equipment and machinery	Soil characteristics	Plot antecedents	Production	Limitations
High valleys	Knows the importance of soil management	Hoe	pH 7.7	Only urea applied	1 ton / ha corn	Slope
Altitude: 1850m asl	Has used the MIAF system for over 5 years	Machete	Low OM, effervescence test	Living peach tree barriers every 10m	5 ton/ha peaches	Wind and water erosion
Precipitation: 1200 mm	Doesn't handle pests	Hand hoe	Clay-sandy texture	The plot rests for 5 months	Supplies available 3 hours away	Limited access to town
Average temperature: 22°C	Doesn't identify diseases, and therefore doesn't handle them		Very hard at depth of 20 cm	No coverage		Seasonal planting
Temperate rainforest	Does fertilize, and understands the bases of fertilizers		Bedrock at 50 cm	Soil turned every year with a hoe		Rainfall has decreased in the last ten years
	Wants to produce more		25% slope	Weeding is done		
	Doesn't want to spend more			4 applications of herbicide		
				Use of indigenous seeds: white tepecintle corn		
				5 species of broad-leaved weed, and 2 narrow-leaved		
				Population density of 100,000 plants/ha		

2. Categorization of problems and constraints in the agrifood system

We can identify two major groups of problems: systemic and linear, which means that we can intervene at the level of the production system, or directly, in the short term (linear).

It is necessary to identify the root problem or constraint, because by doing so, we can define larger scale solutions focused on the context.

Figure 32. Example of identifying a root problem or constraint.



When categorizing problems, we can draw up a chart like the following:

**Table 4. Categorization of problems.**

Systemic problems or constraints (long term)	Linear problems or constraints (immediate action)	Agro-ecological variables	Local context
Very hard at depth of 20 cm	No pest management	High valleys	Living peach tree barriers every 10m
Bedrock at 50 cm	Doesn't identify diseases, and therefore doesn't handle them	Temperate rainforest	Has used the MIAF system for over 5 years
25% slope	Does fertilize, and understands the bases of fertilizers	Altitude: 1850m asl	Use of indigneous seeds: white tepecintle corn
Low OM, effervescence test	Wants to produce more	Precipitation: 1200 mm	Supplies available 3 hours away
Wind and water erosion	Doesn't want to spend more	Average temperature: 22°C	Seasonal planting
Limited access to town	Only urea applied	Clay-sandy texture	5 ton/ha peaches
Rainfall has decreased in the last ten years	4 applications of herbicide	Slope	1 ton /ha corn
Soil turned every year with a hoe	No coverage		Use of tools such as machete, long hoe, and hand hoe
	The plot rests for 5 months		Knows the importance of soil management
	Population density of 100,000 plants/ha		
	5 species of broad-leaved weed, and 2 narrow-leaved		
	Weeding is done every year		



Crédito de la imagen: Archivo CIMMYT.

3. Identification of Innovations for the problems or constraints in production

Once the problems have been categorized, we need to define the technological solutions and innovations that will be implemented. The proposal must be constructed from a technical perspective and then agreed to by the innovating farmer or group of farmers if the plot is to be developed by a group.

In order to carry out the above, the strategy and possible technological solutions are set out as shown in [Table 5](#), while [Table 6](#) specifies the practices to be implemented.



Tabla 5. Identificación de soluciones e innovaciones.

Problem or constraint	Innovations	Technological solutions
Very hard at depth of 20 cm	Conservation agriculture	Minimal soil movement
Bedrock at 50 cm		
25% slope		Crop rotation
Low OM, effervescence test		
Wind and water erosion		Use of living or dead vegetation cover
Soil turned every year with a hoe		
Weeding is done every year		Use of crops with taproots, such as oilseeds and legumes
Rainfall has decreased in the last ten years		
No pest management	Agro-ecological pest management	Light traps
Soil pests		Monitoring occurrences
		Seed treatment
Doesn't identify diseases, and therefore doesn't handle them	Disease management	Bio-fungicides
		Monitoring occurrences
Does fertilize, and understands the bases of fertilizers	Integral fertility	Use of NPK and micro-nutrients
Only urea applied		Green fertilizer
No coverage		Use of coverage
The plot rests for 5 months		
4 applications of herbicide	Integrated weed management	Calibration of the backpack sprayer
5 species of broad-leaved weed, and 2 narrow-leaved		Proper Use and Handling of Agro-chemicals (BUMA in Spanish)
		Coverage crops
		Use of vegetation coverage
Population density of 100,000 plants/ha	Topological design	Topological arrangement
		Planting density

