

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Vicerrectoría de Investigación y Extensión
Dirección de Extensión
Informe Final proyectos realizados con fondos de Ley Del Cemento

Promoción de la fertilidad integral de los suelos en zonas productivas de Cartago

Eje estratégico:
Agua y Alimentos

Coordinador:
M.Sc. Rúben Calderón Cerdas
Escuela de Ingeniería en Agronegocios

Colaboradora:
Dra. Natalia Gómez Calderón
Escuela de Ingeniería Agrícola

1. Tabla de contenido

1. Tabla de contenido	2
2. Código y Título del proyecto	2
3. Autores y direcciones	2
4. Resumen.....	4
5. Abstract	4
6. Palabras clave y key words	5
7. Contextualización del proyecto.....	6
8. Estrategia de abordaje	7
9. Análisis de resultados.....	8
12. Cumplimiento del plan de difusión	13
14. Limitaciones y problemas encontrados:	15
15. Observaciones generales y recomendaciones	15
16. Agradecimientos (opcional)	16
17. Referencias.....	16
18. Apéndices (opcional).....	17

2. Código y Título del proyecto

1431051 Promoción de la fertilidad integral de los suelos en zonas productivas de Cartago

3. Autores y direcciones

Ing. Rubén Calderón Cerdas, Coordinador

Máster. Escuela de Agronegocios

Correo electrónico: racalderon@itcr.ac.cr

Período de ejecución: del 01 de mayo al 31 de diciembre del 2023

Dra. Natalia Gómez Calderón

Escuela de Ingeniería Agrícola del ITCR

Correo electrónico: ngomez@itcr.ac.cr

Período de ejecución: del 01 de mayo al 31 de diciembre del 2023

4. Resumen

El propósito de la actividad de fortalecimiento fue brindar los fundamentos para una adecuada fertilización de los cultivos. Además, a partir de los conocimientos para hacer el muestreo de suelos correctamente para su envío a laboratorio y posterior análisis químico y físico. Estas acciones de extensión brindaron una herramienta que habitualmente utilizan los horticultores de Costa Rica. De esa manera, se pretendió que cada plan de fertilización fuese de precisión, con lo cual se ahorran recursos, se protegen las plantas, el ambiente y la economía del productor. Se analizaron 24 muestras de suelo de productores de la zona norte de Cartago, esto con el fin de que realizaran un verdadero y preciso plan de fertilización para cultivos de zanahoria, papa, repollo y cebolla. Al final de la actividad de fortalecimiento, se realizó una tabla semi automatizada para la realización de cada plan de fertilización. Así mismo, se conjuntó las fuentes de fertilizantes según precio y cualidades agronómicas y como parte de las capacitaciones se incluyó el manejo adecuado de cada suelo según los análisis físicos y mecánicos disponibles de proyectos anteriores (Muestreo y análisis de suelos). Adicionalmente, durante el proceso se realizaron cuatro capacitaciones sobre temas de manejo y uso del suelo y se compartieron videos demostrativos. Se promovió la fertilidad integral del suelo empatando cuatro factores 1. La disponibilidad de los nutrientes de suelo, 2. Los requisitos nutricionales de cada especie vegetal y 3. El rendimiento esperado por cada productor y 4. Las propiedades físicas del suelo. No fue posible aplicar los conocimientos para el ciclo del cultivo de cada productor debido al retraso en la compra de los análisis químicos del suelo de cada uno.

5. Abstract

The purpose of the activity was to provide the basics for proper fertilization of crops. In addition to the knowledge to do the soil sampling correctly to send it to the laboratory for subsequent chemical and physical analysis. These extension activities provided a tool that is commonly used by Costa Rican horticulturists. In this way, each fertilization plan was intended to be precise, thus saving resources, protecting the plants, the environment and the grower's economy. Twenty-four soil samples from growers in the northern zone of Cartago were analyzed in order to create a true and accurate fertilization plan for carrot, potato, cabbage and onion crops. At the end of the activity, a semi-automated table was created for the realization of each fertilization plan. Likewise, the sources of fertilizers were combined according to price and agronomic qualities, and as part of the training, the proper handling of each soil was included according to the physical and mechanical analysis available from previous projects (soil sampling and analysis). In addition, during the process, four training sessions were held on soil management and use, and demonstration videos were shared.

Integral soil fertility was promoted by matching four factors: The availability of soil nutrients, 2. The nutritional requirements of each plant species and 3. The yield expected by each producer and 4. The physical properties of the soil. It was not possible to apply the knowledge for each producer's crop cycle due to the delay in the purchase of soil chemical analysis for each producer.

