CRIA
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

CRIA Occidente

Cadena de Tomate

VALIDACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE, UTILIZANDO PILONES ELABORADOS CON SUSTRATOS LOCALES, ALTIPLANO OCCIDENTAL, GUATEMALTECO

Mario de León Díaz

Fredy Pérez Monzón

Dolman Velásquez Godínez

San Marcos. Marzo de 2,020

CRIA
Programa Consorcios
Regionales de
Investigación Agropecuaria

CRIA Occidente

Cadena de Tomate

VALIDACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE, UTILIZANDO PILONES ELABORADOS CON SUSTRATOS LOCALES, ALTIPLANO OCCIDENTAL, GUATEMALTECO

Mario de León Díaz

Fredy Pérez Monzón

Dolman Velásquez Godínez

San Marcos. Marzo de 2,020

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en ingles). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de la institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan

Índice general

Índice general ..... *I*
Índice de tablas ..... *III*
Índice de ilustraciones ..... *IV*
Índice de Anexos ..... *V*
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS ..... *VI*
RESUMEN ..... *VII*
SUMMARY ..... *VIII*
1. Introducción *1*
1.1. Planteamiento del problema **2**
1.2. Justificación **3**
2. Marco teórico *4*
2.1. Sustrato **4**
2.1.1. Características físicas 4
2.1.2. Características químicas 4
2.1.3. Características biológicas 5
2.1.4. Propiedades de los sustratos 5
2.2. Problemática del uso de sustratos **7**
2.2.1. Manejo 7
2.2.2. Precio 7
2.2.3. Finalidad del sustrato 8
2.2.4. Reproductividad y disponibilidad 8
2.3. Materiales locales como sustratos **9**
2.3.1. Estiércol de caballo 9
2.3.2. Harina de roca de río (basalto) 9
2.3.3. Microorganismos de montaña sólidos (MMS) 10
2.3.4. Tierra negra 10
2.4. Uso de semilleros **11**
2.4.1. Proceso de germinación 11
2.5. Plántula **11**
2.5.1. Edad de trasplante 12
2.6. Validación **12**
2.7. Experiencias en la utilización de sustratos locales **14**
3. Objetivos *16*
3.1. Objetivo general. **16**

3.2. Objetivos específicos. 16
4. Hipótesis 16
5. Metodología 17
5.1. Localidades y época (s) 17
5.2. Parcelas pareadas 19
5.3. Tratamiento 19
5.3.1. Descripción de los tratamientos validados. 20
5.4. Tamaño de la parcela de prueba 20
5.5. Variables de respuesta 20
5.5.1. Rendimiento 21
5.5.2. Opinión del productor 21
5.5.3. Costos e ingresos 21
5.6. Análisis de la información 21
5.7. Manejo de las parcelas de prueba 23
5.7.1. Instalaciones 23
5.7.2. Preparación del sustrato con materiales locales 23
5.8. Difusión de resultados. 24
5.9. Días de campo 24
5.9.1. Posibles participantes. 24
5.9.2. Temática tratada. 24
6. Análisis de resultados 25
6.1. Rendimiento 25
6.2. Aceptabilidad del agricultor 28
6.2.1. Días de campo 28
6.2.2. Análisis de la aceptabilidad del agricultor 30
6.3. Análisis financiero 37
6.3.1. Precio de mercado 40
6.3.2. Presupuesto parcial 44
6.3.3. Análisis marginal 45
7. Conclusiones 48
8. Recomendaciones 50
9. Referencias bibliográficas 51
10. Anexos 54

Índice de tablas

Tabla 1. propiedades agroquímicas del estiércol. 9
Tabla 2. Ubicación de las parcelas de validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala. 17
Tabla 3. Vías de acceso a las parcelas de validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala. 18
Tabla 4. Descripción de los tratamientos utilizados dentro de las parcelas de validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala. 19
Tabla 5. Origen de los materiales para evaluar el sustrato CUSAM (harina de roca, MM solidos, tierra negra y estiércol de caballo), en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala. 20
Tabla 6. Calibres de frutos de tomate para su clasificación 21
Tabla 7. Rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. Comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020. 25
Tabla 8. Análisis T de Student para la variable Rendimiento, expresada en kilogramos por hectárea, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. Comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020. 26
Tabla 9. Análisis paramétrico a través de la prueba de suma de rangos de Wilcoxón para la variable rendimiento. Comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 27
Tabla 10. Costos de producción para maquilar 1000 pilones de tomate utilizando sustrato con materiales locales 37
Tabla 11. Costos de producción para cultivo de tomate en invernadero de 7 m X 21 m (147 m^2) utilizando pilones elaborados con sustrato de materiales locales. 38
Tabla 12. Costos de producción para cultivo de tomate en invernadero de 7 m X 21 m (147 m^2) utilizando pilones elaborados con Peat moss. 39
Tabla 13. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera), promedio de precios de los mercados ubicados en San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; Mercado La Terminal, Quetzaltenango y Central de Mayoreo ubicada en Ciudad Capital, correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020. 43
Tabla 14. Presupuesto parcial del rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. En las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020. 44
Tabla 15. Análisis de dominancia, tratamientos pareados en la validación del rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos

locales en comparación con el testigo Peat moss. En las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020. 45
Tabla 16. Tasa de retorno marginal y relación Costo: Beneficio, tratamientos pareados en la validación del rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. En las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020. 47
Tabla 17. Comparativa del uso de la tecnología 47

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. Comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020. 27
Ilustración 2. Percepción del agricultor en cuanto al uso de pilones de tomate elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción. 30
Ilustración 3. Percepción del agricultor en cuanto al crecimiento vegetativo de la planta de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción. 31
Ilustración 4. Percepción del agricultor en cuanto al porcentaje de pegue de pilones de tomate elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción. 32
Ilustración 5. Percepción del agricultor en cuanto a la calidad del pilón de tomate elaborado con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción. 33
Ilustración 6. Percepción del agricultor en cuanto al color de la planta de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción. 34
Ilustración 7. Percepción del agricultor en cuanto a la producción de frutos por planta de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción. 35
Ilustración 8. Percepción del agricultor en cuanto a la producción del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales. 35
Ilustración 9. Percepción del agricultor en cuanto a la calidad del fruto de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción. 36
Ilustración 10. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en el mercado municipal del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020. 40
Ilustración 11. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en el mercado La

Terminal del municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango. Correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020. 41
Ilustración 12. Variación de precios de caja de 50 libras de de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en la Central de Mayoreo ubicada en Ciudad Capital, correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020. 42
Ilustración 13. curva de beneficios netos. Validación del rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. En las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020. 46

Índice de Anexos

Anexo 1. herramienta para la toma de datos de la variable rendimiento. 54
Anexo 2. herramienta para el registro de costos de producción. 54
Anexo 3. boleta de evaluación participativa para agricultores. 55
Anexo 4. Fotografías. 56
Anexo 5. Análisis nutricional de sustrato elaborado con materiales locales. 72
Anexo 6. Análisis nutricional de suelos de las parcelas de validación. 74
Anexo 7. Listado de actores locales que participaron del taller y día de campo en Tacaná, San Marcos. 82
Anexo 8. Listado de actores locales que participaron del taller y día de campo en Palestina de los Altos, Quetzaltenango. 87

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ADD	Agua difícilmente disponible
AFD	Agua fácilmente disponible
AR	Agua de reserva
CA	Capacidad de aireación
CAA	Capacidad de Absorción de Agua
CRIA	Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
C/N	Relación Carbono Nitrógeno
CUSAM	Centro Universitario de San Marcos
EPT	Espacio poroso total
IAOAS	Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MM	Microorganismos de Montaña
MMS	Microorganismos de Montaña Solidos
pH	Potencial de Hidrogeno
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	United States Deparment of Agriculture / Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

VALIDACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE, UTILIZANDO PILONES ELABORADOS CON SUSTRATOS LOCALES, ALTIPLANO OCCIDENTAL GUATEMALTECO.

Mario de León Díaz[1]; Fredy Pérez Monzón[2]; Dolman Velásquez Godínez[3]

RESUMEN

La producción de plántulas de tomate requiere la utilización de sustratos, proporcionando a la semilla condiciones optimas para una buena germinación. El sustrato debe de ser inerte, libre de patógenos, con textura porosa y una buena retención de humedad. El sustrato mas utilizado es la turba comercial tipo Peat Moss o turbas de musgo (*Sphagnum sp.).* Sin embargo, La región del Altiplano Occidental de Guatemala, por sus características de distancias y caminos, tienen un limitado acceso al sustrato para producir pilones, teniendo que adquirir pilones, en muchas ocasiones, con daños mecánicos o amarillamiento. Se desconoce el comportamiento de la germinación y desarrollo vegetativo del cultivo de tomate empleando sustratos elaborados con materiales locales en diferentes zonas altitudinales de la región. Aquí se demuestra que la mezcla de tierra negra, estiércol de caballo, microorganismos de montaña y harina de roca son una alternativa viable para la producción de plántulas de tomate. Las unidades de validación a través de las parcelas pareadas comparo la utilización de pilones de tomate con sustrato elaborado con materiales locales en comparación con peat moss, demostrando un aumento significativo del 20% en el rendimiento. Además, la inversión en campo es altamente rentable, al tener una tasa de retorno marginal del 71.36%. Los resultados generados demuestran una optimización de los rendimientos, empleando materiales accesibles y económicos para la elaboración de sustratos para la producción de pilones de tomate. Esta validación es el punto de partida para la difusión de resultados relacionados a la generación de tecnologías como alternativa al aprovisionamiento de pilones de tomate. Además, estas deben de ser asequibles para su adopción con los actores locales de la agrocadena del cultivo de tomate.

Palabras Clave: Aprovisionamiento; Microorganismos de montaña; Pilones de tomate; Rendimiento; Sustrato.

1. Investigador Principal, Ingeniero Agrónomo, CUSAM/USAC. E-mail: mariodeleondiaz@gmail.com
2. Investigador Adjunto, Ingeniero Agrónomo CUSAM/USAC
3. Investigador Auxiliar, Tesista de la carrera de Ingeniero Agrónomo CUSAM

VALIDATION OF THE YIELD OF THE TOMATO CULTIVATION, USING PREPARED PYLONS WITH LOCAL SUBSTRATES, ALTIPLANO OCCIDENTAL GUATEMALTECO.

Mario de León Díaz[1]; Fredy Pérez Monzón[2]; Dolman Velásquez Godínez[3]

SUMMARY

The production of tomato seedlings requires the use of substrates, using the seed optimal conditions for good germination. The substrate must be inert, pathogen-free, with a porous texture and good moisture retention. The most widely used substrate is commercial peat moss or moss peat (*Sphagnum sp*.). However, the Western Highlands region of Guatemala, due to its characteristics of distances and roads, have limited access to the substrate to produce pylons, having to acquire pylons, in many occasions, with mechanical damage or yellowing. The germination behavior and the vegetative development of the tomato crop using substrates made with local materials in different altitude areas of the region are unknown. Here it is demonstrated that the mixture of black earth, horse manure, mountain microorganisms and rock flour are a viable alternative for the production of tomato seedlings. The validation units through the paired plots compared to the use of tomato pylons with substrate made with local materials compared to peat, demonstrating a significant 20% increase in yield. In addition, investment in the field is highly profitable, having a marginal rate of return of 71.36%. The generated results affected an optimization of the yields, using accessible and economic materials for the elaboration of substrates for the production of tomato pylons. This validation is the starting point for the dissemination of results related to the generation of technologies as an alternative to the supply of tomato pylons. In addition, they must be affordable for adoption with local stakeholders in the tomato crop agro-chain.

Key Words: Provisioning; Mountain microorganisms; Tomato pylons; Yield; Substrate

1. Principal Investigator, Agricultural Engineer, CUSAM / USAC. Email: mariodeleondiaz@gmail.com

2. Associate Researcher, CUSAM / USAC Agricultural Engineer

3. Auxiliary Researcher, Thesis of the CUSAM Agricultural Engineering career

1. Introducción

La producción del cultivo de tomate en Guatemala presenta oportunidades para los agricultores del altiplano occidental guatemalteco; pero también desafíos que necesitan ser resueltos a través de investigación, generando tecnologías que beneficien al sector agrícola.

En la agrocadena de tomate de occidente, se identifico en base al diagnostico realizado por González (2016), que el eslabón de aprovisionamiento tiene serios problemas con la calidad de pilón que adquiere el agricultor. Recibiendo un pilón de baja calidad, con una mala calidad del adobe, plantas con daños mecánicos, muchas veces con Punto de Marchitez Permanente e incluso, en algunos casos, no existe certeza si la variedad que están adquiriendo es la que han seleccionado.

Partiendo de esta problemática se realizó una investigación para encontrar una mezcla de materiales locales para la elaboración de un sustrato, comparando las mezclas con materiales comerciales como turba o peat moss. Ángel (2018) identificó una mezcla compuesta por tierra negra, estiércol de caballo, harina de roca y microorganismos de montaña sólidos. Este sustrato obtuvo buenos resultados en porcentaje de germinación, calidad del adobe y desarrollo radicular.

Esta investigación valido el rendimiento del cultivo de tomate (***Solanum lycopersicum*** L), utilizando pilones maquilados con sustrato con materiales locales, en seis localidades del departamento de San Marcos y cuatro localidades del departamento de Quetzaltenango, Guatemala teniendo un rendimiento generado por la plantación del cultivo de tomate donde se ha utilizado pilones elaborados con sustratos locales aumento en un 20% en comparación con la plantación de tomate donde se utilizó peat moss como sustrato para elaborar los pilones. La producción del sustrato y la producción de pilones de tomate son asequibles y de fácil producción utilizando recursos locales que se encuentran en las comunidades. El beneficio económico retribuye el 26% de los beneficios netos en comparación con el testigo, esto se traduce a ganancias netas que oscilan alrededor de los Q 44 629.35 por hectárea de cultivo. Los pilones elaborados a base de materiales locales han presentado una mejor opción económica para los productores de tomate. La tecnología ha demostrado resultados satisfactorios durante la etapa inicial de la validación, siendo una solución asequible y de fácil aplicación para la unidad productiva del agricultor, específicamente para la producción de plántulas de tomate.

1.1. Planteamiento del problema

En la región de occidente se identificó la problemática relacionada con plántulas de tomate, con poca vigorosidad (tamaño y apariencia), costo de producción elevado derivado del alto costo de los pilones, daños mecánicos provocados por el transporte, además de la falta de información relativa al uso de sustratos preparados con materiales locales (González, 2016).

En la región productora de tomate en los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos, la producción se ve limitada debido a causas provocadas por la inaccesibilidad del aprovisionamiento de pilones de buena calidad que puedan desarrollarse fisiológicamente. En la actualidad en la región mencionada los productores utilizan constantemente pilones adquiridos en casas comerciales, el material principal del sustrato utilizado por las piloneras son turbas comerciales tipo peat moss, material inerte que únicamente proporciona un anclaje a las plantas, limitando el acceso de nutrientes a la planta en el inicio de su ciclo de vida.

Según González (2016), el diagnóstico de identificación de puntos críticos y temas para la Formulación de Proyectos de investigación en la Agrocadena indica que, en el territorio del altiplano occidental, actualmente los agricultores en promedio consumen en cada producción de 100 a 450 pilones de tomate, adquiridos principalmente en las casas comerciales que existen en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, en el caso de los productores del departamento de San Marcos y en el municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango, a un precio que oscila entre Q 0.96 (noventa y seis centavos) a Q 1.50 (un quetzal con cincuenta centavos), en promedio Q 400.00 quetzales por ciclo de producción.

Es necesaria la generación de tecnologías que puedan aumentar la producción del cultivo en la agrocadena de tomate, Ángel (2018) evaluó varios sustratos con diferentes materiales para fortalecer el eslabón de aprovisionamiento, a partir de los resultados encontrados recomendó la evaluación y validación de pilones de tomate maquilados con sustrato elaborado a base de materiales locales.

1.2. Justificación

La identificación de un sustrato preparado con materiales locales, de bajo costo y que permita un adecuado desarrollo de plántulas de tomate, con características de calidad que compitan con los ofrecidos por las casas comerciales, contribuye a la reducción de costos y mejora del rendimiento, reduciendo los daños mecánicos, e implicaciones fitosanitarias que resultan de ello.

Para el desarrollo y crecimiento de plántulas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que éste contribuye en la calidad de la plántula. Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba (*Sphagnum* peat moss); las características que este sustrato presenta permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero por su costo elevado, se ha comenzado a restringir su uso. Esto ha motivado la búsqueda de sustratos alternativos, para producir plantas de buena calidad, a bajo costo y principalmente mediante el uso de sustratos, elaborados con materiales orgánicos disponibles localmente (Picón, 2013).

En el municipio de San Pedro Sacatepéquez, algunas asociaciones de productores de tomate han iniciado con la instalación de piloneras para la producción de pilones de tomate, a utilizar en cada una de sus unidades productivas, en el occidente se han iniciado proyectos para la instalación de piloneras por medio de la gestión de organizaciones no gubernamentales, todos estos proyectos utilizan peat moss como sustrato, teniendo como el principal problema el limitado acceso a este, siendo mas factible la utilización de materiales locales que se puedan emplear en la manufactura de pilones (González, 2016).

Ángel (2018), evaluó diferentes tipos de sustratos en diferentes mezclas, demostrando que la mezcla de tierra negra, estiércol de caballo, harina de roca y microorganismos de montaña. presentaron un porcentaje de germinación del 95%, en relación con el Peat moss que a los 10 días después de la siembra no había germinado varias de las plántulas de tomate, el crecimiento en diámetro y altura de las plántulas tuvo un impacto positivo como efecto directo del sustrato utilizado, así como un incremento en la producción de hojas por plántula superando significativamente al testigo.

La obtención de resultados positivos generados por esta validación del rendimiento contribuyo significativamente a la solución de la problemática identificada, generando fuentes de trabajo en el sector agrícola a nivel regional.

2. Marco teórico

2.1. Sustrato

Es todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico, colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular; el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta. Esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turbas, corteza de pino, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes, éstos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que en los restantes intervienen además en procesos de adsorción y fijación de nutrimentos (Abad, 1997).

2.1.1. Características físicas

Según Abad (1997), las características físicas están determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son:

- Densidad real y aparente
- Distribución granulométrica, distribución de tamaños de poros
- Porosidad y aireación, retención de agua
- Permeabilidad
- Estabilidad estructural

2.1.2. Características químicas

Estas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; estas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución de este (Abad, 1997). Entre las características químicas de los sustratos destacan:

- Capacidad de intercambio catiónico
- pH
- Capacidad buffer
- Relación C/N

2.1.3. Características biológicas

Se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando estos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos (Burés, 1999). Entre las características biológicas destacan:

- Contenido de materia orgánica
- Estado y velocidad de descomposición

En la producción de pilones no existe un sustrato ideal, el sustrato adecuado para cada caso concreto dependerá de numerosos factores como el tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillero, estaquillado, crecimiento, etc.), condiciones climatológicas, y fundamentalmente el manejo de ese sustrato (Burés, 1999).

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible
- Elevada aireación
- Baja densidad aparente
- Elevada porosidad
- Baja salinidad
- Elevada capacidad tampón
- Baja velocidad de descomposición
- Estabilidad estructural
- Reproductividad y disponibilidad
- Bajo costo
- Fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.)

2.1.4. Propiedades de los sustratos

Las propiedades de tipo físico resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta, el sustrato colocado dentro del contenedor resulta prácticamente imposible modificar sus parámetros físicos iniciales.

Algo contrario ocurre con las propiedades de tipo químico, que pueden resultar modificables mediante técnicas de cultivo adecuadas. Esto hace que deba de contemplarse con especial cautela todo lo referente a los parámetros físicos, en especial al binomio "retención de agua – aireación".

Según Burés (1999) "La condición responsable del éxito o fracaso de la utilización de un determinado material como sustrato de cultivo". Los principales parámetros que definen esas propiedades físicas son:

- **Agua fácilmente disponible** (AFD). Se refiere a la cantidad de agua (% en volumen) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 10 y 50 cm de columna de agua. Valor óptimo: 20 a 30 %.
- **Agua de reserva** (AR). En este caso se refiere a la cantidad de agua (% en volumen) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 50 y 100 cm de columna de agua. Valor óptimo: 4 a 10 %.
- **Agua difícilmente disponible** (ADD). Se trata del agua (% en volumen) que queda retenida en el sustrato después de aplicar una tensión de 100 cm de columna de agua.
- **Capacidad de aireación** (CA). Se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que dicho sustrato ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente a 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30 %.
- **Espacio poroso total** (EPT). Es el volumen total del sustrato de cultivo que no está ocupado por partículas orgánicas o minerales. Es un dato que se determina a partir de las densidades real y aparente. Su valor óptimo se produce cuando alcanza niveles superiores a 85%.

Todos estos parámetros se obtienen a partir de la curva de liberación de agua o curva característica de un sustrato desarrollada por De Boodt *et al*. (1974).

2.2. Problemática del uso de sustratos

A nivel práctico existen varios aspectos que conviene tener en cuenta respecto de la utilización de este tipo de materiales, ya que pueden condicionar de manera decisiva el éxito o fracaso de su utilización. Estos aspectos son los siguientes:

2.2.1. Manejo

El correcto manejo del sustrato, sobre todo respecto de la gestión del agua, la que abre la puerta de una producción adecuada.

Un buen sustrato (desde el punto de vista físico y químico) puede comportarse de manera muy deficiente si no se maneja adecuadamente; mientras que en un sustrato inadecuado (lógicamente mantendrá limitaciones respecto de sus propiedades físicas y químicas) se puede obtener producciones elevadas si su manejo es el adecuado (Burés, 1999).

2.2.2. Precio

Este deberá de ser accesible y lo más económico posible. Como es lógico, el precio acostumbra a ser elevado para aquellos materiales cuyos centros de extracción natural están ubicados a distancias significativas del lugar donde van a ser consumidos. Esto está abriendo nuevas expectativas a materiales autóctonos que hasta hace poco tiempo no eran considerados (Burés, 1999).

