

Investigación Original

Sistematización de la implementación de Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) en Intibucá, Honduras

Emil Floricia Vasquez Reyes

emil.vasquez.m2020@alumni.zamorano.edu

Asistente de Investigación

Proyecto Current and Emerging Threats to Crops Innovation Lab (CETC IL)

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano

Honduras

Willmer Pérez 

w.perez@cgiar.org

División de Ciencias de Cultivos y Sistemas

Centro Internacional de la Papa (CIP)

Perú

Arie Sanders 

asanders@zamorano.edu

Decano Asociado de Posgrado

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano

Honduras

Historial del artículo:

Recibido noviembre 14, 2023. Aceptado febrero 27, 2023. Publicado junio 30, 2024.

Cómo citar: Vasquez Reyes, E. F., Pérez, W., Sanders, A. 2024. Sistematización de la implementación de Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) en Intibucá, Honduras. *Ceiba*, 57(1), 51-72. doi: 10.5377/ceiba.v57i1.18142

Resumen. La metodología de las Escuelas de Campo (ECAs), se centra en la observación, facilitando la comprensión de temas y potenciando la investigación participativa para incorporar nuevas tecnologías. En las ECAs implementadas en Intibucá, 80 productores de papa (41 hombres y 39 mujeres) participaron estableciendo seis parcelas experimentales. Cuatro destinadas a evaluar la resistencia al Tizón Tardío en seis variedades de papa cultivadas en Intibucá ("Dicta Jicaramaní", "Dicta Purén", Fábula, "Bellini", "Soprano" y "Faluka"). Y dos utilizadas para validar la herramienta de apoyo a la toma de decisiones HH-DST (Hand Held Decision Support System) en las variedades "Bellini" (susceptible) y "Dicta Jicaramaní" (moderadamente resistente). Se incluyó el uso de la aplicación digital PlantVillage NURU para el reconocimiento de enfermedades en el cultivo de papa. Los principales resultados evidenciaron la susceptibilidad de todas las variedades evaluadas al Tizón Tardío de papa, así como un incremento en la comprensión de los participantes acerca del Tizón Tardío en la papa. El uso eficiente de la herramienta HH-DST permitió reducir el uso de fungicidas hasta en un 50%, en comparación con la estrategia local disminuyendo los riesgos para la salud de los aplicadores, sus familias y el medio ambiente.

Palabras Clave: Escuelas de campo (ECAs), investigación participativa, tizón tardío, variedades de papa.

Optimizing the Implementation of Farmer Field Schools (FFS) in Intibucá, Honduras: A Systematic Approach

Abstract. The Farmer Field Schools (FFS) methodology focuses on observation, facilitating the understanding of topics, and promoting participatory research to incorporate new technologies. In the FFS implemented in Intibucá, 80 potato producers (41 men and 39 women) participated by establishing six experimental plots. Four aimed at evaluating resistance to Late Blight in six potato varieties grown in Intibucá ("Dicta Jicaramaní", "Dicta Purén", Fábula, "Bellini", "Soprano" and "Faluka"). Two were used to validate the decision support tool HH-DST (Hand Held Decision Support System) in the varieties "Bellini" (susceptible) and "Dicta Jicaramaní" (moderately resistant). The use of the PlantVillage NURU digital application was included for the recognition of diseases in potato crops. The main results showed the susceptibility of all the evaluated varieties to potato Late Blight and an increase in the participants' understanding of Late Blight in potatoes. The efficient use of the HH-DST tool allowed us to reduce the use of fungicides by up to 50%, compared to the local strategy, reducing the risks to the health of applicators, their families, and the environment.

Keywords: Farmers field schools, participatory research, late blight, potato varieties.

Introducción

La metodología de Escuelas de Campo para Agricultores (ECAs), se destaca por la formación y fortalecimiento de conocimientos mediante la capacitación, la investigación participativa y la innovación para mejorar la calidad de vida en las comunidades (Guo *et al.*, 2015; van den Berg *et al.*, 2020; Bakker *et al.*, 2021). La metodología de ECAs es de fácil aplicación y adopción en el campo. Un facilitador es quien dirige las actividades y comparte los conocimientos técnicos de manera didáctica para facilitar la comprensión de los participantes (Centro Internacional de la papa CIP, 2009). En el proceso de enseñanza-aprendizaje, los agricultores son el principal objetivo, por lo cual todas las estrategias y actividades desarrolladas se centran en el fortalecimiento de sus competencias conceptuales, actitudinales y procedimentales (Bakker *et al.*, 2021). También se fortalecen las habilidades de integración y comunicación entre los participantes, ya que se toma como punto de referencia el conocimiento previo (CIP, 2009). El enfoque participativo en las ECAs se basa en la observación en campo y la acción y aprendizaje colectivo para abordar

temas como agricultura familiar, pobreza rural, incorporación de nuevas tecnologías, manejo integrado de plagas y enfermedades y la evaluación de nuevas variedades de cultivos como la papa (Phillips *et al.*, 2014; van den Berg *et al.*, 2020; Bakker *et al.*, 2021).

La papa forma parte de la canasta básica alimenticia de los agricultores en Honduras, por lo cual es producida en las zonas altas de los departamentos de Intibucá, Ocotepeque, La Paz y Francisco Morazán (Rivas, 2018). En Intibucá, la producción de papa representa una de las actividades con mayor impacto económico, por lo que los agricultores han catalogado al cultivo como patrimonio de la zona, pues para muchos representa "el sueño americano" debido a que pueden obtener ingresos elevados en corto tiempo (Rivas, 2018). Esta es la razón principal por la cual en Intibucá se siembra papa durante todo el año. No obstante, uno de los principales retos a los que se enfrentan los agricultores de papa son las plagas y enfermedades que afectan el cultivo y que han repercutido en los rendimientos de los últimos años.

El tizón tardío causado por el oomiceto *Phytophthora infestans* es la principal enfermedad que afecta el cultivo de papa a nivel mundial y causa pérdidas económicas que pueden exceder los seis mil millones anualmente, si no se realizan acciones de manejo (Haverkort et al., 2008; Fry et al., 2015; Majeed et al., 2017). Debido a esto, los agricultores han adoptado sistemas de manejo excesivo e intensivo de fungicidas, los cuales tienen un alto impacto en el ambiente, la economía y la salud (Hashemi et al., 2022). En Intibucá, los agricultores realizan aplicaciones de fungicidas e insecticidas cada cuatro días en promedio, independientemente de que la enfermedad esté o no presente. A este hecho se suma la presencia de una gran cantidad de empresas distribuidoras de agroquímicos en la zona, lo cual ha influido para que los agricultores utilicen de forma excesiva los plaguicidas, sin tener los debidos cuidados en su protección personal, la de sus familias y la del medioambiente.

En este contexto el Laboratorio de Innovación de Amenazas Actuales y Emergentes a los Cultivos (CETC-IL por sus siglas en inglés), impulsado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la Universidad Estatal de Pensilvania, el Centro Internacional de la papa (CIP) con sede en Perú y la Universidad Zamorano, inició sus actividades en Centroamérica en el año 2022. En Honduras sus actividades se desarrollaron en el departamento de Intibucá, concentrando sus esfuerzos en la capacitación de agricultores mediante ECAs e investigación participativa en el manejo del tizón tardío de la papa.

Propósito/Objetivos

Dar a conocer los conocimientos y experiencias adquiridas con la implementación de las Escuelas de Campo de Agricultores y la investigación participativa con parcelas experimentales en Intibucá, Honduras.

Metodología

Este estudio está centrado en la metodología de investigación participativa con la población del departamento de Intibucá.