6. Palabras clave y key words

Fertilidad de suelos, Agricultura de precisión, Manejo de suelos, Conservación de suelos, Horticultura

Soil Fertility, Precision Agriculture, Soil Management, Soil Conservation, Horticulture

7.Contextualización del proyecto

La fertilidad de un suelo depende de la presencia de nutrientes y de la materia orgánica. Por su parte, la productividad de un suelo depende de la fertilidad y de las características físicas de ese suelo (Bertsch, 1998). El resultado de un análisis químico de suelo únicamente revela la concentración de elementos en el suelo. Los laboratorios que realizan dicho análisis utilizan una solución extractora que simula la capacidad que tienen las raíces para arrebatar los nutrientes esenciales al suelo (ASTM, 2013). Usualmente, el resultado del análisis de suelos es tomado por los técnicos y la interpretación se limita a decir si algún elemento está por debajo y sobre el nivel crítico.

El resultado del análisis de suelos debe ser tomado y realizar una serie de cálculos complejos para lograr obtener datos reales de fertilizante por utilizar. Los nutrientes en el suelo se comportan de manera dinámica, por lo que los cálculos deben contemplar procesos de pérdidas, inmovilización, fijación, volatilización, lixiviación, transformación, entre otros.

En un trabajo realizado por el TEC durante 2021, específicamente de la Escuela de Ingeniería Agrícola, se analizó las propiedades físicas de los suelos de la zona norte de Cartago. Estos datos se utilizaron para optimizar el plan de fertilización propuesto y completar las capacitaciones sobre el manejo del suelo. Cabe resaltar, que un adecuado plan de fertilización repercute positivamente en la sanidad vegetal, la calidad de las cosechas, en la economía del productor y en la salud medioambiental. Ejemplo de esto último, es que el exceso de uso de compuestos nítricos, puede llegar a contaminar cuerpos de agua (Bijay-Singh & Craswell, 2021)

Los nutrientes son requeridos por las plantas según avanza el desarrollo de estas. Es por ello, que la dosificación del fertilizante debe de realizarse cuando la planta alcanza las etapas de desarrollo y no por días después de la siembra (Mandal et al., 2009). La aplicación de fertilizante según el desarrollo ha mejorado el rendimiento de los cultivos y ha permitido un ahorro en el gasto de fertilizantes.

El grupo de productores abarcado, son horticultores que obtienen análisis de suelos por parte de casas comerciales y eventualmente de parte del MAG, pero no disponen de herramientas integrales que les permitan hacer una toma de decisiones efectiva en cuanto al manejo del suelo o el uso de suministros o enmiendas de forma adecuada. La identificación de zonas de manejo de sus parcelas les permite sectorizar aplicaciones de productos, usar menos cantidad de productos químicos y ahorrar recursos. Las personas participantes establecen diferentes cultivos en sus parcelas, por lo que las capacitaciones pretendieron darles herramientas de decisión para que estén en capacidad de diferenciar zonas de manejo en función de las características y conocimiento empírico de sus áreas y cultivos. Al ser un grupo diverso, la actividad de fortalecimiento pretendió generar capacidades con factores en común a todos los cultivos y condiciones productivas.

8. Estrategia de abordaje

Previamente se visitaron fincas de productores de hortalizas de la zona de Cartago, asociadas a la Corporación Hortícola Nacional. Se invitó a productores de papa, cebolla, zanahoria y repollo a integrar un grupo por medio del cual se comunicaban resultados y se convocaba a los talleres. Esto permitió que cada uno, en cada finca, estuviera en capacidad de seleccionar los lotes según su historial de siembra, esto con el objetivo de realizar un muestreo en lotes que hayan tenido el mismo manejo y cultivo en ciclos anteriores.

Cada muestreo de suelos lo realizó cada productor. Importante hay que mencionar que, el muestreo se realizó previo a la siembra del cultivo. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Suelos y Foliare del Instituto Nacional de Innovación en Transferencia y Tecnología Agropecuaria, ubicado en Ochomogo de Cartago. Se solicitará que para cada muestra se analice la acidez, pH y la concentración de P, K, Mg, Mn, Fe, Ca, Zn, Cu y materia orgánica. En el Laboratorio de Suelos de la Escuela de Ingeniería Agrícola, se realizará un análisis de textura y conductividad hidráulica.

