



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA

- IICA -

PROGRAMA DE CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA

- CRIA -

REGIÓN NORTE

AGROCADENA DE CHILE CAHABONERO

VALIDACIÓN DE DOSIS DE LOMBRICOMPOST Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL  
CULTIVO DE CHILE CAHABONERO (*Capsicum annum L.*), EN CUATRO  
LOCALIDADES DE SANTA MARÍA CAHABÓN, ALTA VERAPAZ

MARCOS EDUARDO OXOM  
Investigador principal

JARED ANIBAL JUÁREZ CUC  
Investigador asociado

JORGE ARMANDO YAT CACAO  
Investigador asociado

Guatemala, octubre de 2021



**CRIA**



GOBIERNO *de*  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

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



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Oficina del IICA en Guatemala



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN   | i  |
| ABSTRACT  | ii |
| 1. <a href="#">Introducción</a>   | 1  |
| 2. <a href="#">Marco teórico</a>  | 1  |
| 2.1. <a href="#">Importancia económica</a>  | 1  |
| 2.2. <a href="#">Importancia de la productividad</a>  | 2  |
| 2.3. <a href="#">Factores de productividad y rentabilidad agrícola</a>  | 2  |
| 2.4. <a href="#">Validación de Tecnología</a>   | 3  |
| 3. <a href="#">Objetivos</a>  | 3  |
| 3.1. <a href="#">General</a>  | 3  |
| 3.2. <a href="#">Específicos</a>  | 3  |
| 4. <a href="#">Hipótesis</a>  | 4  |
| 5. <a href="#">Metodología</a>  | 4  |
| 5.1. <a href="#">Localidad y época</a>  | 4  |
| 5.2. <a href="#">Manejo del experimento</a>   | 5  |
| 5.3. <a href="#">Diseño experimental</a>  | 7  |
| 5.4. <a href="#">Tratamientos</a>   | 7  |
| 5.5. <a href="#">Tamaño de la unidad experimental</a>   | 7  |
| 5.6. <a href="#">Modelo estadístico</a>   | 8  |
| 5.6.1. <a href="#">Parcelas pareadas</a>  | 8  |
| 5.6.2. <a href="#">Análisis de estabilidad local</a>  | 8  |
| 5.6.3. <a href="#">Análisis de rentabilidad</a>   | 8  |
| 5.7. <a href="#">Variable respuesta</a>   | 9  |
| 5.8. <a href="#">Presentación y Análisis de la información</a>  | 9  |
| 5.8.1. <a href="#">Producción y productividad</a>   | 9  |
| 5.8.2. <a href="#">Estabilidad local</a>  | 11 |
| 5.8.3. <a href="#">Rentabilidad financiera</a>  | 15 |
| 5.8.4. <a href="#">Aceptación o respuesta de los actores locales</a>  | 19 |
| 5.9. <a href="#">Interpretación de los análisis estadísticos</a>  | 24 |
| 5.9.1. <a href="#">Comparación del rendimiento de chile seco en Kg /Ha</a>  | 24 |
| 5.9.2. <a href="#">Identificación de la variación o mejora en la productividad del cultivo de chile Cahabonero, en las diferentes localidades del ensayo.</a> | 24 |
| 5.9.3. <a href="#">Relación coste/ beneficio del tratamiento aplicado</a>   | 25 |
| 5.9.4. <a href="#">Grado de aceptabilidad de los productores</a>  | 25 |
| 6. <a href="#">Resultados</a>   | 27 |
| 7. <a href="#">Conclusiones</a>   | 27 |
| 8. <a href="#">Recomendaciones</a>  | 28 |
| 9. <a href="#">Anexo</a>  | 29 |
| 10. <a href="#">Referencias bibliográficas</a>  | 32 |



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

## VALIDACIÓN DE DOSIS DE LOMBRICOMPOST Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE CHILE CAHABONERO (*Capsicum annum L.*), EN CUATRO LOCALIDADES DE SANTA MARÍA CAHABÓN, ALTA VERAPAZ

### RESUMEN

La intervención del programa Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria -CRIA- del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA-, en el cultivo de chile Cahabonero en la región norte de Guatemala; ha producido un cambio muy marcado con la generación de técnicas básicas de cultivo y de transformación, además de haberle dado un enfoque de agro-cadena a esta actividad agro-productiva de mucha importancia económica en la región, pero principalmente en el municipio Santa María Cahabón.

En este trabajo de investigación, se tuvo la participación de veintidós pequeños productores de chile Cahabonero que “Validaron” dos tecnologías generadas en anteriores trabajos de investigación aplicada, las cuales son: dosis de una libra de abono orgánico lombricompost por planta, combinada con una densidad de siembra de 18,518 plantas/ Ha.

Los resultados obtenidos indican que el rendimiento de las parcelas con la aplicación de los tratamientos que fueron objeto de validación, en todos los casos fue superior a los de su respectivo testigo. La producción obtenida en las parcelas de validación en todas las comunidades, mostraron mejora en la productividad con un promedio de 27% de aumento en la producción de chile seco expresado en Kg/ Ha. Estas diferencias o mejoras de productividad como resultado del uso de la densidad de siembra y la dosis de lombricompost en comparación con los resultados de la forma tradicional de cultivo, son estadísticamente significativos

Basados en el precio promedio de venta local del año 2021, se determinó que la productividad de las parcelas de validación reflejó un margen de ganancia económica mayor que el de las parcelas testigo, en el 86.4% de las unidades experimentales.

Así mismo, el 85% de los pequeños productores de chile que tuvieron a su cargo la validación de la densidad de siembra y dosis de lombricompost en el cultivo de chile Cahabonero, estuvieron convencidos de los resultados positivos y ventajas que presentó la aplicación de estas actividades técnicas y manifestaron estar dispuestos a adoptar las prácticas.

En base a los resultados obtenidos se acepta como alternativa tecnológica la aplicación y adopción de estas dos prácticas o tratamientos para mejorar los resultados de producción y rendimiento del cultivo de chile Cahabonero en diferentes localidades

La investigación se realizó en cuatro localidades: El Carmen, Tzalamtun, San Martín Chichaj y Marbach del municipio Santa María Cahabón, departamento de Alta Verapaz Guatemala; en el periodo noviembre 2020 a agosto 2021, que es la época tradicional de cultivo para los productores de chile Cahabonero.

Palabras clave: validación, tecnología de cultivo, lombricompost, densidad, testigo, producción, productividad, chile seco, Cahabonero, rendimiento, margen de ganancia.

## ABSTRACT

The intervention of the Regional Consortium for Agricultural Research -CRIA- program of the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture -IICA-, in the cultivation of Cahabonero chili in the northern region of Guatemala; It has produced a very marked change with the generation of basic cultivation and transformation techniques, in addition to having given an agro-chain approach to this agro-productive activity of great economic importance in the region, but mainly in the municipality of Santa María Cahabón. .

Twenty-two small Cahabonero chili producers participated in this research work, and they “validated” two technologies generated in previous applied research works, which are: dose of one pound of organic vermicompost fertilizer per plant, combined with a density sowing of 18,518 plants / Ha.

The results obtained indicate that the performance of the plots with the application of the treatments that were the object of validation, in all cases, was higher than those of their respective control. The production obtained in the validation plots in all the communities, showed improvement in productivity with an average of 27% increase in the production of dry chili expressed in Kg / Ha. These differences or improvements in productivity as a result of the use of the sowing density and the dose of vermicompost compared to the results of the traditional way of cultivation, are statistically significant

Based on the average local sale price of the year 2021, it was determined that the productivity of the validation plots reflected a higher economic profit margin than that of the control plots, in 86.4% of the experimental units.

Likewise, 85% of the small chili producers who were in charge of the validation of the sowing density and dose of vermicompost in the Cahabonero chili crop, were convinced of the positive results and advantages that the application of these activities presented. techniques and expressed their willingness to adopt the practices.

Based on the results obtained, the application and adoption of these two practices or treatments is accepted as a technological alternative to improve the production and yield results of the Cahabonero pepper crop in different locations.

The research was carried out in four locations: El Carmen, Tzalamtun, San Martín Chichaj and Marbach of the Santa María Cahabón municipality, Alta Verapaz Guatemala department; in the period November 2020 to August 2021, which is the traditional growing season for Cahabonero pepper producers.

Keywords: validation, cultivation technology, vermicompost, density, control, production, productivity, dry chili, Cahabonero, yield, profit margin.

## Validación de dosis de lombricompost y densidad de siembra en el cultivo de chile Cahabonero, en cuatro localidades de Santa María Cahabón.

### 1. Introducción

La intervención del programa Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria -CRIA- del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA-, en el cultivo de chile Cahabonero en la región norte de Guatemala; ha producido un cambio muy marcado con la generación de técnicas básicas de cultivo y de transformación, además de haberle dado un enfoque de agro-cadena a esta actividad agro-productiva de mucha importancia económica en la región, pero principalmente en el municipio Santa María Cahabón.

Los pequeños agricultores que producen chile picante en Santa María Cahabón, lo hacen como parte de las prácticas productivas heredadas de sus ancestros, es decir que este cultivo en Cahabón, es ancestral y podría decirse que también es cultural.

A pesar de la conservación de las antiguas prácticas de producción y transformación, cuando el programa CRIA inició el proceso de generación de tecnología para la agro-cadena de este cultivo, los pequeños agricultores lo vieron con buenas expectativas y le dieron una amplia aceptación; de tal forma que casi un centenar de ellos se involucraron en el proceso y adoptaron las técnicas básicas de producción aún antes de presentarse los informes finales de los trabajos de investigación que oficializan los aportes generados.

La propuesta de distanciamientos de siembra fue de alto impacto para los pequeños productores, porque tradicionalmente el 95% de ellos sembraban al voleo. Así mismo, esas prácticas tradicionales no prevén la incorporación de alguna fuente de nutrientes para las plantas cultivadas.

El programa CRIA mantuvo su posición de promover el uso mínimo de productos químicos en el proceso de producción y propuso el uso de un abono orgánico, para lo cual se desarrolló un trabajo de investigación en el que se probaron tres diferentes tipos de ellos en distintas dosis; y el lombricompost resultó ser el más adecuado para mejorar la productividad del cultivo del chile picante tipo Cahabonero.

En este trabajo de investigación aplicada, se tuvo la participación de veintidós pequeños productores de chile Cahabonero que "Validaron" dos tecnologías generadas en anteriores trabajos de investigación, las cuales son: una dosis de abono orgánico lombricompost combinada con una densidad de siembra. Éstas son dos técnicas combinadas como un solo tratamiento que resultó con mejores resultados de producción y productividad en un reciente trabajo de investigación desarrollado en cuatro localidades de Santa María Cahabón.

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Importancia económica

En la actualidad, el cultivo de chile representa gran importancia económica y social, así tenemos que la producción de las especies que pertenecen al género (*Capsicum*) se ha incrementado en los últimos años a un ritmo de 3.3% anual en el mundo, y de 4% a nivel nacional (FAO, 2014). China se registra como el primer productor mundial con el 48% del total y México ocupa el segundo lugar de la producción con el 8%, de un total de 33,2 millones de TM.

Por otra parte, en la producción de chile seco; la India es el principal productor con el 46% del total de la producción; y México se ubica en el décimo lugar con el 2% del total producido en el mundo, el cual es de 2,613,124 TM.





**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

El IV censo nacional de Guatemala (2002-2003), reportó que el área de siembra de chile Cahabonero en ese período fue de 292 hectáreas con una producción de 454.5 TM y una media de producción por hectárea de 1.2 TM. Este rendimiento es relativamente bajo, si se toma en cuenta que en otros sistemas de producción se reporta una media de rendimiento por hectárea de 4.6 TM, con una diferencia por hectárea de 3.4 TM.

Con ésta información se considera que la productividad del cultivo de chile en este municipio puede mejorarse, haciendo uso de la investigación que ayude a incrementar el rendimiento para que el cultivo represente una alternativa para desarrollar la economía familiar de los agricultores.

## 2.2. Importancia de la productividad

Toda actividad de producción debe ser evaluada por parámetros de productividad, y éstas dos deben ser analizadas para conocer su rentabilidad. Es sabido que esta es la metodología para optimizar los recursos usados en los procesos productivos a fin de que aporten ingresos económicos, en especial las actividades de producción agrícola que fortalecen la economía familiar de los que dependen de ella.