**Table 6. Defining Practice for the constraints and problems.**

Problem or constraint	Technological solutions	Practices to be applied
Very hard at depth of 20 cm	Minimal soil movement	Use of oilseeds such as sunflower, turnips, radish, canola or indigenous mustard. Legumes: <i>camote</i> beans or broad beans
Bedrock at 50 cm		
25% slope	Crop rotation	Contour lines
Low OM, effervescence test		Live barriers
Wind and water erosion	Use of living or dead vegetation cover	Stubble covering
Soil turned every year with a hoe		
Weeding is done every year	Use of crops with taproots, such as oilseeds and legumes	Combination of legumes, oilseeds and grain crops
Rainfall has decreased in the last ten years		
No pest management	Light traps	Catch adult scarabs
Soil pests	Monitoring occurrences	Weekly monitoring to determine economic threshold
	Seed treatment	Use of Beauveria or Metarhizium
Doesn't identify diseases, and therefore doesn't handle them	Bio-fungicides	Lime-sulphur solution
	Monitoring occurrences	Weekly monitoring to determine economic threshold
Does fertilize, and understands the bases of fertilizers	Use of NPK and micro-nutrients	Split fertilization depending on the natural characteristics of the sources
Only urea applied	Green fertilizer	
No coverage	Use of coverage	Those mentioned previously
The plot rests for 5 months		BUMA
4 applications of herbicide	Calibration of the backpack sprayer	Calibration of the backpack and use of correct nozzles
5 species of broad-leaved weed, and 2 narrow-leaved	Proper Use and Handling of Agro-chemicals (BUMA)	
	Coverage crops	Those mentioned previously
	Use of vegetation coverage	
Population density of 100,000 plants/ha	Topological arrangement	1 to 2 seeds at a time, every 30 cm
	Planting density	30,000 to 45,000 seeds/ha



We need to prioritize the innovations to be implemented in the agricultural cycle using a classification from 1 to 3, where 1 means that the innovation will be implemented in the current agricultural cycle; 2 means that the farmer may agree to implement it in the current cycle; and 3 means that the innovation will be implemented in the following cycles (**Table 7**).

It is important to note that linear innovations can also be classified as 3, depending on cost, time or availability.

Table 7. Prioritization of innovations

Type of problem or constraint	Practices to be applied	Priorización
Systemic	Use of oilseeds such as sunflower, turnips, radish, canola or indigenous mustard. Legumes: <i>camote</i> beans or broad beans	1
Systemic	Contour lines	2
Systemic	Live barriers	2
Systemic	Stubble covering	1
Systemic	Combination of legumes, oilseeds and grain crops	3
Linear	Catch adult scarabs	1
Linear	Weekly monitoring to determine economic threshold	1
Linear	Use of <i>Beauveria</i> or <i>Metarhizium</i>	2
Linear	Lime-sulphur solution	2
Linear	Split fertilization depending on the natural characteristics of the sources	1
Linear	BUMA	3
Linear	Calibration of the backpack and use of correct nozzles	1
Linear	1 to 2 seeds at a time, every 30 cm	1
Linear	30,000 to 45,000 seeds/ha	1



Key suggestions for proper implementation

1. Use the **Menu of Innovations** for each production system, contained in this document, as a guide.
2. Do not skip the steps of the process, since each one will lead to a concrete intervention proposal.
3. Do not be prejudiced as to whether or not an innovation is possible,
4. because consensus with the producer(s) is what finally defines the innovations to be implemented.
5. Innovations do not respond or function in the same way on all plots of land, so it is important to adjust or adapt the innovations cycle by cycle.



Plot design



Objective

To provide the collaborating farmer with an idea of how his plot could look, which will allow him to identify the possible requirements for developing the plot, and to agree with the technical agent regarding any necessary changes or adjustments.