Con base en los resultados, se hizo un plan de fertilización considerando:

- a. Requisitos nutricionales de cada cultivo específicamente
- b. Rendimiento deseado
- c. Concentración de los nutrientes en el suelo
- d. Tipo de suelo
- e. Pérdidas relacionadas al tipo y propiedades de suelo

Se realizaron tres talleres generales (APÉNDICE 2) y un cuarto de atenciones individuales de capacitaciones adaptadas para cada cultivo. Las temáticas para tratar en las capacitaciones fueron los fundamentos de la productividad de los suelos, considerando también las variables físicas y mecánicas obtenidas de los proyectos anteriores:

- Primer taller general: 16/08/2023, participación de 30 personas, el tema fue indicaciones generales de muestreo de suelo y charla sobre propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo
- Segundo taller general: 23/08/2023, participación de 32 personas, se abarcaron temas de ubicación geográfica con aplicaciones móviles, determinación de pendientes y conceptos de conservación de suelos como erosión hídrica y algunas obras de conservación
- Tercer taller general: 20/09/2023, participación de 25 personas, se incluyeron temas específicos de fertilidad química del suelo.
- Cuarto taller para discusión de los resultados: 13 de marzo del 2024. Se presentaron los resultados de los análisis de suelos y se discutió la manera de ir trabajando de manera individualizada. Asistieron 11 productores

- Atenciones individuales: se atendieron productores a lo largo de abril, mayo, junio y julio del 2024, de forma extemporánea al periodo de la actividad debido al atraso en la asignación del proveedor de los análisis químicos de las muestras recolectadas.

Debido al atraso en la entrega de los resultados de los análisis de suelos, se realizó un plan de fertilización a cada productor, pero con un desfase temporal. Al menos se logró visualizar problemas puntuales de cada suelo y la correcta absorción de un cultivo de interés. En total se realizaron 24 análisis químicos de suelos y 24 planes de fertilización adaptados a cada suelo, cultivo de interés y rendimiento deseado.

En las imágenes del APENDICE 1, se muestra el grupo de productores en distintas actividades de los talleres realizados.

9. Análisis de resultados

En los talleres se instó a los productores, a hacer sus cilindros de muestreo del suelo a la profundidad de su interés (se elaboraron dos videos, uno sobre la distribución de los puntos de muestreo y otro sobre la forma correcta de muestrear suelos sin alterar), lo trasladaron al TEC y se hicieron análisis de densidad aparente como parámetro de salud física del suelo, los resultados se muestran en el cuadro 1. Esta actividad de muestreo realizado por las personas dentro de sus fincas pretendió generar en los productores lo siguiente:

1. la integración del conocimiento del por qué la muestra de buena calidad es vital en los resultados obtenidos que posteriormente vayan a ser utilizados en la toma de decisiones.
2. permitirles bajar costos por análisis de suelos si ellos mismos están en capacidad de hacer el muestreo

En los cuadros 1 y 2, se muestran los resultados de densidad aparente que luego les permitieron verificar problemas de compactación que pueda interferir con la fertilidad integral del suelo al no permitir un adecuado desarrollo radicular (FAO, 2009), así como la cantidad de arcilla y arena del suelo que tiene que ver con la fijación de nutrientes y soluciones de conservación de suelos en función de las condiciones de topografía y disponibilidad de agua de cada finca.

Los datos se integran en el plan de fertilización integral individual. En la observación de los datos, se anota si es requerido verificar el manejo del suelo, debido a que una densidad mayor de $1,3 \text{ g/cm}^3$ es un indicador de compactación del suelo (Gómez-Calderón & Rodríguez-yáñez, 2019)

En el cuadro 2 se muestra la textura obtenida de los productores que aportaron muestras adicionales. En general las texturas obtenidas muestran altos contenidos de arena, consecuentes con las características de suelos de origen volcánico (andisoles) (Barbosa et

al., 2019) . Estas condiciones son necesarias de ser discutidas con los productores debido a que los suelos arenosos tienen menor adhesión y cohesión, o que incide en la retención de nutrientes y de agua para riego, lo que aumenta la importancia de la precisión en el uso de productos químicos y agua para riego. Las listas de asistencia a los talleres se muestran en el APENDICE 2.

Cuadro 1. Resumen de densidad aparente del suelo de las muestras obtenidas por los productores

Nombre	Da (g/cm ³)	Observación
Aaron Chacón	0,961	Normal
Luis Viquez Calvo	0,796	Normal
Edwin Chacón	0,804	Normal
Lidio Abarca Ortega	1,093	Normal
Javier Bustamente	1,037	Normal
Alexander Carvajal	0,957	Normal
Manuel Coto Serrano	1,102	Normal
Poveda Laguna	0,642	Normal
Poveda Pisco	0,736	Normal
Manuel Monge Leitón	1,547	Revisar manejo del suelo
Alberto Guzmán	1,122	Normal
Daniel Ramírez	1,368	Revisar manejo del suelo
A. Garita	1,322	Revisar manejo del suelo
Francisco Coto Gomez	1,359	Revisar manejo del suelo
Dinier Cordero	0,926	Normal
Federico Montero	0,989	Normal
Mauricio Viquez	1,538	Revisar manejo del suelo
Martha Guillén	0,683	Normal

Cuadro 2. Textura del suelo obtenido de las muestras aportadas por los productores