Descripción del área de trabajo

CETC-IL llevó a cabo la fase inicial de sus actividades en Honduras, específicamente en el municipio de Intibucá, situado en el departamento homónimo dentro del Corredor Seco Centroamericano. Intibucá abarca aproximadamente 157 km² y está compuesto por cinco aldeas y 36 caseríos. Las comunidades de Chiligatoro, El Cacao, El Tabor, Manazapa, Malguara y Pueblo Viejo fueron el enfoque de las acciones desarrolladas por el CETC-IL. El clima de Intibucá es tropical, caracterizado por temperaturas templadas y frías que fluctúan generalmente entre 10 °C y 25 °C. La temporada seca se extiende de noviembre a abril, con precipitaciones escasas que promedian alrededor de 12 mm. Por otro lado, la estación húmeda se desarrolla de mayo a octubre, siendo septiembre el mes más lluvioso con un promedio de 325 mm y un índice anual de humedad del 75% (Rivas, 2018). Dadas las condiciones climáticas favorables, la zona de intervención se presenta como un entorno propicio para la producción de una amplia variedad de cultivos agrícolas. Especialmente en el ámbito rural, se cultiva papa, fresas, moras, duraznos y otras frutas y vegetales (Rivas, 2018).

Características de los agricultores

Según datos del Instituto Nacional de Estadística para el año 2018 la población del municipio de Intibucá alcanzaba las 13,875 personas, distribuidas en 7,900 mujeres y 5,974 hombres. De esta cifra, 9,927 habitantes residían en áreas urbanas, mientras que 3,948 lo hacían en zonas rurales. Intibucá destaca como una de las zonas agrícolas más prominentes en Honduras, donde la actividad agropecuaria no

solo representa una parte significativa de su legado cultural, sino que también sirve como una de las principales fuentes de desarrollo. Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2020), un 26% de la población se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca en esta región.

Pasos previos a la implementación de ECA

Reconocimiento del área.

En La Esperanza, Intibucá, se realizaron visitas a cuatro organizaciones sociales dedicadas a la cadena productiva de la papa: 1) Empresa Campesina Agroindustrial de la Reforma Agraria de Intibucá (ECARAI), 2) Asociación de Mujeres Intibucanas Renovadas (AMIR), 3) JJ-Agro (empresa privada de importación y exportación), y 4) Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Gobierno de Honduras y la Misión Técnica de la República de China (Taiwán). Durante las visitas, se entablaron conversaciones con los miembros de las juntas directivas de estas organizaciones con el propósito de presentar la propuesta de implementar Escuelas de Campo para Agricultores (ECAs) en sus instituciones y evaluar su interés en participar en el proyecto del CETC-IL.

Coordinación con las organizaciones participantes.

Antes de implementar las ECAs, se llevaron a cabo dos visitas a cada una de las organizaciones involucradas, y se logró coordinar con éxito las visitas a los agricultores para la presentación del proyecto con tres de las entidades participantes.

Taller de entrenamiento en ECAs y manejo de parcelas experimentales.

Se llevó a cabo un taller de capacitación sobre la metodología de ECAs, dirigido a técnicos de las organizaciones participantes, incluyendo a algunos agricultores de papa. Durante tres días consecutivos, científicos del CIP brindaron formación a los participantes en el manejo del tizón tardío de la papa mediante la metodología de ECAs. Se utilizó la guía para facilitar el aprendizaje sobre el control del tizón tardío de la papa elaborada por el CIP (2009) como base para el desarrollo de la temática y la implementación de las ECAs. Además, se siguieron los protocolos estandarizados por el CIP para el establecimiento de parcelas experimentales (Forbes, et al., 2014). Los participantes del taller también recibieron capacitación en el uso de la aplicación PlantVillage NURU (PlantVillage, 2023).

Uso del aplicativo PlantVillage NURU.

El aplicativo Plantvillage NURU fue desarrollado por la Universidad Estatal de Pensilvania en colaboración con expertos de los centros CGIAR para ayudar a los agricultores a diagnosticar enfermedades presentes en sus cultivos (PlantVillage, 2023). La aplicación utiliza una herramienta de diagnóstico que es útil para hacer investigación continua, ya que se actualiza constantemente y permite examinar imágenes a través de un sistema en una nube de almacenamiento. También contiene una biblioteca de acceso abierto de conocimientos sobre la sanidad de los cultivos (PlantVillage, 2023). La aplicación se utiliza tomando tres fotografías de hojas afectadas por el tizón tardío, luego se espera recibir retroalimentación para confirmar si la planta está o no afectada por esta enfermedad, así como recomendaciones sobre qué fungicidas aplicar.

Selección de participantes para las ECAs.

La selección de participantes fue realizada con el apoyo de los técnicos de las organizaciones y considerando la experiencia en el cultivo de papa, la disponibilidad o la

tenencia de un celular inteligente (para el entrenamiento en PlantVillage NURU), así como la responsabilidad y disponibilidad de tiempo para participar en las ECAs. En tres organizaciones (DICTA, AMIR y JJ-AGRO) se realizaron con éxito seis sesiones de aprendizaje. En la empresa privada de importación y exportación JJ Agro se establecieron cuatro escuelas de campo en

diferentes lugares, debido a que la empresa tiene un enfoque de asistencia técnica individualizada, por lo que fue necesario organizar grupos pequeños de agricultores (promedio de siete agricultores) en comparación con los grupos formados con las otras organizaciones. En el Cuadro 1 se detallan las ECAs conformados por las organizaciones participantes.

Cuadro 1

Escuelas de campo (ECAs) implementadas en el departamento de Intibucá, Honduras, 2022.

Institución responsable de la ECA	Número de participantes			Comunidad
	M ¹	H ²	T ³	
DICTA	5	9	16	Pueblo Viejo, Intibucá
AMIR	15		15	Malguara, Intibucá
JJ AGRO	1	8	9	El Tabor
	1	8	9	El Cacao
	1	3	4	Chiligatoro
	1	3	4	Manazapa

*Nota.*¹ = mujeres, ² = hombres, ³ = total.

Implementación ECAs

Capacitación

La capacitación estuvo compuesta por cinco sesiones (Cuadro 2), en las que se registró la participación de 80 agricultores (41 hombres y 39 mujeres) que asistieron al menos a una sesión, de los cuales 45 agricultores (25 hombres y 20 mujeres) participaron en tres o más sesiones (Cuadro 3). De todos los grupos conformados para el proyecto, solamente el grupo de AMIR manifestó tener experiencia previa con la metodología de ECAs.

Cuadro 2.

Temas desarrollados en las sesiones de aprendizaje de las ECAs implementadas por CETC-IL en Intibucá, Honduras, 2022.

No	Manejo y control del tizón tardío de la papa.	Entrenamiento en PlantVillage NURU
1	Identifiquemos los síntomas de tizón tardío.	Descargar, instalación y registro en la aplicación PlantVillage NURU.
2	Aprendamos cómo vive <i>Phytophthora</i> .	Entrenamiento inicial en el uso de la aplicación PlantVillage NURU.
3	Controlemos al tizón tardío usando variedades de papa resistentes.	Entrenamiento para inspeccionar hojas de las plantas de papa con PlantVillage NURU.
4	Conozcamos que debemos saber acerca de los fungicidas y su uso para controlar el tizón tardío de la papa.	Entrenemos a otros en el uso de la aplicación PlantVillage NURU.
5	Aprendamos sobre la herramienta de apoyo HH-DST para tomar decisiones en nuestras parcelas de papa.	Entrenemos a otros en el uso de la aplicación PlantVillage NURU.

Cuadro 3

Participación de los agricultores de papa en las sesiones de aprendizaje de las ECAs de CETC-IL en Intibucá, Honduras, 2022.