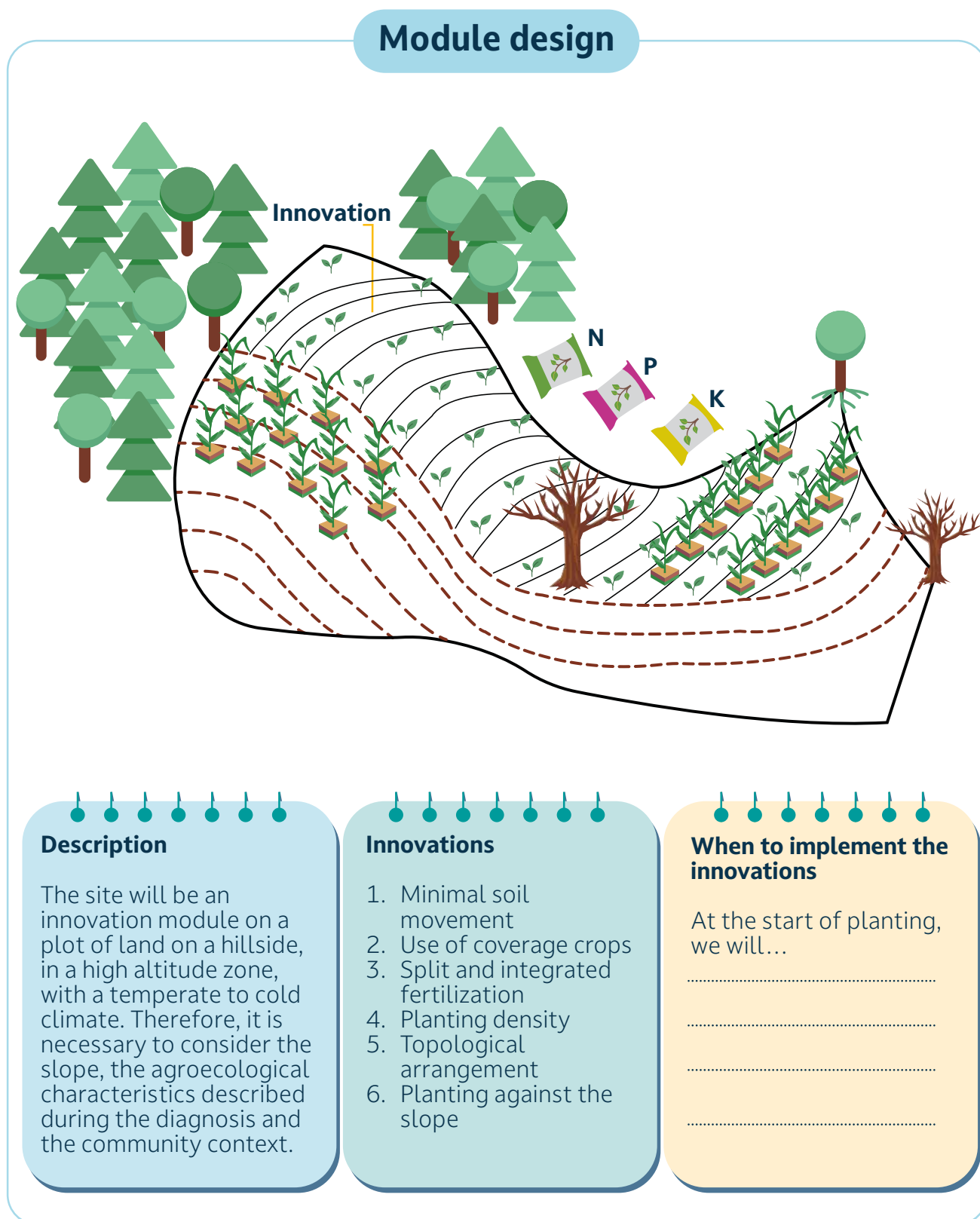


Suggestion

Present the plot design prior to the start of the agricultural cycle, which will allow the farmer to identify changes in shape or substance in the plot, e.g. contour lines, live barriers and, in the case of mechanized systems, access for tractors or tools for harvesting. If the design is submitted after the cycle has started, some innovations may no longer be possible and this changes the whole intervention process.