Productor	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
Alexander Carvajal Barquero - Llano Grande	54,4	27,1	18,5	Franco Arenoso
Asdrubal Madrigal Robles - Tierra Blanca	44,6	27,5	27,9	Franco Arcilloso
Benedict	69	23,5	7,5	Franco Arenoso

Carlos Angulo Brenes - Tierra Blanca	37,7	31	31,4	Franco Arcilloso
Carlos Varela López - Tierra Blanca	65	25,5	9,5	Franco Arenoso
Daniel Ramirez Cordoba - Tierra Blanca	60	21,6	18,4	Franco Arenoso
David Romero Robles - Corralillo	58,5	29,1	12,4	Franco Arenoso
Erick Gómez Sánchez - Tierra Blanca	58,8	21,7	19,5	Franco Arenoso
Geovanny Chacon Aguilar - Pacayas, Cervantes	50,8	28,1	21	Franco
Gerardo Tencio Cordero - Corralillo	50,1	18,3	32,3	Franco Arcillo Arenoso
Joaquín Guillen Fernandez - Pacayas, Cervantes	45	40	15	Franco
Luis Monge Guzman - Llano Grande	47,9	30,1	22	Franco
Manuel Ceciliano Navarro - Corralillo	31,4	34	34,6	Franco Arcilloso
Manuel Monge Quiros - Llano Grande	51,4	27,6	21	Franco Arcillo Arenoso
Marta Guillen Solano - Pacayas	47,5	36,5	16	Franco
Mauricio Víquez Gómez - Tierra Blanca	64	20,5	15,5	Franco Arenoso
Omar Sanchez Ulloa - Pacayas, San Pablo	51,5	42,3	6,2	Franco Arenoso
Ramon Gonzalez Guzman - Llano Grande	54,4	26,1	19,5	Franco Arenoso
Roberto Zuñiga Chacon - Llano Grande	58,9	24,6	16,5	Franco Arenoso
Vianney Rivera Sanchez - Tierra Blanca	37,8	27,3	34,9	Franco Arcilloso
Walter Garita Monge - Tierra Blanca	47,3	23,7	29	Franco Arcillo Arenoso
William Fernández - Llano Grande	66,3	27,3	6,4	Franco Arenoso

10. Logro del propósito y los componentes

Propósito: Brindar los fundamentos para que, al menos 15 productores de la zona norte de Cartago, hagan un verdadero y preciso plan de fertilización integral para cultivos de hortalizas en la Zona Norte de Cartago			
Componentes	Indicador	% de logro	Comentarios
Enseñanza de los fundamentos de la productividad de los suelos	Comprensión de la materia	100	Se realizaron 3 sesiones de capacitación

Recopilación y estudio de los análisis de suelos de tiempo antes.	Resultados viejos analizados	100	No todos los productores contaban con resultados de análisis previos. La recopilación de los datos recolectados de proyectos anteriores o análisis aportados por los productores, se detallan en el APENDICE 3
Capacitación en la medición de fincas y propiedades físicas del suelo	Comprensión de la materia	100	
Comprensión de la manera de elaborar un muestreo de suelos	Muestras traídas adecuadamente	100	Se realizó un video y una demostración
Elaboración de los planes de Fertilización	Planes elaborados	100	Se realizaron 24 planes de fertilización. Reuniones individuales con los productores para conocer particularidades del manejo de cada productor
Verificación y comprobación de la efectividad de los planes de fertilización	Planes contrastados con la realidad	70%	No se logró del todo debido a que las compras tardías impidieron que se pudiera aplicar el plan elaborado

11. Integración de la academia:

Asistencias Estudiantiles

Nombre del estudiante	Carrera	Actividades realizadas
-----------------------	---------	------------------------

Ma Paula Iglesias Gutiérrez	Ingeniería Agrícola	Participación en capacitaciones. Facilitadora en temas de GPS. Elaboración de un video.
Julián Leiva	Ingeniería en Agronegocios	Participación en capacitaciones, elaboración de videos y afiches.

Trabajos de Grado y Postgrado

Nombre de obra	Tipo de obra(TFG , prácticas de especialidad, Tesis)	Autores	Enlace al documento

Cursos

Curso	Carrera	Objetivo del curso	Actividades realizadas (giras académicas, proyectos de cursos, actividades de clase)	Evidencias (enlace al documento)

Cultivos Hortícolas	Ingeniería en Agronegocios	Que el estudiantado sea capaz de reconocer los principales retos técnicos de la producción primaria hortícola	Muestreo de suelos en Campo de Prácticas Docentes e Investigaciones Agropecuarias. Visita al Laboratorio de Suelos y Foliar del INTA	Video de muestreo de suelos donde aparecen los estudiantes de la asignatura. Fotografías de estudiantes en laboratorio

12. Cumplimiento del plan de difusión

No se han realizado publicaciones científicas al respecto

Para tal efecto se recomienda usar la siguiente tabla:

Nombre de obra	Tipo de obra	Estado (aceptado por publicar y publicado)	Base de datos de indexación	Nombre de Evento	Contó con Comité científico (Si ó NO)

Se debe incluir una síntesis de las actividades de divulgación y rendición de cuentas no contempladas en los cuadros anteriores.