Comunidad/ Organización	Sesión 1			Sesión 2			Sesión 3			Sesión 4			Sesión 5		
	H ¹	M ²	T ³	H ¹	M ²	T ³	H ¹	M ²	T ³	H ¹	M ²	T ³	H ¹	M ²	T ³
Malguara/ AMIR	0	16	16	0	15	15	0	7	7	0	14	14	0	12	12
Pueblo Viejo/ DICTA	9	4	13	6	7	13	8	5	13	4	6	10	6	4	10
El Tabor/ JJ-AGRO	8	1	9	7	1	8	8	2	10	7	2	9	7	2	9
Chiligatoro/ JJ-AGRO	3	1	4	2	3	5	4	3	7	4	4	8	3	5	8
El Cacao/ JJ-AGRO	8	1	9	8	1	9	12	2	14	5	2	7	7	3	10
Manazapa/ JJ-AGRO	3	1	4	5	1	6	1	2	3	5	1	6	7	2	9

Nota.¹ = hombres, ² = mujeres, ³ = total

Actividades de enseñanza-aprendizaje

Las sesiones de aprendizaje se enfocaron en el manejo del tizón tardío de la papa y el uso del aplicativo PlantVillage NURU. La fecha y hora para desarrollar las sesiones se coordinaron previamente con cada grupo participante. En el apéndice 1 se resumen las actividades desarrolladas por tema y sesión,

incluidas algunas observaciones propias de la experiencia de CETC-IL en Intibucá. Para saber el grado de conocimiento de los agricultores y conocer su estado de ánimo y los puntos de mejora respecto a los temas desarrollados se aplicó una prueba de evaluación conocida como la prueba de caja. La prueba de caja es muy utilizada en las ECAs (FAO, 2011), consiste en una evaluación rápida de los conocimientos

generales del grupo en torno al tema a desarrollar en La ECA. En Intibucá se aplicó la misma prueba al inicio y al final de cada módulo de aprendizaje, para cada evaluación, se preparó un cuadro con interrogantes relacionadas a los temas abordados en cada módulo. Cada pregunta tenía una serie de opciones siendo una la correcta. El diseño y aplicación de las pruebas

se adaptó al nivel educativo de los agricultores participantes, considerando que todos los agricultores de las ECA sabían leer y escribir (Figura 1).

Figura 1. Ejemplo prueba de caja aplicada en el módulo 1 diseñada para la evaluación de aprendizajes en las ECAS de CETC-IL de Intibucá, Honduras.

MODULO 1	MODULO 1
<p>PRUEBA INICIAL</p> <p>1. ¿Qué es un síntoma? (a) Es la reacción de un ser vivo a una enfermedad (b) Es lo que causa una enfermedad (c) No sé</p> <p>2. ¿Cuál es el síntoma de tizón tardío en hojas de papa? (a) Manchas aguachentas de color marrón oscuro (b) Manchas secas de color negro (c) No sé</p> <p>3. ¿Cómo reconocemos al tizón tardío en hojas de papa? (a) Porque hay manchas rodeadas por una pelusilla de color blanco (b) Porque las hojas se secan y caen (c) No sé</p> <p>4. ¿Cuál es la causa del tizón tardío de la papa? (a) La lluvia (b) El hongo Fitóftora (c) No sé</p> <p>5. ¿Qué es PLANTVILLAGE NURU? (a) Un juego de celular (b) Una aplicación móvil que sirve para diagnosticar tizón en papa</p>	<p>PRUEBA FINAL</p> <p>1. ¿Qué es un síntoma? (a) Es la reacción de un ser vivo a una enfermedad (b) Es lo que causa una enfermedad (c) No sé</p> <p>2. ¿Cuál es el síntoma de tizón tardío en hojas de papa? (a) Manchas aguachentas de color marrón oscuro (b) Manchas secas de color negro (c) No sé</p> <p>3. ¿Cómo reconocemos al tizón tardío en hojas de papa? (a) Porque hay manchas rodeadas por una pelusilla de color blanco (b) Porque las hojas se secan y caen (c) No sé</p> <p>4. ¿Cuál es la causa del tizón tardío de la papa? (a) La lluvia (b) El hongo Fitóftora (c) No sé</p> <p>5. ¿Qué es PLANTVILLAGE NURU? (a) Un juego de celular (b) Una aplicación móvil que sirve para diagnosticar tizón en papa</p>

Parcelas experimentales de investigación participativa

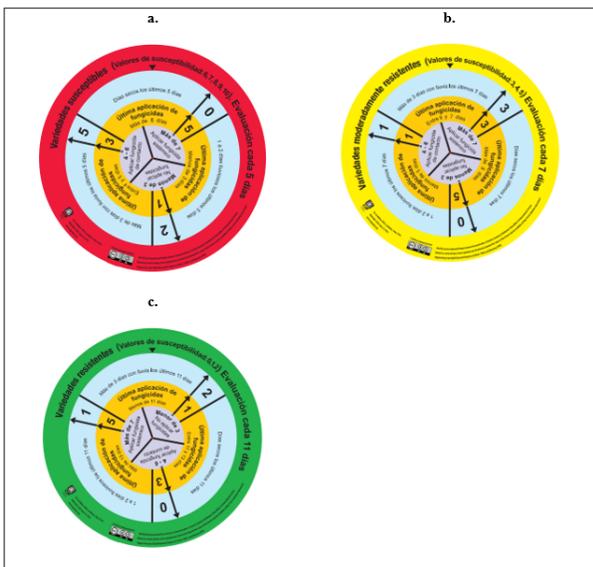
En cuatro localidades del municipio de Intibucá (Santa Catarina, Pueblo Viejo, El Tabor y Togopala) se establecieron dos parcelas experimentales de investigación. La primera parcela experimental tuvo como finalidad evaluar la susceptibilidad al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de seis variedades de papa (“Dicta Jicaramaní”, “Dicta Purén”, “Fábula”, “Bellini”, “Soprano”, y “Faluka”) cultivadas en Honduras, y la segunda parcela experimental tuvo la finalidad de validar la herramienta de apoyo a la toma de decisiones HH-DST utilizando dos variedades “Bellini”, la de mayor área de siembra y preferida por agricultores hondureños, y “Dicta Jicaramaní”, porque fue reportada como una variedad con

resistencia moderada al tizón tardío (DICTA, 2018).

La herramienta de apoyo a la toma de decisiones HH-DST, fue desarrollada por científicos e investigadores del CIP y validada en Ecuador y Perú con pequeños agricultores (Perez et al., 2016). Los agricultores aprendieron a decidir cuándo aplicar y qué fungicida usar en función de la variedad de papa sembrada, la presencia de precipitaciones en la zona de cultivo y el tiempo transcurrido desde la última aplicación de fungicidas. La HH-DST consta de 3 discos de diferentes colores que representan el nivel de susceptibilidad de las variedades (rojo=susceptible, amarillo=moderadamente resistente, verde=resistente), basado en la escala de susceptibilidad de 0 a 9 propuesta por Yuen y Forbes (2009) (Figura 2). Dentro de cada disco

hay dos círculos giratorios, el primero de color azul celeste que describe el número de días de lluvia desde la última aplicación de fungicidas y el segundo de color amarillo que indica el número de días desde la última aplicación de fungicida. Cuando se giran los círculos se obtienen niveles de factores detallados por números, que al sumarse dan lugar a una recomendación de aplicación de fungicida, que se especifica en el centro del círculo (color morado).

Figura 2. Herramienta manual de apoyo a la toma de decisiones para mejorar el manejo del tizón tardío de la papa a) rojo= variedades de papa susceptibles, b) amarillo= moderadamente resistente, y c) verde = resistente. Versión para Honduras (Pérez, 2022).



Para la HH-DST utilizada en Honduras, los números asociados con los diferentes niveles de los factores fueron asignados a través de un proceso de elicitación de investigadores expertos del CIP, la Universidad Zamorano y el DICTA. En este proceso de elicitación de expertos se modificaron algunos valores para su uso en Honduras para los discos rojo y amarillo, el disco verde no se modificó debido a que en Honduras no se cuenta con variedades completamente resistentes a tizón tardío.

Las parcelas experimentales fueron implementadas la segunda y tercera semana del mes de junio de 2022, tratando de no distanciar las fechas de siembra entre localidades, para controlar el manejo del cultivo desde un inicio. Las localidades donde se establecieron las parcelas experimentales se encontraban cerca de los sitios de reunión de las ECAs, por lo que en algunas sesiones se realizaron visitas a estas parcelas para conocer sobre su manejo e intercambiar experiencias con los agricultores encargados.