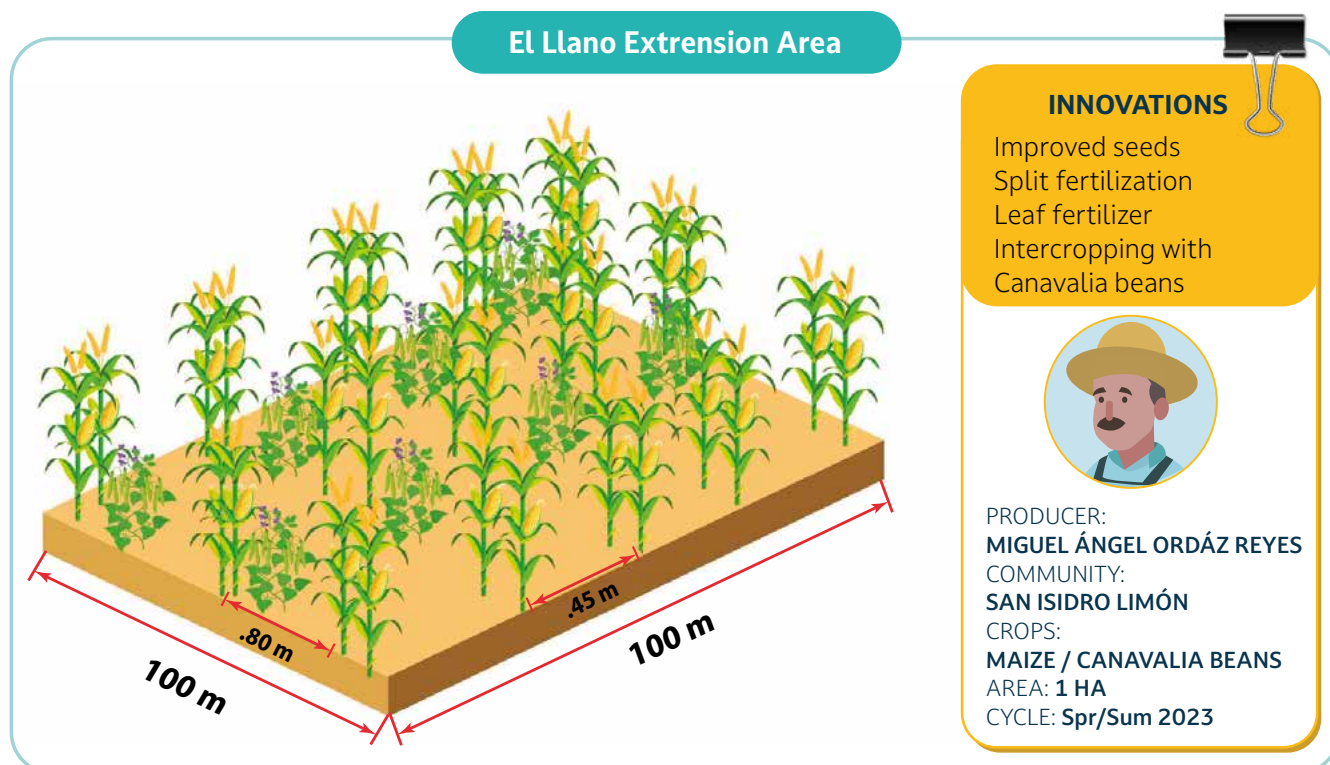
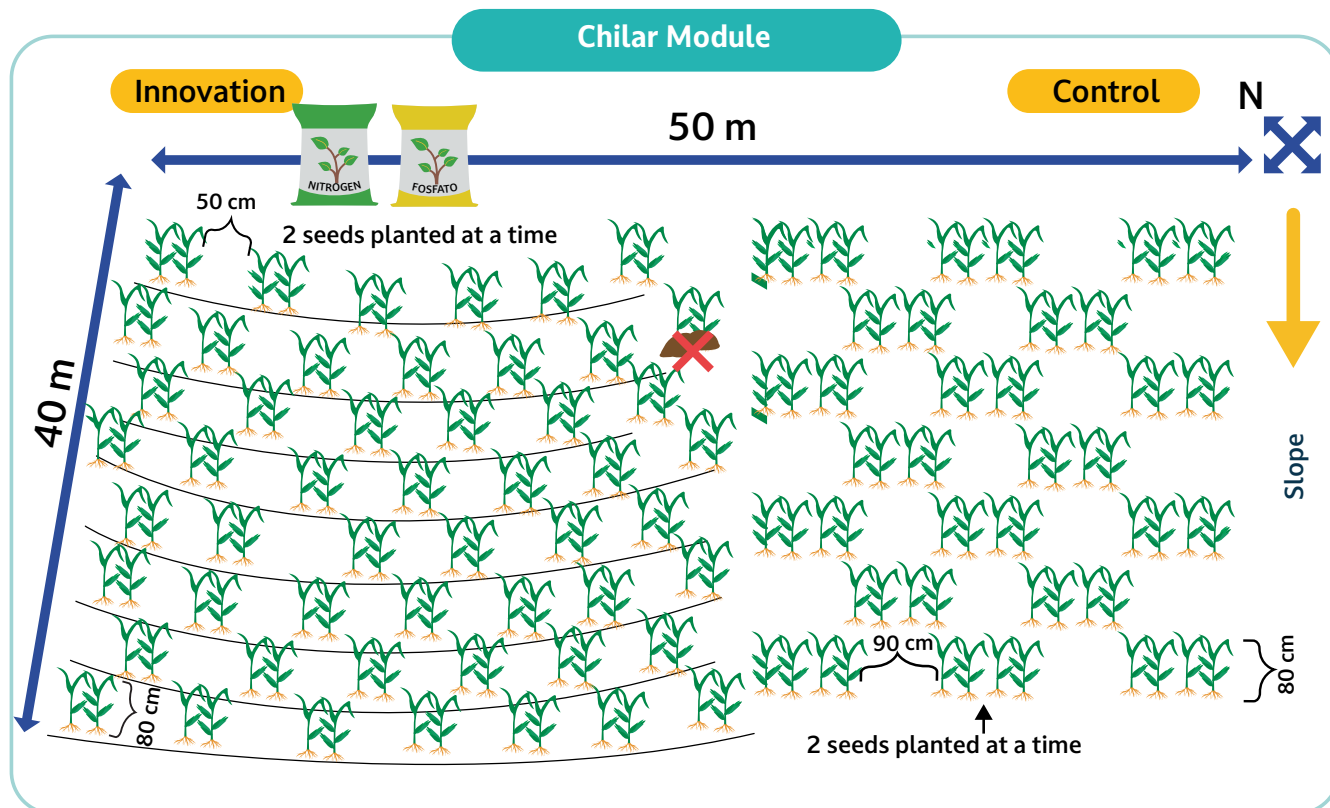
Figure 33. Site design (example).