Como ya se mencionó en la introducción de este documento, la característica cultural y ancestral del cultivo de chile Cahabonero no había permitido a los productores tener técnicas productivas ni mecanismos de control de productividad tales como registros de costos de producción y cálculos de rentabilidad; sin embargo, estas condiciones no le resta importancia económica porque además de ser parte principal de la dieta alimentaria les genera ingresos que forman parte importante de su economía familiar.

Por lo anterior, se hizo necesario mejorar la producción del cultivo por área, para subir la productividad, mejorar el margen de rentabilidad del cultivo y de los procesos de transformación primaria que realizan. Y no está demás mencionar que uno de los productos de la intervención del programa CRIA es que los productores de chile ya tienen las capacidades y las herramientas para llevar registro de sus costos de producción.

## 2.3. Factores de productividad y rentabilidad agrícola

La productividad agrícola se mide como el cociente entre la producción y los factores productivos. Esta tiene que ver con la eficacia y la eficiencia con que se usan los recursos. Calcular la producción agrícola de forma precisa es complicado, aunque los productos se midan por su peso fácilmente, suelen tener densidades muy diversas.

La productividad agrícola de una región es importante por varios motivos, aparte de las ventajas evidentes de ser capaces de producir más alimento; aumentar la productividad mejora las posibilidades de crecimiento y competitividad en los mercados agrícolas, así como las posibilidades de aumentar la renta. Además, también influye de forma significativa en la reducción de las migraciones interregionales. El incremento de la productividad agrícola también hace que mejore la eficiencia en la distribución de los recursos escasos.

A medida que los agricultores adoptan las nuevas tecnologías y aparecen diferencias en la productividad, los que sean más productivos experimentan incrementos de bienestar

El incremento de la productividad de una región genera una ventaja comparativa en los productos agrícolas, con lo cual la región será capaz de producir la misma cantidad de producto a un costo menor que otras regiones competidoras. Por lo tanto, la región aumenta su competitividad en el mercado local o regional, atrayendo más consumidores y aumentando el nivel de vida de sus habitantes.

La mejora en la productividad agrícola es especialmente importante en los países en vías de desarrollo ya que la agricultura familiar es de importancia económica. De esta manera la población puede cubrir sus necesidades básicas y, paulatinamente, usar su renta disponible en otra variedad





**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

de productos, mejorando sustancialmente su bienestar. También se genera un círculo virtuoso en el que los trabajadores ven oportunidades crecientes en el sector agrícola, retroalimentando el proceso de crecimiento de la productividad y desencadenando el desarrollo económico.

#### 2.4. Validación de Tecnología

Al igual que cualquier proceso de investigación, la validación de tecnologías puede realizarse para una en particular o para varias de ellas, que pueden o no estar ligadas entre sí. Por ejemplo, la validación de una tecnología simple puede consistir en validar una nueva variedad de algún cultivo específico.

Evidentemente la introducción de una o varias tecnologías producirá efectos de mayor o menor grado en aspectos productivos de la finca; por esta razón, el entendimiento de las diversas relaciones que rigen el sistema finca es fundamental para lograr una intervención exitosa. (Radulovich, 1993).

En el proceso de validación de una nueva tecnología, es el productor quien maneja la mayor parte del estudio y los técnicos –investigadores– solamente observan y anotan. No es exageración decir que el productor es uno de los investigadores en el proceso de validación, y obtener sus impresiones y preferencias sobre la nueva tecnología es fundamental en la consolidación de los datos obtenidos por otros medios.

El ensayo de validación utiliza prácticas experimentales sencillas, un ensayo de esta naturaleza no es para determinar la rigurosidad científica de las diferencias significativas entre tratamientos, sino que determina las suficientes evidencias prácticas para despejar la hipótesis planteada. En cualquier ensayo de campo que se realice para validar una tecnología, se requiere hacer un análisis estadístico que obliga a organizar los datos agronómicos y económicos obtenidos y permita una mayor seguridad al momento de interpretar los resultados, sobre todo para responder a la pregunta crucial si la tecnología nueva o introducida supera o no la tecnología local en aspectos previamente definidos.

### 3. Objetivos

#### 3.1. General

Validar el tratamiento promisorio integrado por una dosis de lombricompost y una densidad de siembra en el cultivo de chile Cahabonero, en veintidós parcelas de pequeños productores distribuidos en cuatro localidades de Santa María Cahabón.

#### 3.2. Específicos

- 3.2.1. Comparar el rendimiento de chile Cahabonero en las parcelas donde se aplicó el tratamiento de dos prácticas combinadas, con la forma tradicional que el productor maneja su cultivo.
- 3.2.2. Identificar la variación o mejora en la productividad del chile Cahabonero que aportó esta técnica en las distintas localidades del municipio, en comparación del sistema tradicional de los productores.
- 3.2.3. Calcular la relación coste/beneficio del tratamiento aplicado en la producción de chile Cahabonero, con la finalidad de hacer el comparativo con el sistema tradicional del agricultor.
- 3.2.4. Determinar el grado de aceptabilidad de los productores para esta práctica en el cultivo de chile Cahabonero.



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

#### 4. Hipótesis

H0: El tratamiento promisorio no es funcional en todas las localidades intervenidas, no mejora la productividad del cultivo de chile Cahabonero y no es aceptado por los agricultores.

H1: El tratamiento promisorio es funcional en todas las localidades intervenidas, mejora la productividad del cultivo de chile Cahabonero y es aceptado por los agricultores.

#### 5. Metodología

La actividad se desarrolló de acuerdo con el esquema metodológico de generación de tecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, por medio de parcelas pareadas de prueba. Estas parcelas fueron conducidas por cada agricultor dueño; el aspecto más relevante es que son los agricultores quienes evaluaron la tecnología. Se procuró fortalecer las capacidades del agricultor para el procedimiento empleado en la conducción y manejo de la parcela, observar los efectos y determinar el valor de las tecnologías puestas a prueba; y al final obtener la información correcta. Se concluye que lo relevante es que el agricultor condujo la parcela de prueba, con la orientación de los investigadores, en los siguientes aspectos.

##### 5.1. Localidad y época

La cabecera municipal de Santa María Cahabón del departamento de Alta Verapaz, se encuentra ubicada a 92 kilómetros de la ciudad de Cobán y a 304 de la Ciudad Capital. Dicho municipio limita al norte con los municipios de Fray Bartolomé de las Casas y Chahal (Alta Verapaz); al sur con el municipio de San Antonio Senahú (Alta Verapaz), al este con los municipios de Panzós (Alta Verapaz) y el Estor (Izabal); y al oeste con los municipios de San Pedro Carchá y San Agustín Lanquín (Alta Verapaz).

Se seleccionaron las localidades Tzalamtun, El Carmen, Marbach y Chichaj del municipio de Santa María Cahabón; de estas 4 localidades, en El Carmen y Marbach aún no había presencia o cobertura del programa CRIA lo cual motivó la selección de estas comunidades para tener la oportunidad de incorporar nuevos grupos de actores locales al Programa.

En cada localidad se socializó el proyecto y se seleccionó a los productores de chile que manifestaron interés y compromiso para desarrollar el estudio.

Las unidades experimentales se establecieron en cuatro localidades de Santa María Cahabón que son representativas de las zonas productoras de chile, en el municipio:

Marbach: este es un caserío ubicado en las riberas del río Cahabón y a 15 Km al sur-este de la cabecera municipal; sus áreas de cultivo están en las faldas de las montañas del lado sur de dicho río, las parcelas en esta localidad estuvieron en ubicaciones con altitudes desde 280 hasta 328 msnm. Los suelos en esta área son franco-arenosos con partes muy arcillosas que facilitan la retención de humedad.

Tzalamtun: esta es una aldea ubicada en laderas de las montañas a 22 Km al sur de la cabecera del municipio, con suelos franco-arenosos; las parcelas en esta localidad estuvieron en altitudes de 333 y 431 msnm.

El Carmen: esta una aldea ubicada en la cima del sistema montañoso a 45 Km al sur-oeste de la cabecera municipal, con suelos arcillosos y franco-arcillosos; las parcelas en esta localidad estuvieron ubicadas entre los 470 y 542 msnm.

San Martín Chichaj: este es un caserío ubicado a 6 km al Este de la cabecera municipal, por la ribera del río Actelhá, el cual es afluente del río Cahabón. Con suelos francos, profundos y buen drenaje; las parcelas en esta localidad estuvieron ubicadas en altitud media de 212 msnm.

[Ver mapa de ubicación en el Anexo](#)

En cuanto a la época, todas las parcelas se sembraron entre los meses de diciembre y enero; que es la temporada tradicional de siembra del chile Cahabonero, en todas las regiones de Santa María Cahabón.

## 5.2. Manejo del experimento

El equipo de realizó visitas técnicas de monitoreo a las unidades experimentales, cada 3 semanas para revisar el desarrollo de las parcelas y la supervisión de actividades asignadas; desde el inicio se determinó que el propietario de la parcela era el responsable de su respectiva unidad experimental, se le dio acompañamiento técnico para el establecimiento de las mismas y las indicaciones pertinentes, dejando claro que debían manejar la unidad experimental como lo ha hecho tradicionalmente desde la siembra hasta la cosecha; con la única variante de que a la parcela de validación se le aplicó los dos tratamientos a validar.

Los integrantes del equipo de investigación se turnaron para realizar las visitas y en algunas ocasiones las visitas las hicieron todos juntos; en cada visita se hizo la revisión y supervisión para la correcta aplicación de la tecnología que se aplica y del estado de desarrollo del cultivo, asegurándose de emitir las recomendaciones pertinentes y tomar los respectivos datos necesarios para el análisis estadístico final.

El ensayo de validación utilizó prácticas experimentales sencillas, un ensayo de esta naturaleza no es para determinar la rigurosidad científica de las diferencias significativas entre tratamientos, sino que determinar las suficientes evidencias prácticas para despejar la hipótesis planteada.

Sin embargo, como en cualquier ensayo de campo se requirió hacer un análisis estadístico que obliga a organizar los datos agronómicos y económicos obtenidos en campo, y permitió una mayor seguridad al momento de interpretar los resultados, sobre todo en cuanto a la pregunta crucial si la tecnología nueva o introducida supera o no la tecnología local en aspectos previamente definidos.

### Preparación de terreno

Para ambas parcelas en cada localidad se realizó la limpia correspondiente, como primer paso para la preparación del terreno. En la parcela para la validación de tecnologías se realizó el trazado para las posturas de siembra con el distanciamiento a validar, de 90 cm entre surcos y 60 cm entre plantas. Los surcos se orientaron en contra de la pendiente con la finalidad de disminuir la erosión del suelo. No así en la parcela testigo, porque la siembra tradicional al voleo no requiere otra labor aparte de la limpia del terreno.

En la parcela de validación, en el lugar de cada postura se hizo un picado de suelo a 15 cm de profundidad y un mullido superficial, con la finalidad de crear la mejor condición del suelo para la colocación de la semilla en el momento de la siembra y para la aplicación de la dosis de lombricompost, ya que los suelos de Cahabón son pesados y compactos; este trabajo se llevó a cabo con al menos 3 días de anticipación a la siembra.

### Semilla

Es de suma importancia resaltar que se utilizó la semilla propia de cada productor que se involucró para la ejecución y desarrollo de este estudio de validación, siguiendo su método artesanal de obtención o extracción de la semilla.

### Siembra

Considerando que este trabajo de investigación únicamente estuvo dirigido a distanciamiento de siembra y dosis de abono orgánico, todas las demás actividades de cultivo se realizaron exactamente a la manera del agricultor dueño de cada parcela.

Por lo anterior, la siembra se realizó de la forma en que el dueño de parcela acostumbraba.



CRIA



GOBIERNO de  
GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Es importante hacer notar que en el 100% de las parcelas de validación se usó el método de siembra directa por postura, en surcos a nivel con los distanciamientos acordes a la densidad poblacional de plantas a validar. Esto se hizo de esta manera, debido a que este estudio de validación de tecnologías únicamente debía interferir en dos aspectos productivos: la siembra con distanciamiento y la aplicación de la dosis indicada de abono orgánico lombricompost y todas las demás actividades debían ser realizadas de la forma tradicional del productor validador. Por lo cual no se consideró oportuno usar siembra indirecta con pilones de chile Cahabonero en las parcelas de validación, porque representaría una diferencia más de la parcela de validación respecto al testigo y seguramente hubiese sido una ventaja no prevista en este “Estudio de Validación de Tecnologías.