Derivado de este proyecto, se presentó dos proyectos: el primero de ellos es “Relevo generacional: el futuro de la horticultura en los jóvenes profesionales encaminados hacia la agricultura digital”, debido a que los productores llegaban acompañados por sus hijos e hijas, profesionales jóvenes con interés en la tecnología que mostraron capacidad para hacer manejo diferente de la información y del campo. Como segundo proyecto derivado, está la incorporación de la tabla de cálculos a la Herramienta Azure.

Como parte de las capacitaciones se elaboró un video, el cual explica la manera correcta de realizar un muestreo de suelos. Este video se subió al canal de YouTube de la Escuela de Agronegocios. El mismo, puede ser visto en:
<https://www.youtube.com/watch?v=i3x6y1PyGAE&t=27s>

13. Ejecución Presupuestaria:

Presupuesto inicial	1347000
Ejecutado	910817,52
Ejecución	68%

Código	Objeto de gasto	Ejecutado	Presupuestado	Justificación
01-05-02-02	Viáticos dentro del país	0.	105000	No se requirió de viáticos para la ejecución del proyecto. Las fincas eran en Cartago y por la cercanía no se requirió de viáticos
02 02 03 01	Alimentos y bebidas	53227	132000	Se contó con el apoyo de productores quienes aportaron bocadillos y café.
01 02 01 01	Combustibles y lubricantes	120000	120000	Combustible para realizar compras, movilización y asistencia a reuniones.
02 01 09 01	Otros químicos y conexos	0.00	60000	No se requirió de la compra de reactivos.
02 04 01 01	Herramientas e instrumentos	54999	80000	Las herramientas requeridas resultaron más cómodas que lo presupuestado.
06 02 02 09	Asistencias estudiantiles	400000	400000	Dos asistentes con 8 horas semanales durante las semanas del proyecto.

01-04-03-01	Servicios de ingeniería	282589	350000	24 fue la cantidad de muestras de parte de los productores
-------------	-------------------------	--------	--------	--

14. Limitaciones y problemas encontrados:

El sistema de compras del TEC fue lento en reaccionar para el pago de los análisis químicos de suelos. La solicitud de compra se realizó durante julio del 2023. El departamento respectivo hizo la compra de los análisis durante la tercera semana de diciembre y los resultados de los análisis de suelos fueron entregados al investigador principal en febrero. De allí se derivaron tres problemas:

El primer de ellos, fue que, según el cronograma, los resultados debieron estar septiembre para así hacer los planes de fertilización y tenerlos para noviembre o diciembre. Finalmente, los planes de fertilización estuvieron para abril.

El segundo de ellos es que hubo que hacer un trabajo extra para empatar un resultado de una muestra tomada en julio del 2023, con un cultivo y un suelo de abril del 2024 (cuando ya habían sembrado al menos dos ciclos de cultivo en medio).

Se recibieron algunos reclamos por parte de los productores por los retrasos en los resultados.

15. Observaciones generales y recomendaciones

Agilizar el proceso de compras, permitiendo que sea el investigador quien las realice y facilitando su reintegro. La ejecución de la partida de Alimentos y Bebidas requirió de una aprobación extra, esto a pesar de ya contar con el presupuesto aprobado.

Debido a que la mayoría de los productores que participaron, tienen terrenos con suelos de alto contenido de arena, se requiere la continuidad de la generación de capacidades de manejo de ese tipo de suelo debido a la poca adhesividad y cohesión que facilita la pérdida de nutrientes y la poca retención de agua, porque lo que es determinante una adecuada gestión de los recursos productivos.

16. Agradecimientos (opcional)

Agradecimiento al Instituto Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA) y al Ingeniero Alejandro Ureña por compartir de su conocimiento.