Other examples of design:

Figure 34. Site design (example).





Key suggestions for proper implementation

1. The design can be drawn freehand or digitally.
2. Consider not only the innovations, but also the measurements of the plot, both control and innovation in the case of modules.
3. Add units of measurement for items such as fertilizers, seeds and other supplies.
4. It is better not to write too much, as the drawing itself should give an idea of how the plot will look.
5. If you are proposing an innovation that requires prior preparation, e.g., plant extracts, you will need to let the cooperating producer know in advance in order to ensure proper preparation.



Crop plan



Objective

The crop plan contains the activities and supplies to be used. In this way the cooperating farmer can compare where more will be spent and where there will be reductions in expenses, as well as the need for labor. Economic aspects such as labor force are important factors when making decisions.



Suggestion

Present the grower with the crop plan at the same time as the design, as both tools together will give the farmer a broader context for the changes to be made to his plot and the activities to be carried out.

TIP: Conditioning is an activity focused on improving some feature or condition of the land, and it should be done during the first year of intervention. For example: in a soil with an acid pH, conditioning might involve adding lime; in compacted soil conditioning could consist of ploughing with subsoil.





Drawing up a crop plan

The first thing we need to do is make a general description of how each activity will be carried out. The following chart shows an example for an innovation module. In the case of an extension area, we only need to create the innovation column.

MANAGEMENT PROPOSAL (EXAMPLE)		
	Conventional	Innovation
Handling stubble	Burnt	50% removed for livestock feed 50% shredded and left as coverage
Conditionaig the plot	1 stage fallow 2 stage harrowed	1 stage with subsoiling 2 stage harrowed
Seeds	H-377 maize	H-377 Cowpeas
Sowing arrangement	Maize: 0.8 m between plants x 0.2 m between seeds	Maize: 0.8 m between plants x 0.2 m between seeds Cowpea: 0.8 m between rows 0.6 m between seeds, along the same planting lines as the maize
Population density	62,500	62,500
Sowing date	Maize: 15/June/2024	Maize: 15/June/2024 Cowpea: 10/July/2024
Innocation or seed treatment	None	None
Crop feeding	50 kg of urea on planting 50 kg of urea at V5	50 kg of urea on planting 50 kg of urea at V5 1 month before planting: 300 kg of cow manure Foliar fertilizers to correct deficiencies: 1 and 2 months after planting
Weed control	Finale herbicide	Adengo pre-emergence herbicide Mechanical weeding with tractor
Pest control	Application of Cypermethrin	Sex pheromones Palgus insecticide
Diseases	None	None
Harvesting	Manual harvesting and threshing with mechanized equipment	Manual harvesting and threshing with mechanized equipment
Post-harvest handling	In hermetic metal silos	In hermetic metal silos



REQUIREMENTS				
SUPPLIES				
Product	Quantity	Unit	Unit Cost (\$)	Total (\$)
Seeds				
H-377	1	20kg sack	1800	1,800.00
Cowpea	10	Kg	45	450.00
Fertilizers				
Urea	70	kg	14	980.00
18-46-00	50	kg	17	850.00
Cow manure	300	Kg	3	900.00
Foliar (Zn and B)	4	L	150	600.00
Plant-protection supplies				
Herbicide (Adengo)	0.33	l	1400	462.00
Sex pheromones	4	Each	65	260.00
Bottles for traps	4	Each	70	280.00
Other supplies				
				\$ -
Grand total				\$ 6,582.00

LABOR				
Activity	Type of service	Quantity	Unit \$/ha	Total (\$)
Establishment				
Subsoiling	Service or contract	1	1,500	1,500
Harrowing	Service or contract	1	1,200	1,200
Sowing maize	Service or contract	1	1,400	1,400
Sowing cowpea	Service or contract	1	1,400	1,400
Crop feeding				
Second application of fertilizer	Service or contract	1	1,000	1,000
Application of manure	Wages	6	250	1,500
Application of foliar (twice)	Wages	4	250	1,000



Activity	Type of service	Quantity	Unit \$/ha	Total (\$)
Weed and pest control				
Application of herbicide	Wages	3	250	750
Placing pheromone traps	Wages	1	250	250
Maintenance to traps	Wages	2	250	500
Application of insecticides	Wages	2	250	500
Cosecha				
Picking	Wages	8	250	2,000
Mechanized threshing	Service or contract	1	1,200	1,200
Cleaning grains	Wages	3	250	750
Others				
Handling waste	Wages			1,000.00
Gran total				15,950.00



Suggestions for proper implementation

1. Consider all the activities that need to be carried out to achieve an innovation. For example, to implement sex pheromones we need the pheromone, the bottle or container, the stake to set the trap, water and soap, as well as labor to monitor and catch the insect. In this way, the farmer will realize that it may not be a costly innovation, but that it takes time to check and maintain traps.
2. Include all the activities involved in the production process, from preparation of the plot of land to harvesting and, in cases where the harvested product is sold, commercialization.
3. Production costs should be expressed in units extrapolated to hectares or blocks, and we need to consider that the unit cost should also be adjusted to the unit of measurement.