Evaluación de la susceptibilidad al tizón tardío

Cada unidad experimental consistió en parcelas con un área total de 526.75 m² y un área experimental neta de 311.85 m², en la cual se evaluaron seis tratamientos (seis variedades de papa con diferentes niveles de resistencia genética cultivadas en Honduras) (Cuadro 4). Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, utilizando parcelas de cuatro surcos distanciados a 90 cm, y la siembra de 10 tubérculos semilla por surco (calibre 28-35 mm), distanciados a 35 cm entre semillas. Para realizar las evaluaciones se seleccionaron ocho plantas ubicadas en los surcos centrales de cada parcela dejando sin evaluar una planta al inicio y al final de cada surco; en cada evaluación se registró el porcentaje de severidad del tizón tardío en las plantas seleccionadas siguiendo la metodología descrita por Pérez *et al.* (2020). Con el fin de garantizar el inicio oportuno de las evaluaciones se realizó un monitoreo diario de la emergencia de las plantas de papa a partir del día 7 después de la siembra (DDS).

El manejo de agroquímicos en esta parcela experimental consistió en realizar aplicaciones preventivas que se iniciaron una vez alcanzado el 50% de emergencia, con la aplicación de un fungicida e insecticida sistémico y luego con la aplicación de fungicidas de contacto al llegar al 80% de emergencia, para evitar los ataques del tizón

tardío (*Phytophthora infestans*) y plagas insectiles al inicio del cultivo. Las aplicaciones de fungicidas se suspendieron una vez que la parcela alcanzó el 100% de emergencia (27 DDS), luego del cual las plantas estuvieron expuestas a infecciones naturales del tizón tardío. En la parcela experimental se utilizó la dosis de fertilización 160N-120P-100K, usando 10 kg de Urea, 8.11 kg de superfosfato triple y 5.10 kg de cloruro de potasio. La aplicación de

fertilizantes se realizó en banda en cada surco, previo a colocar la semilla, para después aplicar el insecticida Clorpirifos para el control de gallina ciega y otras plagas del suelo priorizando el manejo de plagas con diferentes insecticidas (Cuadro 4).

Cuadro 4

Fungicidas e insecticidas utilizados en las parcelas experimentales de CETC-IL, Intibucá, Honduras, 2022.

No.	Nombre comercial	Modo de acción	Ingrediente activo	Dosis por hectárea	Dosis por litro de agua
1	Actara 25 WG	Insecticida sistémico amplio espectro	Thiametoxam	200-600 g	1-3 g
2	Act Up 25 WG	Insecticida sistémico amplio espectro	Neonicotenoide + Thiametoxam	0.25-0.4 kg	1.25-2 g
3	Trivia 72.7 WP	Fungicida sistémico	Fluopicolide + propineb WP 72.7	1.2-1.8 kg	6 -9 g
4	Buster 72 WP	Fungicida sistémico y contacto (preventivo curativo)	Mancozeb+Cymoxanyl	1.5-2 kg	7.5-10 g
5	Flexitec	Coadyuvante agrícola, adherente, dispersante, humectante	Nonyphenol polyglycol ether	500 cc	2.5 cc

Validación de herramienta de toma de decisiones para el manejo del tizón tardío

Cada unidad experimental consistió en parcelas con un área total de 715.3 m² y un área experimental neta de 415.68 m², en la cual se evaluaron tres tratamientos: control negativo (sin aplicación de fungicida), control positivo (aplicaciones semanales de fungicidas según estrategia local), y aplicaciones según los criterios de la herramienta de toma de decisiones diseñada por CIP. Se implementó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela estuvo conformada por cuatro surcos distanciados a 90 cm conteniendo 10 tubérculos

semilla cada uno (calibre 28-35 mm), distanciados a 35 cm entre semilla. La severidad del tizón tardío fue evaluada de acuerdo a lo descrito por Pérez et al. (2020). En la variedad susceptible (Bellini) las evaluaciones se hicieron cada 5 días y en la variedad moderadamente resistente (Dicta Jicaramaní) las evaluaciones se realizaron cada 7 días.

El manejo del tizón tardío se inició al 80% de la emergencia de las plantas con la aplicación de un fungicida sistémico en la variedad susceptible y un fungicida de contacto en la variedad moderadamente resistente. Al llegar al 100% de emergencia se inició con un

programa de las aplicaciones de acuerdo con los diferentes tratamientos y las variedades evaluadas para validar la herramienta HH-DST. El manejo de plagas insectiles fue de acuerdo con el monitoreo de insectos y aplicación de insecticidas sistémicos o de contacto.

Los tratamientos incluidos fueron un control positivo con dos aplicaciones de fungicida por semana (cada 3 o 4 días) tanto en la variedad susceptible (Bellini) como en la moderadamente resistente (Dicta Jicaramaní); un control negativo sin aplicaciones de fungicida, y un tratamiento con las aplicaciones de acuerdo con la herramienta de apoyo para la toma de decisiones, usando el disco rojo en la variedad susceptible (Bellini) y el disco amarillo en la moderadamente resistente (Dicta Jicaramaní). Las evaluaciones en la variedad susceptible fueron realizadas cada 5 días y en la moderadamente resistente cada 7 días. De acuerdo con las evaluaciones y el criterio determinado en la herramienta de apoyo de toma de decisiones se aplicaron fungicidas sistémicos o de contacto o no se aplicó ningún fungicida.

En la parcela experimental se aplicó una fertilización de 160N-120P-100K, utilizando al momento de la siembra 16 kg Urea, 14.11 kg superfosfato triple y 8 kg cloruro de potasio. La aplicación se realizó en banda en cada surco previo a colocar el tubérculo semilla, para después aplicar el insecticida Clorpirifos para el control de gallina ciega y otras plagas de suelo.

Variables evaluadas

La variable evaluada en ambas parcelas experimentales fue la severidad del tizón tardío, la cual fue realizada según la metodología descrita por Forbes *et al.*, (2014), mediante lecturas semanales del porcentaje de área foliar afectada por tizón tardío en cada uno de los tratamientos. Adicionalmente, en la parcela de validación se determinó el índice de impacto ambiental siguiendo la metodología descrita por

Kovach *et al.* (1992) y Pérez *et al.* (2020), que determinó a partir de la información sobre la toxicidad, porcentaje de ingrediente activo y concentración de los fungicidas utilizados, y el número de las aplicaciones realizadas.. Para evaluar la resistencia de las variedades Bellini y Dicta Jicaramaní se utilizó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC, por sus siglas en inglés), siguiendo la metodología descrita por Pérez y Forbes (2008). El AUDPC se estima con los porcentajes (promedios) del área foliar afectada en relación con el tiempo. El valor se expresa como el porcentaje (%) del área debajo de la curva de infección en relación al área máxima posible (área foliar 100% afectada a partir del día de la siembra o del día 0) (Pérez y Forbes, 2008).

Resultados/Discusión

Se describen los principales resultados de la evaluación del aprendizaje y experiencias adquiridas durante las sesiones de aprendizaje de las ECAs y el establecimiento de las parcelas experimentales.

Implementación de las ECAs

La metodología empleada en las ECAs facilitó el intercambio de ideas y discusión de los diferentes temas programados. Las sesiones de aprendizaje ayudaron a reforzar los conocimientos sobre el manejo de enfermedades de la papa, uso adecuado de plaguicidas y equipos de protección. En la ECA a cargo del DICTA se desarrolló una sesión extra a petición de los agricultores que solicitaron se les capacitara en el tema de comercialización de papa, para lo cual se solicitó el apoyo de la empresa AMIR, la cual tiene amplia experiencia en el tema de transformación y comercialización de productos elaborados a base de papa.

Adicionalmente, durante la fase de implementación de las ECAs se presentaron diferentes retos que incluyeron: la dificultad

para implementar parcelas de experimentación debido a que los agricultores trabajan con contratos fijos y créditos que deben pagar con sus cosechas, y prefieren esperar los resultados de los ensayos antes de hacerlo en sus propias parcelas; la disponibilidad y tiempo de los facilitadores debido a que un alto porcentaje de técnicos capacitados para la implementación de las ECAs se encontraban saturados de trabajo en sus empresas, lo cual dificultó la coordinación de tiempos para el desarrollo de las sesiones de aprendizaje; y el exceso de lluvia y el estado de las carreteras, siendo el transporte hacia los puntos de reunión muy difícil por el exceso de lluvia y el mal estado de las carreteras, así como también afectó a las diferentes parcelas de ECA que tuvieron problemas de inundación.