17. Referencias

- ASTM. (2013). *American Society for Testing Materials*. www.astm.org
- Barbosa, Magalhães, Bordonal, Cherubin, Castioni, Ferreira, Tenelli, Franco, & Carvalho. (2019). Soil physical quality associated with tillage practices during sugarcane planting in south-central Brazil. *Soil and Tillage Research*, 195(December 2018). <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104383>
- Bertsch, F. (1998). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. Asociación Costarricense de la ciencia del suelo.
- Bijay-Singh, & Craswell, E. (2021). Fertilizers and nitrate pollution of surface and ground water: An increasingly pervasive global problem. *SN Applied Sciences*, 3(4), 518. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04521-8>
- FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación*, 100. file:///C:/Users/Alina Belen Ortiz/Downloads/a0541s00(1).pdf
- Gómez-Calderón, N., & Rodríguez-yáñez, J. (2019). Degradación del suelo por compactación en función de la distribución del peso en los ejes de los tractores agrícolas Soil degradation by compaction as a function of weight distribution on the axles of agricultural tractors. *Yulok*, 44– 50.
-
- Mandal, K. G., Hati, K. M., & Misra, A. K. (2009). Biomass yield and energy analysis of soybean production in relation to fertilizer-NPK and organic manure. *Biomass and Bioenergy*, 33(12), 1670-1679. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.08.010>
- Marschnert, H., Kirkby, E. A., & Engels, C. (1997). Importance of Cycling and Recycling of Mineral Nutrients within Plants for Growth and Development. *Botanica Acta*, 110(4), 265-273. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1997.tb00639.x>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (Eds.). (2015). *Plant physiology and development* (Sixth edition). Sinauer Associates, Inc., Publishers.

18. Apéndices (opcional)

Se puede utilizar en aquellos casos en que la información puede distraer la atención del lector. Se pueden incluir herramientas utilizadas para la recopilación de la información, la descripción detallada del equipo utilizado, bitácoras, productos intermedios o finales obtenidos durante la ejecución del proyecto. En el caso de los productos finales tales como: manuales, guías didácticas, u otro producto sujeto a publicación en los repositorios institucionales, se debe adjuntar el enlace respectivo. Se recomienda incluir material como fotografías y audiovisuales, que se deriven de la ejecución del proyecto como tal o en colaboración de la Oficina de Comunicación y Mercadeo Debe tomarse en cuenta que el informe es independiente de esta sección, esto es que, ante la ausencia del apéndice, la información contenida en el informe de proyecto no pierde claridad.

APENDICE 1.

Imágenes de los talleres con productores















APENDICE 2. Listas de asistencia a los talleres realizados

APENDICE 3. Análisis previos de productores de la zona invitados a participar en la actividad de fortalecimiento

Productor	pH	Al (cmol/LAcidez)	K (cmol/L)	Ca (cmol/L)	Mg (cmol/L)	SA CIE (%)	P (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)	CE mS/cm	C (%)	N (%)	Relación C/N	Conteo de nemátodos Cultivo	Biomasa (mg C/kg suelo)	Tasa de Respiración (mg C-CO2/ Kg día)						
ADRIÁN GARITA NAVARRO - LLANO GRANDE																								
ALEXANDER CARVAJAL BARQUERO - LLANO GRANDE		5,4		0,24		1,57	7,96	2,85		12,6	2	1,9	95	23	8,5	19	342	0,4	2,2	0,2	1	5	8,8	
ALEXANDER CARVAJAL BARQUERO - LLANO GRANDE		5,4		0,24		1,57	7,96	2,85		12,6	2	1,9	95	23	8,5	19	342	0,4	2,2	0,2	1	5	8,8	
ÁLVARO AGUILAR VIQUEZ - LLANO GRANDE										12,1														
ASDRUBAL MADRIGAL ROBLES - TIERRA BLANCA BENEDICT	6,3	0,12		1,82	9,23	3,97	15,1	4	0,8	117	28	9,9	14	193	0,2	1,5	0,1	3	8	8,5	2	Cebolla	36	39
CARLOS ANGULO BRENES - TIERRA BLANCA	6,4	0,09		2,45	10,25	2,48	15,2	0,6	102	26	8,3	9	189	0,1	1,1	0,1	6	6	7,2	28	Cebolla	126	80	
CARLOS VARELA LÓPEZ - TIERRA BLANCA (INVERNADERO)																								
DANIEL RAMIREZ CORDOBA - TIERRA BLANCA	5,4	0,75		1,27	5,79	2,45	10,2	7,3	229	14	8,8	18	379	0,1	1,3	0,1	6	5	9,1	1	Cebolla	157	38	
DAVID ROMERO ROBLES - CORRALILLO	4,92		0,95	0,31	1,95	0,47		15,1	2	1,4	2	82								96	Cebolla	148	98	
DAVID ROMERO ROBLES - CORRALILLO	4,92		0,95	0,31	1,95	0,47		15,1	2	1,4	2	82								96	Cebolla	148	98	
DAVID ROMERO ROBLES - CORRALILLO	4,92		0,95	0,31	1,95	0,47		15,1	2	1,4	2	82								96	Cebolla	148	98	
DAVID ROMERO ROBLES - CORRALILLO	4,92		0,95	0,31	1,95	0,47		15,1	2	1,4	2	82								96	Cebolla	148	98	
DAVID ROMERO ROBLES - CORRALILLO	4,92		0,95	0,31	1,95	0,47		15,1	2	1,4	2	82								96	Cebolla	148	98	
ERICK GÓMEZ SÁNCHEZ - TIERRA BLANCA (INVERNADERO)																								
GEOVANNY CHACON AGUILAR - PACAYAS, CERVANTES	6,2	0,1		1,28	9,18	2,18	12,7	0,8	16	10	2,7	5	64	0,2	3,5		0,3	5	10	7	Zanahoria	383	99	
GEOVANNY CHACON AGUILAR - PACAYAS, CERVANTES	6,2	0,1		1,28	9,18	2,18	12,7	0,8	16	10	2,7	5	64	0,2	3,5		0,3	5	10	7	Zanahoria	383	99	
GEOVANNY CHACON AGUILAR - PACAYAS, CERVANTES	6,2	0,1		1,28	9,18	2,18	12,7	0,8	16	10	2,7	5	64	0,2	3,5		0,3	5	10	7	Zanahoria	383	99	