Menu of innovations



Objective

To provide technical agents with a diversity of innovations for possible problems, in order to standardize concepts. More importantly, the innovations on our menu have already been validated at various plots with producers, and at the research level.



Suggestion

Each table refers to a particular production system and together they address the diversity of systems that exist in the production of basic grains and associated crops. The characteristics described in the chart below can help you locate your production system and its associated innovations.



**Cuadro 7. Innovations focused on addressing limitations in low-tech manual systems.**

Milpa	Low-tech manual	Medium-tech manual	Mechanized
• Mainly polyculture. • Multiple species. • Use of indigenous seeds. • Activities carried out by hand, from preparation to harvesting. • Little or no use of agrochemicals. • Use of traditional knowledge. • Plots may or may not have rest periods (e.g., slash-and-burn). • Small scale.	• There may be inter-cropping, but mainly monoculture of maize. Few species grown. • Overwhelming use of local seeds, although there may be some examples of improved strains. • Sowing and harvesting by hand. • Generally preparation and management by hand, although some plots may have mechanized harrowing. • Little use of agrochemicals and fertilizers. • Small scale.	• Mainly monoculture, although it may include inter-cropping, with few species. • Basically improved strains. • Sowing and harvesting by hand. • Generally preparation and management by hand, although some plots may have mechanized harrowing (where possible). • Frequent use of agrochemicals and fertilizers. • Small scale.	• Monoculture. • Principally improved strains. • Mechanized planting and harvesting. • Preparation and management is generally mechanized, although there may be some manual management activities. • Continual use of agrochemicals and fertilizers. • Small, medium or large scale.



Chart 8. Innovations aimed at dealing with constraints on milpa systems.

MILPA		
Constraints on the system	Practices or innovations	Strategy
Little soil coverage by stubble (burning, livestock, wildfires)	• Stubble management • Alternative crops • Coverage (<i>canavalia</i>, <i>mucuna</i>, <i>dolichos</i>, <i>cowpea</i>, <i>crotalaria</i>, etc.)	Conservation agriculture Crop diversification
Thin or rocky soils	• Stubble management • Zero or little soil movement • Coverage (<i>canavalia</i>, <i>mucuna</i>, <i>dolichos</i>, <i>cowpea</i>, <i>crotalaria</i>, etc.) • Alternative crops	Conservation agriculture Crop diversification
Steep slopes	• Contouring • Coverage (<i>canavalia</i>, <i>mucuna</i>, <i>dolichos</i>, <i>cowpea</i>, <i>crotalaria</i>, etc.) • Living or dead barriers • Intercropping (interspersing, alternation)	Conservation agriculture Crop diversification Basin management
Labor shortage (Migration)	• Mechanized planting • Exchange, mutual aid, community participation	Intelligent mechanization Associativity
Small areas (under 3 ha)	• Planting arrangements and density • Alternative crops • Intercropping (interspersing, alternation, micro-rotation)	Planting optimization Conservation agriculture Crop diversification
Loss of the milpa system and biodiversity	• Preservation of genetic biodiversity • Seed savers • Milpa discussion groups	Seed banks
Little knowledge of external products (herbicides, insecticides, synthetic and organic fertilizers)	• Calibration of spraying equipment • Pheromones • Buried fertilization • Mineral mixtures • Extracts and biological control • Substitution with high-impact molecules	Optimization of agronomic management Agro-ecological pest management
Loss of soil fertility	• Stubble management • Improved rest periods (legumes, oilseeds and grains during rest period) • Crop mixing • Microorganism complexes • Soil improvers (leachate, <i>drenching</i> with liquid fertilizer, etc)	Conservation agriculture Crop diversification Soil improvement
Damage due to pests and disease	• Monitoring (signs, symptoms, identifying types of insects, thresholds) • Traps with pheromones, colors, light • Banks/corridors with legumes/oilseeds • Biological control (entomopathogens, parasitical insects and predators) • Low-impact molecules • Functional biodiversity	Crop diversification Agro-ecological pest management Soil improvement