En todas las parcelas de validación la siembra directa se hizo en surcos a nivel, colocando 6 semillas por postura para asegurar la germinación y sobrevivencia de las plantas.

Una vez que las plantas alcanzaron altura de 15 cm se hizo un raleo dejando únicamente una planta por postura; así mismo, se aprovechó las mejores plántulas raleadas para resembrar en las posturas donde no hubo germinación para asegurar la densidad de siembra a validar.

En todas las parcelas testigo se realizó la siembra al voleo, en la forma tradicional de cada dueño de parcela; sin interferencia o cambio alguno por parte del equipo de investigación.

#### Monitoreo de plagas y enfermedades

En cada visita que realizada el equipo de investigación hizo un monitoreo de plagas y enfermedades y de esta manera se pudo anticipar o prevenir un ataque o daño repentino. Así mismo, se capacitó a cada agricultor dueño de parcela para realizar monitoreo de plagas y enfermedades y de esta manera no se limitó esta actividad y uso de esta herramienta, a las visitas de los técnicos investigadores.

#### Manejo fitosanitario

Desde un inicio no estaba prevista la utilización de productos químicos para control de insectos o enfermedades, exceptuando casos muy severos de plagas o enfermedades a niveles que pusieran en riesgo a la mayoría de las plantas de las áreas en estudio y hubiese existido una amenaza de perder las parcelas de investigación.

Las mayores dificultades de este tema se tuvieron por la presencia y ataque de insectos del género de las Scicadas que son perforadores del follaje, en el 90% de las parcelas experimentales; por lo cual se realizaron aplicaciones de insecticidas biológicos a base de *Metarhizium* y de extractos de Neem, para el manejo de los niveles de población y disminución de daños.

En la localidad San Martín Chichaj se tuvo la presencia y ataque del ácaro (*Tetranychus urticae*) conocido comúnmente como arañita roja. Para su control se hizo tres aplicaciones de acaricida a base de *Metarhizium* + aceite vegetal encapsulante.

En la localidad Marbach se tuvo presencia de la enfermedad “Marchitez del chile Cahabonero”; de acuerdo a lo reportado por Juárez Cuc, Juárez Quim y Yat Cacao<sup>1</sup>, esta enfermedad es causada por el ataque de los hongos del suelo: (*Phytophthora sp*) y (*Fusarium sp.*)

En este caso se hicieron tres aplicaciones del fungicida orgánico FungiOne, que está elaborado a base de extractos vegetales y azufre, pero no por la agresividad de esta enfermedad no fue posible detener totalmente su efecto negativo en las plantas de chile Cahabonero; con la salvedad de que se presentó en la fase final del experimento, en la mayoría de las plantas se logró llevarlas a cosecha

---

1 Determinación del agente causal de la marchitez del cultivo de chile cahabonero (*Capsicum annum sp*) y evaluación de métodos de control químico, biológico y orgánico, bajo condiciones de invernadero en el municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala. IICA-CRIA 2021.

### Manejo de malezas

Las plantas arvenses que se consideran malezas se les hizo un control de población o crecimiento de tal forma que no perjudicara el desarrollo normal de las plantas de chile, se realizó de forma mecánica con machete o azadón, según la forma tradicional del dueño de parcela.

### Fertilización

Tradicionalmente los productores de chile Cahabonero no aplican fertilizantes químicos ni orgánicos; por esta razón, la única aplicación de fuente de fertilización en todas unidades experimentales fue la dosis de lombricompost objeto de validación en todas las parcelas de estudios a validar.

La dosis de lombricompost aplicada fue de 1 libra por planta, de acuerdo a la tecnología validada. La aplicación se realizó únicamente a las plantas de las parcelas de validación, a los 70 días después de la siembra y después de haber hecho el raleo en cada postura de siembra.

El lombricompost se aplicó incorporado al suelo, en semi-círculo o media luna alrededor de cada planta, con promedio de 25 cm de diámetro, pero separado 10 cm del tallo de la planta para evitar toxicidad y daños al sistema radicular. Antes de aplicar la dosis de abono orgánico se hizo un leve escarbado alrededor de cada planta con las indicaciones ya mencionadas para que el lombricompost quede incorporado y lo más mezclado posible con el suelo; cubierto con una delgada capa de suelo.

### 5.3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de parcelas pareadas, debido a que en la validación de tecnología interesa cuantificar el rendimiento del cultivo, calificar el grado de aceptabilidad del productor, a través del rendimiento y las variables fisiológicas del cultivo producido con el tratamiento de dos tecnologías combinadas y la comparación con la forma tradicional del productor.

Se realizó un análisis de estabilidad de los efectos del tratamiento, con la finalidad de estimar el nivel de adaptabilidad de estas dos prácticas combinadas para cada localidad intervenida y determinar su rendimiento en el total de las localidades.

### 5.4. Tratamientos

- 5.4.1. Aplicación de abono orgánico lombricompost a razón de 1 libra por planta y siembra con distanciamiento de 0.6m entre plantas y 0.9 m entre surcos, equivalente a una densidad de 18,518 plantas por Ha (área neta)
- 5.4.2. Sistema y forma tradicional de siembra del agricultor dueño de la parcela.

### 5.5. Tamaño de la unidad experimental

Cada unidad experimental tuvo un área total bruta de 882 m<sup>2</sup> equivalente a dos cuerdas de terreno, tanto la parcela con las tecnologías a validar y la parcela cultivada de la forma tradicional del agricultor tuvieron un tamaño bruto de 441 metros cuadrados (una cuerda), cada una.

Dentro de cada parcela bruta se delimitó una parcela neta con área experimental de 36 metros cuadrados, en el cual se tomaron los datos pertinentes para establecer el comportamiento de los efectos del tratamiento en comparación del sistema tradicional de cultivo del agricultor. Esta delimitación del área experimental neta ayudó a reducir el sesgo de datos y efectos de orilla.





**CRIA**



GOBIERNO de  
GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

## 5.6. Modelo estadístico

### 5.6.1. Para parcelas pareadas

Tomando en cuenta que se tienen 22 unidades experimentales, los cuales nos dan 22 datos para cada variable a analizar; se usó el modelo estadístico t de Student utilizado para evaluar parcelas pareadas con menos de 30 datos, con la siguiente fórmula:

$$t = \bar{d} / S_d$$

Donde:

$\bar{t}$  = valor de t de Student.

$\bar{d}$  = promedio de las diferencias de rendimiento del cultivo de chile Cahabonero entre la tecnología validada y la forma local como testigo.

$S_d$  = error estándar de las medias de las diferencias entre rendimiento del cultivo de chile Cahabonero.

### 5.6.2. Para el análisis de estabilidad, se usó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = U_i + B_i + I_j + S_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Media del tratamiento a validar i en el ambiente j

$U_i$  = Media general del tratamiento a validar i en todos los ambientes

$B_i$  = Coeficiente de regresión que mide la respuesta del tratamiento a validar i al variar los ambientes

$I_j$  = Índice ambiental del ambiente j-ésimo, que se calcula como la desviación del promedio en un ambiente dado a partir del promedio general

$S_{ij}$  = Desviación de la regresión del tratamiento a validar i en el ambiente j

$E_{ij}$  = Error experimental

### 5.6.3. Para el análisis de la rentabilidad, se usó el siguiente método estadístico para conocer el % de rentabilidad obtenida sobre el total invertido.

$$RN = \frac{iV - iT}{iT} \times 100$$

Donde:

RN = rentabilidad neta

iV = ingreso total por ventas

iT = inversión total

**CRIA**GOBIERNO de  
GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI

Oficina del IICA en Guatemala



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

## 5.7. Variables de respuesta

- 5.7.1. Rendimiento del cultivo de chile Cahabonero, cantidad de fruto seco expresado en kilogramos por hectárea. Cantidad total de producción durante el ciclo de cultivo para cada tratamiento, variable cuya medida se hizo posterior al proceso de secado del chile Cahabonero (66% de pérdida de humedad en peso).
- 5.7.2. Determinación estadística de la variación o mejora en la productividad del chile Cahabonero aportadas por las tecnologías validadas en comparación con el cultivo tradicional del agricultor, en las diferentes localidades del ensayo.
- 5.7.3. Grado de rentabilidad de la producción obtenida como resultado de las tecnologías utilizada en términos de la relación costo/beneficio.
- 5.7.4. Nivel de aceptabilidad que presentó en el agricultor las tecnologías validadas, con base en el rendimiento y la rentabilidad del cultivo.

## 5.8. Presentación y Análisis de la información

### 5.8.1. Producción y productividad

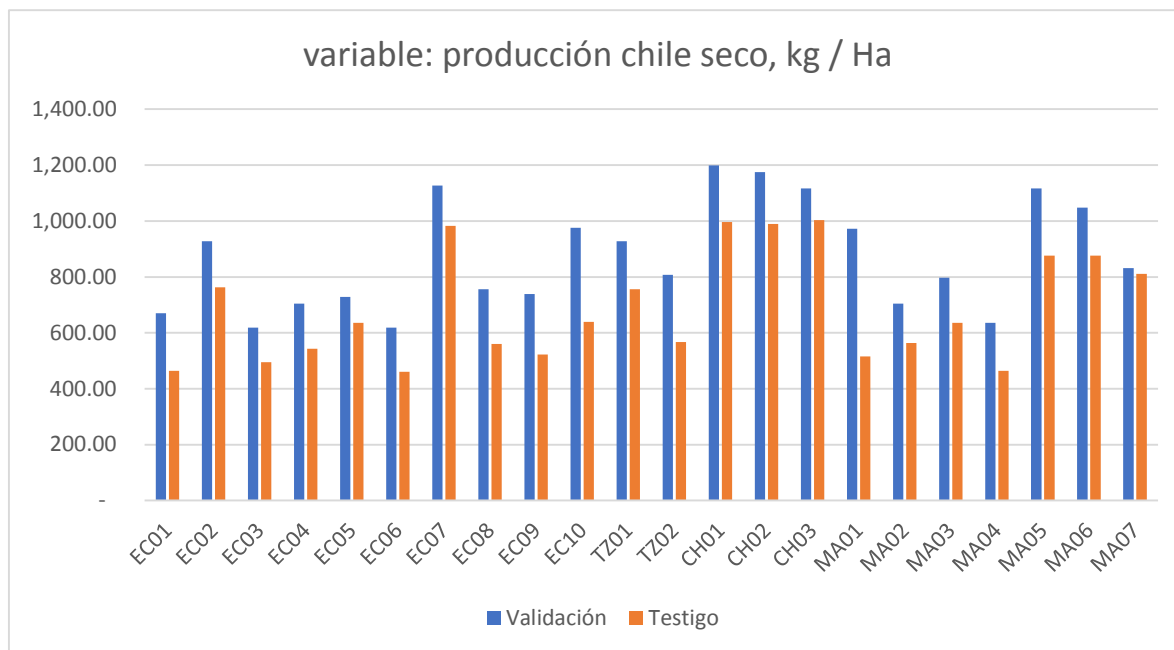
Por ser una práctica que busca mejorar la producción y la productividad; se tomaron y registraron los resultados de rendimiento en fresco y seco de la totalidad de frutos del cultivo que se encontró en la unidad experimental delimitada para el efecto (Kg/ Ha).