GEOVANNY CHACON AGUILAR - PACAYAS, CERVANTES	6,2	0,1	1,28	9,18	2,18	12,7 4	0,8	16	10	2,7	5	64	0,2	3,5	10	7	Zanahori a	383	99	
GEOVANNY CHACON AGUILAR - PACAYAS, CERVANTES	6,2	0,1	1,28	9,18	2,18	12,7 4	0,8	16	10	2,7	5	64	0,2	3,5	10	7	Zanahori a	383	99	
GERARDO TENCIO CORDERO - CORRALILLO	5,62		0,09	0,51	10,83	2,42		67	8	14,3	20	222				16	Cebolla	91	90	
GERARDO TENCIO CORDERO - CORRALILLO	5,62		0,09	0,51	10,83	2,42		67	8	14,3	20	222				16	Cebolla	91	90	
GERARDO TENCIO CORDERO - CORRALILLO	5,62		0,09	0,51	10,83	2,42		67	8	14,3	20	222				16	Cebolla	91	90	
GERARDO TENCIO CORDERO - CORRALILLO	5,62		0,09	0,51	10,83	2,42		67	8	14,3	20	222				16	Cebolla	91	90	
GERARDO TENCIO CORDERO - CORRALILLO	5,62		0,09	0,51	10,83	2,42		67	8	14,3	20	222				16	Cebolla	91	90	
GERARDO TENCIO CORDERO - CORRALILLO	5,62		0,09	0,51	10,83	2,42		67	8	14,3	20	222				16	Cebolla	91	90	
GERARDO TENCIO CORDERO - CORRALILLO	5,62		0,09	0,51	10,83	2,42		67	8	14,3	20	222				16	Cebolla	91	90	
GERARDO TENCIO CORDERO - CORRALILLO	5,62		0,09	0,51	10,83	2,42		67	8	14,3	20	222				16	Cebolla	91	90	
JOAQUIN GUILLEN FERNANDEZ - PACAYAS, CERVANTES	5,5	0,31	0,58	7,68	1,24	9,81	3,2	126	12	14,1	10	134	0,3	7,2 2	0,6 9	10,5	46	zanahori a	273	57
JOAQUIN GUILLEN FERNANDEZ - PACAYAS, CERVANTES	5,5	0,31	0,58	7,68	1,24	9,81	3,2	126	12	14,1	10	134	0,3	7,2 2	0,6 9	10,5	46	zanahori a	273	57
JOAQUIN GUILLEN FERNANDEZ - PACAYAS, CERVANTES	5,5	0,31	0,58	7,68	1,24	9,81	3,2	126	12	14,1	10	134	0,3	7,2 2	0,6 9	10,5	46	zanahori a	273	57
JOAQUIN GUILLEN FERNANDEZ - PACAYAS, CERVANTES	5,5	0,31	0,58	7,68	1,24	9,81	3,2	126	12	14,1	10	134	0,3	7,2 2	0,6 9	10,5	46	zanahori a	273	57
JORGE MARTÍNEZ ZÚÑIGA - LLANO GRANDE																				