En las ECAs implementadas por CETC-IL se registró la participación de 80 agricultores de papa, de los cuales 41 fueron hombres y 39 mujeres que participaron en al menos una sesión de aprendizaje. No obstante, aunque el dato anteriormente descrito parece equitativo en términos de género es importante resaltar que la participación de la mayoría de las mujeres se debió a que fueron enviadas para representar a sus esposos, cuando estos no pudieron asistir. El tener en cuenta el género en futuras actividades de CETC-IL facilitará el desarrollo de enfoques más eficientes para incrementar la adopción de

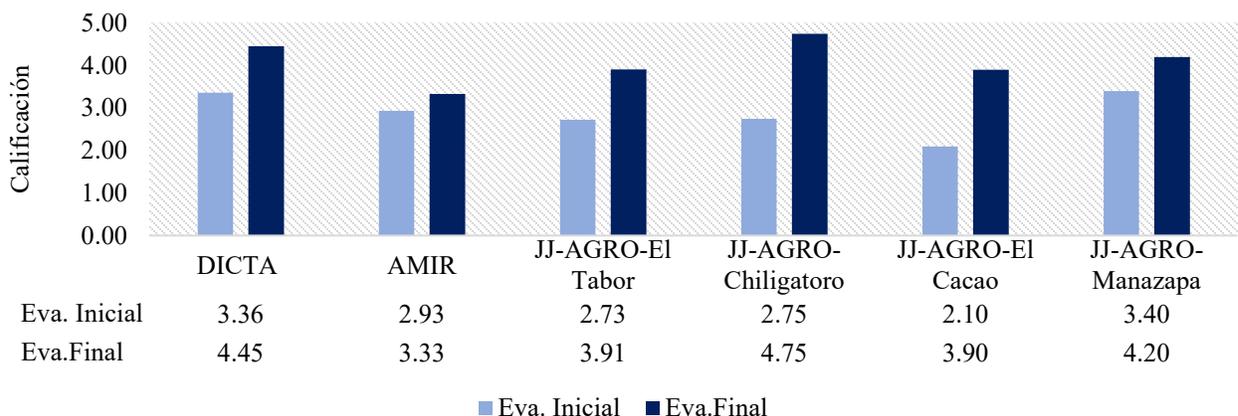
tecnologías y prácticas de manejo de cultivos por parte de mujeres y hombres agricultores de acuerdo con sus roles, conocimientos y capacidades (Kawarazuka et al., 2020)

Incremento de conocimientos en participantes de las ECAs

En el módulo uno se abordaron los temas de presentación y entrenamiento en el uso del aplicativo PlantVillage NURU, identificación de síntomas del tizón tardío y reconocimiento del patógeno causante de dicha enfermedad. La prueba de evaluación del módulo uno se aplicó a un total de 60 agricultores de las diferentes ECA los que en su evaluación inicial obtuvieron en promedio una nota de 2.88 (nota máxima esperada de 5.0), destacándose la ECA de JJ-AGRO en Manazapa con el mayor promedio (3.40 puntos) y la ECA de J-AGRO en el Cacao con el menor promedio (2.10 puntos) (Figura 3). En la evaluación final los mismos agricultores obtuvieron una nota promedio de 4.09 puntos, destacándose un incremento de conocimientos en todos los grupos (promedio de 24.2%), este dato sirvió como base a los facilitadores para reforzar oportunamente los temas del módulo visto antes de continuar la temática del módulo 2.

Figura 3

Resultados promedios de la prueba de conocimientos inicial y final del módulo 1 en las escuelas de campo de CETC-IL implementadas en Intibucá; Honduras, 2022.

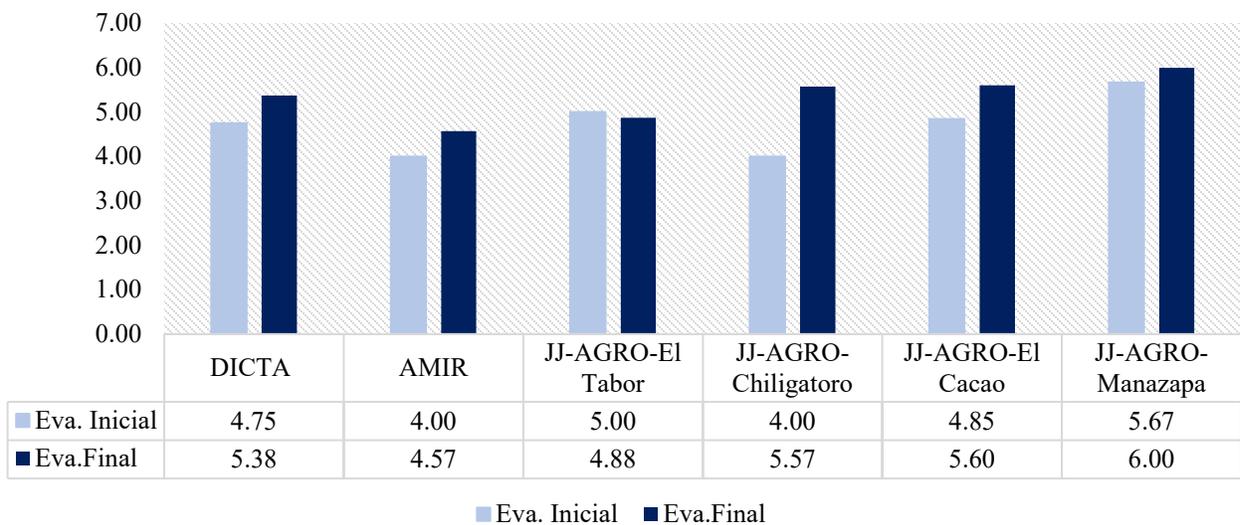


En el módulo dos se incluyeron temas como los modos de acción de los fungicidas y el uso adecuado de los equipos de protección. La prueba de evaluación correspondiente a este módulo fue aplicada a un total de 45 agricultores que, en su evaluación inicial, obtuvieron una nota promedio de 4.71 (nota máxima esperada de 6.00). Todos los agricultores obtuvieron puntajes entre 4.00

hasta 5.67 puntos, destacándose los participantes de las ECA de JJ-AGRO en Manazapa (5.67 puntos) y El Tabor (5.00 puntos) (Figura 4). En la evaluación final, los mismos agricultores obtuvieron una nota promedio de 5.33 puntos, destacándose un incremento de conocimientos en 17% como promedio.

Figura 4

Resultados promedios de la prueba de conocimientos inicial y final del módulo 2 en las escuelas de campo de CETC-IL implementadas en Intibucá en 2022.

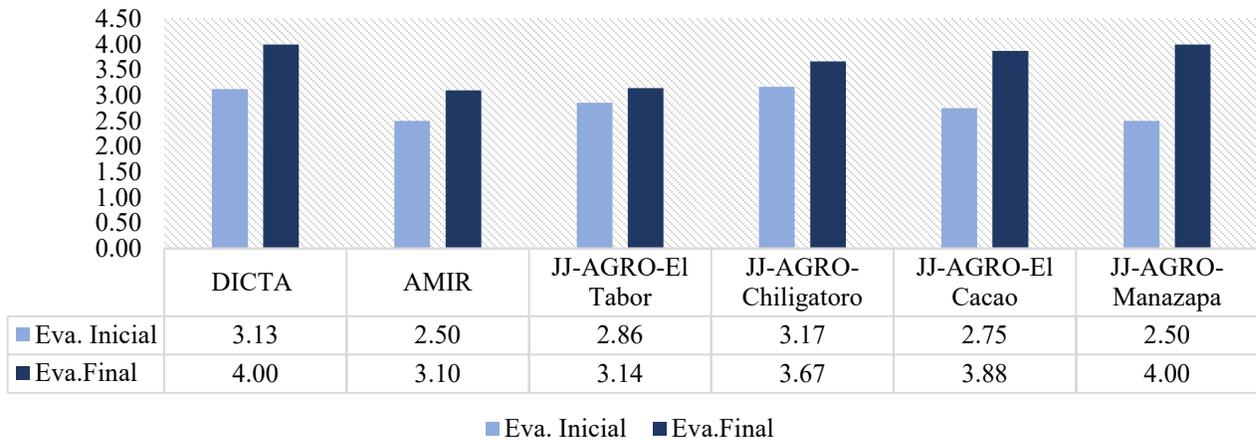


En el módulo tres, se abordaron temas de resistencia y susceptibilidad de las variedades de papa al tizón tardío y se capacitó en el uso de la herramienta de apoyo a la toma de decisiones. La prueba de evaluación del módulo tres fue aplicada a un total de 45 agricultores que inicialmente obtuvieron una nota promedio de 2.83 (nota máxima esperada de 4.00), destacándose las ECA de JJ-AGRO en

Chiligatoro (3.17 puntos) y de DICTA (3.13 puntos) con los mayores promedios (Figura 5). En la evaluación final, los mismos agricultores obtuvieron una nota promedio de 3.63 puntos, que representó un 91% del valor total de la prueba y destacó un incremento de conocimientos que en promedio fue de 25%, aproximadamente.