| Localidad | Código | Producción chile fresco,<br>Lb x cuerda |         | producto chile seco,<br>Lb x cuerda |         | producto chile seco,<br>Kg / Ha |          |
|-----------|--------|---|---------|-------------------------------------|---------|---------------------------------|----------|
|           |        | Validación                              | Testigo | Validación                          | Testigo | Validación                      | Testigo  |
| El Carmen | EC01   | 195                                     | 135     | 65                                  | 45      | 669.96                          | 463.82   |
| El Carmen | EC02   | 270                                     | 222     | 90                                  | 74      | 927.64                          | 762.73   |
| El Carmen | EC03   | 180                                     | 144     | 60                                  | 48      | 618.43                          | 494.74   |
| El Carmen | EC04   | 205                                     | 158     | 68                                  | 53      | 704.32                          | 542.84   |
| El Carmen | EC05   | 212                                     | 185     | 71                                  | 62      | 728.37                          | 635.61   |
| El Carmen | EC06   | 180                                     | 134     | 60                                  | 45      | 618.43                          | 460.39   |
| El Carmen | EC07   | 328                                     | 286     | 109                                 | 95      | 1,126.92                        | 982.62   |
| El Carmen | EC08   | 220                                     | 163     | 73                                  | 54      | 755.86                          | 560.02   |
| El Carmen | EC09   | 215                                     | 152     | 72                                  | 51      | 738.68                          | 522.23   |
| El Carmen | EC10   | 284                                     | 186     | 95                                  | 62      | 975.74                          | 639.04   |
| Tzalamtun | TZ01   | 270                                     | 220     | 90                                  | 73      | 927.64                          | 755.86   |
| Tzalamtun | TZ02   | 235                                     | 165     | 78                                  | 55      | 807.39                          | 566.89   |
| Chichaj   | CH01   | 349                                     | 290     | 116                                 | 97      | 1,199.07                        | 996.36   |
| Chichaj   | CH02   | 342                                     | 288     | 114                                 | 96      | 1,175.02                        | 989.49   |
| Chichaj   | CH03   | 325                                     | 292     | 108                                 | 97      | 1,116.61                        | 1,003.23 |
| Marbach   | MA01   | 283                                     | 150     | 94                                  | 50      | 972.31                          | 515.36   |
| Marbach   | MA02   | 205                                     | 164     | 68                                  | 55      | 704.32                          | 563.46   |
| Marbach   | MA03   | 232                                     | 185     | 77                                  | 62      | 797.09                          | 635.61   |
| Marbach   | MA04   | 185                                     | 135     | 62                                  | 45      | 635.61                          | 463.82   |
| Marbach   | MA05   | 325                                     | 255     | 108                                 | 85      | 1,116.61                        | 876.11   |
| Marbach   | MA06   | 305                                     | 255     | 102                                 | 85      | 1,047.89                        | 876.11   |
| Marbach   | MA07   | 242                                     | 236     | 81                                  | 79      | 831.44                          | 810.83   |

Tabla 1: Producción de chile fresco y seco en cada unidad experimental  
Elaboración propia



El siguiente gráfico estadístico muestra el comportamiento de la variable respuesta: kg de chile seco / Ha, en la totalidad de las unidades experimentales.



Gráfica 1: Producción de chile seco en cada unidad experimental, kg / Ha  
 Elaboración propia, gráficos de Excel

Basados en que el ensayo de validación utiliza prácticas experimentales sencillas y que un ensayo de esta naturaleza no es para determinar la rigurosidad científica de las diferencias significativas entre tratamientos, sino que determina las suficientes evidencias prácticas para despejar la hipótesis planteada; debemos hacer notar que la mayor producción en las parcelas de validación fue equivalente a 1,199.07 Kg /Ha y la menor producción fue equivalente a 618.43 Kg/ Ha.

Mientras que en las parcelas testigo la mínima producción obtenida fue equivalente a 460.39 Kg /Ha y la máxima fue equivalente a 1,003.23 Kg /Ha.

Cabe mencionar que Tení Cacao y Sandoval Aguirre<sup>1</sup> reportan que la producción media de los productores de chile Cahabonero con su sistema tradicional de cultivo, es de 700 Kg /Ha; lo cual se puede confirmar en este estudio de validación de tecnologías en cuyas parcelas testigo se obtuvo una media de producción de chile Cahabonero ya seco equivalente a 687.14 Kg /Ha, resultados e información reunida de cuatro diferentes localidades intervenidas.

El siguiente análisis estadístico de los datos se hizo con la inferencia basada en dos muestras y Prueba t apareada de la t de Student, usando el Software estadístico Infostat

<sup>1</sup> Generación de tecnología para mejorar la productividad del chile Cahabonero (*Capsicum spp.*) en áreas productoras del departamento de Alta Verapaz; Fase I: Multiplicación, conservación y caracterización de germoplasma de chile Cahabonero de agricultores de Santa María Cahabón. Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala. IICA-CRIA 2018.



**CRIA**



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



C:\Users\pc\Desktop\Validación DSyDL\Análisis estadístico\tabla x comunidad.IDB2 : 16/10/2021

**Prueba T (muestras apareadas) Rendimiento de chile seco Kg / Ha**

| Obs(1)     | Obs(2)  | N  | media(dif) | Media(1) | Media(2) | DE(dif) | LI(95%) | LS(95%) | T     | Bilateral |
|------------|---------|----|------------|----------|----------|---------|---------|---------|-------|-----------|
| Validación | Testigo | 22 | 185.37     | 872.52   | 687.14   | 86.13   | 147.18  | 223.56  | 10.10 | <0.0001   |

Realizada la prueba de T para medias pareadas, el valor de P encontrado es inferior al alfa 0.5 por lo que se rechazó la hipótesis nula H0 y se aceptó la hipótesis alternativa H1; es decir que el tratamiento promisorio fue funcional en todas las localidades intervenidas y mostró mejoras en la productividad del cultivo de chile Cahabonero. Con un 95% de confianza se puede afirmar que la diferencia de medias de los tratamientos se encuentra dentro de los límites aceptables para establecer que se acepta la hipótesis alternativa H1, respecto a que la aplicación de la densidad de siembra y la dosis de lombricompost mejora significativamente la productividad del cultivo de chile Cahabonero.

Además, se confirmó las diferencias entre la producción de los tratamientos por medio del análisis de varianza ANAVA, con el método de Tukey para comparaciones múltiples.

**Análisis de la varianza, producción chile seco Kg/Ha**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Columna2 | 44 | 0.19           | 0.17              | 24.85 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.     | SC         | gl | CM        | F     | p-valor |
|----------|------------|----|-----------|-------|---------|
| Modelo.  | 377989.82  | 1  | 377989.82 | 10.07 | 0.0028  |
| Columna1 | 377989.82  | 1  | 377989.82 | 10.07 | 0.0028  |
| Error    | 1576900.17 | 42 | 37545.24  |       |         |
| Total    | 1954890.00 | 43 |           |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=117.90164**

Error: 37545.2423 gl: 42

Columnal Medias n E.E.

Test 687.14 22 41.31 A

Valid 872.52 22 41.31 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La cual también rechaza la hipótesis nula H0 al clasificar en categorías totalmente distintas a los dos tratamientos.

**5.8.2. Estabilidad local**

Se realizó el análisis de estabilidad local, para determinar el nivel de adaptabilidad y estabilidad que presentan las tecnologías propuestas, en las diferentes localidades.

| Localidad | Código | Producción chile fresco, Lb x cuerda |         | producto chile seco, Lb x cuerda |         | producto chile seco, Kg / Ha |         |
|-----------|--------|--------------------------------------|---------|----------------------------------|---------|------------------------------|---------|
|           |        | Validación                           | Testigo | Validación                       | Testigo | Validación                   | Testigo |
| El Carmen | EC     | 229                                  | 177     | 76                               | 59      | 786.44                       | 606.40  |
| Tzalamtun | TZ     | 253                                  | 193     | 84                               | 64      | 867.52                       | 661.38  |
| Chichaj   | CH     | 339                                  | 290     | 113                              | 97      | 1,163.56                     | 996.36  |
| Marbach   | MA     | 254                                  | 197     | 85                               | 66      | 872.18                       | 677.33  |

Tabla 2: Promedios de la producción de chile fresco y seco de las parcelas de cada comunidad  
Elaboración propia



**CRIA**



GOBIERNO de GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI

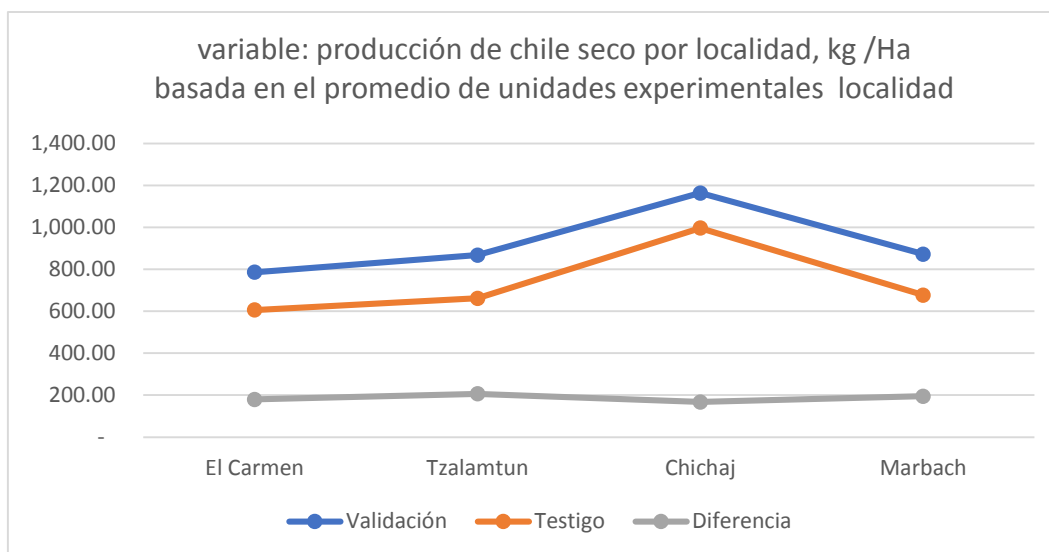


Oficina del IICA en Guatemala



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

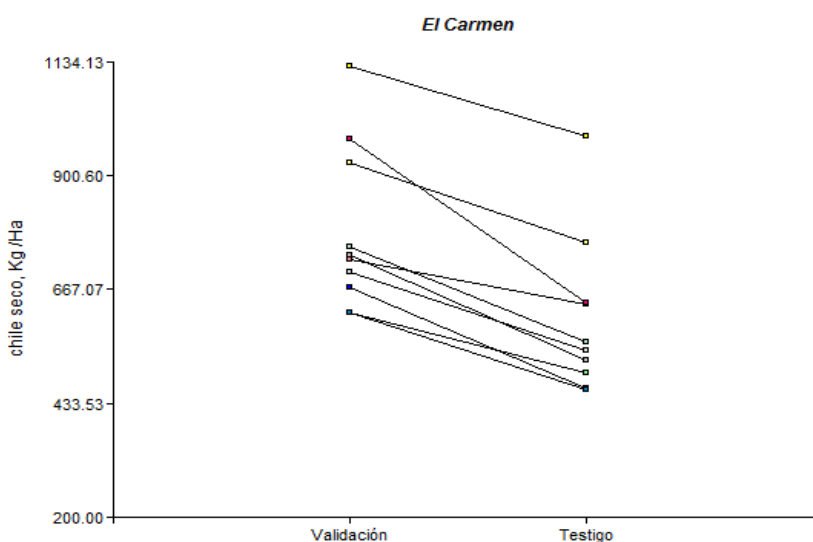
La herramienta gráfica estadística presenta una imagen rápida del comportamiento de la producción de chile Cahabonero seco, en cada comunidad intervenida con las tecnologías propuestas para el desarrollo de este estudio de validación.



Gráfica 2: Producción de chile seco, promedio de las unidades experimentales en cada localidad, kg / Ha  
Elaboración propia, gráficos de Excel

Es evidente que la localidad Chichaj tuvo la mayor tasa de producción expresado en Kg de producto seco/ Ha y esta misma localidad tuvo la menor diferencia de los índices de producción entre tratamientos, lo cual refleja los efectos de la calidad de suelo para el cultivo de chile Cahabonero específicamente en el lugar donde se desarrolló este estudio; sin embargo, el rango de diferencias de producción de chile seco entre las parcelas de validación y testigo de todas las localidades no presenta variantes de importancia estadística.