**Chart 9. Innovations aimed at dealing with constraints on low-tech manual systems.**

LOW TECHNOLOGY MANUAL		
Constraints on the system	Practices or innovations	Strategy
Little soil coverage by stubble (burning, livestock, wildfires)	• Stubble management • Alternative crops • Coverage (canavalia, mucuna, dolichos, cowpea, crotalaria, etc.)	Conservation agriculture Crop diversification
Thin, shallow or rocky soils	• Stubble management • Zero or little soil movement • Green fertilizers (canavalia, mucuna, dolicho, cowpea, crotalaria, sunflower, etc.) • Alternative crops	Conservation agriculture Crop diversification
Labor shortage (Migration)	• Alternative crops • Mechanized planting and harvesting • Access to markets • Exchange, mutual aid, community participation	Crop diversification Intelligent mechanization Associativity
Little knowledge of external products (high-impact molecules, overdosification)	• Calibration of spraying equipment • Extension techniques • Substitution with high-impact molecules	Smart application of agrochemicals
Little use of diagnostic tools	• Plot diagnosis • Monitoring (Pests, diseases, weeds, nutrients, etc.) • Soil chromatography • Soil fertility analysis	Soil improvement Optimization of agronomic management Integral fertility
Low efficiency in the use of synthetic fertilizers	• Buried fertilization • Split fertilization • Balanced fertilization • Integration of micro-elements	Integral fertility
Monoculture predominates	• Intercropping (interspersing, alternation, rotation) • Crop mixing • Alternative crops	Crop diversification



LOW TECHNOLOGY MANUAL		
Constraints on the system	Practices or innovations	Strategy
Loss of soil fertility	• Stubble management • Green fertilizers (canavalia, mucuna, dolicho, cowpea, crotalaria, sunflower, etc.) • Alternative crops • Microorganism complexes • Soil improvers (leachate, etc) • Seed treatment with mycorrhizas • Soil fertility analysis	Conservation agriculture Crop diversification Soil improvement Planting optimization Integral fertility
Little genetic diversity in seeds (maize, beans, others associated with the system)	• Community seed banks • Seed savers • Traditional seed production	Preservation of genetic biodiversity
Damage due to pests and disease	• Alternative crops • Monitoring (signs, symptoms, thresholds) • Traps with pheromones, colors, light • Banks with legumes/oilseeds • Low-impact molecules • Biological control (entomopathogens, parasitical insects and predators) • Appropriate varieties (disease-resistant)	Crop diversification Agro-ecological pest management Soil improvement Appropriate varieties
Limited access to available high-quality seeds	• Community seed banks • Expansion of suppliers • Traditional seed production • Post-harvest technologies	Preservation of genetic biodiversity Seed system Post-harvest system
pH Problems (acidity/alkalinity)	• Adjustments (addition of lime, sulphur) • Use of fertilizers with acid or alkaline reactions • Soil improvers (leachate, drenching with liquid fertilizer, composts, etc) • Alternative crops	Integral fertility Crop diversification
Pest damage at the germination/emergence stage	• Seed treatment with insecticides or plant extracts • Optimal planting density (mind quantity, distribution and covering of the seeds) • Monitoring of pests	Planting optimization Agro-ecological pest management



Chart 10. Innovations aimed at dealing with constraints on medium-tech manual systems.

MEDIUM TECHNOLOGY MANUAL		
Constraints on the system	Practices or innovations	Strategy
Little soil coverage by stubble (burning, livestock, wildfires)	• Stubble management • Coverage (<i>canavalia</i>, <i>mucuna</i>, <i>dolichos</i>, cowpea, <i>crotalaria</i>, etc.) • Alternative crops for forage and grains	Conservation agriculture Crop diversification
Thin or rocky soils	• Soil conservation works (dams, basins, dikes within the plot) • Contouring • Soil coverage (stubble, coverage crops) • Minimal soil movement	Conservation agriculture Soil conservation
Labor shortage (Migration)	• Crops with high economic value (sunflowers) • Mechanization of activities (planting, application of products, threshing, cleaning) • Access to markets	Crop diversification Intelligent mechanization Associativity
Little use of low-impact products or new generation molecules (influence of commercial enterprises)	• Substitution with high-impact molecules • Monitoring • Molecule rotation (use of ingredients from different families)	Agro-ecological pest management Smart application of agrochemicals
Little use of diagnostic tools for nutrition	• Visual diagnosis (nutrient deficiencies) • Laboratory analysis • Foliar fertilization with specific nutrients	Integral fertility
Incorrect usage in dosing agro-products	• Application techniques (doses, nozzles, water conditioners, equipment, timing, calibration of equipment)	Smart application of agrochemicals
Monoculture predominates	• Alternative crops (short cycle, tolerant of shade), alternating with main crop	Crop diversification
Lack of awareness of material properties	• Showcase improved varieties • Phenological classification of crops	Appropriate varieties