Además, actualmente la mayor sensibilización social hacia el agotamiento de los recursos no renovables está afectando también a las mezclas de los materiales que pueden formar un determinado sustrato.

En este sentido, están apareciendo en el mercado materiales “ecológicamente correctos”, como los procedentes del reciclaje de subproductos que son a la vez biodegradables o reciclables (Burés, 1997).

La utilización de este tipo de materiales ofrece dos ventajas fundamentales: la primera se refiere al precio, el cual trata de materiales autóctonos más baratos de obtener y a los que no se les carga el costo añadido del transporte desde varios miles de kilómetros.

Mientras que la segunda ventaja integra y da una finalidad productiva a materiales secundarios de otros procesos productivos (incluso industriales) que de otra manera hubiesen acabado acumulándose en pilas gigantescas sin ninguna otra utilización. Por ello, la utilización de este tipo de materiales es marcadamente económica, así como de carácter ecológico (Burés, 1999).

2.2.3. Finalidad del sustrato

Se conoce que las características de los sustratos han de ser diferentes en función de su finalidad; por ejemplo, si va destinado a unos semilleros se requiere un sustrato de fácil manejo, con el mínimo de perturbación para las raíces, de textura fina y elevada retención de agua para mantener una humedad constante, escasa capacidad de nutrición y baja salinidad (Burés, 1999).

Características diferentes deberían de tener los sustratos destinados al enraizamiento de estaquillas o al crecimiento y desarrollo de las plantas. No obstante, se debe ir mas allá, ya que se tiene constancia de que las características de los sustratos inducen características diferenciales de las plantas que crecen en ellos.

Esto puede provocar que para las zonas con elevadas restricciones hídricas y con escasos aportes de lluvia sea un aspecto para considerar, ya que puede aumentar el índice de supervivencia de las plantas trasplantadas al terreno definitivo (Burés, 1999).

2.2.4. Reproductividad y disponibilidad

No es éste un factor que a priori pueda resultar decisivo en la utilización de este tipo de materiales dentro de una explotación pilonera; sin embargo, la práctica indica que en determinadas circunstancias resultan decisivos en la elección y gestión del sustrato. En este sentido, el sustrato ha de estar disponible al productor en cualquier época del año y, además, ha de mantenerse una homogeneidad en el material a lo largo del tiempo; esto es, que no se produzca una variación significativa de las características del sustrato, ya que esto obligaría al productor a modificar su manejo cada vez que recibe una nueva partida de sustrato, lo que desde el punto de vista práctico resulta poco operativo (Pastor, 1999).

2.3. Materiales locales como sustratos

2.3.1. Estiércol de caballo

Es un abono que entra muy fácilmente en fermentación, aunque es el menos rico en nitrógeno, pero a la vez también más rico en celulosa (materia orgánica). Al tener menos nitrógeno concentrado se consigue que no sea tan fuerte y no queme las plantas. Las bacterias descomponedores consiguen en la mezcla de tierra y estiércol el sustrato ideal para la descomposición y la creación del humus orgánico (Alburquerque et al, 2009).

Tabla 1. propiedades agroquímicas del estiércol.

Humedad: 19.5%	Magnesio (Mg): 14.9%
Materia orgánica: 57.8 %	Sodio (Na): 5.0%
pH: 7.24	Calcio (Ca): 58.6%
Nitrógeno: 15.3	Potasio (k): 21.2%
Carbono orgánico: 31.1 %	Hierro (Fe): 35.0%
Fósforo (P): 2.3%	Manganeso (Mn): 2.18%
Azufre (S): 8.8 %	Zinc (Zn): 45%

Nota: datos expresados sobre materia seca y pH en un extracto acuoso 1:10,
Fuente: Alburquerque et al, (2009).

2.3.2. Harina de roca de río (basalto)

Las harinas integrales de rocas molidas fueron la base de los primeros fertilizantes usados en la agricultura para asegurar el equilibrio nutricional de las plantas. Muchas rocas contienen minerales de alta calidad para la elaboración de las harinas de rocas, ricas en elementos necesarios como el silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, zinc, fósforo, azufre (Bracho, 2005).

Funciones:

- Retienen la energía del medio ambiente.
- Aporte de micro y macronutrientes al suelo.
- Sus ácidos disuelven los minerales del suelo, haciéndolos disponibles para la planta.

2.3.3. Microorganismos de montaña sólidos (MMS)

La tecnología de los microorganismos de montaña (MM), es relativamente nueva, permite acelerar los procesos de compostaje, entre otras cosas. Se trata de reproducir los microorganismos naturalmente presentes en el mantillo del bosque (de preferencia bosque primario), activarlos e inocularlos al compost, bioles y purines. Los microorganismos más comúnmente utilizados durante este proceso son hongos como las micorrizas y *Trichoderma*, así como también bacterias de los géneros *Azotobacter* y *Bacillus subtilus* (Paniagua, 2005).

Funciones de los microorganismos de montaña:

- Descomponen la materia orgánica.
- Compiten con los microorganismos dañinos
- Reciclan nutrientes para las plantas.
- Fijan nitrógeno del suelo.
- Degradan sustancias tóxicas (pesticidas)
- Producen sustancias y componentes naturales que mejoran la textura del suelo.

2.3.4. Tierra negra

Es aquella que se utiliza en el ámbito de la productividad para hacer referencia a un determinado tipo de suelo que es apto para todo tipo de cultivos y plantaciones. Ajenjo (1964), menciona que las propiedades más relevantes de la tierra negra son: la retención de humedad, capacidad de suministro de nitrógeno, azufre y otros elementos nutritivos a las plantas.

Propiedades:

- Posee un alto nivel de fertilidad y permite el drenaje del agua.
- Recepción y distribución de nutrientes para la planta.
- Mejora la textura del suelo, descomponiendo las superficies de otras tierras que contengan arcilla.
- Las partes de materia orgánica generan bolsas de aire en el suelo que aumentan la circulación del aire, que es fundamental para la formación de raíces.

2.4. Uso de semilleros

Un semillero es un lugar destinado a la producción en forma controlada de plántulas de calidad antes del trasplante definitivo (Pulido, s.f.; Guzmán, 2002).

La realización del semillero o almácigo es una práctica necesaria en la producción de muchas hortalizas, debido a que las semillas son muy pequeñas y requieren cuidados especiales para lograr su efectiva germinación (Guzmán, 2002: Montano, 2000).

La producción de plántulas sanas y vigorosas depende básicamente de una adecuada desinfección del suelo utilizado para los semilleros, pues tanto la semilla como la plántula pueden ser atacadas por hongos, bacterias, nematodos, insectos y malezas, causando, la mayoría de las veces, graves pérdidas económicas (Guzmán, 2002; Montano, 2000).

2.4.1. Proceso de germinación

Es el proceso mediante el cual, a partir de una semilla, comienza el desarrollo de una nueva planta. Según Nuez (2001), en la germinación pueden distinguirse tres etapas. En la primera, que dura unas 12 h, se produce una rápida absorción de agua por la semilla. Le sigue un periodo de reposo de unas 40 h, durante el cual no se observa ningún cambio en la anatomía ni en la actividad metabólica de la semilla. Posteriormente la semilla comienza a absorber agua de nuevo, iniciándose la etapa de crecimiento asociada con la emergencia de la radícula.

2.5. Plántula

Se denomina plántula, a la planta en sus primeros estadíos de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas. Es posible reconocer las plántulas de las malas hierbas, al menos a nivel de género, y para ello existen guías especializadas como las de Mamarot (1997) y Williams et al. (1987).

Avalos (2008) dice que la producción de plántulas de hortalizas es una práctica común. En la mayoría de los campos agrícolas producen su propia plántula, aunque existen invernaderos privados dedicados a la producción y venta de plántulas. Las razones para producir sus propias plántulas son varias: el costo de la semilla, control sobre sus materiales, sanidad de las plántulas, desarrollo de raíces, el tamaño de las plántulas, etcétera.

2.5.1. Edad de trasplante

Gallo et al. (2005), mencionan que en condiciones normales los pilones deben estar listos para el trasplante entre los 20 y 40 días después de germinadas, dependiendo de la temperatura y de la iluminación. Las plantas óptimas para el trasplante deben tener de 10 a 15 cm de alto y de 6 – 8 hojas verdaderas formadas. El envejecimiento de los pilones se manifiesta con amarillamientos, pérdida de cotiledones y ahilamiento del tallo, retrasando el momento del trasplante.

2.6. Validación

Un aspecto fundamental de la validación es la medida en que el productor acepta la tecnología. Esto está íntimamente ligado a la facilidad y eficiencia con que se efectúa el proceso, las bondades que la tecnología promete a los ojos del productor, a la capacidad económica del productor y al grado en que la tecnología cabe dentro de la priorización propia del productor, según sus necesidades y valores socioculturales. También el correcto tiempo durante el año en que se valida, además de ser requisito en muchos casos, influye en la aceptación (Radulovich et al, 1993).

Según Radulovich et al (1993) algunas tecnologías que no dependen de la estacionalidad serán mejor recibidas en momentos en que la utilización de mano de obra es menor, como lo es la época seca para los productores que no tienen riego, se han identificado varios tipos de interacción con productores, los cuales pueden ser considerados en validación en la medida que simulen la interacción que se dará al proceder, posteriormente a difundir la tecnología:

1- El productor cubre todos los costos de la tecnología de su propio capital. Este es el caso idóneo, y aquellas tecnologías que el productor pueda o quiera costear tendrán un mayor potencial de difusión posteriormente.
2- El productor requiere de un préstamo, total o parcial, para cubrir los costos de implementar la tecnología.
3- El productor requiere que se le regale total o parcialmente lo que hay de costos en una tecnología (subsidio). Esto, que a la luz de experiencias pasadas pareciera negativo, puede ser aceptable dentro de un contexto real sobre todo para tecnologías que tienen un carácter de beneficio social y ambiental.

La validación de tecnologías forma parte de la metodología de investigación en sistemas de producción y se utiliza en diversas partes del mundo. Los objetivos de la validación de tecnologías, que son básicamente compartidos por los diferentes autores, han sido adicionados por Radulovich et al (1993) como:

a. Producir información en un contexto real sobre los efectos que una tecnología puede tener en los sistemas objeto. Esto definirá la conveniencia de transferir una tecnología, en función tanto de las ventajas productivas, socioeconómicas y ambientales que ofrece, como del tipo de productores que se pueden beneficiar de ella.

b. Producir información sobre el esfuerzo de extensión que se necesitará para posteriormente transferir la tecnología a productores, una vez validada. En este sentido, la validación es también una investigación sobre transferencia.

Por otra parte, tradicionalmente se ha visto la validación de alguna tecnología como el paso final en el proceso de investigación, cuando una tecnología es llevada a los productores para evaluar su pertinencia en el contexto mismo del usuario potencial.

Al respecto, y entre otros, Ashby (1986; 1990) y Versteeg y Koudokpon (1993) citados por Radulovich et al (1993), describen las ventajas de incluir a los productores en las diversas fases de una investigación.

De esta forma, el proceso de investigación se realiza de una manera más eficiente y, desde un principio, se orienta hacia el resultado final de la investigación, el cual es la validación. De esta forma, la validación de tecnologías deja de ser un punto final de la investigación para convertirse en el principal resultado de esta, hacia el cual se apuntan los esfuerzos desde un principio. Vista de esta manera, la validación de tecnologías se convierte en un modelo de investigación que se puede ejecutar desde un inicio y no solamente como el cierre de la investigación (Radulovich et al, 1993).

2.7. Experiencias en la utilización de sustratos locales

Ángel (2018) concluyó que en la región del altiplano occidental de Guatemala existen materiales de fácil acceso al agricultor, que pueden ser una alternativa de uso para la producción de pilones de tomate, fortaleciendo el aprovisionamiento en la agrocadena del cultivo de tomate en la región occidente.

En la investigación se comprobó que un sustrato hecho a base de harina de roca (5%), microorganismos de montaña sólidos (20%), tierra negra (45%) y estiércol de caballo (30%), son una buena alternativa para sustituir el peat moss, el tratamiento evaluado presentó un perfecto manejo pre-trasplante con un buen adobe teniendo un agregado con buen desarrollo radicular, manteniendo la integridad de las raíces y la facilidad para la extracción de la celda sin dañar la plántula al tirar de la base del tallo.

Este tipo de sustrato presentó un porcentaje de germinación del 95%, en relación con el Peat moss que a los 10 días después de la siembra no había germinado varias de las plántulas de tomate, el crecimiento en diámetro y altura de las plántulas tuvo un impacto positivo como efecto directo del sustrato utilizado, así como un incremento en la producción de hojas por plántula superando significativamente al testigo.

Picón (2013), realizó la evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula. El objetivo general de la investigación fue generar alternativas tecnológicas para la producción de pilones de calidad en el cultivo de tomate a nivel de invernadero.

Concluyó que el sustrato testigo T0 (compuesto por peat moss) obtuvo el mayor porcentaje de rendimiento (93.88%), es decir, el número de plantas de calidad producidas por unidad experimental (bandeja de espumaplast de 200 celdas) en el municipio de Chiquimula. En el municipio de Esquipulas, el sustrato testigo T0 y el sustrato T1 (compuesto por fibra de coco 40%, cascarilla de arroz 20%, carbón 15%, bocashi 15% y Semolina 10%), obtuvieron los mayores valores en la variable porcentaje de rendimiento con 97.88% y 96.63% respectivamente. Finalmente recomienda el estudio del comportamiento de las plantas de tomate producidas con la utilización del sustrato T1 en el campo definitivo, para determinar la cosecha producida y analizar su desempeño.

Ortega *et al* (2010), evaluaron el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate, con el objetivo principal de determinar el efecto de éstos en el crecimiento y distribución de materia seca en plántulas de tomate.

Los sustratos evaluados presentaron efectos diferentes en la dinámica del crecimiento de las plántulas de tomate y acumulación de materia seca, donde destacaron la turba, lombricomposta y el aserrín. La CAA (capacidad de absorción de agua) en los sustratos fue de las propiedades determinantes en la emergencia de las plántulas y la turba fue la que destacó en esta propiedad, sin embargo, el aserrín y la lombricomposta tuvieron suficiente CAA. Los sustratos aserrín y lombricomposta presentaron efectos similares a la turba en el crecimiento de las plántulas de tomate, por lo que son una alternativa a utilizar como sustratos para la producción de plántulas en invernadero.

Fernández et al, (2006), investigaron sobre la germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en distintos sustratos, el objetivo fue evaluar el efecto del uso de las mezclas de compost y aserrín de coco como sustrato en la germinación de semillas de tomate cv Río Grande, en bandejas plásticas, bajo condiciones de umbráculo.

El mejor sustrato para sustituir a la turba (peat moss) fue la mezcla de compost de cachaza de caña de azúcar y aserrín de coco molida en relación 2:1. Además recomendaron evaluar frecuencias de riego sobre las mezclas de sustratos para determinar el efecto del exceso de humedad.

Quesada et al (2005), realizaron la evaluación agronómica de sustratos para almácigos de hortalizas (tomate, pepino, lechuga y brócoli), en Alajuela, Costa Rica, bajo condiciones de invernadero. A la edad de trasplante se evaluaron variables de vigor en germinación, desarrollo de planta y calidad de adobe.

Las aplicaciones comerciales deberán mejorar la calidad de adobe que brindan estos medios. Los mejores almácigos de lechuga se presentaron en los sustratos *peat moss* + perlita y suelo + aserrín de melina madurado + granza. El primero de estos sustratos brinda excelente adobe, mientras que la mezcla de suelo + aserrín de melina madurado + granza da un adobe de calidad intermedia.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general.

Validar los pilones elaborados con sustratos locales en la producción de tomate (S. lycopersicum L), en el altiplano occidental de Guatemala.

3.2. Objetivos específicos.

E.1. Comparar el rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales con los utilizados por el agricultor.

E.2. Realizar un análisis económico del cultivo de tomate maquilado con el sustrato y el utilizado por el agricultor.

E.3. Conocer la opinión de los agricultores sobre el uso de pilones elaborados con materiales locales en nueve localidades del departamento de San Marcos y una localidad del departamento de Quetzaltenango, Guatemala.

4. Hipótesis

Ha_1 Las plantas de tomate producidas en pilones elaborados con sustratos locales tendrán un mejor rendimiento en comparación a el utilizado por el agricultor.

Ho_1 Las plantas de tomate producidas en pilones elaborados con sustratos locales no representaran estadísticamente un mejor rendimiento que el utilizado por el agricultor.

Ha_2 Los pilones elaborados a base de materiales locales presentarán una mejor opción económica para los productores de tomate.

Ho_2 Los pilones elaborados a base de materiales locales no presentarán una mejor opción económica para los productores de tomate.

5. Metodología

5.1. Localidades y época (s)

Las parcelas de validación se establecieron dentro de invernaderos en varias localidades del altiplano de San Marcos y Quetzaltenango (1600 a 2500 msnm), seleccionándose para ello áreas de producción a nivel de asociaciones con productores locales, quienes realizaron las actividades que acostumbran dentro de sus cultivares. La época en la que se llevó a cabo la validación fue durante la temporada 2019 2020. Según Ashby (1990) el proceso de validación de tecnologías para el cultivo de tomate debe de emplearse como mínimo diez localidades. Sin embargo, por la época del año donde se inicio con el proceso de validación únicamente se utilizaron las diez localidades como mínimo, áreas con condiciones climáticas heterogéneas para garantizar la estabilidad ambiental del tratamiento validador, las localidades se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Ubicación de las parcelas de validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

LOCALIDAD	MUNICIPIO	COORDENADAS	DISTANCIA DE LA CABECERA MUNICIPAL	CLIMA	TEMPERATURA PROMEDIO	ALTITUD MSNM
El Rosario	Tacaná	15º13´59.1´´ N, 92º02´21.9´´ O.	10 km	Frío	21 °C	2 376
Tojcheche	Tacaná	15º14´50.1´´ N, 92º01´33.4´´ O.	13km	Frío	17.5 °C	2 610
Sajquim	Tacaná	15º14´32.4´´ N, 92º06´08.8´´ O.	15km	Frío	16.5 °C	2 528
Cantón Tonalá	Tacaná	15º13´18.1´´ N, 92º04´0.59´´ O.	10km	Frío	16.8 °C	2 518
Cuya	Tejutla	15º07´21´´ N, 91º48´19´´ O.	8 km	Frío	14.8 °C	2 500
Cabajchum	San Miguel Ixtahuacán	15º15´00´´ N, 91º45´0´´ O.	3 km	Frio	14.8° C	2 054
Los Laureles	Palestina de los Altos,	14º55´55.6´´ N, 92º39´15.1´´ O.	1 km	Frío	14.8 °C	2 500
El Edén	Palestina de los Altos,	14º57´19.6´´ N, 91º39´03.9´´ O.	1 km	Frío	14.8 °C	2 500
El Edén	Palestina de los Altos,	14º56´55.1´´ N, 91º39´19.1´´ O.	1 km	Frío	14.8 °C	2 500
Palestina de los Altos	Palestina de los Altos, Quetzaltenango	14°57’10” N, 91°45’22” O.	1 km	Frio	10’C	2,727

Tabla 3. Vías de acceso a las parcelas de validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

	LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN
1	El Rosario, Tacaná, San Marcos	Cuenta con una vía de acceso, desde el municipio a través de calles pavimentadas hasta las primeras casas de la aldea, posteriormente terracería al centro de la comunidad.
2	Tojcheche, Tacaná, San Marcos	Cuenta con una vía de acceso, desde el municipio a través de calles pavimentadas hasta las primeras casas de la aldea, posteriormente terracería al centro de la comunidad.
3	Sajquim, Tacaná, San Marcos	Cuenta con una vía de acceso, desde el municipio a través de calles pavimentadas hasta las primeras casas de la aldea, posteriormente terracería al centro de la comunidad.
4	Cantón Tonalá, Tacaná, San Marcos	Cuenta con una vía de acceso, desde el municipio a través de calles pavimentadas hasta las primeras casas de la aldea, posteriormente terracería al centro de la comunidad.
5	Cuya, Tejutla, San Marcos	Con vías de acceso desde el cruce hacia San Miguel Ixtahuacán, rumbo a comunidades de Concepción Tutuapa, con carretera de balastro en buenas condiciones, transitable durante todo el año.
6	Cabajchum, San Miguel Ixtahuacán, San Marcos	Cuenta con vía de acceso entrada a aldea Sibinal, posteriormente terracería hasta el centro de la comunidad.
7	Los Laureles, Palestina de los Altos, Quetzaltenango	Carretera que conduce de Palestina de los Altos hacia el municipio de Sibilia, en el kilometro 230 existe un desvió del lado izquierdo, en un camino de carrileras. En este desvió existe un letrero de piedra que hace alusión al nombre Los Laureles.
8	El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango	Carretera que conduce de Palestina de los Altos hacia el municipio de Sibilia, en el kilometro 230 existe un desvió del lado izquierdo, en un camino de terracería, tres kilómetros adelante empiezan un camino de carrileras.
9	El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango	Carretera que conduce de Palestina de los Altos hacia el municipio de Sibilia, en el kilometro 230 existe un desvió del lado izquierdo, en un camino de terracería, tres kilómetros adelante empiezan un camino de adoquin.
10	Palestina de los Altos, Quetzaltenango	Cuenta con una vía de acceso, por la carretera interamericana, hacia la ciudad de Quetzaltenango la cual se encuentra en buenas condiciones, y es transitable durante todo el año, para llegar a la comunidad se pasa por calles de empedrado y de terracería.

5.2. Parcelas pareadas

Esta técnica consistió en realizar una comparación entre las parcelas de prueba y aplicar a cada tratamiento en estudio, haciendo la aplicación por sorteo; empleando dos pares de tratamientos, luego estudiando las diferencias entre los pares, considerando a dichas diferencias como muestra de una unidad de población. Este método es utiliza cuando se tienen únicamente dos tratamientos por comparar; es recomendable bajo las siguientes circunstancias:

a. Cuando las unidades experimentales o parcelas o el suelo son muy heterogéneos, pero hay similitud entre parcelas contiguas o las unidades experimentales están correlacionadas.
b. Cuando se tiene un número reducido de unidades experimentales.
c. Cuando es posible aparear.

$$t = \frac{d}{S_d}$$

Dónde:
t = valor de t de Student.
d = promedio de las diferencias de germinación entre el sustrato y el testigo.
$\mathbf{S_d}$ = error estándar de las medias de las diferencias entre germinación.