LUIS MONGE GUZMAN - LLANO GRANDE	6,2	0,12	0,89	9,28	3,5	13,7 9	0,9	64	23	5	7	191	0,2	1,3 4	0,1 6	8,4	1	Cebolla	175
LUIS MONGE GUZMAN - LLANO GRANDE	6,2	0,12	0,89	9,28	3,5	13,7 9	0,9	64	23	5	7	191	0,2	1,3 4	0,1 6	8,4	1	Cebolla	175
MANUEL CECILIANO NAVARRO - CORRALILLO	5,27		0,4	1,09	10,412,13		99,210	6,7	27	201						3	Cebolla	172	57
MANUEL CECILIANO NAVARRO - CORRALILLO	5,27		0,4	1,09	10,412,13		99,210	6,7	27	201						3	Cebolla	172	57
MANUEL CECILIANO NAVARRO - CORRALILLO	5,27		0,4	1,09	10,412,13		99,210	6,7	27	201						3	Cebolla	172	57
MANUEL CECILIANO NAVARRO - CORRALILLO	5,27		0,4	1,09	10,412,13		99,210	6,7	27	201						3	Cebolla	172	57
MANUEL MONGE QUIROS - LLANO GRANDE																2	Cebolla	177	
MANUEL MONGE QUIROS - LLANO GRANDE																2	Cebolla	177	
MARTA GUILLEN SOLANO - PACAYAS	6,2	0,11	0,52	6,85	1,749,22	1,2	6	10	4,2	4	85	0,1	7,3 7	0,6 2	11,9	720	Papa	313	165
MARTA GUILLEN SOLANO - PACAYAS	6,2	0,11	0,52	6,85	1,749,22	1,2	6	10	4,2	4	85	0,1	7,3 7	0,6 2	11,9	720	Papa	313	165
MARTA GUILLEN SOLANO - PACAYAS	6,2	0,11	0,52	6,85	1,749,22	1,2	6	10	4,2	4	85	0,1	7,3 7	0,6 2	11,9	720	Papa	313	165
MARTA GUILLEN SOLANO - PACAYAS	6,2	0,11	0,52	6,85	1,749,22	1,2	6	10	4,2	4	85	0,1	7,3 7	0,6 2	11,9	720	Papa	313	165

MARTA 7,3 0,6
 GUILLEN 7 2
 SOLANO -
 PACAYAS 6,2 0,11 0,52 6,85 1,749,22 1,2 6 10 4,2 4 85 0,1 11,9 720 Papa 313 165
 MAURICIO
 VÍQUEZ GÓMEZ -
 TIERRA
 BLANCA
 (INVERNADERO)
 MAURICIO
 VÍQUEZ GÓMEZ -
 TIERRA
 BLANCA
 (INVERNADERO)
 OMAR SANCHEZ 4,4 0,4
 ULLOA - 2 6
 PACAYAS, SAN
 PABLO 5,6 0,49 0,3 3,74 0,565,09 9,6123 13 12,511 1890,2 9,6 10 papa 281 63
 OMAR SANCHEZ 4,4 0,4
 ULLOA - 2 6
 PACAYAS, SAN
 PABLO 5,6 0,49 0,3 3,74 0,565,09 9,6123 13 12,511 1890,2 9,6 10 papa 281 63
 OMAR SANCHEZ 4,4 0,4
 ULLOA - 2 6
 PACAYAS, SAN
 PABLO 5,6 0,49 0,3 3,74 0,565,09 9,6123 13 12,511 1890,2 9,6 10 papa 281 63
 OMAR SANCHEZ 4,4 0,4
 ULLOA - 2 6
 PACAYAS, SAN
 PABLO 5,6 0,49 0,3 3,74 0,565,09 9,6123 13 12,511 1890,2 9,6 10 papa 281 63
 OMAR SANCHEZ 4,4 0,4
 ULLOA - 2 6
 PACAYAS, SAN
 PABLO 5,6 0,49 0,3 3,74 0,565,09 9,6123 13 12,511 1890,2 9,6 10 papa 281 63
 RAMON 13,1 1,3 0,1
 GONZALEZ 4 3 6
 GUZMAN -
 LLANO
 GRANDE 5,4 0,41 1,25 7,74 3,74 3,1136 25 6,9 16 3090,2 8,3 1 Cebolla160
 RAMON 13,1 0,1
 GONZALEZ 4 6
 GUZMAN -
 LLANO
 GRANDE 5,4 0,41 1,25 7,74 3,74 3,1136 25 6,9 16 3090,21,3 8,3 1 Cebolla160
 ROBERTO ZUÑIGA CHACON -
 LLANO GRANDE
 VIANNEY RIVERA SANCHEZ - 19,4
 TIERRA BLANCA 5,6 0,14 2,05 11,77 5,47 3 0,7 29 12 6,8 20 334 0,2
 7 8 8,8 28 Cebolla 201 183

Productor	cmol/L					mg/L				
	pH	Al	K	Ca	Mg	P	Cu	Zn	Mn	Fe
Gerardo Tencio Cordero	5,62	0,09	0,51	10,83	2,42	67	8	14,3	20	222
David Romero Robles	4,92	0,95	0,31	1,95	0,47	15,1	2	1,4	2	82
Manuel Ceciliano Navarro	5,27	0,4	1,09	10,41	2,13	99,2	10	6,7	27	201