MEDIUM TECHNOLOGY MANUAL		
Constraints on the system	Practices or innovations	Strategy
Loss of soil fertility	• Stubble management • Green fertilizers (<i>canavalia</i>, <i>mucuna</i>, <i>dolicho</i>, cowpea, <i>crotalaria</i>, sunflower, etc.) • Microorganism complexes • Soil improvers (leachate, etc.) • Seed treatment with mycorrhizas • Soil fertility analysis	Conservation agriculture Crop diversification Soil improvement Planting optimization Integral fertility
Little mechanization of the harvesting process	• Mechanization of activities (threshing, cleaning)	Intelligent mechanization
Damage due to pests and disease	• Monitoring of pests and diseases • Use of tolerant/resistant varieties • Use of low-impact molecules • Biological control (entomopathogens, parasitical insects and predators) • Traps with pheromones, colors, light • Banks with legumes/oilseeds	Agro-ecological pest and disease management Appropriate varieties
pH Problems (acidity/alkalinity)	• Adjustments (addition of lime, sulphur) • Use of fertilizers with acid or alkaline reactions • Soil improvers (leachate, <i>drenching</i> with liquid fertilizer, composts, etc) • Foliar fertilization	Integral fertility Crop diversification
Low efficiency in the use of synthetic fertilizers	• Buried fertilization • Split fertilization • Balanced fertilization • Integration of micro-elements	Integral fertility

**Chart 11. Innovations aimed at dealing with constraints on mechanized systems.**

MECHANIZED		
Constraints on the system	Practices or innovations	Strategy
Intensive soil preparation	• Zero or minimal ploughing • Use of coverage • Plot diagnosis	Conservation agriculture
Little use of low-impact products or new generation molecules (influence of commercial enterprises)	• Substitution with high-impact molecules vs low-impact • Liaison with technology suppliers • Molecule rotation (use of ingredients from different families) • Monitoring	Smart application of agrochemicals Liaison with key stakeholders Agro-ecological pest management
Little use of diagnostic tools	• Soil analysis • Visual diagnosis (nutrient deficiencies) • Use of specific foliar fertilizers • Mapping soil fertility • Plot diagnosis	Integral fertility
Incorrect usage in dosing agro-products	• Application techniques (doses, nozzles, water conditioners, equipment, timing, calibration of equipment)	Smart application of agrochemicals
Monoculture	• Alternative crops (pigeon peas, crotalaria, sunflowers, mung beans, peanuts), alternating with the main crop • Rotation with crops that require little water	Conservation agriculture Crop diversification
Programming dates for applications of insecticides and fungicides	• Monitoring of pests and diseases (economic thresholds) • Molecule rotation (use of ingredients from different families)	Agro-ecological pest management
Soil compaction problems	• Mechanical ploughing of soil (subsoiling, chisel ploughing) • Plot diagnosis • Permanent beds • Controlled grazing • Tillage along planting lines	Conservation agriculture



MECHANIZED		
Limitantes del sistema	Innovaciones	Estrategia
1 or 2 sources of fertilizer predominate	• Alternating green fertilizers (cowpea, crotalaria, mixed crops) • Soil analysis • Recommendations based on soil analysis • Balanced, split fertilization • Liaison with technology suppliers	Integral fertility
pH Problems (acidity/alkalinity)	• Adjustments (addition of lime, sulphur) • Use of fertilizers with acid or alkaline reactions • Soil improvers (leachate, drenching with liquid fertilizer, composts, etc) • Foliar fertilization	Green fertilizers Integral fertility Crop diversification
Dependence on sub-contracting (little maintenance to equipment, inefficient work)	• Maintenance to machinery and equipment • Calibration of machinery and equipment • Group or community labor	Integral weed management Agro-ecological pest management Liaison with key stakeholders
Dependence on herbicides, insecticides and few molecules	• Rotation of herbicides (contact, selective, systemic, pre-emergent, post-emergent) • Rotation of insecticides (clearly identify the active ingredients) • Liaison with suppliers	Integral weed management Agro-ecological pest management Liaison with key stakeholders
Dependence on funding packages	• Liaison with sources of finance and governments	Liaison with key stakeholders Financial inclusion Financial education



Key suggestions for proper implementation

1. The technological menus do not only refer to activities that can be carried out on the plot itself. There are also some activities that involve a group of producers or a community, for example: consolidated purchases of inputs, which normally reduces costs and ultimately translates into profitability.
2. Maintenance of equipment or work tools is also an innovation and will help to improve product application.



Image credit: CIMMYT Archive.

InnovaHub

Essential tools

This publication is based on activities developed within the CGIAR regional initiative AgriLAC Resilient, which promotes the InnovaHub model. This model fosters collaboration among key actors in the agri-food sector, integrating science, innovation and local practices to strengthen the resilience of production systems and advance agricultural sustainability.

Resilient AgriLAC is coordinated by institutions such as the Bioversity-CIAT Alliance (ABC), the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), the International Potato Center (CIP) and the International Food Policy Research Institute (IFPRI), with the aim of transforming agrifood systems in Latin America and the Caribbean, ensuring food security, and improving the well-being and resilience of rural communities.