Graficadas las diferencias de productividad entre validación y testigo, dentro de cada localidad; son las siguientes



Gráfica 3: Diferencias de producción de chile seco, en las 10 unidades experimentales de la localidad El Carmen; kg / Ha. Elaboración propia; gráfico Do-plot de perfiles multivariados, INFOSTAT



**CRIA**



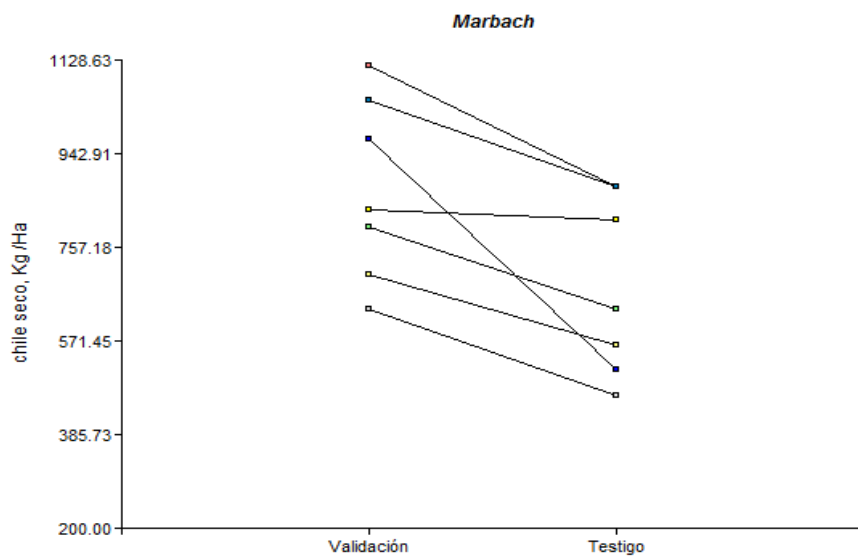
GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



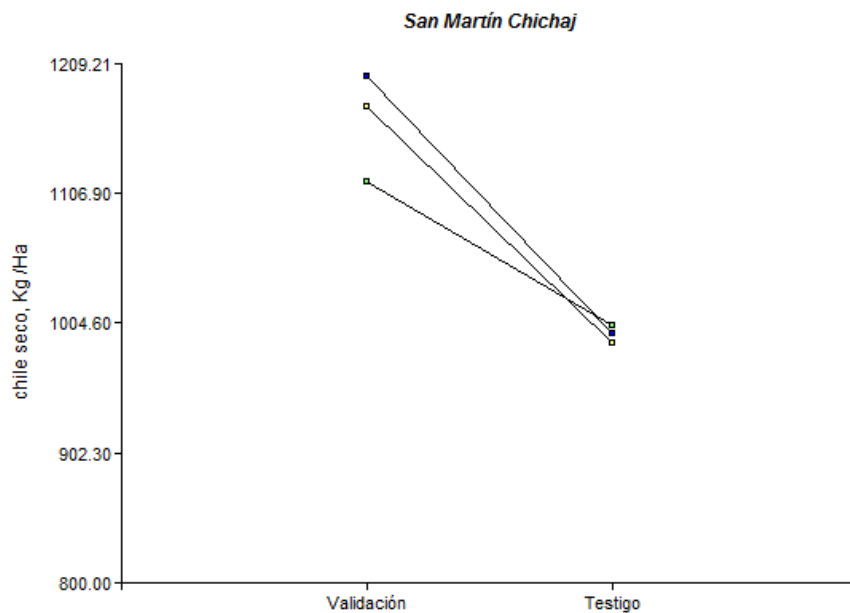
Oficina de IICA en Guatemala



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Gráfica 4: Diferencias de producción de chile seco, en las 7 unidades experimentales de la localidad Marbach; kg / Ha. Elaboración propia; gráfico Do-plot de perfiles multivariados, INFOSTAT



Gráfica 5: Diferencias de producción de chile seco, en las 3 unidades experimentales de la localidad San Martín Chichaj; kg / Ha. Elaboración propia; gráfico Do-plot de perfiles multivariados, INFOSTAT



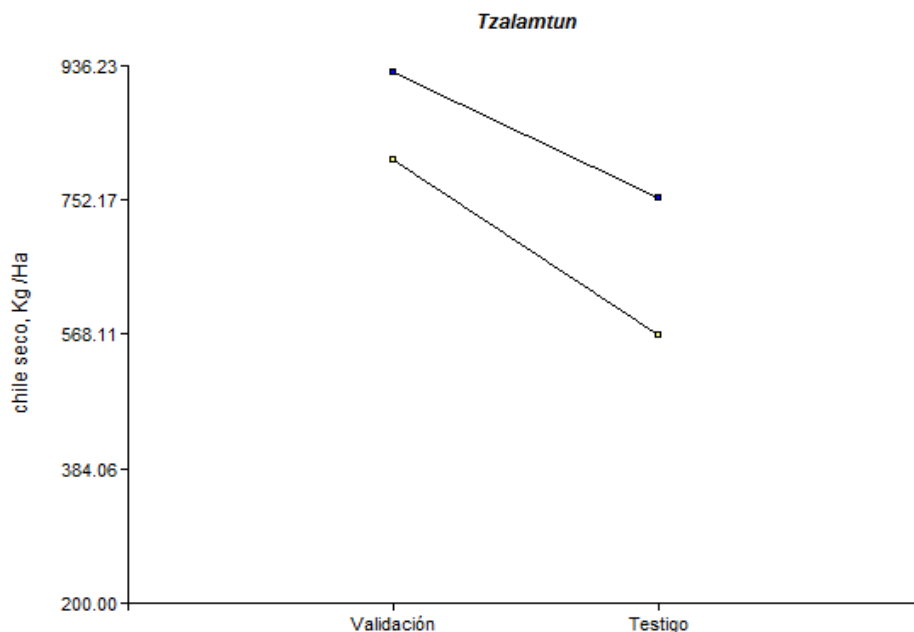
**CRIA**



GOBIERNO de  
GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



Gráfica 6: Diferencias de producción de chile seco, en las 2 unidades experimentales de la localidad Tzalamtun; kg / Ha. Elaboración propia; gráfico Do-plot de perfiles multivariados, INFOSTAT

El análisis de varianza estadístico ANVA para determinar la adaptabilidad de las tecnologías en cada localidad, se realizó tanto para las parcelas de validación como para las parcelas testigo; lo cual permitió tener el panorama completo del comportamiento y adaptabilidad de la densidad de siembra y dosis de lombricompost en comparación con la forma tradicional de cultivo, en cada localidad.

A continuación, el ANVA estadístico para los resultados de producción de chile seco en cada comunidad con el método de Tukey para comparaciones múltiples

#### Análisis de la varianza

#### Rendimiento de chile seco Kg / Ha, por comunidad

#### Validación

| Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Validación | 22 | 0.42           | 0.32              | 18.28 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.      | SC        | gl | CM        | F    | p-valor |
|-----------|-----------|----|-----------|------|---------|
| Modelo.   | 328281.66 | 3  | 109427.22 | 4.30 | 0.0187  |
| Localidad | 328281.66 | 3  | 109427.22 | 4.30 | 0.0187  |
| Error     | 457966.12 | 18 | 25442.56  |      |         |
| Total     | 786247.78 | 21 |           |      |         |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=330.69431

Error: 25442.5620 gl: 18

Localidad Medias n E.E.

|    |         |    |        |     |
|----|---------|----|--------|-----|
| EC | 786.44  | 10 | 50.44  | A   |
| TZ | 867.52  | 2  | 112.79 | A B |
| MA | 872.18  | 7  | 60.29  | A B |
| CH | 1163.57 | 3  | 92.09  | B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

### Análisis de la varianza

### Rendimiento de chile seco Kg / Ha, por comunidad

#### Testigo

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Testigo  | 22 | 0.45           | 0.36              | 22.67 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.      | SC        | gl | CM        | F    | p-valor |
|-----------|-----------|----|-----------|------|---------|
| Modelo.   | 354035.56 | 3  | 118011.85 | 4.87 | 0.0119  |
| Localidad | 354035.56 | 3  | 118011.85 | 4.87 | 0.0119  |
| Error     | 436616.84 | 18 | 24256.49  |      |         |
| Total     | 790652.40 | 21 |           |      |         |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=322.89423

Error: 24256.4910 gl: 18

| Localidad | Medias | n  | E.E.   |     |
|-----------|--------|----|--------|-----|
| EC        | 606.40 | 10 | 49.25  | A   |
| TZ        | 661.38 | 2  | 110.13 | A   |
| MA        | 677.33 | 7  | 58.87  | A B |
| CH        | 996.36 | 3  | 89.92  | B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Los efectos de la aplicación de las tecnologías propuestas en este estudio de validación tuvieron amplias diferencias entre las localidades El Carmen y San Martín Chichaj; habiéndose obtenido los más altos rendimientos en Chichaj y los más bajos en El Carmen; las localidades Tzalamtun y Marbach tuvieron resultados estadísticamente iguales, los cuales se ubican cerca del valor promedio de todas las localidades.

En el desarrollo y ejecución de estudio de validación de tecnologías, la localidad Chichaj presentó las mejores condiciones de cultivo, de adaptabilidad y de manejo; mientras que en la localidad El Carmen se tuvieron las mayores dificultades con las condiciones de cultivo, de adaptabilidad y de manejo. Y las localidades Tzalamtun y Marbach presentaron las condiciones medias.

Sin embargo, la diferencias en los índices de producción Kg/ Ha no tienen significancia estadística entre localidades. Lo cual significa que la adaptación y estabilidad local del experimento tiene homogeneidad estadística.

#### 5.8.3. Rentabilidad financiera

Se realizó el análisis financiero mediante la relación del ingreso total por ventas, el costo de producción y el beneficio o margen de ganancia; para determinar si la tecnología a validar (dosis de lombricompost y densidad de siembra) presenta mejor beneficio económico para el productor.

No está de más recordar que la productividad agrícola de una región es importante por varios motivos, aparte de las ventajas evidentes de ser capaces de producir más alimento, mejora las posibilidades de crecimiento y competitividad en los mercados agrícolas, así como las posibilidades de aumentar la renta neta o margen de ganancia. Además, también influye de forma significativa en la reducción de las migraciones interregionales.



**CRIA**GOBIERNO de  
GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

Oficina del IICA en Guatemala



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

El incremento de la productividad agrícola también hace que mejore la eficiencia en la distribución de los recursos escasos. Y para efectos de determinar el mejor beneficio económico para el productor, entre las dos modalidades de cultivo evaluadas en este trabajo de investigación; se tomó la variable del margen de ganancia, basado en la diferencia entre el ingreso por venta total y el total invertido o costo de producción.