5.3. Tratamiento

Tabla 4. Descripción de los tratamientos utilizados dentro de las parcelas de validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

No. Tratamiento	Código	Material local	Porcentaje (%)
Tratamiento 1	T1	Tierra negra	45 %
		Estiércol de caballo	30 %
		Harina de roca de río (basalto)	5 %
		microorganismos de montaña solidos	20 %
Tratamiento 2 (Testigo absoluto)	T2	Peat moss	100 %

5.3.1. Descripción de los tratamientos validados.

Tratamiento 1: Este tratamiento consiste en la utilización de sustrato elaborado a base de materiales locales (harina de roca, MM solidos, tierra negra y estiércol de caballo). A continuación, se detalla el medio de origen de cada uno de los materiales utilizados:

Tabla 5. Origen de los materiales para evaluar el sustrato (harina de roca, MM solidos, tierra negra y estiércol de caballo), en San Marcos y Quetzaltenango, Guatemala.

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Tierra Negra	Se recolectará la tierra y se desinfectará con la técnica del solarizado por un periodo de 30 días.
Estiércol de caballo	Este tipo de abono orgánico será comprado a los agricultores de la localidad.
Harina de roca de río (basalto)	Consiste en moler las rocas provenientes del río (basalto), en una moledura y pasarlas después por un tamiz o malla de 0,075 mm o más fino.
Microorganismos de montaña sólidos	Este material se obtendrá de los siguientes insumos: Barril de 200 litros*, Microorganismos de montaña sólidos (MM), melaza, agua (no clorada). Por un periodo de 5 días.

Tratamiento 2: Las turbas o Peat moss es un material de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica.

5.4. Tamaño de la parcela de prueba

Cada una de las parcelas de prueba se constituyo por un invernadero de 7 metros de ancho por 21 metros de largo (147 m^2), dentro de la parcela se establecieron: el cultivar de tomate producido en pilones de sustrato elaborado con base en materiales locales y el cultivar producido en los pilones utilizados normalmente por el agricultor.

5.5. Variables de respuesta

Para determinar la significancia entre el sustrato a validar y el testigo comercial, sobre el rendimiento del cultivo, se compararán durante la etapa de producción.

5.5.1. Rendimiento

Se determino clasificando el tomate en categoría: primera, segunda y tercera, todos pesados en kg/ha.

Tabla 6. Calibres de frutos de tomate para su clasificación

Clasificación	Diámetro inferior	Diámetro Superior
PRIMERA	67 mm	82 mm
SEGUNDA	47 mm	67 mm
TERCERA	37 mm	47 mm

5.5.2. Opinión del productor

La opinión del agricultor es muy importante, para obtener un valor cuantificable sobre la opinión del productor en cuanto al uso y manejo de pilones elaborados a partir de materiales locales, se realizarán a través de encuestas pasadas durante los días de campo.

5.5.3. Costos e ingresos

Se registrarán todos los costos de producción y mano de obra que implica la maquila de pilones de tomate elaborados con sustratos locales, se cuantificarán los costos de producción y mano de obra que el agricultor utiliza para el cuidado del cultivo. Además, el promedio de los ingresos brutos de la venta de frutos de tomate, en los principales mercados de la región siendo el de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; San Juan Ostuncalco y Central de Mayoreo de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango.

5.6. Análisis de la información

1.1 La información de rendimiento se analizará mediante la prueba de T de Student, por ser parcelas pareadas para determinar si existen diferencias estadísticas entre el tratamiento a validar y el testigo. Para complementar los análisis se realizará una prueba de suma de rangos de Wilcoxón (análisis para variables dependientes).

1.2. Análisis económico

1.1.1. Análisis del parámetro económico

Para establecer la rentabilidad del tratamiento y del testigo, se realizará un análisis del parámetro económico. Según el CIMMYT (1988), es esencial realizar análisis económicos de los resultados.

Las fases de elaboración del análisis económico serán las siguientes:

a) Presupuesto parcial

El presupuesto parcial se calculará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

a.1. Rendimientos medios

a.2. Precio de campo del producto

a.3. Beneficio bruto de campo

a.4. Costos que varían

a.5. Beneficios netos

b) Análisis marginal

El análisis marginal se calculará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

b.1. Análisis de dominancia

b.2. Curva de beneficios netos

b.3. Tasa de retorno marginal

b.4. Tasa de retorno mínima aceptable

b.5. Análisis usando residuos

c) Variabilidad

La variabilidad, o sea, la diferencia en ganancias que pueda percibir un productor por el cambio en las condiciones del mercado calculado de acuerdo con el siguiente procedimiento:

c. 1. Análisis de sensibilidad

Este se realizará para determinar si una recomendación soportará una variación en los precios del mercado del tomate a futuro.

5.7. Manejo de las parcelas de prueba

Las parcelas de prueba fueron manejadas bajo las condiciones tecnológicas y socioeconómicas del agricultor, con el acompañamiento del equipo de investigación únicamente para la toma de datos.

5.7.1. Instalaciones

Las instalaciones consistieron en invernaderos tipo colombiano, con un nivel de tecnología bajo, se implementó un área donde se colocaron las bandejas de germinación, sobre ellas se instaló sarán con el propósito de proteger a las plantas de los rayos UV+.

5.7.2. Preparación del sustrato con materiales locales

a) **Obtención de los insumos:** recolección y reproducción de microorganismos de montaña sólidos en áreas boscosas.
b) **Elaboración de los materiales a utilizar:** se preparó el sustrato utilizado en el experimento.
c) **Análisis nutricional del sustrato:** se realizó un análisis nutricional para conocer los contenidos nutricionales presentes en el sustrato ver anexos. La empresa que realizo los análisis fue Agro expertos S.A.
d) **Desinfección de sustrato:** se realizó una desinfección al sustrato utilizado, esto con el objetivo de eliminar agentes patógenos que pudieran dañar a la plántula. Se realizó con el método de solarización por un periodo de 15 días.

e) **Desinfección de bandejas:** posteriormente se realizó una desinfección a las bandejas por 24 horas con cloro al 5%. Esto con el objetivo de que el área fuera totalmente desinfectada.
f) **Llenado de bandejas:** después de la desinfección y elaboración del sustrato, se procedió al llenado de bandejas, cada una con su tratamiento respectivo. Haciendo perforaciones para colocación de la semilla.
g) **Siembra:** las semillas se sembraron a 5 mm de profundidad colocando una semilla por postura.

h) **Periodo de emergencia:** la emergencia ocurrió a los 10 días después de la siembra.

i) **Manejo de riego:** se regó dos veces a1 día (mañana y tarde) durante el tiempo que las plántulas permanecieron en las bandejas, realizándolo con un sistema de riego por nebulización.

5.8. Difusión de resultados.

La difusión de los resultados se realiza a través de panfletos para los agricultores y las instituciones involucradas en la presente investigación.

5.9. Días de campo

Se realizaron días de campo con agricultores productores de tomate y otros actores del consorcio, utilizando la metodología propuesta por De León (2014), diseñando la propuesta metodológica siguiente:

5.9.1. Posibles participantes.

Los participantes al día de campo fueron todos aquellos actores que participan dentro del consorcio regional de productores de tomate, estudiantes de agricultura, extensionistas, representantes institucionales y de centros de investigación, y toda aquella persona interesada en el tema de elaboración de sustratos con materiales locales.

5.9.2. Temática tratada.

La temática tratada fue el rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones maquilados con sustrato con materiales locales (harina de roca, MM solidos, tierra negra y estiércol de caballo), para la producción y aprovisionamiento de pilones de tomate como alternativa al método tradicional de compra de pilones realizada por el agricultor.

6. Análisis de resultados

6.1. Rendimiento

Un correcto desarrollo radicular y vegetativo desde la emergencia de la plántula es clave para garantizar las condiciones optimas para el crecimiento y producción de flores, una correcta absorción de nutrientes garantiza el llenado y buena formación de frutos para aumentar los rendimientos del cultivo de tomate. Sin embargo, la producción de plántulas de tomate con sustratos inertes y una baja aplicación de nutrientes vía foliar, hacen que las plántulas que fueron utilizadas como testigos tuvieran una baja producción en comparación con las plántulas que fueron producidas con sustrato a base de materiales locales.

En la tabla 7 se detalla el rendimiento promedio, durante la validación se realizaron cuatro cortes, puesto que el habito de crecimiento del cultivar es determinado. Se puede apreciar una alta producción de frutos de tomate de primera y segunda calidad, la producción de tomate de tercera o rechazo es mínima en comparación con el testigo.

Tabla 7. Rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. Comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020.

LOCALIDAD	Rendimiento (kg/ha)							
	Sustrato local				Peat Moss			
	Primera	Segunda	Tercera	**TOTAL**	Primera	Segunda	Tercera	**TOTAL**
Tonalá, Tacaná	7124.55	3894.55	1761.82	12780.91	5470.91	2812.73	1112.73	9396.36
Tojcheche, Tacaná	9937.27	2503.64	927.27	13368.18	8654.55	2225.45	1159.09	12039.09
El Rosario, Tacaná	7727.27	3554.55	2410.91	13692.73	6861.82	3724.55	880.91	11467.27
Sajquim, Tacaná	6769.09	7634.55	1545.45	15949.09	5934.55	8098.18	324.55	14357.27
Cuya, Tejutla	10169.09	2441.82	1978.18	14589.09	8963.64	1669.09	1730.91	12363.64
Sholtanán, San Miguel Ixtahuacán	7943.64	2936.36	958.18	11838.18	7696.36	2410.91	556.36	10663.64
El Edén, Palestina de los Altos	6089.09	3369.09	1792.73	11250.91	5130.91	1700.00	1112.73	7943.64
El Edén II, Palestina de los Altos	5130.91	2967.27	834.55	8932.73	4574.55	2410.91	649.09	7634.55
Los Laureles, Palestina de los Altos	6089.09	4049.09	3245.45	13383.64	5594.55	3214.55	2596.36	11405.45
Palestina de los Altos	6861.82	3060.00	1545.45	11467.27	6274.55	2349.09	927.27	9550.91
RENDIMIENTO PROMEDIO	7384.18	3641.09	1700.00	**12725.27**	6515.64	3061.55	1105.00	**10682.18**

La emergencia de las plántulas de tomate a base de peat moss fue de ocho y diez días, en cambio las plántulas con sustrato local necesitaron de quince días para lograr la emergencia, en cuanto al desarrollo vegetativo las plántulas con sustrato local demostraron un crecimiento progresivo, en comparación con las plántulas con Peat moss, compensando el tiempo de días después del trasplante hasta la floración con diferencia de cinco a siete días.

Las plántulas elaboradas con sustratos locales presentaron una producción promedio a los 12,725.27 kg/ha de cultivo de tomate. La parcela de validación ubicada en Cuya, Tejutla obtuvo los mejores rendimientos con una producción de tomate de primera de **1 kilogramo por metro cuadrado**, en promedio 1.36 kilogramos (3 libras) por planta de tomate. En cuanto a la producción en una hectárea clasificada por la calidad del fruto se obtuvieron: primera calidad con 7,384.18 kilogramos, segunda calidad con 3,641.09 kilogramos y tercera calidad con 1,700.00 kilogramos.

Realizando el análisis de T de Student para parcelas pareadas, haciendo uso del 5 % de significancia se establecen los valores para la variable de respuesta: rendimiento, comprobando que existe diferencia significativa entre las parcelas pareadas.

Tabla 8. Análisis T de Student para la variable Rendimiento, expresada en kilogramos por hectárea, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. Comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020.

	Grupo 1 Sustrato local	Grupo 2. Peat moss (testigo)
n	10. 00	10. 00
Media	12 725. 27	10 682. 18
Varianza	3 842 143. 23	4 337 264. 82

Media (1) – Media (2)	2043.09
LI (95)	143.02
LS (95)	3943.17
pHomVar	0.8597
T	2.26
gl	18
p-valor	0.0365

Realizando la prueba de rangos de Wilcoxón se establece una alta significancia estadística, por lo tanto, la utilización de pilones elaborados con sustratos locales tiene un efecto positivo muy considerable en el aumento del rendimiento en el cultivo de tomate.

Tabla 9. Análisis paramétrico a través de la prueba de suma de rangos de Wilcoxón para la variable rendimiento. Comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango.

Obs(1)	Obs(2)	N	Suma(R+)	E(R+)	Var(R+)	media(dif)	DE(dif)	Z	p(2 colas)
PEAT MOSS SUSTRATO LOCAL		10	0.00	27.50	96.25	-2043.09	782.24	-2.80	0.0022

En la Ilustración 1, se logra apreciar la obtención de rendimientos altos efecto directo de la utilización de materiales locales para la elaboración de pilones de tomate. Además del manejo proporcionado por el agricultor. Esta es una grafica generada a partir de datos contenidos en la tabla 7 Rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera.

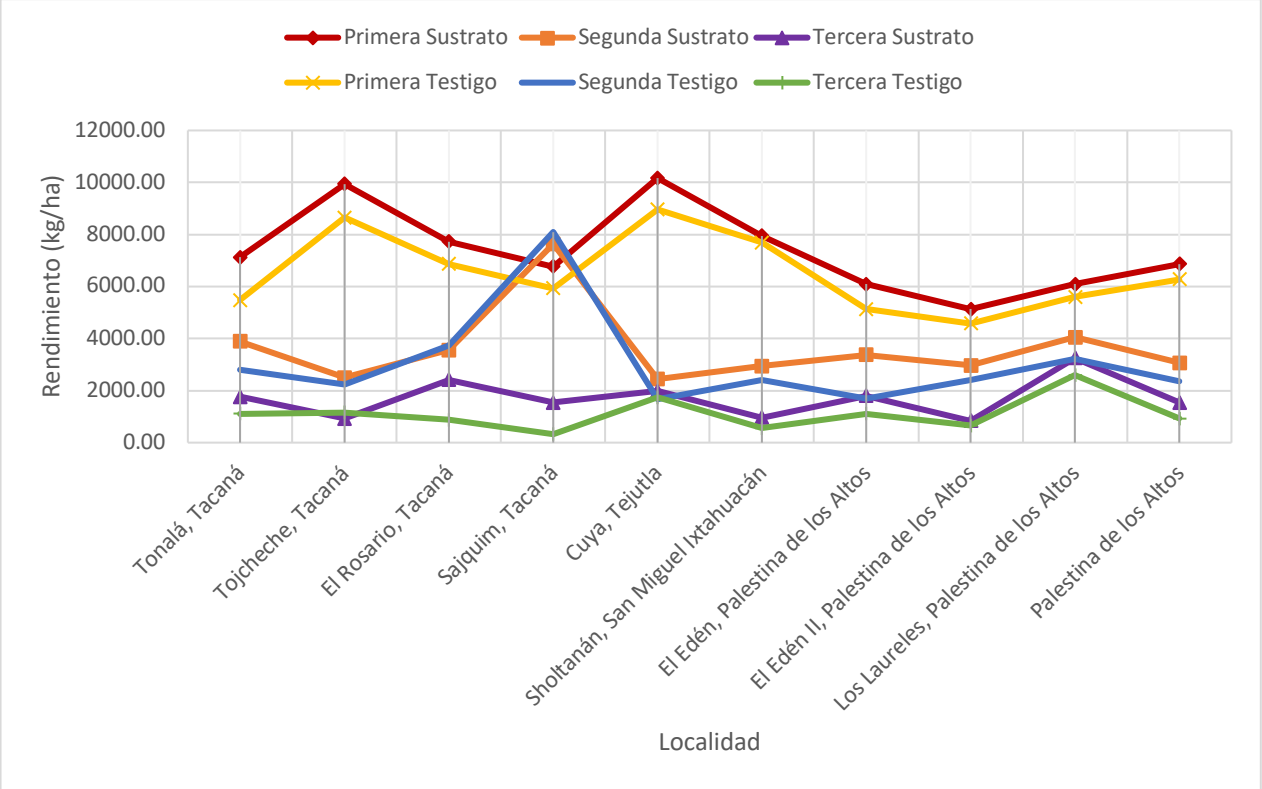


Ilustración 1. Rendimiento en kilogramos por hectárea, clasificados en primera, segunda y tercera, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. Comparados en las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020.

6.2. Aceptabilidad del agricultor

6.2.1. Días de campo

El proyecto Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco, tuvo como una de sus actividades el fortalecimiento de capacidades de las asociaciones y productores de tomate del occidente de Guatemala, a través de capacitaciones sobre el cultivo de tomate, se socializaron los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento del cultivo, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con la forma convencional de maquilar pilones de tomate que es a través de la utilización de Peat Moss.

Para ello se realizaron días de campo, para demostrar dicha tecnología, contando con la participación de actores locales del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria CRIA, y Consorcio de actores locales de la cadena de tomate, región Occidente, principalmente productores del valle y altiplano del departamento de San Marcos. En el día de campo los productores conocieron sobre los beneficios de utilizar este tipo de práctica como alternativa al aprovisionamiento de pilones de tomate, elaborados desde lo local para la disminución de costos provocados por el transporte y garantizar un adecuado porcentaje de pegue, al tener plantas completamente sanas.

En el desarrollo de la actividad se conto con la presencia de técnicos de las unidades de fortalecimiento económico de las municipalidades de Palestina de los Altos, Quetzaltenango; San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, San Rafael, Tacana y Sibinal, San Marcos. Se contó con la asistencia de productores de las asociaciones que conforman el consorcio de actores locales de la cadena de tomate del programa CRIA, así como la participación de productores independientes de tomate de la región que mostraron interés en participar de las actividades del consorcio.

Los productores conocieron sobre el uso de sustratos de acceso local, como se utiliza, los beneficios y proporciones a utilizar, así como los costos que implica la producción de este tipo de sustrato, el cual es mas económico que el peat moss.

En el taller sobre injertos en plantas de tomate, participaron 130 personas pertenecientes a las siguientes instituciones u organizaciones:

- Centro Universitario de San Marcos –CUSAM – (9)
- Técnico Municipalidad, Tacana (2)
- Técnico Municipalidad, Palestina de los Altos (3)
- Productores de tomate, Tacana (41)
- Productores de tomate, San Marcos (17)
- Productores de tomate, San Pedro Sacatepéquez (4)
- Productores de tomate, San Rafael (1)
- Flor de Tierra (3)
- Productores de tomate, Comité de Papicultores (9)
- Comité de Agricultores de Palestina de los Altos (12)
- Productores de tomate, San Antonio Sacatepéquez (2)
- Productores de tomate, Palestina de los Altos (27)

Los productores conocieron sobre el proceso para elaborar sustrato a emplear con pilones de tomate, la utilización de materiales locales para la elaboración de pilones disminuye el costo de producción y pueden aumentar los rendimientos en las unidades productivas del Consorcio de actores locales, es muy importante la promoción de alternativas asequibles a los agricultores para incentivar la producción de tomate en el occidente de Guatemala, pues es un mercado muy atractivo, varios productores independientes están interesados en formar parte del consorcio.

6.2.2. Análisis de la aceptabilidad del agricultor

La percepción del agricultor es muy importante en los procesos de validación de tecnologías, son ellos quienes utilizaran estas tecnologías, aumentando su nivel de innovación dentro de la parcela con el fin de aumentar los rendimientos del cultivo de tomate. Los actores locales que participaron en este apartado son productores de tomate de los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango y Huehuetenango.

Ilustración 2. Percepción del agricultor en cuanto al uso de pilones de tomate elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción.

El uso de pilones de tomate elaborados con sustratos locales ha alcanzado una mayor aceptabilidad como resultado del uso continuo de pilones elaborados con Peat moss, un sustrato inerte que mayoritariamente ofrece funciones de anclaje, este posee pequeñas cantidades de nutrientes que no satisfacen los requerimientos nutricionales del cultivo en su etapa de germinación, emergencia, crecimiento y desarrollo vegetativo para traslado a campo definitivo. A cambio el uso de materiales como estiércol de caballo o harina de rocas le ofrece una gran cantidad de nutrientes a la planta, haciendo que esta se desarrolle de una mejor manera, tenga una buena formación del sistema radicular, disminuyendo enfermedades provocadas por deficiencias nutricionales.

El productor prefiere plantas vigorosas de buen color y de precio accesible, además, otro problema que debe afrontar es el del acceso a un aprovisionamiento continuo y cercano a su parcela de producción. Durante el proceso de validación se encontraron problemas en la calidad del aprovisionamiento, que abarcan aspectos fisiológicos del pilón, presentación de amarillamiento, provocado por estrés hídrico o deficiencia nutricional, daños mecánicos, incluso por el bajo acceso al asesoramiento de un profesional de las ciencias agrícolas se encontraron productores que guardaban los pilones durante días provocando una disminución en el porcentaje de pegue del pilón utilizado como testigo.