Figura 5

Resultados promedios de la prueba de conocimientos, inicial y final del módulo 3 en las escuelas de campo de CETC-IL implementadas en Intibucá en 2022.



En general, los resultados de las pruebas de conocimientos (prueba de la caja) reflejaron un aumento de nivel de conocimientos de los agricultores respecto al manejo del cultivo de papa y conocimiento de los niveles de resistencia genética al tizón tardío de las variedades. La aplicación de pruebas de evaluación fue útil para dar seguimiento a los temas abordados en las ECA y para reforzar los conocimientos previos antes de abordar nuevos temas. Los resultados coinciden con las ventajas de la metodología de las ECAs reportado por Ortiz et al. (2004) y Van Den Berg et al.(2020).

Rhizoctoniasis). Así mismo, incluir el diagnóstico de plagas y enfermedades en otros cultivos como repollo, brócoli y zanahoria y en animales como el ganado y aves de corral y agregar funciones a PlantVillage NURU para que brinde recomendaciones de fungicidas utilizando los criterios de la herramienta HH-DST. Otra recomendación es ampliar y actualizar la información sobre fungicidas a ser utilizados para el manejo del tizón tardío y otras enfermedades de la papa incorporando productos biológicos, tomando en cuenta aquellos que estén disponibles en Honduras.

Uso del aplicativo PlantVillage NURU

El uso de PlantVillage NURU se vio afectado por diferentes aspectos reportados por los agricultores, los cuales se resumen en el Cuadro 5. Como parte de la experiencia y desafíos encontrados con el aplicativo PlantVillage NURU, los agricultores sugirieron mejorar el aplicativo en diversos aspectos incluyendo mayor versatilidad en su funcionamiento sin importar la marca o modelo del celular, ampliar el diagnóstico al tizón tardío en el tallo de las plantas de papa y a otras enfermedades y plagas que afectan a la papa (p.ej. paratiroza, marchitez, tallo hueco, gallina ciega, mosca blanca, nematodo dorado,

Cuadro 5

Dificultades en el uso del aplicativo PlantVillage NURU reportadas por los agricultores. Intibucá, Honduras, 2022.

Principales dificultades reportadas por los agricultores	Cantidad de agricultores		
	Mujeres	Hombres	Total
Celular de marca HUAWEI, BLU, Apple.	11	13	24
PlantVillage NURU solo detecta tizón tardío en papa.	3	9	12
No tenían parcela donde hacer inspecciones.	1	2	3
No tienen acceso a Internet.	8	2	6
No tenían celular.	10	5	15
Dificultades para acceder al aplicativo bajo condiciones de campo (20-25 minutos).	3	3	6

Implementación de las parcelas experimentales de investigación

Susceptibilidad de variedades de papa cultivadas en Honduras al tizón tardío

De acuerdo con Yuen y Forbes (2009), los resultados obtenidos en la parcela experimental 1 (cuadro 6) indican que todas las variedades de papa evaluadas en campo bajo las condiciones ambientales de Intibucá

(Honduras) son susceptibles al tizón tardío de la papa, según la desviación estándar no hubo diferencias significativas en la susceptibilidad de las variedades evaluadas. En referencia a las variedades Dicta Jicaramaní y Dicta Purén que fueron liberadas como moderadamente resistentes al tizón tardío, se puede plantear la hipótesis de que la resistencia de estas variedades ha sido vencida por las poblaciones actuales del patógeno o en el proceso de desarrollo no hubo una exposición a razas virulentas del patógeno

Cuadro 6

Valores de escala de susceptibilidad obtenidas por seis variedades de papa cultivadas en Intibucá, Honduras, 2022.

Variedades	El Tabor	Togopala	Pueblo Viejo	Promedio	Desviación estándar
Dicta Purén	7.96	6.64	7.27	7.29	0.66
Dicta Jicaramaní	8.09	7.16	8.32	7.86	0.62
Bellini	9.00	9.00	9.41	9.14	0.24
Mondial	7.35	9.26	9.00	8.54	1.04
Faluka	8.39	8.69	9.15	8.74	0.38
Fabula	8.19	8.91	6.36	7.82	1.31

Validación de la herramienta de toma de decisiones HH-DST para el manejo del tizón tardío

Los resultados de la parcela experimental 2 (Cuadro 7) indican que en la variedad susceptible (Bellini) se realizaron 6 aplicaciones de fungicidas siguiendo las sugerencias de la herramienta de apoyo a la

toma de decisiones frente a 15 aplicaciones siguiendo el manejo tradicional realizado por los agricultores para controlar el tizón tardío. Se utilizó la prueba estadística Duncan ($p < 0.05$) para comparar las medias de los valores del Área Bajo la Curva de progreso de la enfermedad relativa (rAUDPC) de cada tratamiento.

En contraste con los reportes de Pérez et al. (2020) sobre la implementación de la herramienta en Perú y Ecuador, los resultados indican que con el uso del aplicativo de toma de decisiones se realizan menos aplicaciones de fungicidas, además de un menor índice de impacto ambiental y por supuesto un menor

riesgo para los aplicadores y sus familias (Kromann et al., 2011).

Cuadro 7

Comparación del manejo integrado del tizón tardío de la papa en la variedad Bellini en las parcelas experimentales de validación de la herramienta de apoyo a la toma de decisiones. Intibucá, Honduras, 2022.

Parcela experimental	Tratamiento	rAUDPC ¹	No. aplicaciones Fungicidas	Impacto ambiental (EI/ha) ²
El Tabor	Sin fungicidas	0.60 a	0	0
	Manejo agricultor	0.16 b	15	1224.65
	Manejo con discos	0.21 c	6	712.30
Santa Catarina	Sin fungicidas	0.47 a	0	0
	Manejo agricultor	0.10 b	15	1224.65
	Manejo con discos	0.14 c	6	712.30

Nota. ¹ Área bajo la curva de progreso de la enfermedad relativa. Valores con letras diferentes presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Duncan ($p < 0.05$). ² El valor Impacto ambiental (EI/ha) se obtiene multiplicando el valor del coeficiente de impacto ambiental teórico de cada fungicida empleado por el porcentaje de ingrediente activo en la formulación, la dosis empleada por hectárea y el número de aplicaciones de cada fungicida (Kovach et al., 1992).

En relación con la variedad Dicta Jicaramaní, los resultados muestran que se realizaron la misma cantidad de aplicaciones que para la variedad Bellini para controlar el tizón tardío en ambas localidades (Cuadro 8). También se utilizó la prueba estadística Duncan ($p < 0.05$) para comparar las medias de los valores del Área Bajo la Curva de progreso de la enfermedad relativa (rAUDPC) de cada tratamiento. Los resultados obtenidos en la parcela experimental 2 son consistentes con los obtenidos en la parcela experimental 1 que evidencia la susceptibilidad de la variedad Dicta Jicaramaní liberada como moderadamente resistente.

Cuadro 8

Comparación del manejo integrado del tizón tardío de la papa en la variedad Dicta Jicaramaní en las parcelas experimentales de validación de la herramienta de apoyo a la toma de decisiones. Intibucá, Honduras. 2022.