| Localidad | Código | Costos de producción,<br>Quetzales x cuerda     |            |   |            |                             |         |
|-----------|--------|---|------------|---|------------|-----------------------------|---------|
|           |        | Precio de venta prom / Lb                       |            | Validación                                |            | Testigo                     |         |
|           |        | Q   | 20.00      | Q 1,030.00                                | Q 800.00   |                             |         |
|           |        | Ingresos por venta total,<br>Quetzales x cuerda |            | Margen de ganancia,<br>Quetzales x cuerda |            | % Rentabilidad<br>económica |         |
|           |        | Validación                                      | Testigo    | Validación                                | Testigo    | Validación                  | Testigo |
| El Carmen | EC01   | Q 1,300.00                                      | Q 900.00   | Q 270.00                                  | Q 100.00   | 26.21%                      | 12.50%  |
| El Carmen | EC02   | Q 1,800.00                                      | Q 1,480.00 | Q 770.00                                  | Q 680.00   | 74.76%                      | 85.00%  |
| El Carmen | EC03   | Q 1,200.00                                      | Q 960.00   | Q 170.00                                  | Q 160.00   | 16.50%                      | 20.00%  |
| El Carmen | EC04   | Q 1,366.67                                      | Q 1,053.33 | Q 336.67                                  | Q 253.33   | 32.69%                      | 31.67%  |
| El Carmen | EC05   | Q 1,413.33                                      | Q 1,233.33 | Q 383.33                                  | Q 433.33   | 37.22%                      | 54.17%  |
| El Carmen | EC06   | Q 1,200.00                                      | Q 893.33   | Q 170.00                                  | Q 93.33    | 16.50%                      | 11.67%  |
| El Carmen | EC07   | Q 2,186.67                                      | Q 1,906.67 | Q 1,156.67                                | Q 1,106.67 | 112.30%                     | 138.33% |
| El Carmen | EC08   | Q 1,466.67                                      | Q 1,086.67 | Q 436.67                                  | Q 286.67   | 42.39%                      | 35.83%  |
| El Carmen | EC09   | Q 1,433.33                                      | Q 1,013.33 | Q 403.33                                  | Q 213.33   | 39.16%                      | 26.67%  |
| El Carmen | EC10   | Q 1,893.33                                      | Q 1,240.00 | Q 863.33                                  | Q 440.00   | 83.82%                      | 55.00%  |
| Tzalamtun | TZ01   | Q 1,800.00                                      | Q 1,466.67 | Q 770.00                                  | Q 666.67   | 74.76%                      | 83.33%  |
| Tzalamtun | TZ02   | Q 1,566.67                                      | Q 1,100.00 | Q 536.67                                  | Q 300.00   | 52.10%                      | 37.50%  |
| Chichaj   | CH01   | Q 2,326.67                                      | Q 1,933.33 | Q 1,296.67                                | Q 1,133.33 | 125.89%                     | 141.67% |
| Chichaj   | CH02   | Q 2,280.00                                      | Q 1,920.00 | Q 1,250.00                                | Q 1,120.00 | 121.36%                     | 140.00% |
| Chichaj   | CH03   | Q 2,166.67                                      | Q 1,946.67 | Q 1,136.67                                | Q 1,146.67 | 110.36%                     | 143.33% |
| Marbach   | MA01   | Q 1,886.67                                      | Q 1,000.00 | Q 856.67                                  | Q 200.00   | 83.17%                      | 25.00%  |
| Marbach   | MA02   | Q 1,366.67                                      | Q 1,093.33 | Q 336.67                                  | Q 293.33   | 32.69%                      | 36.67%  |
| Marbach   | MA03   | Q 1,546.67                                      | Q 1,233.33 | Q 516.67                                  | Q 433.33   | 50.16%                      | 54.17%  |
| Marbach   | MA04   | Q 1,233.33                                      | Q 900.00   | Q 203.33                                  | Q 100.00   | 19.74%                      | 12.50%  |
| Marbach   | MA05   | Q 2,166.67                                      | Q 1,700.00 | Q 1,136.67                                | Q 900.00   | 110.36%                     | 112.50% |
| Marbach   | MA06   | Q 2,033.33                                      | Q 1,700.00 | Q 1,003.33                                | Q 900.00   | 97.41%                      | 112.50% |
| Marbach   | MA07   | Q 1,613.33                                      | Q 1,573.33 | Q 583.33                                  | Q 773.33   | 56.63%                      | 96.67%  |

Tabla 3: Datos del análisis financiero, para cada unidad experimental; en moneda nacional de Guatemala  
Elaboración propia





CRIA

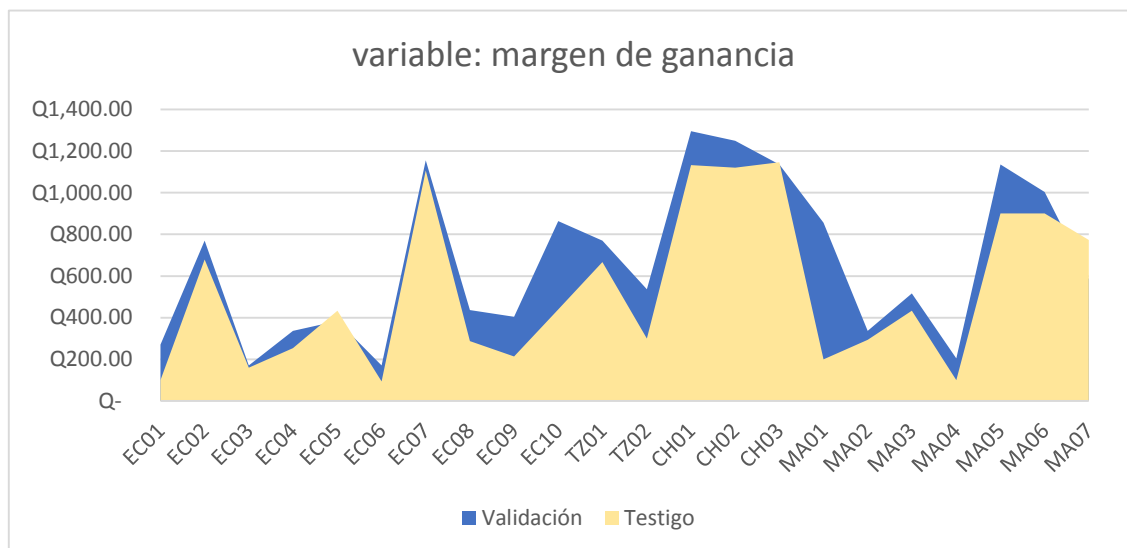


GOBIERNO de GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

La gráfica estadística sintetiza en una imagen los márgenes de ganancia obtenidos en la totalidad de las unidades experimentales.

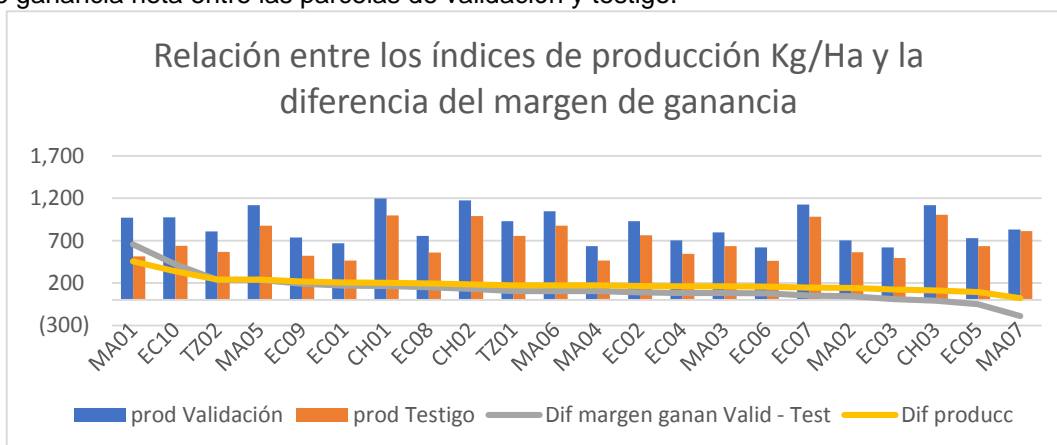


Gráfica 7: Margen de ganancia o renta neta en la totalidad de las unidades experimentales  
Elaboración propia, gráficos de Excel

Tomando en cuenta que uno de los objetivos generales del programa CRIA es mejorar los ingresos de los actores locales, basados en la mejora de la producción y productividad de sus cultivos; es importante hacer notar que en este trabajo de investigación para la validación de dos tecnologías en el proceso productivo del chile Cahabonero; es importante resaltar que en el 86.4% de las unidades experimentales, el margen de ganancia o rentabilidad neta de las parcelas de validación presentaron mayor valor de la misma variable que las parcelas testigo.

Estos datos estadísticos indican que en las 22 parcelas testigo se encontró un mínimo de Q93.33 y un máximo de Q1,146.67 de margen de ganancia por cuerda cultivada; mientras que en las 22 parcelas de validación de tecnologías se encontró un mínimo Q170.00 y un máximo de Q1,296.67 de margen de ganancia por cuerda cultivada.

La siguiente herramienta gráfica muestra la evidencia estadística de la relación que existió entre los índices de producción de chile seco en todas las parcelas y la diferencia que hubo entre el margen de ganancia neta entre las parcelas de validación y testigo.



Gráfica 8: Margen de ganancia o renta neta en la totalidad de las unidades experimentales  
Elaboración propia, gráficos de Excel



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

Esta herramienta estadística refleja que cuando la diferencia entre índices de producción de parcelas con las tecnologías validadas y la forma de cultivo tradicional fue menor a 141 Kg/ Ha, los márgenes de ganancia fueron similares; es decir que la aplicación de dichas tecnologías no representó mayor beneficio o ventaja sobre la forma tradicional.

También es evidente que cuando la diferencia entre índices de producción de las parcelas de validación y testigo fue menor a 120 Kg/ Ha, la forma tradicional de cultivo aportó mayor beneficio económico que la aplicación de las tecnologías aplicadas.

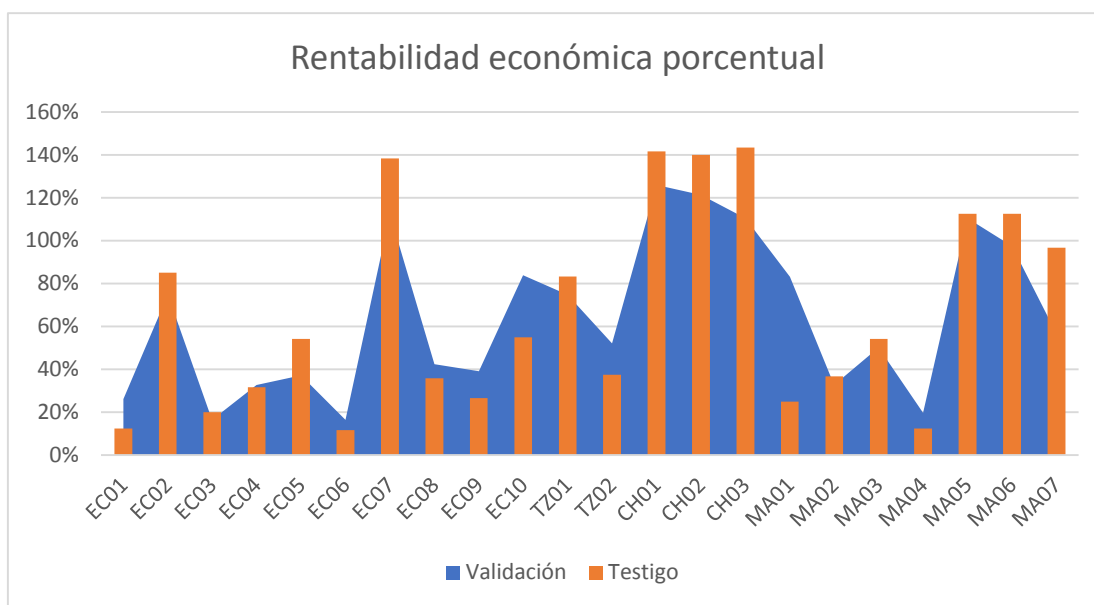
Es menester recordar que estos resultados son válidos para las condiciones y manejo que se les dio a estas unidades experimentales y que las réplicas de este estudio en otras condiciones similares podrían tener alguna leve variación de forma positiva o negativa.

Es muy importante hacer notar que este análisis financiero se hizo en base al precio promedio de venta del chile seco en el mercado local de Santa María Cahabón, precios de venta que estuvieron vigentes en el año 2021. Lo cual significa que, si se mejora el mercadeo y comercialización del producto, los márgenes de ganancia y porcentaje de rentabilidad financiera pueden ir en aumento. Y en el peor de los casos, si los precios llegaran a bajar las mejoras económicas y la economía de los productores de chile Cahabonero se verían muy afectadas.

En relación a lo acotado en los párrafos anteriores respecto a los resultados de la renta neta o margen de ganancia, se puede aducir lo siguiente:

- Las dos unidades experimentales de la localidad El Carmen cuyas parcelas de validación que no presentaron mejor beneficio económico que las parcelas testigo, tuvieron bajas producciones por la poca experiencia de los actores locales en el manejo del cultivo y a las condiciones de suelo que son arcillosos o en el mejor caso son franco-arcillosos. También se debe hacer notar que en el “análisis de la estabilidad local” de este trabajo de investigación, la localidad El Carmen tuvo el menor índice de producción de las cuatro localidades intervenidas, a pesar que haber tenido la mayor cantidad de unidades experimentales.
- La unidad experimental de la localidad Marbach que su parcela de validación no presentó mejor beneficio económico que la parcela testigo, en realidad no tuvo baja producción cuyos datos superan los 800 Kg /Ha y muy por arriba del promedio de 700 Kg /Ha. En este caso la causa principal es que la producción de la parcela con las tecnologías aplicadas no superó de forma significativa al testigo, es decir que ambos tratamientos tuvieron producciones muy similares y esto debido a que la plantación de validación fue afectada por la enfermedad Marchitez del chile Cahabonero; lo cual ciertamente no provocó la pérdida de la cosecha, pero sí la merma de la misma.
- La unidad experimental de la localidad Chichaj cuya parcela de validación no presentó mejor beneficio económico que la parcela testigo, tuvo la cuarta producción más alta con más de 1,116 Kg /Ha, de chile seco. En este caso la causa es porque la localidad Chichaj tiene los mejores suelos para la producción de chile Cahabonero, de las cuatro localidades intervenidas; por lo cual la parcela testigo fue muy productiva y el resultado de la parcela con las tecnologías aplicadas solamente la superó por 21 Kg /Ha.