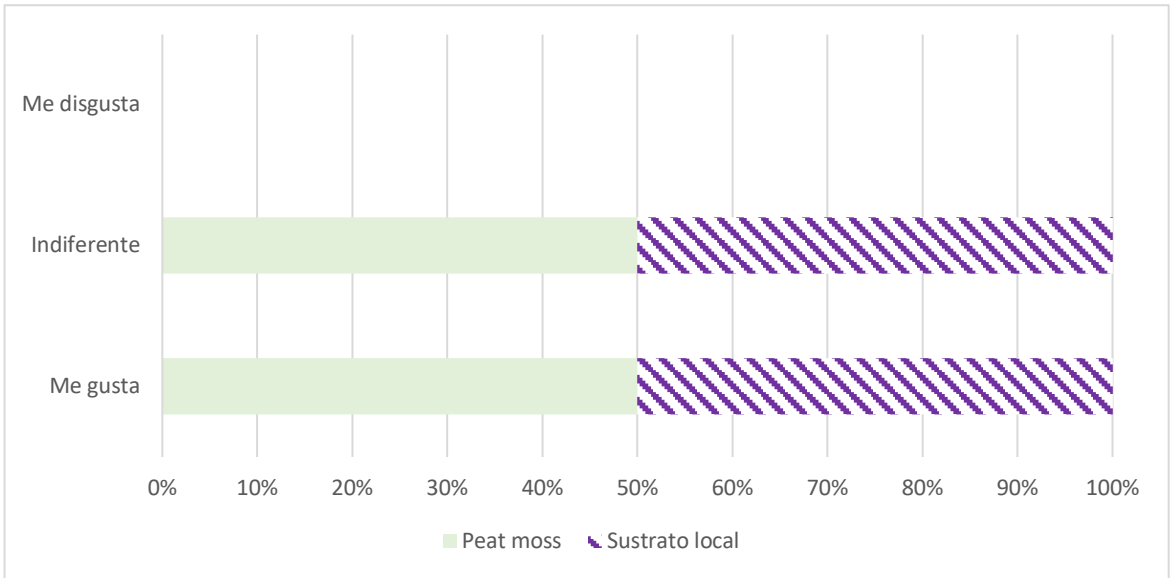


Ilustración 3. Percepción del agricultor en cuanto al crecimiento vegetativo de la planta de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción.

En el aspecto del crecimiento vegetativo de la planta de tomate, los actores locales que pudieron apreciar ambas parcelas se inclinaron por una igualdad en cuanto al gusto por las parcelas, esto debido a que ambas se encontraban del mismo tamaño, pues el productor le brindo el mismo manejo bajo sus condiciones socio económicas.

En el caso de los productores del departamento de Quetzaltenango, utilizaban productos orgánicos elaborados desde lo local dentro de la finca familiar bajo asesoramiento de la municipalidad. En el caso de San Marcos, los productores utilizaron fertilizantes y agroquímicos proveídos por los agroservicios de la región.

Los actores locales que participaron en los días de campo manifestaron su interés por generar procesos sostenibles a nivel de las organizaciones de base de cada una de sus comunidades para impulsar el cultivo de tomate, utilizando los recursos que se encuentran dentro de la comunidad. Los recursos que se encuentran dentro de la comunidad son accesibles y fáciles de trabajar, no necesitan dedicar varias horas para tan solo realizar el viaje al centro del municipio o departamento para poder abastecerse de insumos, muchas veces con precios altos.

La producción de pilones a nivel comunitario o de organización de productores es posible mediante la organización de los actores locales, gestionando los recursos necesarios para la construcción de infraestructura necesaria para la maquila de pilones. Además, se debe de garantizar el acceso al agua para un riego constante, creando las condiciones optimas para el crecimiento del pilón de tomate.

Ilustración 4. Percepción del agricultor en cuanto al porcentaje de pegue de pilones de tomate elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción.

Facilitando estas condiciones al pilón se puede asegurar un porcentaje mayor del pegue de pilones en campo definitivo, pues estas plantas serán vigorosas de buen sistema radicular, el 35 % de los actores locales prefieren la utilización de sustrato local debido a que la mayoría de las plantas producidas utilizando sustratos locales fue mayor en comparación con las plantas maquiladas con Peat moss.

Los agricultores manifestaron su preferencia hacia la utilización de pilones elaborados con sustratos locales, efecto de la calidad del adobe, producción del sistema radicular y color del tallo de tomate, esto se debe a que el sustrato le proporciona a la planta condiciones idóneas para poder germinar y desarrollarse, ofreciendo una humedad y temperatura constante, evitando el aborto de la semilla provocado por los cambios bruscos de las condiciones microclimáticas producidas por el sustrato y su entorno.

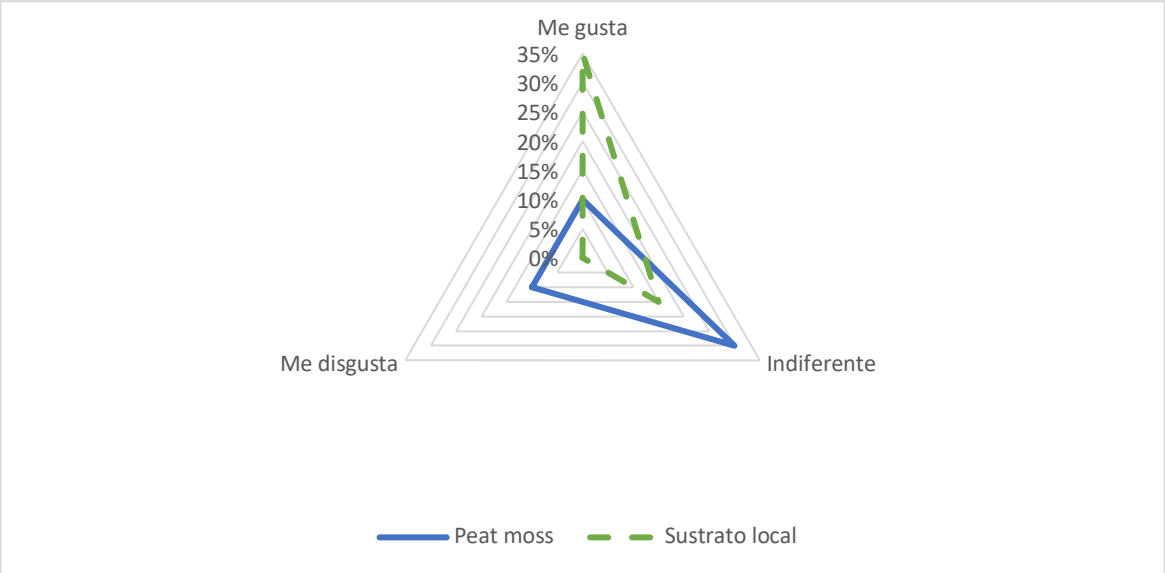


Ilustración 5. Percepción del agricultor en cuanto a la calidad del pilón de tomate elaborado con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción.

Los actores locales que participaron del día de campo se han inclinado en un 35% por la utilización de sustratos locales, en comparación con un 10% que prefieren la utilización de Peat moss. En cuanto a la utilización de otros sustratos ya sea comerciales o producidos a nivel locales ha sido mas para cubrir la demanda de pilones elaborados con Peat moss, esto se debe a que el Peat moss se encuentra disponible al público únicamente en tiendas de insumos agrícolas especializadas, ubicadas principalmente en las cabeceras departamentales o sus cercanías. La distancia entre estas y las comunidades del altiplano, factores como las condiciones de las carreteras o el acceso a transporte público aumenta la brecha del aprovisionamiento de pilones o su producción comunitaria utilizando materiales como Peat moss.

La nutrición desde las primeras etapas de desarrollo de la planta de tomate, hacen que estas crezcan con un buen sistema radicular, obtengan una mejor absorción de nutrientes y agua desde el suelo, eliminando la barrera del transporte de nutrientes y mejorando el desarrollo vegetativo, con una mayor producción de clorofila, las plantas se pueden observar mas vigorosas y con un color mas llamativo para el agricultor.

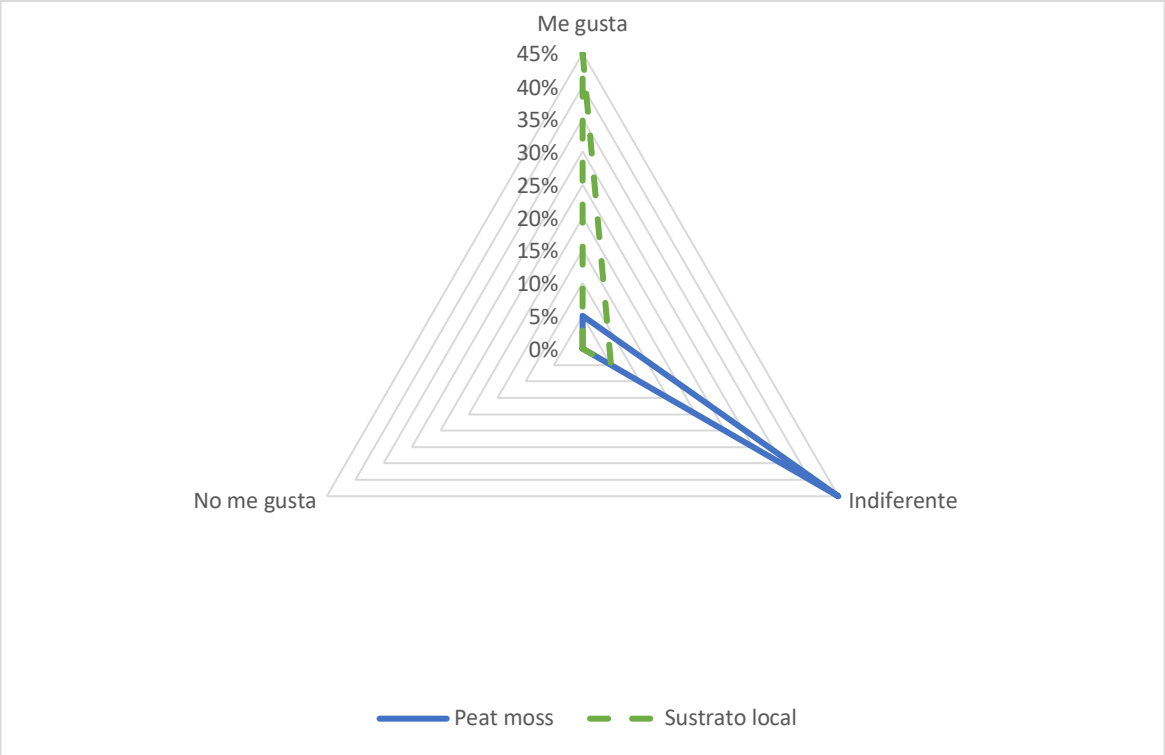


Ilustración 6. Percepción del agricultor en cuanto al color de la planta de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción.

Los actores locales participantes a los días de campo prefirieron el color de la planta de tomate donde se utilizo el sustrato local con un 45 % de aceptación, esto debido a que la planta desde una percepción visual presento un color mas fuerte y brilloso, sinónimo de sanidad y vigorosidad, aspectos llamativos para el productor de tomate experimentado.

En cuanto a las plantas producidas con peat moss mostraban un color verde uniforme, normal para las plantas producidas con este tipo de sustratos, estas plantas durante su crecimiento es necesario aplicarle ciertas cantidades de nutrientes y micronutrientes esenciales para su desarrollo vegetativo.

Ilustración 7. Percepción del agricultor en cuanto a la producción de frutos por planta de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción.

El productor de tomate le intereso el uso de materiales locales para elaborar sustratos locales para la producción de pilones de tomate, derivado a la disponibilidad de nutrientes y buen crecimiento de las plantas, estas generan niveles aceptables de racimos florales, con alto numero de flores por racimo, la compensación de micronutrientes para la formación de frutos garantiza rendimientos significativos en comparación con plántulas de tomate elaboradas con Peat moss.

Ilustración 8. Percepción del agricultor en cuanto a la producción del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales.

La producción del cultivo de tomate puede ser de altos rendimientos, sin embargo, la calidad es un aspecto muy importante, este junto con el rendimiento son las variables que mas interesan al agricultor, pues estos aseguraran las ventas del producto y determinaran las ganancias que se obtendrán. El uso de sustratos con niveles adecuados de nutrientes hará que la planta se enfoque en crecer, no tendrá estrés o aspectos fisiológicos que retrase su crecimiento, haciendo que la planta use de manera eficiente los nutrientes absorbidos, desarrollando frutos de primera calidad.

Ilustración 9. Percepción del agricultor en cuanto a la calidad del fruto de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, para su cultivo dentro de la parcela de producción.

La preferencia del agricultor a utilizar cierto tipo de tecnología dentro de su parcela de producción se incentiva a través de la realización de talleres, que demuestren lo fácil, asequible y beneficioso que es realizar dicha tecnología, a través de la transferencia de tecnologías; como vitrinas tecnológicas o días de campo, el agricultor o productor puede observar de primera mano la tecnología y su aplicación en el cultivo. Bajo esta percepción podemos deducir que el productor se ha interesado en aprender sobre la elaboración de sustrato local utilizando materiales que se encuentran dentro de la unidad de producción o en la comunidad.

6.3. Análisis financiero

El análisis del beneficio financiero que implica la adopción de la tecnología validada se hace a través de presupuestos parciales, este se basa en el rendimiento ajustado del cultivo, precio de venta del cultivo durante determinado periodo de tiempo, costos de producción y los costos de oportunidad. Este método normalmente puede utilizarse considerando las condiciones socioeconómicas del agricultor.

El uso de la tecnología de pilones de tomate elaborados con sustratos locales, implica la producción del sustrato local desde la colecta y producción de Microorganismos de montaña, la siembra, el riego y traslado a campo definitivo del pilón, el costo de cada una de estas actividades se detalla en la tabla 10. El precio para esta validación es mayor, considerando que los costos se reducen al aumentar la producción.

Tabla 10. Costos de producción para maquilar 1000 pilones de tomate utilizando sustrato con materiales locales

Cantidad	Descripción	Precio unitario	TOTAL
4.5 libras	Tierra negra	Q 1.25	Q 1.25
3 libras	Estiércol de caballo	Q 6.00	Q 6.00
0.5 libra	Harina de roca	Q 40.00	Q 0.50
2 libra	Microorganismo de montaña	Q 80.00	Q 1.60
1 millar	Semilla	Q 422.00	Q 422.00
4	Jornales	Q 50.00	Q 200.00
		SUB-TOTAL	Q 631.35
	VALOR AGREGADO POR PERDIDAS (10%)		Q. 63.13
		TOTAL	Q 694.48
	PRECIO POR PILÓN		Q 0.70

Es preciso tener mucho cuidado al estimar los costos de la mano de obra en situaciones donde la familia proporciona la mayor parte de ésta o donde las nuevas tecnologías bajo consideración podrían cambiar el equilibrio entre los gastos en efectivo y la mano de obra. En la tabla 11 se describen los costos de producción incluyendo los costos de oportunidad.

Tabla 11. Costos de producción para cultivo de tomate en invernadero de 7 m X 21 m (147 m^2) utilizando pilones elaborados con sustrato de materiales locales.

COSTOS POR INVERNADERO 7 X 21 m (147 m^2)	SUSTRATO LOCAL									
	INSUMOS			MANO DE OBRA					TRATAMIENTO PILONES	COSTO TOTAL
	Control de Plagas	Fertilizantes y enmiendas	Otros	Preparación y siembra	Tutorado y poda	Aplicación agroquímico	Aplicación fertilizante	Cosecha		
Tonalá, Tacaná	Q 1,200.00	Q 600.00	Q 335.00	Q 75.00	Q 50.00	Q 150.00	Q 100.00	Q 100.00	Q 140.00	Q 2,750.00
Tojcheche, Tacaná	Q 1,225.00	Q 504.00	Q 375.00	Q 100.00	Q 100.00	Q 250.00	Q 100.00	Q 200.00	Q 140.00	Q 2,994.00
El Rosario, Tacaná	Q 1,280.00	Q 405.00	Q 350.00	Q 75.00	Q 50.00	Q 200.00	Q 150.00	Q 75.00	Q 140.00	Q 2,725.00
Sajquim, Tacaná	Q 1,200.00	Q 435.00	Q 400.00	Q 135.00	Q 100.00	Q 175.00	Q 150.00	Q 250.00	Q 140.00	Q 2,985.00
Cuya, Tejutla	Q 1,425.00	Q 405.00	Q 335.00	Q 100.00	Q 75.00	Q 250.00	Q 250.00	Q 350.00	Q 140.00	Q 3,330.00
Sholtanán, San Miguel Ixtahuacán	Q 1,575.00	Q 450.00	Q 360.00	Q 100.00	Q 50.00	Q 220.00	Q 200.00	Q 350.00	Q 140.00	Q 3,445.00
El Edén, Palestina de los Altos	Q 600.00	Q 348.00	Q 365.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 200.00	Q 100.00	Q 150.00	Q 140.00	Q 2,003.00
El Edén II, Palestina de los Altos	Q 600.00	Q 365.00	Q 335.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 150.00	Q 50.00	Q 100.00	Q 140.00	Q 1,840.00
Los Laureles, Palestina de los Altos	Q 750.00	Q 350.00	Q 400.00	Q 75.00	Q 75.00	Q 100.00	Q 100.00	Q 100.00	Q 140.00	Q 2,090.00
Palestina de los Altos	Q 1,000.00	Q 475.00	Q 425.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 250.00	Q 200.00	Q 250.00	Q 140.00	Q 2,840.00
COSTO PROMEDIO	Q 1,085.50	Q 433.70	Q 368.00	Q 81.00	Q 65.00	Q 194.50	Q 140.00	Q 192.50	Q 140.00	**Q 2,700.20**
Costo por metro cuadrado	Q 7.38	Q 2.95	Q 2.50	Q 0.55	Q 0.44	Q 1.32	Q 0.95	Q 1.31	Q 0.95	**Q 18.37**

Para el precio de campo de oportunidad de la mano de obra familiar se estimo el salario local que en promedio asciende a Q50.00 por día. Sin embargo, aunque el salario mínimo para actividades agrícolas ha sido establecido por el Gobierno, en muchas localidades del occidente del país el salario por pago de jornales varia en ciertas épocas del año. hecho que se ha tomado en cuenta.

Tabla 12. Costos de producción para cultivo de tomate en invernadero de 7 m X 21 m (147 m^2) utilizando pilones elaborados con Peat moss.

COSTOS POR INVERNADERO 7 X 21 m (147 m^2)	PEAT MOSS (Testigo)									
	INSUMOS			MANO DE OBRA					TRATAMIENTO PILONES	COSTO TOTAL
	Control de Plagas	Fertilizantes y enmiendas	Otros	Preparación y siembra	Tutorado y poda	Aplicación agroquímico	Aplicación fertilizante	Cosecha		
Tonalá, Tacaná	Q 1,200.00	Q 600.00	Q 335.00	Q 75.00	Q 50.00	Q 150.00	Q 100.00	Q 100.00	Q 150.00	Q 2,760.00
Tojcheche, Tacaná	Q 1,225.00	Q 504.00	Q 375.00	Q 100.00	Q 100.00	Q 250.00	Q 100.00	Q 200.00	Q 140.00	Q 2,994.00
El Rosario, Tacaná	Q 1,280.00	Q 405.00	Q 350.00	Q 75.00	Q 50.00	Q 200.00	Q 150.00	Q 75.00	Q 132.00	Q 2,717.00
Sajquim, Tacaná	Q 1,200.00	Q 435.00	Q 400.00	Q 135.00	Q 100.00	Q 175.00	Q 150.00	Q 250.00	Q 150.00	Q 2,995.00
Cuya, Tejutla	Q 1,425.00	Q 405.00	Q 335.00	Q 100.00	Q 75.00	Q 250.00	Q 250.00	Q 350.00	Q 132.00	Q 3,322.00
Sholtanán, San Miguel Ixtahuacán	Q 1,575.00	Q 450.00	Q 360.00	Q 100.00	Q 50.00	Q 220.00	Q 200.00	Q 350.00	Q 150.00	Q 3,455.00
El Edén, Palestina de los Altos	Q 600.00	Q 348.00	Q 365.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 200.00	Q 100.00	Q 150.00	Q 132.00	Q 1,995.00
El Edén II, Palestina de los Altos	Q 600.00	Q 365.00	Q 335.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 150.00	Q 50.00	Q 100.00	Q 132.00	Q 1,832.00
Los Laureles, Palestina de los Altos	Q 750.00	Q 350.00	Q 400.00	Q 75.00	Q 75.00	Q 100.00	Q 100.00	Q 100.00	Q 132.00	Q 2,082.00
Palestina de los Altos	Q 1,000.00	Q 475.00	Q 425.00	Q 50.00	Q 50.00	Q 250.00	Q 200.00	Q 250.00	Q 132.00	Q 2,832.00
COSTO PROMEDIO	Q 1,085.50	Q 433.70	Q 368.00	Q 81.00	Q 65.00	Q 194.50	Q 140.00	Q 192.50	Q 138.20	**Q 2,698.40**
Costo por metro cuadrado	Q 7.38	Q 2.95	Q 2.50	Q 0.55	Q 0.44	Q 1.32	Q 0.95	Q 1.31	Q 0.94	**Q 18.36**

6.3.1. Precio de mercado

El precio promedio por kilogramo de tomate se estableció a través del monitoreo de los precios del cultivo de tomate en los mercados ubicados en San Pedro Sacatepéquez del departamento de San Marcos, mercado La Terminal ubicado en el municipio de Quetzaltenango del departamento de Quetzaltenango y la Central de Mayoreo ubicada en Ciudad de Guatemala.

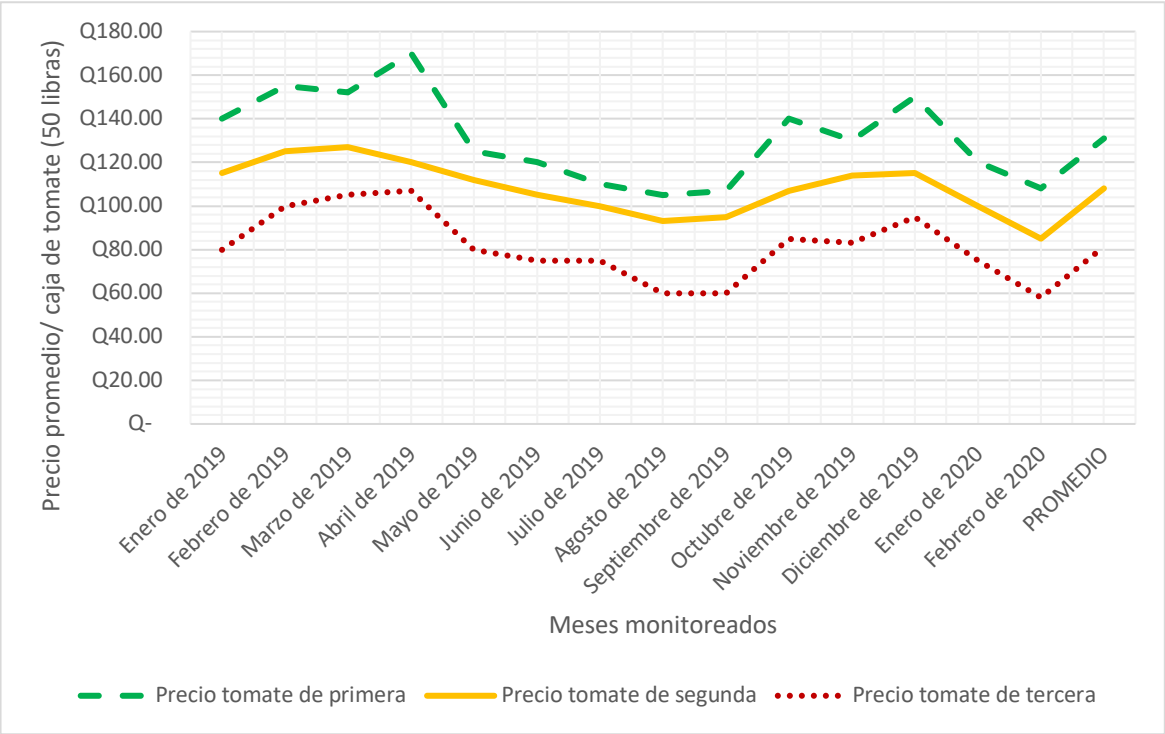


Ilustración 10. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en el mercado municipal del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020.