Parcela experimental	Tratamiento	rAUDPC ¹	No. aplicaciones Fungicidas	Impacto ambiental (EI/ha)
El Tabor	Sin fungicidas	0.59 a	0	0
	Manejo agricultor	0.11b	15	1364.18
	Manejo con discos	0.23 c	6	805.08
Santa Catarina	Sin fungicidas	0.45 a	0	0
	Manejo agricultor	0.08 b	15	1364.188
	Manejo con discos	0.10 c	6	792.24

¹ Área Bajo la Curva de progreso de la enfermedad relativa (rAUDPC).

Valores con letras diferentes presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Duncan ($p < 0.05$).

² El valor Impacto ambiental (EI/ha) se obtiene multiplicando el valor del coeficiente de impacto ambiental teórico de cada fungicida empleado por el porcentaje de ingrediente activo en la formulación, la dosis empleada por hectárea y el número de aplicaciones de cada fungicida (Kovach et al., 1992).

Conclusiones/Discusión

La metodología de ECAs fomentó la interacción e integración entre participantes pertenecientes a diversos grupos de agricultores. La incorporación y adaptación de actividades facilitó el proceso de enseñanza-aprendizaje, abordando eficazmente los diversos temas tratados en las sesiones. Es esencial considerar el enfoque de género en la planificación y desarrollo de actividades dentro de las ECAs.

La susceptibilidad al tizón tardío en las variedades de papa utilizadas en las parcelas de experimentación señala la urgencia de llevar a cabo investigaciones para identificar resistencia genética a esta enfermedad, dado que esta estrategia representa el método de control más efectivo y sostenible.

La herramienta de apoyo a la toma de decisiones HH-DST para el manejo del tizón tardío demostró su eficacia en el control de la enfermedad en condiciones hondureñas, evidenciando la reducción en el número de aplicaciones de fungicidas hasta en un 50%, la disminución del impacto ambiental derivado del

uso indiscriminado de plaguicidas y la reducción de los costos de producción del cultivo.

Aunque funcional, el aplicativo PlantVillage NURU enfrenta desafíos en su instalación y conectividad, lo que desanima su uso por parte de los agricultores. Se recomienda que las indicaciones proporcionadas por los agricultores y detalladas en el cuadro 5 y el apéndice 2 para la aplicación sean verificadas por personal técnico especializado antes de ser adoptadas por los agricultores.

La experiencia acumulada por CETC-IL en Centroamérica puede servir como base para la implementación de ECAs en otras áreas de trabajo y para la capacitación de un mayor número de agricultores.

Contribuciones de los autores

Vásquez, F- Implementación de la metodología de escuelas de campo, seguimiento de parcelas experimentales. Redacción del borrador original del artículo. **Pérez, W-** Capacitación a facilitadores de ECAs, coordinación, monitoreo, procesamiento y análisis de datos de

las parcelas experimentales. Revisión y redacción del borrador original y artículo final. **Sanders, A-** Conceptualización, planificación y supervisión de la investigación revisión del borrador original y artículo final.

Agradecimientos

El Laboratorio de Innovación de Amenazas Actuales y Emergentes a los Cultivos compuesto por la Universidad Zamorano, la Universidad Estatal de Pensilvania y el Centro Internacional de la Papa, con auspicio de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), implementó seis Escuelas de Campo (ECAs) en Intibucá, Honduras, agradece a los investigadores científicos, Jorge Andrade Piedra y Francis Denisse Mclean, por su apoyo en el establecimiento y desarrollo de las actividades iniciales del CETC-IL en Honduras. Y a los productores y técnicos participantes de las ECA y parcelas experimentales que pertenecen a la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Gobierno de Honduras y la Misión Técnica de la República de China (Taiwán), la Asociación de Mujeres Intibucanas Renovadas (AMIR), la empresa privada de importación y exportación JJ Agro y la Empresa Campesina Agroindustrial de la Reforma Agraria de Intibucá (ECARAI).

Referencias Bibliográficas

- Bakker, T., Dugué, P. y Tourdonnet, S. de (2021a). Assessing the effects of Farmer Field Schools on farmers' trajectories of change in practices. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(2), 1. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00667-2>
- Bakker, T., Dugué, P. y Tourdonnet, S. de (2021b). Correction to: Assessing the effects of Farmer Field Schools on farmers' trajectories of change in practices. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(2).
- <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00684-1>
- CIP. (2009). *Sistematización de la implementación de las Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) en Andahuaylas*. Centro Internacional de la Papa (CIP), <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/004728.pdf>
- DICTA. (2018). *Variedad de papa DICTA JICARAMANÍ*. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. <https://dicta.gob.hn/files/2018,-Papa-Dicta-Jicaramani.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2011. Farmer Field School. Implementation guide. Farm forestry and livelihood development. Kenya. 355 [p.https://www.fao.org/publications/card/fr/c/58750627-08cf-5eb4-9fcd-ef24ffda6612/](https://www.fao.org/publications/card/fr/c/58750627-08cf-5eb4-9fcd-ef24ffda6612/)
- Fry, W. E., Birch, P. R. J., Judelson, H. S., Grünwald, N. J., Danies, G., Everts, K. L., Gevens, A. J., Gugino, B. K., Johnson, D. A., Johnson, S. B., McGrath, M. T., Myers, K. L., Ristaino, J. B., Roberts, P. D., Secor, G. y Smart, C. D. (2015). Five Reasons to Consider *Phytophthora infestans* a Reemerging Pathogen. *Phytopathology*, 105(7), 966–981. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-15-0005-FI>
- Guo, M., Jia, X., Huang, J., Kumar, K. B. y Burger, N. E. (2015). Farmer field school and farmer knowledge acquisition in rice production: Experimental evaluation in China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 209(4), 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.02.011>
- Hashemi, M., Tabet, D., Sandroni, M., Benavent-Celma, C., Seematti, J., Andersen, C. B. y Grenville-Briggs, L.

- J. (2022). The hunt for sustainable biocontrol of oomycete plant pathogens, a case study of *Phytophthora infestans*. *Fungal Biology Reviews*, 40, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.11.003>
- Haverkort, A. J., Boonekamp, P. M., Hutten, R., Jacobsen, E., Lotz, L. A. P., Kessel, G. J. T., Visser, R. G. F. y van der Vossen, E. A. G. (2008). Societal Costs of Late Blight in Potato and Prospects of Durable Resistance Through Cisgenic Modification. *Potato Research*, 51(1), 47–57. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9089-y>
- IICA (2020). La Agricultura en Intibucá. <https://www.iica.int/es/prensa/eventos/1a-agricultura-en-intibuca>
- INE. (2018). *La Esperanza, Intibucá*. <https://www.ine.gob.hn/V3/2018/07/04/la-esperanza-intibuca-ano-2018/>
- Kawarazuka, N., Damtew, E., Mayanja, S., Okonya, J. S., Rietveld, A., Slavchevska, V., & Teeken, B. (2020). A gender perspective on pest and disease management from the cases of roots, tubers and bananas in Asia and sub-Saharan Africa. *Frontiers in Agronomy*, 2, 7.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., & Tette, J. (1992). A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*, 139, 1–8.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J. y and Tette, J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*, 138, 1–8. <https://ecommons.cornell.edu/items/2feca8d7-3889-4a41-aae9-a2ce0f16a6e2>
- Kromann, P., Pradel, W., Cole, D., Taïpe, A. y Forbes, G. A. (2011). Use of the Environmental Impact Quotient to Estimate Health and Environmental Impacts of Pesticide Usage in Peruvian and Ecuadorian Potato Production. *Journal of Environmental Protection*, 02(05), 581–591. <https://doi.org/10.4236/jep.2011.25067>
- Majeed, A., Muhammad, Z., Ullah, Z., Ullah, R. y Ahmad, H. (2017). Late Blight of Potato (*Phytophthora infestans*) I: Fungicides Application and Associated Challenges. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(3), 261. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i3.261-266.1038>
- Ortiz, O., Garrett, K. A., Heath, J. J., Orrego, R., & Nelson, R. J. (2004). Management of potato late blight in the Peruvian highlands: Evaluating the benefits of farmer field schools and farmer participatory research. *Plant Disease*, 88(5), 565–571.
- Perez, W. y Forbes, G. (2008). *Manual tecnico. El tizon tardio de la papa*. International Potato Center. https://books.google.com.ec/books?id=aHA57_Yv4-MC&printsec=copyright&hl=es
- Perez, W., Andrade, J., Ortiz, O. y Forbes, G. (2016). *Herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo del tizón tardío diseñada para el uso de agricultores de subsistencia*. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2018/05/HH-DSS-publications.pdf>
- Pérez, W., Arias, R., Taïpe, A., Ortiz, O., Forbes, G. A., Andrade-Piedra, J. y Kromann, P. (2020). A simple, hand-held decision support designed tool to help resource-poor farmers improve potato late blight management. *Crop Protection*, 134(2684), 105186. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105186>