El análisis estadístico indica que las diferencias correlativas entre los márgenes de ganancia de las parcelas testigo y las parcelas de validación son significativas si y solo si la aplicación de estas dos tecnologías supera al cultivo tradicional por más de 160 Kg /Ha, de producto chile seco.



Gráfica 9: Producción de chile seco, promedio de las unidades experimentales en cada localidad, kg / Ha  
 Elaboración propia, gráficos de Excel

En el 54% de las unidades experimentales, el porcentaje de rentabilidad económica del testigo fue mayor que la de validación; sin embargo, en el 86.4% de ellas el margen de ganancia o renta neta de la parcela de validación superó a la del testigo. Estos contrastes estadísticos entre la rentabilidad neta o margen de ganancia y el porcentaje de rentabilidad se debe a que ésta última está basada en la inversión total o costo de producción y este monto es menor para todas las parcelas testigo que en la validación, cuyas principales diferencias estriban en el coste del abono orgánico y el coste de aplicación del mismo.

#### 5.8.4. Aceptación o respuesta de los actores locales

Finalmente, se hizo el análisis de la aceptación o respuesta de los actores locales hacia la metodología y resultados de la aplicación de la densidad de siembra y dosis de lombricompost, cuya validación de tecnología tuvieron a su cargo.

Los datos para conocer la opinión y aceptabilidad de los actores locales estuvieron basados en lo expresado por cada uno de ellos, en la Boleta de evaluación de resultados de la validación; la cual contenía nueve preguntas.

A continuación se presenta las tablas de valoración de las respuestas contenidas en las 22 boletas de evaluación y aceptación de la Validación por parte de cada uno de los actores locales dueños de parcelas; y los gráficos de dichos datos.



**CRIA**



GOBIERNO de GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Oficina del IICA en Guatemala



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

### 1. ¿Cómo califica el sistema de siembra de chile con distanciamiento propuesta por el CRIA?

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 |

- A) Excelente 1
- B) Bueno 2
- C) Regular 3
- D) Malo 4
- E) Muy malo 5

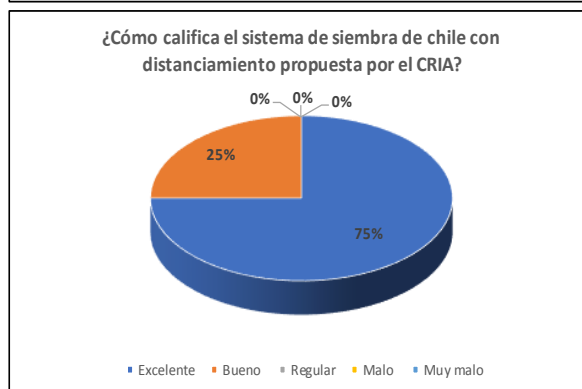
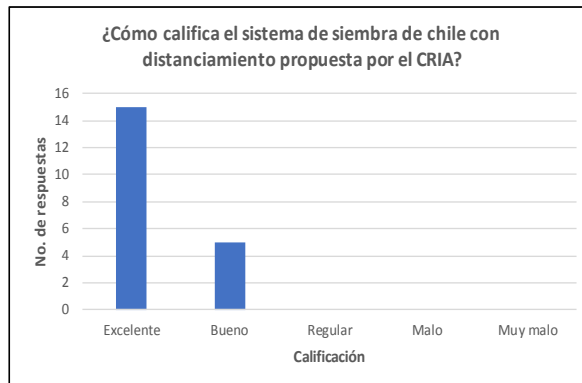
#### Datos estadísticos

|           |    |
|-----------|----|
| Excelente | 15 |
| Bueno     | 5  |
| Regular   | 0  |
| Malo      | 0  |
| Muy malo  | 0  |

|               |       |
|---------------|-------|
| Media         | 1.25  |
| Moda          | 1     |
| Desviación es | 0.444 |

#### Interpretación

De acuerdo al análisis estadístico se puede observar que el 75% de los agentes locales que validaron el proyecto indican que el sistema de siembra utilizado es excelente y que seguirán implementándolo; mientras el 25% restante de los agentes locales indican que es bueno y también lo observan de forma positiva.



### 2. ¿Qué problemas y desventajas presento para usted el sistema de siembra de chile con distanciamiento propuesta por el CRIA?

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 1 | 1 | 1 |

- A) Ninguna 1
- B) Costo aprender 2
- C) Lleva más tiempo 3
- D) Facil manejo 4
- E) Mayores beneficios 5

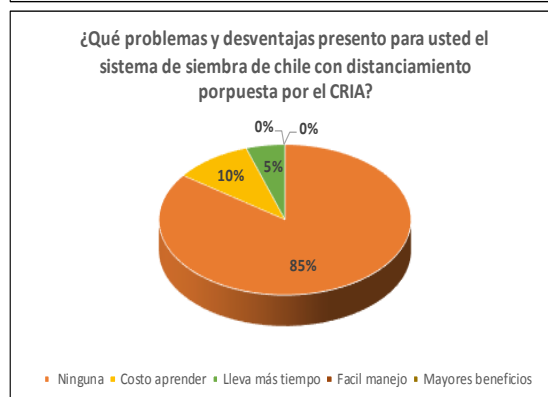
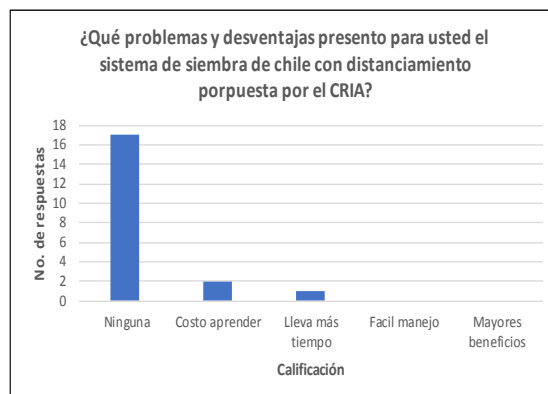
#### Datos estadísticos

|                |    |
|----------------|----|
| Ninguna        | 17 |
| Costo aprend   | 2  |
| Lleva más tiei | 1  |
| Facil manejo   | 0  |
| Mayores ben    | 0  |

|               |       |
|---------------|-------|
| Media         | 1.2   |
| Moda          | 1     |
| Desviación es | 0.523 |

#### Interpretación

Se puede observar que el 85% de los agentes locales indican que no encuentran ningún problema en la implementación del sistema de siembra propuesta por el CRIA, aunque el 10% indican que costo aprender pero a largo plazo es beneficioso y el 5% establece que lleva un poco más de tiempo realizarlo bajo esta metodología.





**CRIA**



GOBIERNO de GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

### 3. ¿Qué ventajas observa en el sistema de siembra de Chile con distanciamiento propuesto por el CRIA?

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 2 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 3 |
| 1 | 1 | 1 | 4 |
| 4 | 1 | 4 | 4 |

- A) Fácil manejo 1
- B) mayor cantidad de plantas 2
- C) se dedica menor tiempo en las labores 3
- D) Mayor producción 4

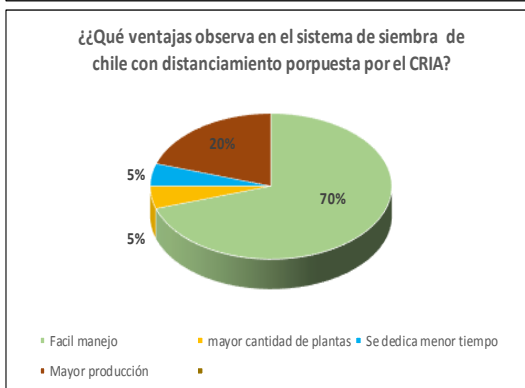
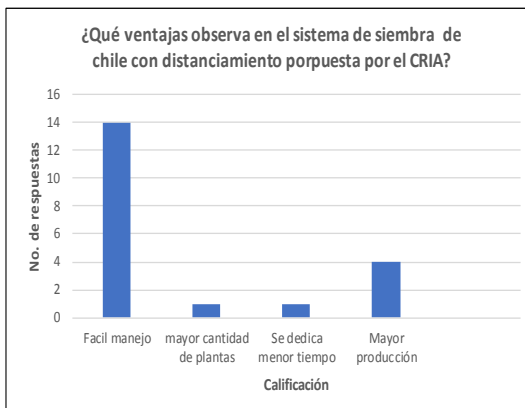
#### Datos estadísticos

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Facil manejo              | 14 |
| mayor cantidad de plantas | 1  |
| Se dedica menor tiempo    | 1  |
| Mayor producción          | 4  |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Media               | 1.75  |
| Moda                | 1     |
| Desviación estandar | 1.251 |

#### Interpretación

El 70% de los agentes locales considera que el metodo de siembra propuesta por el CRIA es de facil manejo específicamente al realizar el propuesto de limpia y aplicación de abono, así mismo el 20% de los agentes locales indican que a través de este sistema se obtien una mayor producción en comparación a la metodología tradicional. El 5% indica que se dedica menor tiempo en las labores agrícolas y el restante 5% dijo que se obtienen mayor cantidad de plantas con menor cantidad de semilla.



### 4. ¿Usted estaría dispuesto a cambiar totalmente su sistema de siembra y seguir sembrando con los distanciamientos de 90 cm X 60 cm?

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

- A) Si 1
- B) No 2

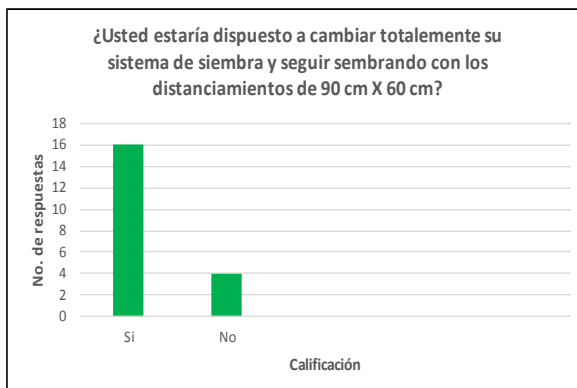
#### Datos estadísticos

|    |    |
|----|----|
| Si | 16 |
| No | 4  |

|               |       |
|---------------|-------|
| Media         | 1.2   |
| Moda          | 1     |
| Desviación es | 0.410 |

#### Interpretación

El 80% de los agentes locales indicaron que si estaban dispuestos a cambiar el sistema de siembra tradicional por el propuesto por el CRIA, dentro de las razones que justifican su decisión es que presenta mayor ventaja a la hora de realizar las labores agrícolas así como mayor producción y menor tiempo invertido en las labores. El 20% de los agentes locales indica que no cambiará su sistema tradicional debido a que quieren seguir comparando con el sistema de siembra propuesto por el CRIA.





**CRIA**



GOBIERNO de GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

5. ¿Observó diferencias entre las plantas de chile sin abono y las plantas abonadas con lombricompost?

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

A) Si 1  
B) No 2

Datos estadísticos

Si 20  
No 0

Media 1  
Moda 1  
Desviación es: 0.000

Interpretación

El 100% de los agentes locales indican que si observaron diferencias entre las plantas de chile sin abono en comparación a las de abono, dentro de las principales características observadas fue el tamaño de la planta, el vigor, el porte y la cantidad de frutos el cual siempre fue mejor en las plantas abonadas.



6. ¿Cree usted que vale la pena comprar abono lombricompost para seguir aplicando en su cultivo de chile?