En el mercado ubicado en el municipio de San Pedro Sacatepéquez del departamento de San Marcos en promedio los precios de una caja de tomate de primera calidad el precio fue de Q130.00

Mientras que el precio promedio para una caja de tomate de segunda es de Q110.00 y el tomate considerado como de tercera se mantuvo a un precio promedio de Q80.00

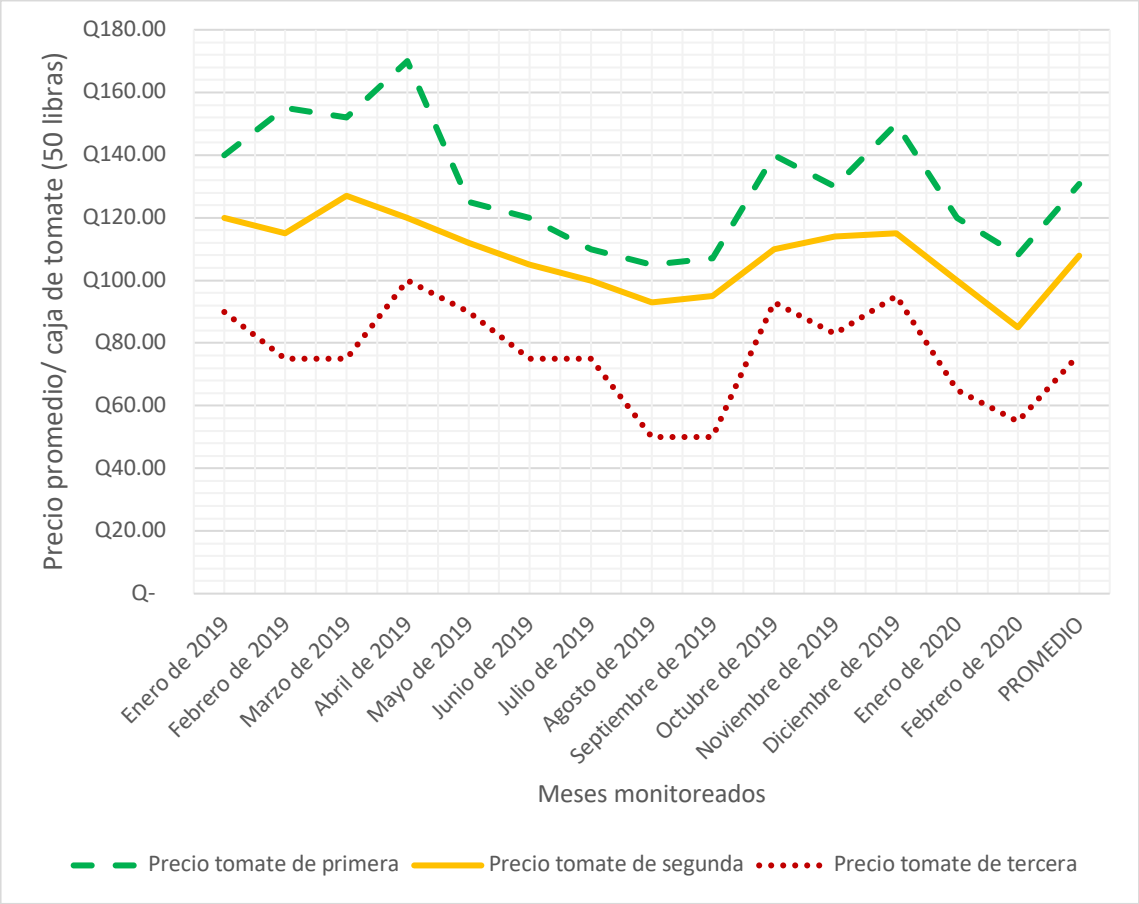


Ilustración 11. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en el mercado La Terminal del municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango. Correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020.

En el mercado llamado La Terminal ubicado en el municipio de Quetzaltenango del departamento de Quetzaltenango en promedio los precios de una caja de tomate de primera calidad el precio fue de Q130.00 similar al precio promedio del mercado de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Mientras que el precio promedio para una caja de tomate de segunda es de Q107.00 obteniendo una reducción del precio por Q 3.00 en comparación con el mercado del departamento de San Marcos y el tomate considerado como de tercera se mantuvo a un precio promedio de Q 70.00

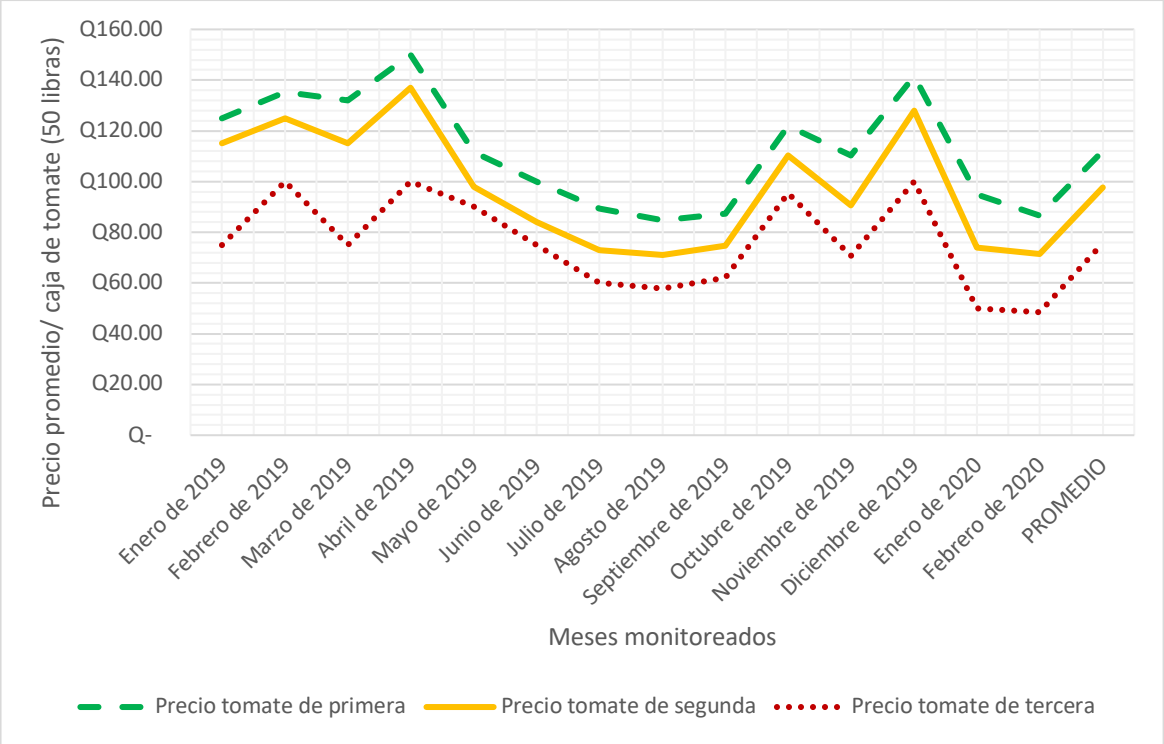


Ilustración 12. Variación de precios de caja de 50 libras de de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera) monitoreado en la Central de Mayoreo ubicada en Ciudad Capital, correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020.

En la Central de Mayoreo ubicado en Ciudad de Guatemala en promedio los precios de una caja de tomate de cocina de primera calidad el precio se mantuvo a Q117.00 obteniendo una reducción del precio por Q 13.00 en comparación de los mercados de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos y Quetzaltenango.

Mientras que el precio promedio para una caja de tomate de segunda es de Q100.00 y el tomate considerado como de tercera se mantuvo a un precio promedio de Q 65.00

obteniendo una reducción del precio por Q 15.00 en comparación con el mercado de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos y una reducción del precio por Q 5.00 en comparación con el mercado de Quetzaltenango

Existen varios factores que influyen y determinan los precios del tomate en los mercados regionales de San Pedro Sacatepéquez en San Marcos, Quetzaltenango y la Central de Mayoreo ubicada en la Ciudad Capital, entre estos el contrabando y la sobredemanda en el mercado (FASAGUA, 2019).

Tabla 13. Variación de precios de caja de 50 libras de tomate (Clasificado en primera, segunda y tercera), promedio de precios de los mercados ubicados en San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; Mercado La Terminal, Quetzaltenango y Central de Mayoreo ubicada en Ciudad Capital, correspondiente a los meses de enero de 2019 hasta febrero de 2020.

MES	Precio tomate de primera	Precio tomate de segunda	Precio tomate de tercera
Enero de 2019	Q 135.00	Q 116.67	Q 81.67
Febrero de 2019	Q 148.44	Q 121.67	Q 91.67
Marzo de 2019	Q 145.33	Q 123.00	Q 85.00
Abril de 2019	Q 163.33	Q 125.67	Q 102.33
Mayo de 2019	Q 120.56	Q 107.33	Q 86.67
Junio de 2019	Q 113.33	Q 98.00	Q 75.00
Julio de 2019	Q 103.10	Q 91.00	Q 70.00
Agosto de 2019	Q 98.25	Q 85.69	Q 55.92
Septiembre de 2019	Q 100.44	Q 88.23	Q 57.33
Octubre de 2019	Q 133.98	Q 109.10	Q 91.17
Noviembre de 2019	Q 123.43	Q 106.24	Q 78.92
Diciembre de 2019	Q 147.17	Q 119.33	Q 96.67
Enero de 2020	Q 111.67	Q 91.33	Q 63.33
Febrero de 2020	Q 100.83	Q 80.50	Q 53.83
PROMEDIO	Q 124.63	Q 104.55	Q 77.82

El precio de un kilogramo de frutos de tomate en los mercados monitoreados en promedio fue de Q 5.48 para frutos de tomate de cocina de primera, Q 4.60 para frutos de tomate de cocina de segunda y Q 3.42 para frutos de tomate de cocina de tercera.

6.3.2. Presupuesto parcial

El análisis financiero se ha realizado a través del método de presupuestos parciales, este enfoque considera los costos asociados con la decisión de usar o no un sustrato. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan costos que varían, estos tratamientos dependen de un sustrato a otro. El resto de los costos no se ven afectados y permanecen constantes, se les denomina costos fijos (Reyes, 2001).

El análisis de presupuestos parciales formula recomendaciones en base a datos agronómicos, este proceso busca desarrollar nuevas tecnologías agrícolas y al mismo tiempo facilitar la adaptación a las mismas. Esta recomendación no está dirigida únicamente a esta validación, sino a todos los productores de tomate de la región occidente de Guatemala, bajo condiciones de invernadero.

Tabla 14. Presupuesto parcial del rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. En las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020.

PRESUPUESTO PARCIAL POR HECTÁREA	Peat moss (Testigo)	Sustrato Local
Rendimientos medios (kg/ha)	10 682. 18	12 725. 27
Rendimiento ajustado (kg/ha) (90%)	9 613. 96	11 452. 74
Beneficio bruto de campo (Q/ha)	43 262. 84	51 537. 35
Costos de semilla (Q/ha)	5 486.00	5 486.00
Costos de sustrato (Q/ha)	300. 00	122. 00
Costo de mano de obra Almacigo (Q/ha)	1000	1300
Total, costos que varían (Q/ha)	6 786. 00	6 908. 00
Beneficios netos (Q/ha)	36 476. 84	44 629. 35

El rendimiento ajustado se considero al 90% ya que las actividades agrícolas realizadas para ambas parcelas fue el mismo manejo, utilización de fertilizantes y agroquímicos. Para el beneficio bruto de campo se transformaron los datos obtenidos (147 m^2) en hectárea de terreno.

6.3.3. Análisis marginal

a) Análisis de dominancia

Para el análisis de dominancia se ordenaron los tratamientos de menor a mayor rendimiento, con su respectivo beneficio neto. Se consideró que en promedio de los cultivares de tomate donde se utilizó peat moss para su producción de pilón proporcionado por el productor, fue dominado por el cultivo de tomate que han utilizado sustratos locales para elaborar sus pilones, obteniendo un beneficio neto mayor y su costo que varía fue ligeramente mayor al peat moss.

Tabla 15. Análisis de dominancia, tratamientos pareados en la validación del rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. En las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020.

Tratamiento	Plantas	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento ajustado	Precio por kg	beneficio bruto	Costo que varia	Beneficio neto	Dominancia
1. Peat moss (testigo)	200	10 682. 18	9 613. 96	Q 4.50	Q 43 262. 84	Q 6 786. 00	Q 36 476. 84	Dominado Sustratos Locales
2. Sustratos Locales	200	12 725. 27	11 452. 75	Q 4.50	Q 51 537. 35	Q 6 908. 00	Q 44 629. 35	No dominado

En base a la información del análisis de dominancia, se determinó que los pilones elaborados con sustratos locales fueron más rentables que los otros cultivares que utilizaron peat moss o cualquier otro sustrato utilizado para la maquila de pilones de tomate, obteniendo el mayor beneficio neto. Sin embargo, se puede apreciar que los costos que varían son mayores utilizando sustratos locales, esto se debe a que en una producción de baja escala es necesaria la paga de jornales para actividades de riego y limpieza del área de la pilonera donde se producen estas plántulas de tomate.

b) Curva de beneficios netos

Ilustración 13. curva de beneficios netos. Validación del rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. En las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020.

El agricultor que utiliza pilones de tomate maquilados con peat moss, podrá cambiar de tecnología sabiendo que la inversión para utilizar pilones elaborados con sustratos locales producirá una tasa de retorno marginal del 71.36%; es decir, por cada Q1.00 invertido en la producción de estos pilones, recuperará su Q1.00 más una ganancia de Q0.71.

La tasa de retorno marginal confirma la evidencia visual de la curva de los beneficios netos. Es posible efectuar un análisis marginal sin referirse a la curva de beneficios en sí. La tasa de retorno marginal siempre será positiva. Esto debido a que el tratamiento de los pilones elaborados con sustratos locales domina al tratamiento de plantas de tomate elaborados con peat moss.

c) Tasa de retorno marginal

Tabla 16. Tasa de retorno marginal y relación Costo: Beneficio, tratamientos pareados en la validación del rendimiento del cultivo de tomate utilizando pilones elaborados con sustratos locales en comparación con el testigo Peat moss. En las localidades de San Marcos y Quetzaltenango. 2020.

Tratamiento	Plantas	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento ajustado	Precio por kg	beneficio bruto	Costo total	Beneficio neto	Tasa de retorno marginal	Relación B/C
1. Peat moss (testigo)	200	10682.18	10148.07	Q 4.50	Q 45,666.33	Q 43,174.40	Q 2,491.93	-71.36	1.06
2. Sustratos Locales	200	12725.27	12089.01	Q 4.50	Q 54,400.54	Q 43,203.20	Q 11,197.34	71.36	1.26

La relación beneficio costo determino que el material utilizado como testigo en esta validación es económicamente aceptable, con un beneficio económico de Q0.06 por cada Q1.00 invertido, obteniendo un margen de ganancia muy bajo. El beneficio/costo del cultivo de tomate donde se utilizaron pilones elaborados con sustratos locales, fue la más alta obteniendo por cada Q 1.00 invertido una ganancia de Q0.26 centavos. Un margen de Q0.20 mas que el testigo.

Tabla 17. Comparativa del uso de la tecnología

Indicador	Sin tecnología	Con Tecnología
Costos de producción	Q 2 698.40	Q 2 700.20
Producción primera	6 515.64 kg/ha	7 384.18 kg/ha
Precio tomate de primera, promedio*	Q 5.48	Q 5.48
Producción segunda	3 061.55 kg/ha	3 641.09 kg/ha
Precio tomate de segunda, promedio*	Q 4.60	Q 4.60
Producción tercera	1 105.00 kg/ha	1 700.00 kg/ha
Precio tomate de tercera, promedio*	Q 3.42	Q 3.42
Rendimiento	10 682.18 kg/ha	12 725.27 kg/ha
Beneficio económico	Q 36 476. 84	Q 44 629. 35
Producción	100%	120%
Tasa de beneficio económico	1.06	1.26

* Precio promedio en mercados de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; Quetzaltenango y CENMA

La comparativa del uso de la tecnología, analizando la producción de tomate bajo condiciones de invernadero, utilizando tomate injertado y sin injertar, se puede apreciar un aumento del 20% en la producción utilizando sustratos locales para la producción de pilones con un beneficio económico de 26 centavos de ganancia por Q1.00 invertido

7. Conclusiones

Los datos obtenidos en esta validación del rendimiento, donde la tecnología agrícola: utilización de pilones de tomate elaborados con sustratos locales ha sido comparada a través de parcelas pareadas con pilones de tomate utilizando peat moss como sustrato, a generado lo siguiente:

- El rendimiento generado por la plantación del cultivo de tomate donde se ha utilizado pilones elaborados con sustratos locales aumento en un 20% en comparación con la plantación de tomate donde se utilizó peat moss como sustrato para elaborar los pilones. La hipótesis alternativa establece que hay diferencias respecto a la tendencia central de las poblaciones, siendo esta direccional. En este sentido, el sustrato ha obtenido una ventaja considerable mayor a la tasa mínima aceptable por el agricultor, siendo una tecnología que puede estar disponible en cualquier época del año, manteniendo una homogeneidad en el material a lo largo del tiempo. Reduciendo la variación de las características del sustrato, convirtiendo a este sustrato en altamente operativo para el agricultor o para el operario de la pilonera que adopte esta tecnología.

- El agricultor, a través de los días de campo y talleres de elaboración de sustratos, demostró su preferencia por la utilización de pilones elaborados con sustratos locales. El correcto manejo del sustrato le garantiza un correcto desarrollo fisiológico a la planta de tomate, sobre todo respecto de la aplicación del agua a través del riego y una buena nutrición se tiene como resultado un sistema radicular que al momento del trasplante le garantizará a la planta de tomate una correcta absorción de nutrientes y agua, siempre y cuando las condiciones fisicoquímicas del suelo lo permitan la que abre la puerta de una producción adecuada. La producción del sustrato y la producción de pilones de tomate son asequibles y de fácil producción utilizando recursos locales que se encuentran en las comunidades. Como es lógico, la producción de mínimas cantidades eleva el costo, el cual disminuye al producir pilones de tomate de manera continua, que puedan aprovisionar a los productores del cultivo a nivel de asociaciones o municipalidades.

- El impacto financiero en la validación del sustrato local ha evidenciado un aumento del 2% de los costos que varían, estos costos disminuirán conforme la producción de pilones aumente. Sin embargo, el proceso de validación ha evidenciado que por cada Q1.00 que el agricultor invierta en la adopción de esta tecnología, obtendrá lo invertido más una ganancia del 71%. Esto se debe a la retribución del 26% de los beneficios netos en comparación con el testigo, esto se traduce a ganancias netas que oscilan alrededor de los Q 44 629.35 por hectárea de cultivo. Los pilones elaborados a base de materiales locales han presentado una mejor opción económica para los productores de tomate. Teniendo como resultado un aumento considerable en las ganancias económicas del agricultor.

- La tecnología ha demostrado resultados satisfactorios durante la etapa inicial de la validación, siendo una solución asequible y de fácil aplicación para la unidad productiva del agricultor, específicamente para la producción de plántulas de tomate. Este sustrato al contener cantidades aceptables de nutrientes y micronutrientes garantiza un correcto proceso de germinación y desarrollo del sistema radicular. La calidad del pilón es igual o mejor a la presentada por los sustratos tradicionales a base de turba o fibras vegetales.

- El dominio de recomendación para esta tecnología se basa en unidades productivas con condiciones controladas como invernaderos, casa malla o macro túneles, bajo conceptos de producción orgánica o de agricultura convencional. En cuanto al uso de este sustrato en suelos contaminados dependerá más de la tolerancia a factores fisicoquímicos y biológicos del suelo. Recomendando el uso de enmiendas agrícolas donde los suelos presenten un pH muy acido y las aplicaciones de materia orgánica como compensador nutricional que garantice un correcto desarrollo fisiológico de la planta de tomate

8. Recomendaciones

El proceso de generación de tecnologías agrícolas dentro de las instituciones responsables debe de ser integral y multidisciplinaria para considerar no solo aspectos productivos, debe de enfocarse también al proceso de adopción de la tecnología desde una mirada cosmogónica, donde la construcción epistemológica en cuanto al uso actual y nuevas aplicaciones de la tecnología validada puedan ser orientados para mejorar las condiciones de manejo del cultivo de tomate u otros cultivos donde el agricultor haga uso de este sustrato.

El sustrato validado puede ser utilizado en la maquila de plántulas de otros cultivos como cucurbitáceas, crucíferas, hortalizas, arboles frutales u ornamentales. Incluso puede ser utilizado como sustrato en campo definitivo por medio de hidroponía, pues sus características nutricionales prometen como una alternativa utilizando materiales que se pueden encontrar dentro de la comunidad o en los alrededores de la unidad productiva.