- Phillips, D., Waddington, H. y White, H. (2014). Better targeting of farmers as a channel for poverty reduction: a systematic review of Farmer Field Schools targeting. *Development Studies Research, 1*(1), 113–136. <https://doi.org/10.1080/21665095.2014.924841>
- PlantVillage. (2023). *PlanVillage*. <https://plantvillage.psu.edu/>
- Rivas, L. J. J. (2018). *Estudio de caso: La producción de papa en Intibucá. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano*. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/s/14eafa98-5706-43a6-9ad0-7931b3e67d83/download>
- Van Den Berg, H., Phillips, S., Dicke, M., & Fredrix, M. (2020). Impacts of farmer field schools in the human, social, natural and financial domain: A qualitative review. *Food Security, 12*(6), 1443–1459. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01046-7>
- Van den Berg, H., Ketelaar, J. W., Dicke, M. y Fredrix, M. (2020). Is the farmer field school still relevant? Case studies from Malawi and Indonesia. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences, 92*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2020.100329>
- Yuen, J. E. y Forbes, G. A. (2009). Estimating the level of susceptibility to *Phytophthora infestans* in potato genotypes. *Phytopathology, 99*(6), 782–786. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-99-6-0782>

Material Suplementario

Cuadro de la descripción de las sesiones de aprendizaje desarrolladas por CETC-IL en Intibucá, Honduras, 2022.

Módulo	Sesión	Tema	Objetivo	Actividades	Observaciones
1	1	Introducir el entrenamiento en el uso del aplicativo PlantVillage NURU.	Instalar el aplicativo en celulares de los agricultores capacitarlos en el uso del aplicativo.	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollar dinámica de presentación de los participantes. -Presentar las principales actividades desarrolladas por el proyecto CETC-IL en Intibucá, Honduras. -Describir el cronograma a desarrollar en las sesiones de escuelas de campo. -Instalar y registrar PlantVillage NURU en celulares de los participantes. -Realizar práctica inicial de entrenamiento. -Aplicar prueba de evaluación inicial módulo 1. 	Debe considerarse que los 15 agricultores dispongan de teléfono inteligente con sistema Android que no sea marca Blu, Mobile y que no tenga dañada su cámara.
	2	“Identificando síntomas de tizón tardío”	Describir los síntomas de tizón tardío en hojas, tallos y tubérculos de papa para no confundirlos con síntomas de otras enfermedades.	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar una actividad introductoria de preguntas y respuestas para repasar los principales puntos de la sesión 1. -Preguntar ¿Qué es un síntoma? ¿Qué es una enfermedad? -Describir la diferencia entre síntoma y enfermedad. -Invitar a los participantes a dibujar el síntoma por el cual identifican comúnmente el tizón temprano y tardío en el campo. -Reforzar sobre los principales síntomas del tizón tardío y temprano y la principal diferencia entre ambos. -Discutir sobre otras enfermedades que suelen confundirse con el tizón temprano y tardío (Páginas 20 y 21 de la guía de facilitadores de escuelas de campo). -Realizar práctica de entrenamiento en el uso de PlantVillage NURU. 	Reforzar los conceptos de síntoma y enfermedad ejemplificando con enfermedades en humanos. Antes de consultar los síntomas del tizón tardío en las hojas de papa puede consultar ¿Cuáles son los síntomas de la gripe?
	3	“Conociendo al hongo que causa el tizón tardío” y dar seguimiento al uso del aplicativo PlantVillage NURU		<ul style="list-style-type: none"> -Realizar una actividad introductoria de preguntas y respuestas para repasar los principales puntos de las sesiones 1 y 2. -Consultar ¿Quién causa la enfermedad del tizón tardío? -Utilizando la hoja de síntomas trabajada en la sesión 2 reforzar sobre como reconocer al patógeno <i>Phytophthora infestans</i> causante del tizón tardío de la papa. -Invitar a cada participante a visualizar en el microscopio las estructuras de <i>Phytophthora infestans</i>. -Aplicar prueba de evaluación final módulo 1. 	

Módulo	Sesión	Tema	Objetivo	Actividades	Observaciones
2	4	<p>“Aprendamos qué son los fungicidas y cómo funcionan”.</p> <p>“Aprendamos los modos de acción de los fungicidas” y entrenar en el uso de PlantVillage NURU.</p>		<p>-Realizar una actividad introductoria de preguntas y respuestas para repasar los principales puntos de las sesiones 1, 2 y 3.</p> <p>-Utilizando la hoja de síntomas trabajada en la sesión 2 reforzar sobre sintomatología causada por <i>Phytophthora infestans</i> causante del tizón tardío de la papa.</p> <p>La importancia de protegernos al usar fungicidas y otros agroquímicos.</p> <p>-Desarrollar actividad práctica en equipos para conocer las partes que conforman el equipo de protección de fungicidas.</p> <p>-Aplicar prueba de evaluación final módulo 2.</p>	
3	5	<p>Aprendamos qué son variedades resistentes y susceptibles al tizón tardío de la papa.</p> <p>Capacitar en el uso del aplicativo PlantVillage NURU.</p> <p>“Herramienta de apoyo a la toma de decisiones”</p>		<p>-Aplicar prueba de evaluación final módulo 3.</p> <p>-Realizar una actividad introductoria de preguntas y respuestas para repasar los principales puntos de las sesiones 1,2,3 y 4.</p> <p>-Listar las variedades más conocidas por cada productor.</p> <p>-Exponer porque razón la variedad listada es de interés para cada productor.</p> <p>-Explicar sobre la resistencia y susceptibilidad de las variedades listadas por los agricultores.</p>	

2. Aspectos de mejora sugeridos por los productores participantes de la primera fase de escuelas de campo de CETC-IL en Intibucá.

1. Funcionamiento y desarrollo de la aplicación

- Actualizar PlantVillage NURU para que se abra más rápido el terreno.
- Actualizar PlantVillage NURU para que funcione en todos los sistemas de celulares sin importar la marca.
- Actualizar PlantVillage NURU para que diagnostique tizón en el tallo de las plantas de papa.

2. Enfermedades

- Ampliar las funciones de PlantVillage NURU para que detecte otras enfermedades y plagas en la papa. Ejemplo: Paratíozia, marchitez, tallo hueco, gallina ciega y mosca blanca, nematodo dorado, risoconia.
- Ampliar PlantVillage NURU para que de recomendaciones para otras enfermedades de otros cultivos como: repollo, brócoli, zanahoria.
- Actualizar PlantVillage NURU para que diagnostique enfermedades para el ganado en Honduras
- Actualizar PlantVillage NURU para que diagnostique enfermedades en las aves de corral.

3. Recomendaciones

- Agregar funciones a PlantVillage NURU para que de recomendaciones para fumigación como la herramienta HH-DST.
- Ampliar y actualizar la información acerca de los fungicidas que se deben aplicar cuando se detecta tizón y otras enfermedades en la papa.
- Incorporar a las recomendaciones diversos productos para controlar tizón incluyendo los biológicos que estén disponibles y accesibles en Honduras.
- Actualizar las recomendaciones de PlantVillage NURU porque recomienda lo mismo para virus en la papa y para tizón temprano y tardío.