Las instituciones de inversión para el desarrollo agrícola deben de apoyar el fortalecimiento de la producción hortícola a través del establecimiento de infraestructura necesaria para la producción de pilones, por medio de las diferentes asociaciones agrícolas o campesinas que existen en el territorio guatemalteco, siendo el sustrato local una potencialidad que debe de ser aprovechada para impulsar cultivos como tomate, chile o pepino por medio de la producción de pilones a nivel comunitario, resolviendo la problemática del aprovisionamiento de pilones en las áreas mas alejadas a los centros poblados, disminuyendo el uso de pilones con amarillamientos, estrés hídrico o daños mecánicos.

Las universidades del país deben de considerar incluir la validación como una etapa en la generación de tecnologías, coadyuvando a los agricultores en el mejoramiento de sus rendimientos, mejoramiento de las variedades que utilizan, eficiencia en la aplicación de fertilizantes, agroquímicos o mejorando la salud de sus suelos a través de enmiendas o abonos orgánicos. Considerando las tecnologías creadas por los mismos agricultores.

9. Referencias bibliográficas

Abad, M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. pp. 47-62. *In*: Cultivos sin suelo. F.

Cánovas y J.R. Díaz. (ed.). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA.

Abad, M. y P. Noguera. 1997. Los sustratos en los cultivos sin suelo. pp. 101-150. *In*: Manual de cultivo sin suelo. M. Urrestarazu (ed.). Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones.

Ajenjo, M. 1964. Importancia de la tierra negra. CIAT, Costa Rica. 22 p.

Ángel, GI. 2018. Sustratos locales para la producción de pilones de tomate (*Solanum lycopersicum l.*), en dos localidades del departamento de San Marcos. Licenciatura tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala. San Marcos, GTM. 56 p.

Alburquerque, JA; Bautista-Carrascosa, I; Lidón, A; García-de-la-Fuente, R; Girbent, J; Abad, M; & Cegarra, J (2009). Co-composting an animal fatty-proteinaceous waste with a solid lignocellulosic by-product from the olive oil industry ("alperujo"). J. Chem. Technol. Biotechnol., 84: 918:926.

Ashby, J.A. 1990. Evaluating technology with farmers: A handbook. CIAT, Cali, 95 p.

Avalos, J. 2008. Plántulas de Invernadero: Serie: producción orgánica de hortalizas de clima templado. Manual de capacitación: Honduras tomo 1.

Bracho, J. 2005. Caracterización de sustratos para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en bandejas. Trabajo presentado para optar al grado de Magister Scientiarum. Universidad Centro-occidental Lisandro Alvarado.

Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid, España.

Burés, S. 1999. Introducción a los sustratos: aspectos generales. pp. 19-46. *In:* Tecnología de sustratos: aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal. J.N. Pastor S. (ed.). Universidad de Lleida. España.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F, México. 79 p

De Boodt, M., O. Verdonck e I. Cappaert. 1974. Method for measuring the waterrelease curve of organic substrates. Acta Hort. 37: 2054-2062.

De León Cifuentes, WE. 2014. Día de campo, una herramienta para la transferencia de tecnología agrícola. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Guatemala. 22 p.

Fernández, Urdaneta, Silva, Poliszuk y Marín. 2006. investigación sobre la germinación de semillas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en distintos sustratos.

Gallo, R; Viana a, O. 2005. Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate *Lycopersicum esculentum* (en línea). Montevideo, Uruguay. 80 p. Consultado 16 ene. 2019 disponible en http://164.73.52.13/iah/textostesis/2005/3363gal1.pdf

González, E. 2016. Fortalecimiento de las capacidades de consorcios locales de investigación agrícola. Identificación de puntos críticos y temas para la formulación de proyectos de investigación en la agrocadena del tomate. Quetzaltenango, Guatemala, Grupos gestores. pp 22-23. (Serie técnica). Informe técnico n.° 5.

Guzmán, 2002. Cultivos sin suelos. Horticultura. Tecnología Alternativa para sustratos.

Mamarot, M. 1997. Mauvaises herbes des cultures. Association de Coordination Technique Agricole. Paris.

Montano. 2000. importancia de producción de plantas en almacigo.

Nuez V, F. 2001. El cultivo de tomate. México, ediciones Mundi Prensa. 793 p.

Ortega-Martínez, LD; Sánchez-Olarte, J; Díaz-Ruiz, R; Ocampo-Mendoza, J. 2010. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL). Ra Ximhai [en línea]: Consultado: 16 nov. 2018. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46116015005

Paniagua, GJ. 2005. Manual de instrucciones para las practicas de campo. CATIE, Costa Rica. 18 p.

Pastor Sáez, J. 1999. Utilización de sustratos en viveros. Terra Latinoamericana. Consultado: 14 mar. 2019. Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317307

Picón, RC. 2013. Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate *lycopersicum esculentum* Mill. en los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula, Guatemala. 2011. Licenciatura tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala. Chiquimula, GTM. 56 p.

Pulido, s,f; Producción de plantas en semillero.

Quesada y Méndez. 2005. Evaluación agronómica de sustratos para almácigos de hortalizas (tomate, pepino, lechuga y brócoli), en Alajuela, Costa Rica, bajo condiciones de invernadero.

Radulovich, R; Karemans, J. 1992. Validación de tecnologías un puente entre generación y transferencia. Turrialba 42, 63, 72 p.

Urueta, G; & Karremans, JA. 1993. Producción familiar y relaciones sociales; estudio de caso en Jutiapa, Guatemala. In: J.A.J. Karremans, R. Radulovich y R. Lok (eds.): La mujer rural, su papel en los agrosistemas de la región semiseca de Centroamérica. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Williams, JB; Morrison, JR; & WOOD, C. 1987. ADAS Colour atlas of weed seedlings. Wolfe Publishing Ltd. London.

10. Anexos

Anexo 1. herramienta para la toma de datos de la variable rendimiento.

Localidad	RENDIMIENTO kg/ha					
	SUSTRATO LOCAL			SUSTRATO TESTIGO		
	Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Anexo 2. herramienta para el registro de costos de producción.

Localidad:				
Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total	% utilización

Anexo 3. boleta de evaluación participativa para agricultores

VALIDACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE, UTILIZANDO PILONES MAQUILADOS CON SUSTRATO LOCAL, ALTIPLANO OCCIDENTAL GUATEMALTECO*.

Nombre _____Tel. _____
Localidad: _____

INSTRUCCIONES. Observe las siguientes representaciones de las plantas de tomate, utilizando pilones maquilados con sustrato local y el testigo que se presenta ante usted e indique el carácter de agradable o desagradable en la escala, marcando una X.

NO ME GUSTA

REGULAR

ME GUSTA

Criterios	Tratamiento	
	Sustrato LOCAL	PEAT MOSS
1. Crecimiento de la planta.		
2. Porcentaje de pegue.		
3. Calidad del pilón		
4. Color de la planta.		
5. Numero de frutos por planta.		
5. Producción		
6. Calidad del fruto.		

Anexo 4. Fotografías.

Figura 1. Reunión con personal técnico de la Oficina Municipal de Desarrollo Económico Local de la municipalidad de Tacaná.

Figura 2. Visita a unidad productiva ubicada en aldea Sajquim, propiedad del señor Apolinario Sánchez, productor de tomate.

Figura 3. Construcción de invernadero tipo colombiano para establecer pilonera dentro de las instalaciones del Centro de Formación San José, Champollap, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Figura 4. Preparación de sustratos locales con materiales desinfectados y tamizados.

Figura 5. Llenado de bandejas piloneras con sustratos locales y siembra de tomate Ipala.

Figura 6. Germinación de plántulas de tomate a los 10 días después de la siembra.

Figura 7. Estado de los pilones producidos con sustratos locales, previo a su distribución.

Figura 8. Diferencia de tamaños entre pilones elaborados con sustrato local (derecha) y pilones elaborados con Peat moss (izquierda).

Figura 9. Entrega de pilones con el productor Juan Ramírez en Palestina de los Altos.

Figura 10. Entrega de pilones con el productor Arnoldo López de Palestina de los Altos, Quetzaltenango.

Figura 11. Visita de campo a unidades de validación ubicadas en Palestina de los Altos, Quetzaltenango; con el acompañamiento del técnico de la municipalidad.

Figura 12. Visita de campo a unidades de validación ubicada en Tacaná, San Marcos.

a **b**

Figura 13 a y b. El desarrollo vegetativo de la planta de tomate elaborado con sustrato local (Figura 3.a) es superior a las plantas producidas con Peat Moss (Figura 3.b).

Figura 14. Visita de campo en Cuya, Tejutla para monitorear el desarrollo vegetativo de las plantas elaboradas con sustratos locales y peat moss.

Figura 15. Bloque de tomate variedad Ipala F1 maquilado con peat moss presente enanismo en comparación con el sustrato local.

Figura 16. Maduración de frutos de tomate elaborado con sustrato local.

Figura 17. Cosecha de tomate en parcela ubicada en Tojcheche, Tacana, San Marcos.

Figura 18. Toma de datos de la variable rendimiento en Tacana, San Marcos.

Figura 19. Toma de datos en parcela de validación ubicada en la localidad de El Rosario, Tacana, San Marcos.

Figura 20. Toma de datos de la variable rendimiento en la localidad de Sajquim, Tacana, San Marcos.

Figura 21. Productora de la localidad de Sajquim demostrando la producción de tomate obtenida con las plantas maquiladas con sustrato local.

Figura 22. Día de campo con actores locales dentro de la parcela de validación en la localidad Tonalá, Tacana, San Marcos.

Figura 23. Grupo de agricultores que participaron del taller sobre elaboración de sustrato local y taller sobre producción de pilones de tomate.

Figura 24. Taller sobre elaboración de sustrato con materiales de origen local, como estiércol de caballo, harina de roca, tierra negra y Microorganismos de montaña solidos.

Figura 25. Día de campo realizado en Los Laureles, Palestina de los Altos, Quetzaltenango. Se contó con la presencia de 65 actores locales de San Marcos y Quetzaltenango.

Figura 26. Toma de datos de cosecha en la localidad de El Rosario, municipio de Tacana, San Marcos.

Figura 27. Clasificación de frutos cosechados en la parcela con producción de tomate donde se emplearon los pilones elaborados con sustratos locales en la localidad de El Rosario, Tacaná, San Marcos.

Figura 28. Visita de campo a productores para la cosecha del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en la localidad de El Rosario, Tacaná, San Marcos.

Figura 29. Frutos en estado de maduración para el mes de febrero de 2020.

Figura 30. Toma de datos de cosecha del tratamiento validado en la localidad de Tonalá, municipio de Tacana, San Marcos.

Figura 31. Visita de campo a productores para la cosecha del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales en la localidad de Cuya, Tejutla, San Marcos.

Figura 32. Frutos cosechados del testigo utilizado en las unidades de validación.

Anexo 5. Análisis nutricional de sustrato elaborado con materiales locales.

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE ABONO ORGANICO

Cliente	: IICA - CRIA (00245)	Número de orden	:113397
Persona Responsable	: ING. AGR. MARIO DE LEON	Código de muestra	:19.08.27.05.06
Finca	: RIRTI (27372)	Fecha de ingreso	:27/08/2019
Localización	: San Pedro Sacatepequez, SAN MARCOS	Fecha del informe	:09/09/2019
Referencia Cliente	: ABONO ORGANICO I	Asesor	:Ricardo Garcia

PARAMETRO			RANGO ADECUADO
pH		6.1	*
Concentración de Sales (C.S.)		1.21 dS/m	*
Materia Organica (M.O.)		22.5%	*
Relación C/N		66.3	*
ELEMENTO		**CONCENTRACION (p/p)**	**RANGO ADECUADO**
		%	
NITROGENO	(Nt)	0.34	*
FOSFORO	(P_2O_5)	0.43	*
POTASIO	(K_2O)	0.34	*
CALCIO	(Ca)	0.34	*
MAGNESIO	(MgO)	0.09	*
		ppm	
BORO	(B_2O_3)	0.00	*
COBRE	(Cu)	10.47	*
HIERRO	(Fe)	12575.00	*
MANGANESO	(Mn)	495.25	*
ZINC	(Zn)	0.00	*

* No se tiene datos del rango adecuado para este elemento.

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
- Association of Official Analitical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE ABONO ORGANICO

Cliente	: IICA - CRIA (00245)	Número de orden	:113397
Persona Responsable	: ING. AGR. MARIO DE LEON	Código de muestra	:19.08.27.05.06
Finca	: RIRTI (27372)	Fecha de ingreso	:27/08/2019
Localización	: San Pedro Sacatepequez, SAN MARCOS	Fecha del informe	:09/09/2019
Referencia Cliente	: ABONO ORGANICO I	Asesor	:Ricardo Garcia

PARAMETRO			RANGO ADECUADO
pH		6.1	*
Concentración de Sales (C.S.)		1.21 dS/m	*
Materia Organica (M.O.)		22.5%	*
Relación C/N		66.3	*
ELEMENTO		**CONCENTRACION (p/p)**	**RANGO ADECUADO**
		%	
NITROGENO	(Nt)	0.34	*
FOSFORO	(P_2O_5)	0.43	*
POTASIO	(K_2O)	0.34	*
CALCIO	(Ca)	0.34	*
MAGNESIO	(MgO)	0.09	*
		ppm	
BORO	(B_2O_3)	0.00	*
COBRE	(Cu)	10.47	*
HIERRO	(Fe)	12575.00	*
MANGANESO	(Mn)	495.25	*
ZINC	(Zn)	0.00	*

* No se tiene datos del rango adecuado para este elemento.

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
- Association of Official Analitical Chemists. AOAC. 16th.ed. 1995.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

Anexo 6. Análisis nutricional de suelos de las parcelas de validación.

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : ING. AGR. MARIO DE LEON
Finca : EL ROSARIO (27374)
Localización : Tacana, SAN MARCOS
Referencia Cliente : : GERMAN MORALES
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 113399
Código de muestra : 19.08.27.08.03
Fecha de ingreso : 27/08/2019
Fecha del informe : 03/09/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	6.18	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.59 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	4.15 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	15.2 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	8.60 %	4% _ 6%
Saturación Ca	72.53 %	60% _ 80%
Saturación Mg	18.86 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO		CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
			BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO 3	83.3	XXXXXXXXXXX			25 - 250	25 N
Fósforo	P	78.2	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			30 - 75	50 P_2O_5
Potasio	K	508.7	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			300 - 500	K_2O
Calcio	Ca	2200.0	XXXXXXXXXXX			2000 -3000	
Magnesio	Mg	343.3	XXXXXXXXXXXX			250 - 500	
Azufre	S	14.5	XXXXXXXXX			10 - 100	50 S
Cobre	Cu	1.5	XXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro	Fe	67.1	XXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso	Mn	17.3	XXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc	Zn	4.8	XXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : ING. AGR. MARIO DE LEON
Finca : TANALA (27375)
Localización : Tacana, SAN MARCOS
Referencia Cliente : : MANOLO DE LEON
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 113400
Código de muestra : 19.08.27.08.04
Fecha de ingreso : 27/08/2019
Fecha del informe : 03/09/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	5.90	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.16 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	4.47 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	6.9 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	6.59 %	4% _ 6%
Saturación Ca	77.27 %	60% _ 80%
Saturación Mg	16.14 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO		CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
			BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO 3	31.3	XXXXXXXXXX			25 - 250	125 N
Fósforo	P	< 10.0	XX			30 - 75	140 P_2O_5
Potasio	K	176.2	XXXXXXXXXX			150 - 300	100 K_2O
Calcio	Ca	1059.0	XXXXXXXXXX			1000 -2000	
Magnesio	Mg	132.7	XXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre	S	10.6	XXXXXXXXXX			10 - 100	50 S
Cobre	Cu	0.9	XXXXXXXX			1 - 7	1 Cu
Hierro	Fe	43.0	XXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso	Mn	14.6	XXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc	Zn	1.3	XXXXXX			2 - 25	2 Zn
Aluminio	Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : ING. AGR. MARIO DE LEON
Finca : TOJCHECHE (27376)
Localización : Tacana, SAN MARCOS
Referencia Cliente : CARLOS
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 113401
Código de muestra : 19.08.27.08.05
Fecha de ingreso : 27/08/2019
Fecha del informe : 03/09/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	6.88	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.45 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	2.96 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	13.9 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	10.11 %	4% _ 6%
Saturación Ca	75.88 %	60% _ 80%
Saturación Mg	14.01 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO		CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
			BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO 3	68.5	XXXXXXXXXX			25 - 250	75 N
Fósforo	P	27.1	XXXXXXXXX			30 - 75	80 P_2O_5
Potasio	K	550.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	K_2O
Calcio	Ca	2116.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1000 -2000	
Magnesio	Mg	234.4	XXXXXXXXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre	S	6.2	XXXXXX			10 - 100	50 S
Cobre	Cu	0.9	XXXXXXXX			1 - 7	1 Cu
Hierro	Fe	35.1	XXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso	Mn	12.3	XXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc	Zn	8.6	XXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : ING. AGR. MARIO DE LEON
Finca : SAJQUIM (27377)
Localización : Tacana, SAN MARCOS
Referencia Cliente : : APOLINARIO
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 113402
Código de muestra : 19.08.27.08.06
Fecha de ingreso : 27/08/2019
Fecha del informe : 03/09/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	6.21	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.35 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	3.08 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	11.1 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	21.02 %	4% _ 6%
Saturación Ca	60.91 %	60% _ 80%
Saturación Mg	18.07 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO		CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
			BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO 3	33.3	XXXXXXXXXX			25 - 250	125 N
Fósforo	P	47.8	XXXXXXXXXXXXX			30 - 75	50 P_2O_5
Potasio	K	912.6	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	K_2O
Calcio	Ca	1356.0	XXXXXXXXXXXXX			1000 -2000	
Magnesio	Mg	241.3	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre	S	10.6	XXXXXXXXXX			10 - 100	50 S
Cobre	Cu	1.6	XXXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro	Fe	97.4	XXXXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso	Mn	27.3	XXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc	Zn	10.7	XXXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : ING. AGR. MARIO DE LEON
Finca : LA JOYA (27378)
Localización : Palestina de los Altos, QUETZALTENANGO
Referencia Cliente : JAIRO
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 113403
Código de muestra : 19.08.27.08.07
Fecha de ingreso : 27/08/2019
Fecha del informe : 03/09/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	6.07	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.20 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	3.68 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	9.5 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	10.69 %	4% _ 6%
Saturación Ca	78.29 %	60% _ 80%
Saturación Mg	11.02 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO		CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
			BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO 3	33.5	XXXXXXXXXX			25 - 250	125 N
Fósforo	P	< 10.0	X			30 - 75	170 P_2O_5
Potasio	K	395.2		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		150 - 300	K_2O
Calcio	Ca	1484.0		XXXXXXXXXXXXXX		1000 -2000	
Magnesio	Mg	125.3		XXXXXXXXXXX		100 - 250	
Azufre	S	7.0	XXXXXXX			10 - 100	50 S
Cobre	Cu	1.7		XXXXXXXXXXX		1 - 7	
Hierro	Fe	41.4		XXXXXXXXXX		40 - 250	
Manganeso	Mn	2.2	XX			10 - 250	5 Mn
Zinc	Zn	0.7	XXX			2 - 25	4 Zn
Aluminio	Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : ING. AGR. MARIO DE LEON
Finca : EL EDEN (27379)
Localización : Palestina de los Altos, QUETZALTENANGO
Referencia Cliente : : ARNOLDO LOPEZ
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 113404
Código de muestra : 19.08.27.08.10
Fecha de ingreso : 27/08/2019
Fecha del informe : 05/09/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	6.25	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.33 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	> 6.0 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	14.9 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	7.13 %	4% _ 6%
Saturación Ca	81.76 %	60% _ 80%
Saturación Mg	11.11 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO		CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
			BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO 3	53.8	XXXXXXXXXX			25 - 250	75 N
Fósforo	P	95.1	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			30 - 75	50 P_2O_5
Potasio	K	413.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	K_2O
Calcio	Ca	2429.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1000 -2000	
Magnesio	Mg	198.1	XXXXXXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre	S	17.8	XXXXXXXXX			10 - 100	50 S
Cobre	Cu	2.1	XXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro	Fe	67.9	XXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso	Mn	18.5	XXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc	Zn	17.3	XXXXXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : ING. AGR. MARIO DE LEON
Finca : EL EDEN (27379)
Localización : Palestina de los Altos, QUETZALTENANGO
Referencia Cliente : : JUAN
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 113404
Código de muestra : 19.08.27.08.08
Fecha de ingreso : 27/08/2019
Fecha del informe : 05/09/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	5.58	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.22 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	5.25 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	5.4 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	14.53 %	4% _ 6%
Saturación Ca	76.23 %	60% _ 80%
Saturación Mg	9.24 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO		CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
			BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO 3	23.9	XXXXXXXXX			25 - 250	125 N
Fósforo	P	26.8	XXXXXXXX			30 - 75	80 P_2O_5
Potasio	K	305.9	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	K_2O
Calcio	Ca	823.2	XXXXXXXX			1000 -2000	
Magnesio	Mg	59.9	XXXXX			100 - 250	10 MgO
Azufre	S	27.9	XXXXXXXXXXX			10 - 100	30 S
Cobre	Cu	1.1	XXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro	Fe	51.8	XXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso	Mn	7.4	XXXXXXX			10 - 250	3 Mn
Zinc	Zn	4.4	XXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Soluciones Analíticas
Agricultura • Industria • Ambiente

Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : IICA - CRIA (00245)
Persona Responsable : ING. AGR. MARIO DE LEON
Finca : EL EDEN (27379)
Localización : Palestina de los Altos, QUETZALTENANGO
Referencia Cliente : : NIVIA
Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 113404
Código de muestra : 19.08.27.08.09
Fecha de ingreso : 27/08/2019
Fecha del informe : 05/09/2019
Asesor : Ricardo Garcia

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	6.66	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.26 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	5.57 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	18.0 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	5.92 %	4% _ 6%
Saturación Ca	83.35 %	60% _ 80%
Saturación Mg	10.74 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO		CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
			BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO 3	37.3	XXXXXXXXXX			25 - 250	100 N
Fósforo	P	69.1	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			30 - 75	50 P_2O_5
Potasio	K	415.8	XXXXXXXXXXXXXX			300 - 500	100 K_2O
Calcio	Ca	3003.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			2000 -3000	
Magnesio	Mg	232.1	XXXXXXXXX			250 - 500	
Azufre	S	10.4	XXXXXXXXXX			10 - 100	50 S
Cobre	Cu	1.9	XXXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro	Fe	57.4	XXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso	Mn	7.7	XXXXXXX			10 - 250	3 Mn
Zinc	Zn	9.3	XXXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

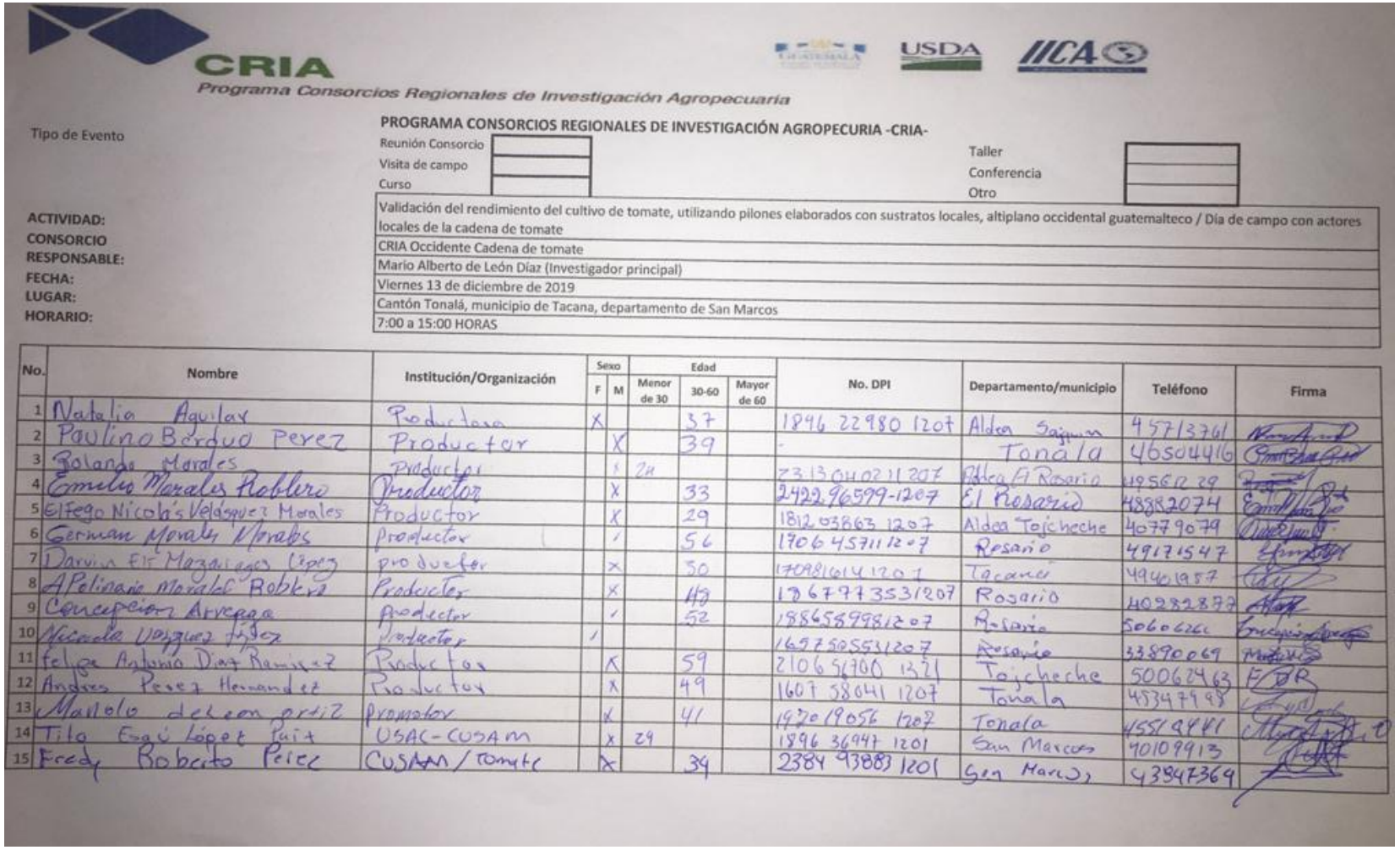
** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.
Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10,1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

Anexo 7. Listado de actores locales que participaron del taller y día de campo en Tacaná, San Marcos.



CRIA
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

Tipo de Evento: Reunión Consorcio; Visita de campo; Curso; Taller; Conferencia; Otro

ACTIVIDAD: Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CONSORCIO: CRIA Occidente Cadena de tomate
RESPONSABLE: Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
FECHA: Viernes 13 de diciembre de 2019
LUGAR: Cantón Tonalá, municipio de Tacana, departamento de San Marcos
HORARIO: 7:00 a 15:00 HORAS

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo F	Sexo M	Edad Menor de 30	Edad 30-60	Edad Mayor de 60	No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
1	Natalia Aguilar	Productora	X			37		1896 22980 1207	Aldea Sajquim	45713761	
2	Paulino Bardua Perez	Productor		X		39		-	Tonala	46504416	
3	Rolando Morales	Productor		X	24			2313 04021 1207	Aldea El Rosario	49562 29	
4	Emilio Morales Robles	Productor		X		33		2422 96599-1207	El Rosario	48882074	
5	Elfego Nicolás Velásquez Morales	Productor		X		29		1812 03863 1207	Aldea Tajcheche	40779079	
6	German Morales Morales	Productor		X		56		1706 45711 1207	Rosario	49171547	
7	Darvin Elí Mazariegos Lopez	productor		X		30		1708 81614 1201	Tacana	49461957	
8	Apolinario Morales Robles	Productor		X		43		1867 73531207	Rosario	40282877	
9	Concepcion Arreaga	Productor		X		52		1885 58998 1207	Rosario	50602221	
10	Nicasio Vazquez Lopez	Productor	X					1657 50553 1207	Rosario	33890069	
11	Felipe Antonio Diaz Ramirez	Productor		X		59		2106 56700 1321	Tajcheche	50062463	
12	Andres Perez Hernandez	Productor		X		49		1607 58041 1207	Tonala	45347998	
13	Marcelo de Leon ortiz	Promotor		X		41		1970 19056 1207	Tonala	45549441	
14	Tito Eguí López Tuit	USAC-CUSAM		X	29			1896 36947 1201	San Marcos	40109913	
15	Fredy Roberto Perez	CUSAM / tomate		X		34		2384 93883 1201	San Marcos	43847364	

CRIA
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

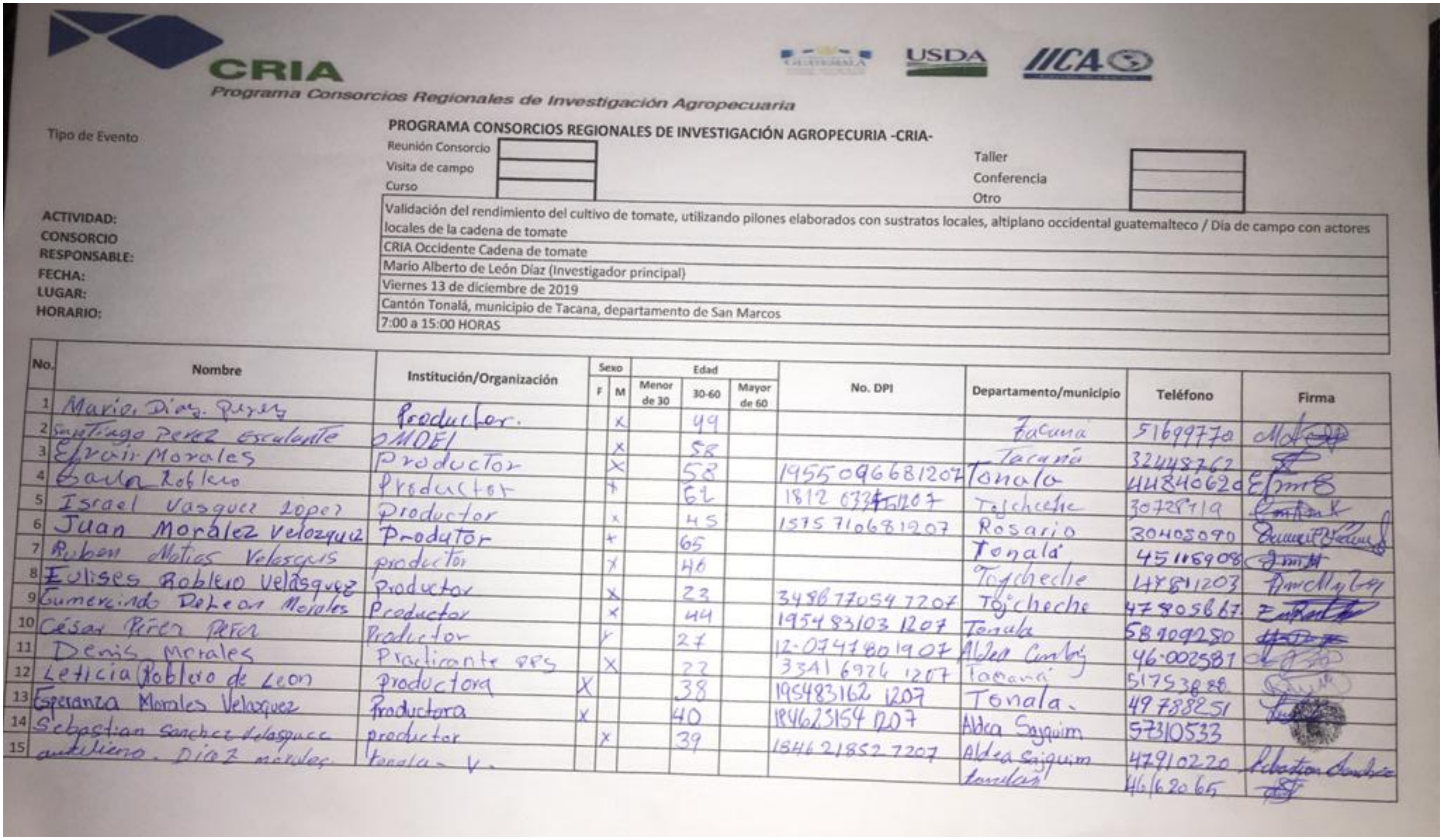
USDA IICA

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

Tipo de Evento: Reunión Consorcio [ ] Visita de campo [ ] Curso [ ] Taller [ ] Conferencia [ ] Otro [ ]

ACTIVIDAD:	Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CONSORCIO	CRIA Occidente Cadena de tomate
RESPONSABLE:	Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
FECHA:	Viernes 13 de diciembre de 2019
LUGAR:	Cantón Tonalá, municipio de Tacana, departamento de San Marcos
HORARIO:	7:00 a 15:00 HORAS

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo F	Sexo M	Edad Menor de 30	Edad 30-60	Edad Mayor de 60	No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
1	Rolando Javier Gómez Ramírez	USAC-CUSAM		x	28			2163744051201	San Marcos	58898385	[illegible]
2	MARIBEL GUTIERREZ	PRODUCTORA	x			35		1930 43750 1207	Tonala	45786870	[illegible]
3	Reyna Velasquez Perez	Productora	x			57		1970 19233 1207	Tonala	49406156	[illegible]
4	Berni Alberto Perez	PRODUCTOR	x	·	29			3380 06034 1219	TONala	33438780	[illegible]
5	Glendy Rosmery Gutierrez V.	Productora	x		28			2058 61725 1207	Tonala	4991054	[illegible]
6	Lehabím Judith Lopez	Productora	x			x		2509048101225	San Marcos	54121867	[illegible]
7	Oscar Enrique Dominguez Alonzo	Productor		x	20			3305 71443 1202	San Pedro Sac. S.M.	56378022	[illegible]
8	María Isabel Villar Chang	Productora	x		22			3049359721214	San Marcos	54297283	[illegible]
9	Giovani Daniel Orozco Juarez	Productor		X	31			2609313061201	San Marcos	55785510	[illegible]
10	Nicanor Merida Reyes	Productor		x		x		1685147960920	San Pedro	55335887	[illegible]
11	Ana Luisa Roblero Arreaga	Productora	x		20			2842 06172 1201	San Pedro.	48182207	[illegible]
12	Saul Antonio Miranda.	Productor		x		x		1958212381227	San Marcos	58416748	[illegible]
13	Franklin Ottoniel de león Lopez	Productor		x	x			2877 20780 1221	San Rafael Pt.	40845740	[illegible]
14	Edgar Alexis Vega Dominguez	Productor.		x	x			3371743930920	San Marcos	51900928	[illegible]
15	Delmar Neftalí Hernandez Bám	Productor.		x	x			2546723101205	San Pedro Sac	49900603	[illegible]



CRIA
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

USDA IICA

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

Tipo de Evento

Reunión Consorcio
Visita de campo
Curso
Taller
Conferencia
Otro

ACTIVIDAD:	Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CONSORCIO	CRIA Occidente Cadena de tomate
RESPONSABLE:	Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
FECHA:	Viernes 13 de diciembre de 2019
LUGAR:	Cantón Tonalá, municipio de Tacana, departamento de San Marcos
HORARIO:	7:00 a 15:00 HORAS

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo F	Sexo M	Edad Menor de 30	Edad 30-60	Edad Mayor de 60	No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
1	Mario Díaz Pérez	Productor.		x		49			Tacaná	51699770	
2	Santiago Perez Escalante	OMDEI		x		58			Tacaná	32448762	
3	Efrain Morales	Productor		x		58		1955096681207	Tonala	44840620	
4	Carlos Roblero	Productor		x		62		1812 0734151207	Tojchechie	30728719	
5	Israel Vasquez Lopez	Productor		x		45		1575710681207	Rosario	30405090	
6	Juan Moralez Velazquez	Produtor		x		65			Tonalá	45115908	
7	Ruben Matias Velasquis	productor		x		46			Tojchechie	47811203	
8	Eulises Roblero Velásquez	productor		x		23		3498770547207	Tojcheche	47805667	
9	Gumercindo DeLeon Morales	Productor		x		44		195483103 1207	Tonala	58909280	
10	César Pérez Pérez	Productor		x		27		12-0741801907	Aldea Cambij	46-002581	
11	Denis Morales	Practicante EPS		x		22		3341 6974 1207	Tacaná	51753888	
12	Leticia Roblero de Leon	productora	x			38		195483162 1207	Tonala.	49788251	
13	Esperanza Morales Velazquez	Productora	x			40		184623154 1207	Aldea Sajquim	57310533	
14	Sebastian Sanchez Velasquez	productor		x		39		1846 21852 7207	Aldea Sajquim	47910220	
15	auxiliano Diaz morales	Tonala - V.							tonalas	46162065	

CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

GUATEMALA · USDA · IICA

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

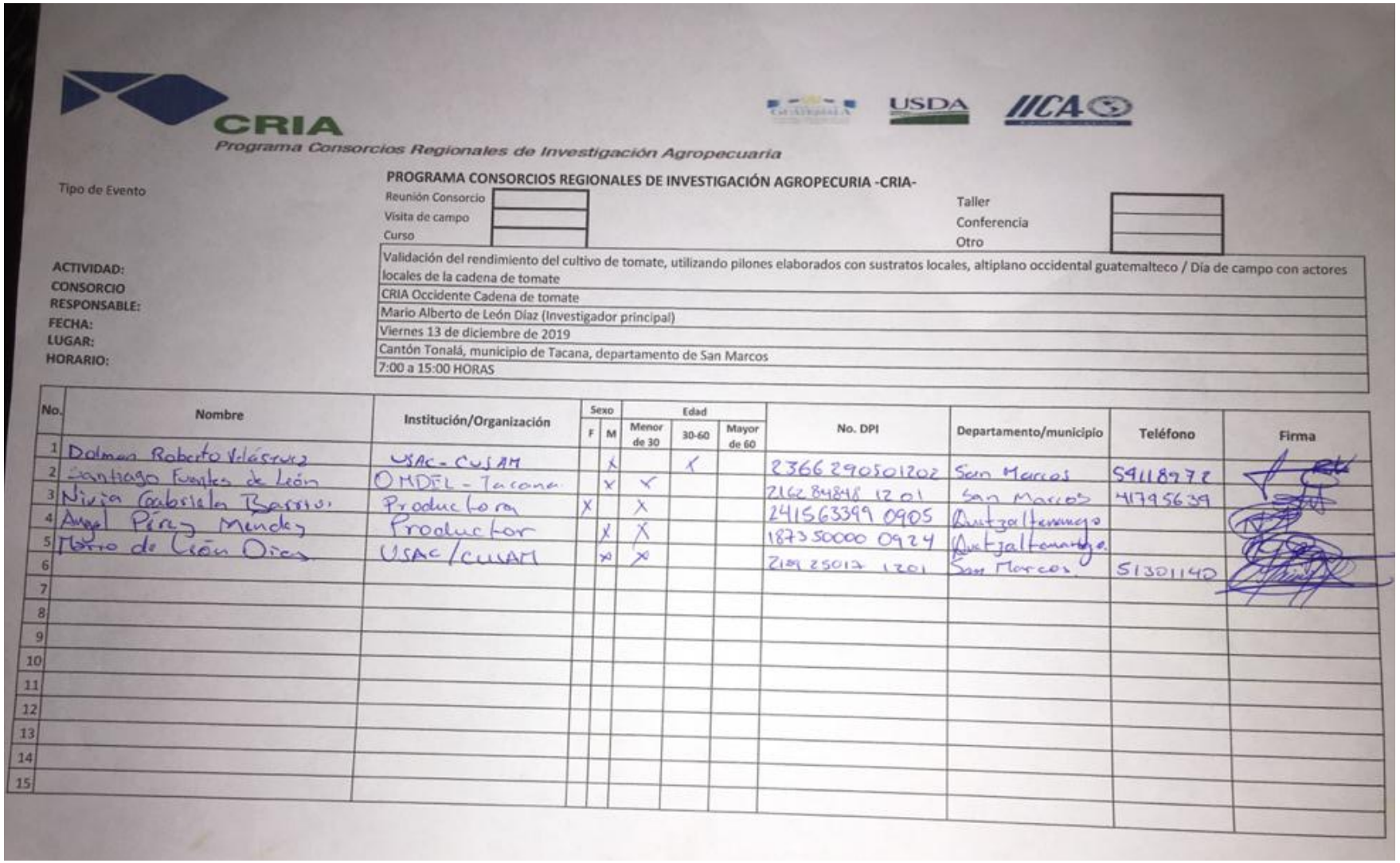
Tipo de Evento

Reunión Consorcio [ ] Visita de campo [ ] Curso [ ]

Taller [ ] Conferencia [ ] Otro [ ]

ACTIVIDAD:	Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CONSORCIO	CRIA Occidente Cadena de tomate
RESPONSABLE:	Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
FECHA:	Viernes 13 de diciembre de 2019
LUGAR:	Cantón Tonalá, municipio de Tacana, departamento de San Marcos
HORARIO:	7:00 a 15:00 HORAS

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo F	Sexo M	Edad Menor de 30	Edad 30-60	Edad Mayor de 60	No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
1	Teresa Aguilar Perez	Productora	x			47		1597645641207	Aldea Sajquim	49407086	
2	Alberto pérez	Productor		x		35		1720 83869 1207	Tonala	3228 3749	
3	Guillermo Hernandez Mejia	Productor		x		35		226525244 1207	Canton Tonala	47263097	
4	Angel Perez Perez	Productor		x			62	186163932 1207	Cantón Tonala		
5	Francisco Felix Roblero Perez	Productor		x			65	226689345 1207	Aldea Tojcheche	32545952	
6	Nazario Morales Ramirez	Productor		✓		30		181202999 12 07	aldea Tojcheche	55632920	
7	Genoveva Ramirez Gonzales	Productora	x			50		172085869 1207	Aldea El Rosario	45231663	
8	Marleni Velasquez galvez	productora	x			42		171301838 1224	Aldea El Rosaro		marleni Velasques galves
9	Guadalupe Ramirez Diaz	Productor		x			61	181387824 1207	Aldea Tojcheche	57280058	
10	Marcelino Matias Ortiz	Productor		x		59		181444941 1207	Aldea Tojcheche	37265523	
11	Feliciano De León Gutierrez	Productor		x		58		175485243 1207	Canton Tonala	52009101	
12	Juan Ramirez López	Productor				x		1869 756350924	Quetzaltenango	53354257	Juan Ramirez
13	Marlin Quiche López	Técnico		x		x		1830 12652 1203	Quetzaltenango	4051 2870	
14	Baltazar Pérez Gonzalez.	Productor		x		x		1823 65948 0924	Quetzaltenango	4649 4309	Baltazar Pérez G
15	Astrid Vanessa Orozco	Productora.	x		x			2632 91928 1202	San Marcos	5538 8143	



CRIA
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

USDA IICA

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

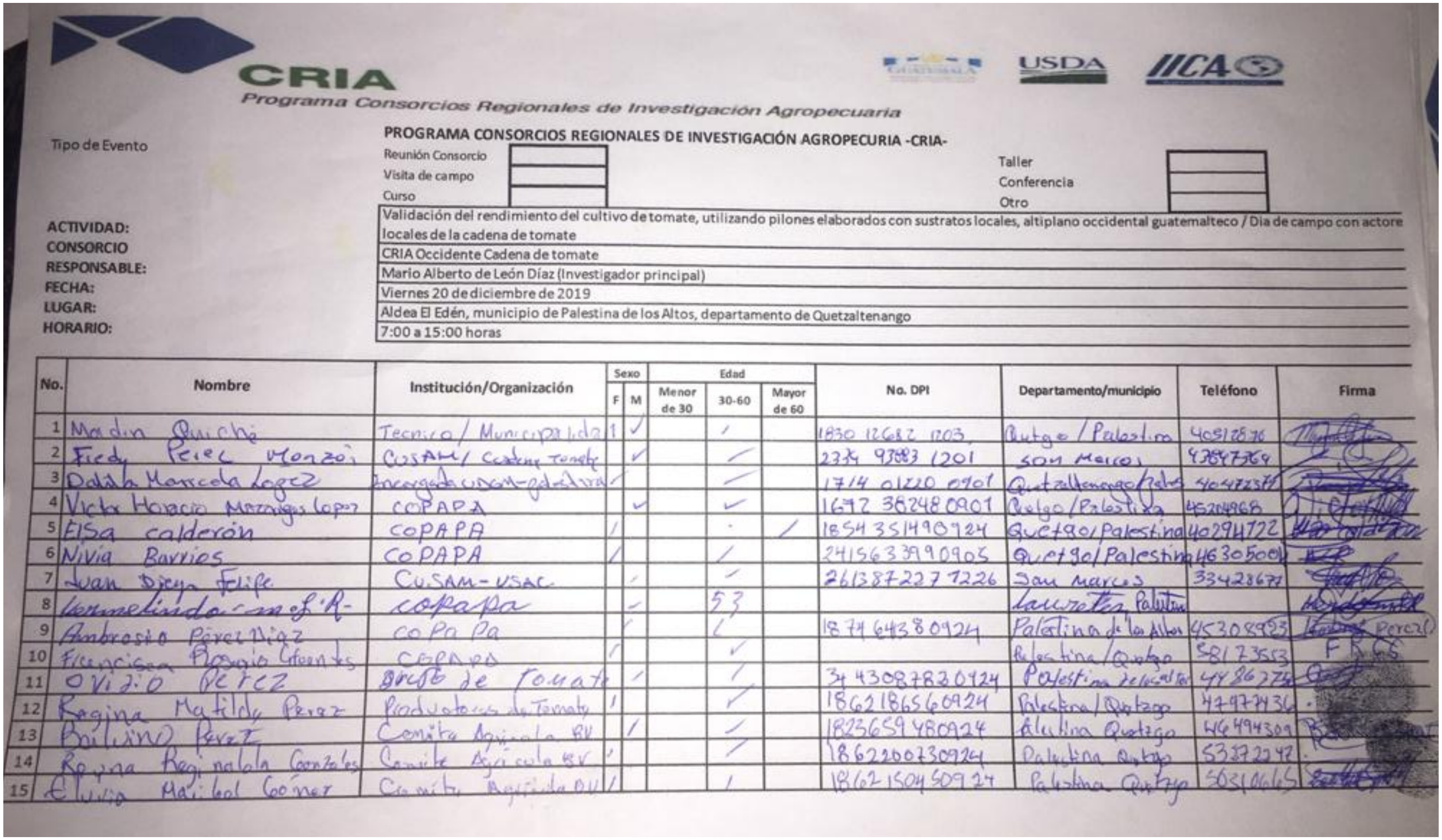
Tipo de Evento

Reunión Consorcio		Taller	
Visita de campo		Conferencia	
Curso		Otro	

ACTIVIDAD:	Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Día de campo con actores locales de la cadena de tomate
CONSORCIO RESPONSABLE:	CRIA Occidente Cadena de tomate
FECHA:	Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
LUGAR:	Viernes 13 de diciembre de 2019
HORARIO:	Cantón Tonalá, municipio de Tacana, departamento de San Marcos
	7:00 a 15:00 HORAS

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo		Edad			No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
			F	M	Menor de 30	30-60	Mayor de 60				
1	Dalmen Roberto Velásquez	USAC - CUSAM		X		X		2366 29050 1202	San Marcos	59118972	
2	Santiago Fuentes de León	OMDEL - Tacana		X	X			2162 84848 1201	San Marcos	41795639	
3	Nivia Gabriela Barrios	Productora	X		X			2415 63399 0905	Quetzaltenango		
4	Angel Pérez Mendez	Productor		X	X			1873 50000 0924	Quetzaltenango		
5	Mario de León Díaz	USAC/CUSAM		X	X			2194 25017 1201	San Marcos	51301140	
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

Anexo 8. Listado de actores locales que participaron del taller y día de campo en Palestina de los Altos, Quetzaltenango.



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

USDA IICA

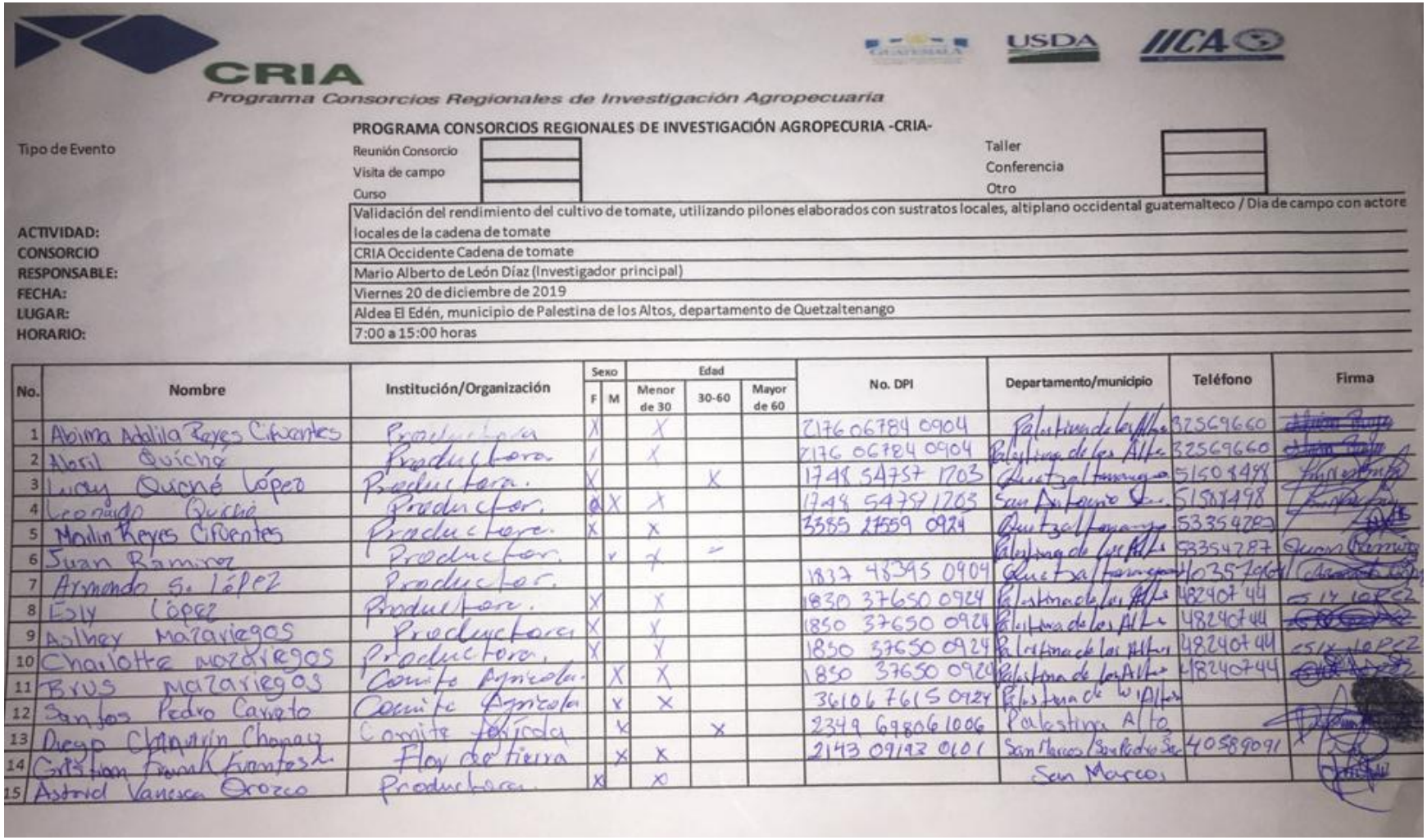
Tipo de Evento

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

Reunión Consorcio ☐ Taller ☐
Visita de campo ☐ Conferencia ☐
Curso ☐ Otro ☐

ACTIVIDAD:	Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Dia de campo con actore locales de la cadena de tomate
CONSORCIO	CRIA Occidente Cadena de tomate
RESPONSABLE:	Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
FECHA:	Viernes 20 de diciembre de 2019
LUGAR:	Aldea El Edén, municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango
HORARIO:	7:00 a 15:00 horas

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo F	Sexo M	Edad Menor de 30	Edad 30-60	Edad Mayor de 60	No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
1	Madin Quiché	Tecnico / Municipalidad	1	✓		/		1830 12682 1203	Qutgo / Palestina	40512876	
2	Fredy Perez Monzón	CUSAM / Cadena Tomate		✓		/		2374 93883 1201	San Marcos	43647369	
3	Dalila Marcela Lopez	Encargada CUSAM-Palestina	/			/		1714 01220 0901	Quetzaltenango/Palestina	40472374	
4	Victor Horacio Maldonado Lopez	COPAPA		✓		✓		1672 38248 0901	Qutgo/Palestina	45204968	
5	Elsa calderón	COPAPA	/			·	/	1854 35149 0924	Quetgo/Palestina	40294722	
6	Nivia Barrios	COPAPA	/			/		2415 63399 0905	Quetgo/Palestina	46305001	
7	Juan Diego Felipe	CUSAM-USAC		/		/		2613 87227 1226	San Marcos	33428677	
8	[illegible]	copapa		/		53			Laureles Palestina		
9	Ambrosio Pérez Díaz	COPAPA		/		/		1874 64380924	Palestina de los Altos	45308923	Perez
10	Francisca Rosario Cifuentes	COPAPA	/			✓			Palestina/Qutgo	58173553	FRCS
11	Ovidio Perez	Grupo de Tomate		/		/		34 43087 820924	Palestina de los Altos	44867758	
12	Regina Matilde Perez	Productores de Tomate	/			/		1862 18656 0924	Palestina/Qutzgo	47977436	
13	Bolivino Perez	Comite Agricola BV		/		/		1823 65948 0924	Palestina Quetzgo	46494309	
14	Regina Reginalda Gonzales	Comite Agricola BV	/			/		1862 20073 0924	Palestina Qutgo	53372247	
15	Elvira Maribel Gomez	Comite Agricola BV	/			/		1862 15045 0924	Palestina Qutgo	50310665	



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

USDA IICA

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

Tipo de Evento

Reunión Consorcio		Taller	
Visita de campo		Conferencia	
Curso		Otro	

ACTIVIDAD:	Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Dia de campo con actore locales de la cadena de tomate
CONSORCIO	CRIA Occidente Cadena de tomate
RESPONSABLE:	Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
FECHA:	Viernes 20 de diciembre de 2019
LUGAR:	Aldea El Edén, municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango
HORARIO:	7:00 a 15:00 horas

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo F	Sexo M	Edad Menor de 30	Edad 30-60	Edad Mayor de 60	No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
1	Abima Adalila Reyes Cifuentes	Productora	X		X			2176 06784 0904	Palestina de los Altos	32569660	[illegible]
2	Abril Quiché	Productora	X		X			2176 06784 0904	Palestina de los Altos	32569660	[illegible]
3	Lucy Quiché López	Productora.	X			X		1748 54757 1203	Quetzaltenango	51508498	[illegible]
4	Leonardo Quiché	Productor.	X	X	X			1748 54757 1203	San Antonio Sac.	51508498	[illegible]
5	Marlin Reyes Cifuentes	Productora.	X		X			3385 27559 0924	Quetzaltenango	53354287	[illegible]
6	Juan Ramirez	Productor.		X	X				Palestina de los Altos	53354287	Juan Ramirez
7	Armando S. López	Productor.						1837 48395 0904	Quetzaltenango	40357961	[illegible]
8	Esly López	Productora.	X		X			1830 37650 0924	Palestina de los Altos	48240744	ESLY LOPEZ
9	Aslhey Mazariegos	Productora	X		X			1850 37650 0924	Palestina de los Altos	48240744	[illegible]
10	Charlotte Mazariegos	Productora.	X		X			1850 37650 0924	Palestina de los Altos	48240744	ESLY LOPEZ
11	Brus Mazariegos	Comite Agricola.		X	X			1850 37650 0924	Palestina de los Altos	48240744	[illegible]
12	Santos Pedro Carreto	Comite Agricola		X	X			36106 7615 0924	Palestina de los Altos		[illegible]
13	Diego Chanavin Chonay	Comite Agricola		X		X		2349 69806 1006	Palestina Alto		[illegible]
14	Cristian Frank Fuentes L.	Flor de tierra		X	X			2143 09193 0101	San Marcos / San Pedro Sac.	40589091	[illegible]
15	Astrid Vanesca Orozco	Productora.	X		X				San Marcos		[illegible]

CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

USDA IICA

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

Tipo de Evento			
Reunión Consorcio		Taller	
Visita de campo		Conferencia	
Curso		Otro	

ACTIVIDAD: Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Dia de campo con actore locales de la cadena de tomate

CONSORCIO CRIA Occidente Cadena de tomate

RESPONSABLE: Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)

FECHA: Viernes 20 de diciembre de 2019

LUGAR: Aldea El Edén, municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango

HORARIO: 7:00 a 15:00 horas

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo F	Sexo M	Edad Menor de 30	Edad 30-60	Edad Mayor de 60	No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
1	Ernesto Lopez	Flor de Tierra.		X	X			2440 58970 1202	San Pedro Sac.	58102729	[illegible]
2	Benjamin Lopez	Flor de Tierra		X	X			2291 04213 1202	San Pedro Sacatep.	41107236	[illegible]
3	Eduardo Lopez	Copapa		X				1801 [illegible]	palestina	32 [illegible]	[illegible]
4	Augusto. Escobar	Copapa		X				1869892290924	palestina	58026518	[illegible]
5	Zara Rebeca Lopez Lux	buena bista						2905680720975	Palestina	[illegible]	[illegible]
6	Gabriela Barrios	COPAPA		X				2720500740977	Palestina	31045156	[illegible]
7	Silvia Curzeta Gonzales	Comite Agricola B.U.							palestina	[illegible]	[illegible]
8	Aroldo Cifuentes	Rayo de Luz El Desafio		X		X			palestina	58906123	[illegible]
9	Leonel Maldonado	Copapa		X		X			palestina	5948 [illegible]	[illegible]
10	Adelina mendez	buena vista	X			X		1854 35 270 0924	Palestina	4483223 [illegible]	[illegible]
11	Rosaura vásquez	Los Gonsalez	X			X		2713165860909	palestina	50329453	[illegible]
12	maida vásquez	Los Gonsalez	X			X			palestina	50	[illegible]
13	Angela Gonsalez	Los Gonzalez	X			X		1869682990924	palestina	53346202	
14	Yesenia Mendez	Los Gonzalez	X			X			palestina		
15	Manuela Escobar	Palmira	X			X			palestina	46757547	[illegible]

CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

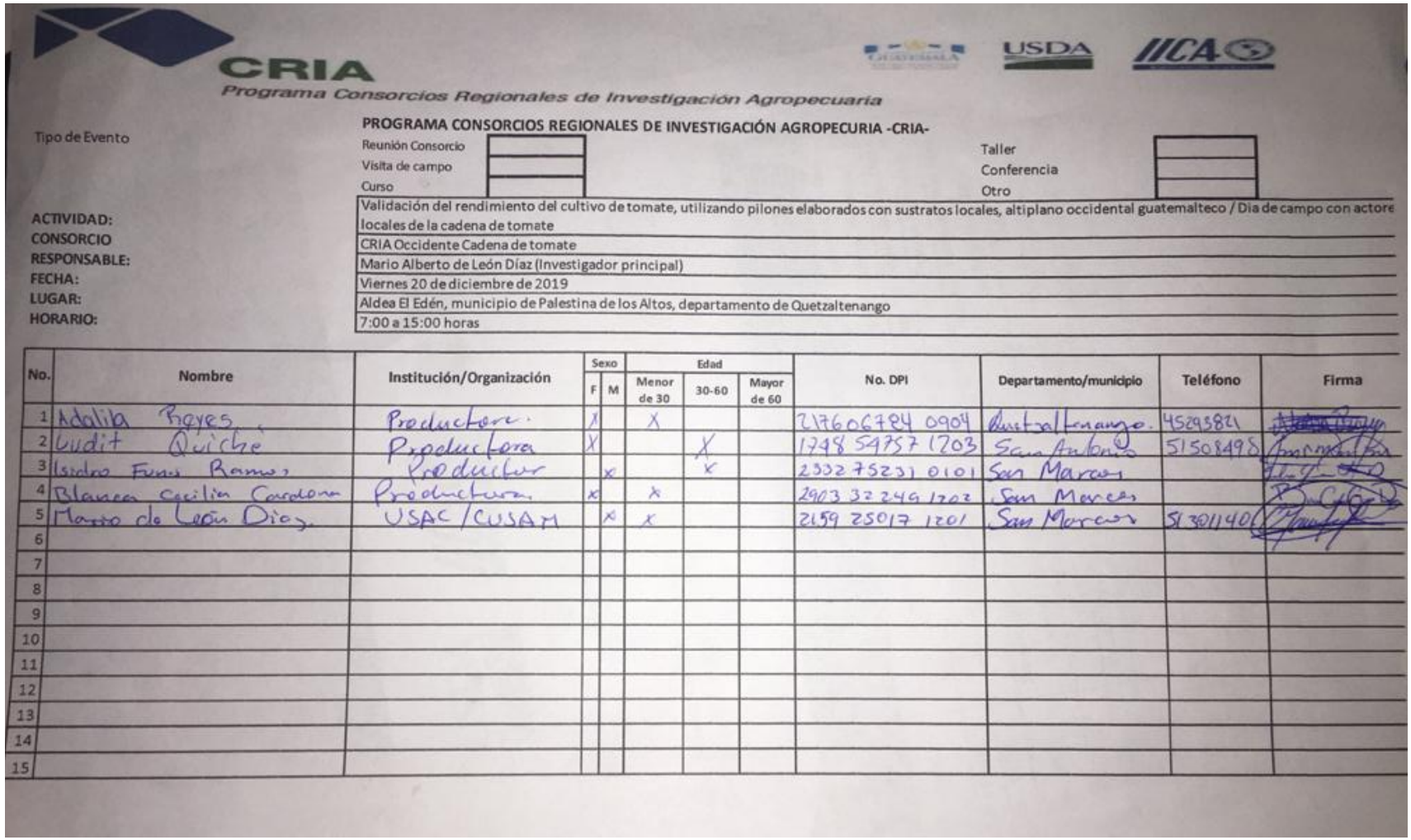
USDA IICA

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

Tipo de Evento			
Reunión Consorcio		Taller	
Visita de campo		Conferencia	
Curso		Otro	

ACTIVIDAD:	Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Dia de campo con actore locales de la cadena de tomate
CONSORCIO	CRIA Occidente Cadena de tomate
RESPONSABLE:	Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
FECHA:	Viernes 20 de diciembre de 2019
LUGAR:	Aldea El Edén, municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango
HORARIO:	7:00 a 15:00 horas

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo F	Sexo M	Edad Menor de 30	Edad 30-60	Edad Mayor de 60	No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
1	Pedro Carlos Gonzales	Comite de Productores Agri		x	x				Quetz Palestina	4621 2525	
2	Ovel Morales	Comite de Productores Agri		x	x			2167485109 24	Quetz Palestina	5569 8822	
3	Jose Gomez	Comite de Productores Agri		x			x	1627480510924	Quetz Palestina	46323230	
4	Enrique Vasquez	Comite de Productores Agri		x		x			Quetz Palestina	45456151	
5	Angel Perez mendez	Comite de Productores Agri		x		x		1873500000924	Quetz Palestina	52067506	
6	Fidel mendez Gonzales	grupo de tomate los Gonzales		x		x		1688881736924	Quetz Palestina	46670040	
7	Samuel Isai Ramirez Perez	Productores de Tomate		x	x				Quetz Palestina	50038308	
8	José Arturo cifuentes Maldonado	Productor		x		x		2447854731201	San Marcos	42762225	
9	Franclyn Yovani Orozco	Productor		x			x	3496254841201	San Marcos	54101267	
10	Oliver Edilzar Fuentes	Productor		x		x		1534235731202	San Marcos	50502080	
11	Oscar Enrique Dominguez Clemente	Productor		x	x			3305714437202	San Marcos.	56378022	
12	Vinicio Mateo Godinez	Productor		x		x		2617351212 02.	San Marcos	42751260	
13	Giovanni Orozco Juarez	Productor		x		x		2609131306 1201	San Marcos	55785510	
14	Edilzar Enrique Cardona Pérez	Productor		x	x			2745573201201	San Marcos	58292046	
15	Jose alvarado Martinez	Productor.		x		x		2834144650120 2.	San Marcos	51209228	



CRIA

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

USDA IICA

PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECURIA -CRIA-

Tipo de Evento

Reunión Consorcio		Taller	
Visita de campo		Conferencia	
Curso		Otro	

ACTIVIDAD:	Validación del rendimiento del cultivo de tomate, utilizando pilones elaborados con sustratos locales, altiplano occidental guatemalteco / Dia de campo con actore locales de la cadena de tomate
CONSORCIO RESPONSABLE:	CRIA Occidente Cadena de tomate
FECHA:	Mario Alberto de León Díaz (Investigador principal)
LUGAR:	Viernes 20 de diciembre de 2019
HORARIO:	Aldea El Edén, municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango
	7:00 a 15:00 horas

No.	Nombre	Institución/Organización	Sexo		Edad			No. DPI	Departamento/municipio	Teléfono	Firma
			F	M	Menor de 30	30-60	Mayor de 60				
1	Adalila Reyes	Productora.	X		X			2176067840904	Quetzaltenango.	45293821	
2	Uudit Quiche	Productora	X			X		1748 54757 1703	San Antonio	51508498	
3	Isidro Funes Ramos	Productor		X		X		2332 75231 0101	San Marcos		
4	Blanca Cecilia Cardona	Productora.	X		X			2903 32249 1202	San Marcos		
5	Mario de León Díaz.	USAC/CUSAM		X	X			2159 25017 1201	San Marcos	51301140	
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

CRIA

Programa Consorcios
Regionales de
Investigación Agropecuaria