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

A) Si 1  
B) No 2

Datos estadísticos

Si 19  
No 1

Media 1.05  
Moda 1  
Desviación 0.224

Interpretación

El 95% de los agentes locales consideran que si vale la pena comprar abono orgánico lombricompost debido a que presenta mayor rendimiento en el cultivo de chile, así mismo indican que por ser un producto orgánico contribuyen a la recuperación del suelo; mientras tanto el 5% de los agentes indica que no esta a dispuesto a comprar abono lombricompost debido al precio del mismo.







**CRIA**



GOBIERNO de GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Oficina del IICA en Guatemala



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

**7. ¿Estaría usted dispuesto a comprar su abono lombricompost para seguir aplicando en su cultivo de chile?**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

A) Si 1  
B) No 2

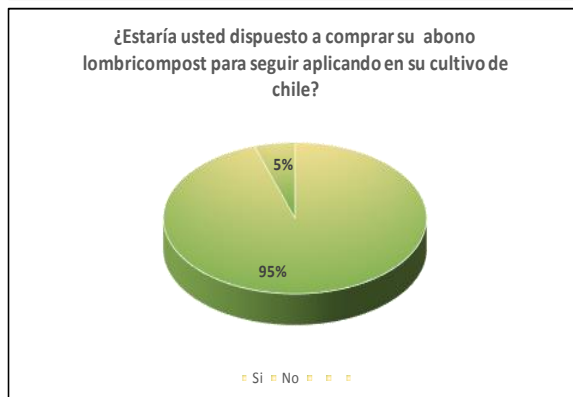
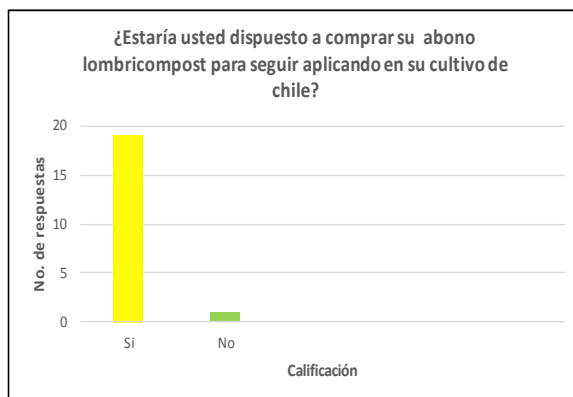
**Datos estadísticos**

Si 19  
No 1

Media 1.05  
Moda 1  
Desviación es 0.224

**Interpretación**

El 95% de los agentes locales indica que si esta dispuesto a comprar su propio abono orgánico lombricompost esto debido a los beneficios que presenta en cuanto a mayor rendimiento. El 5% restante indica que no esta dispuesto por el alto costo del abono.



**8. ¿Usted recomendaría a otros productores de chile que siembren con los distanciamientos de 90 cm X 60 cm que propone el CRIA?**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |

A) Posiblemente si 1  
B) Definitivamete Si 2  
D) Probablemente No 3  
E) Definitivamente No 4

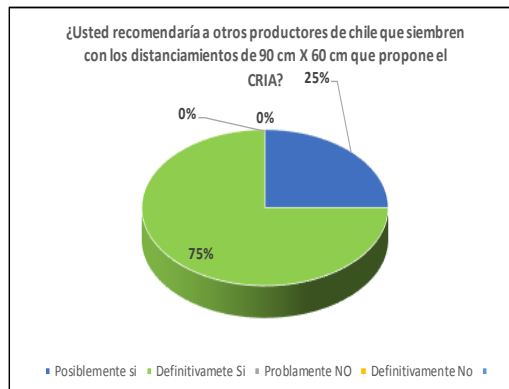
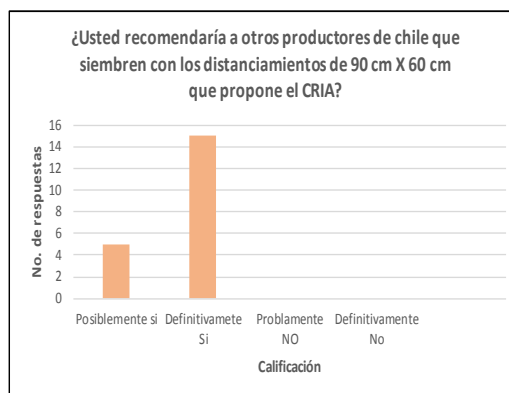
**Datos estadísticos**

Posiblemente si 5  
Definitivamete Si 15  
Problamente NO 0  
Definitivamente No 0

Media 1.75  
Moda 2  
Desviación estandar 0.444

**Interpretación**

De acuerdo al analisis estadistico se puede observar que el 75% de los agentes locales que validaron el proyecto indican que definitivamente si recomendarian la siembra de 90 cm X 60 cm a otros productores por el beneficio y las ventajas que presentan. El 25% de los agentes locales indica que posiblemente si recomendaria la siembra de igual manera por la ventaja de siembra y limpia del cultivo.







**CRIA**



GOBIERNO de GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

9. ¿Usted recomendaría a otros productores de chile que apliquen una 1 libra de lombricomposta cada mata de chile según lo propone el CRIA?

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |

- A) Probablemente si 1
- D) Definitivamente si 2
- C) Probablemente No 3
- D) Definitivamente No 4

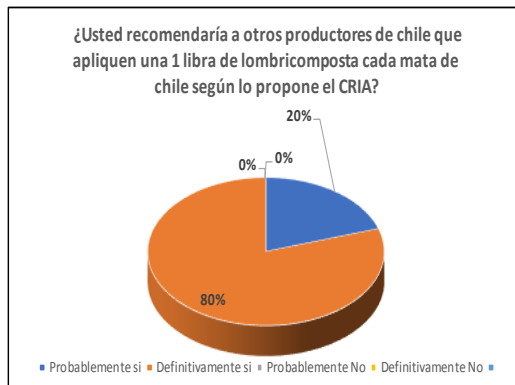
**Datos estadísticos**

|                    |    |
|--------------------|----|
| Probablemente si   | 4  |
| Definitivamente si | 16 |
| Probablemente No   | 0  |
| Definitivamente No | 0  |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Media               | 1.8   |
| Moda                | 2     |
| Desviación estandar | 0.410 |

**Interpretación**

El 80% de los agentes locales indican que definitivamente si recomendaria a otros productores la aplicación de una libra de abono orgánico lombricompost por mata, esto debido a los beneficios que observaron en la aplicación del mismo. El 20% de los agentes locales indica que probablemente si tambien recomendaria la aplicación del abono orgánico siempre y cuando se los consulten expresaron.



5.9. Interpretación de los análisis estadísticos

5.9.1. Comparación del rendimiento de chile seco en Kg /Ha

Con al menos 95% de confianza se determinó que el uso de la densidad de siembra de 18,518 plantas/Ha más la aplicación de abono orgánico lombricompost en dosis de 1 libra/planta, tuvo como resultado un aumento en la producción de chile seco o deshidratado, con una diferencia de medias de 185.37 Kg /Ha.; y este aumento en la producción de chile es estadísticamente significativo para todas las unidades experimentales que integraron este estudio de validación.

5.9.2. Identificación de la variación o mejora en la productividad del cultivo de chile Cahabonero, en las diferentes localidades del ensayo.

En la localidad El Carmen, en diez unidades experimentales, el promedio de la producción de chile seco de las parcelas de validación superó al promedio de producción de las parcelas Testigo por 180.03 Kg/ Ha. Lo cual representa un 30% de aumento en la productividad de chile Cahabonero, como resultado de la adopción de las dos tecnologías validadas.

Para la localidad Tzalamtun, en 2 unidades experimentales, el promedio de producción de las parcelas de validación supero al promedio de producción de las parcelas testigo por 206.14 Kg/ Ha. Lo cual representa un 31% de aumento en la productividad de chile Cahabonero, como resultado de la adopción de las dos tecnologías validadas.



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

Los resultados de tres unidades experimentales en la localidad Chicha, indican que el promedio de la producción de chile seco de las parcelas de validación superó al promedio de producción de las parcelas Testigo por 167.20 Kg/ Ha. Lo cual representa un 17% de aumento en la productividad de chile Cahabonero, como resultado de la adopción de las dos tecnologías validadas.

Las 7 unidades experimentales de la localidad Marbach, tuvieron como resultado que el promedio de producción de las parcelas de validación supero al promedio de producción de las parcelas testigo por 194.85 Kg/ Ha. Lo cual representa un 29% de aumento en la productividad de chile Cahabonero, como resultado de la adopción de las dos tecnologías validadas.

En las veintidós unidades experimentales, el promedio de producción de las parcelas de validación supero al promedio de producción de las parcelas testigo por 185.37 Kg/ Ha. Lo cual representa un 27% de aumento en la productividad de chile Cahabonero, como resultado de la adopción de las dos tecnologías validadas.

Tanto a nivel general como por localidad, los aumentos o mejoras en la productividad de chile seco expresado en Kg /Ha son significativos desde el punto de vista estadístico y práctico.

#### 5.9.3. Relación coste/ beneficio del tratamiento aplicado

La rentabilidad económica o ganancia neta sobre lo invertido en el proceso productivo del chile Cahabonero, se vio favorecido con un notable aumento cuando se adoptó las tecnologías de siembra con densidad de 18,518 plantas /Ha más la aplicación de 1 libra de abono orgánico lombricompost.

Este aumento del margen de ganancia económica fue efectivo en las unidades experimentales cuya producción de la parcela de validación supero a la producción de la parcela testigo por al menos 160 Kg de chile seco/ Ha. La rentabilidad económica de ambos tratamientos se mantuvo igual o muy parecida cuando la producción de validación fue superior a la del testigo entre el rango de 125 a 150 Kg de chile seco/ Ha. Es decir que este rango de aumento o mejora en la productividad no representó un aumento o mejora en la ganancia económica neta con la adopción de las dos tecnologías validadas.

En los casos en que la productividad de la parcela de validación supero a la del testigo por 120 Kg de chile seco/ Ha o menos que esto, el margen de ganancia neta del testigo o forma de cultivo tradicional fue superior a la ganancia que produjo la parcela de validación.

#### 5.9.4. Grado de aceptabilidad de los productores

El 75% de los agentes locales que validaron el proyecto indicaron que el sistema de siembra con distanciamiento es “excelente” y el 25% restante lo calificó como “bueno”

El 85% de los productores indicaron que no encontraron problema en la implementación del sistema de siembra con distanciamientos definidos, el 10% dijo que tuvo algo de dificultad para aprender este sistema de siembra y el 5% establece que lleva un poco más de tiempo realizar la siembra con esta metodología.



**CRIA**



GOBIERNO de  
GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTE



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

El 70% de los actores locales consideró que el método de siembra propuesta por el CRIA es de fácil manejo, específicamente al realizar la limpia y aplicación de abono y el 20% indicó que a través de este sistema se obtiene una mayor producción en comparación a la metodología tradicional. El 5% dijo que se dedica menor tiempo en las labores agrícolas y el restante 5% dijo que se obtienen mayor cantidad de plantas con menor cantidad de semilla.

El 80% de los productores que realizaron la validación indicaron que estaban dispuestos a cambiar su sistema de siembra tradicional por el propuesto por el CRIA, con distanciamientos de 0.9 m x 0.6 m; dentro de las razones que justifican su decisión es que presenta mayor ventaja a la hora de realizar las labores agrícolas, se obtiene mayor producción y menor tiempo invertido en las labores. El 20% dijo que no cambiaría su sistema tradicional de siembra, pero que quieren seguir comparando con el sistema de las dos tecnologías propuesto por el CRIA.

El 100% de los dueños de parcela indicó que, si observaron diferencias entre las plantas de chile que no se les aplicó abono en comparación con las plantas que si se les aplicó abono orgánico lombricompost; dentro de las principales características observadas fue el tamaño de la planta, el vigor, el porte y la cantidad de frutos el cual siempre fue mejor en las plantas abonadas.

El 95% de las personas que estuvieron involucradas en el estudio de validación consideró que si vale la pena comprar abono orgánico lombricompost debido a que presenta mayor rendimiento en el cultivo de chile y contribuyen a la recuperación del suelo. Mientras tanto el 5% indicó que no estaría dispuesto a comprar abono lombricompost debido al precio del mismo.

El 75% de los actores locales que validaron el proyecto indican que definitivamente si recomiendan la siembra con distanciamientos de 90 cm x 60 cm a otros productores, por el beneficio y las ventajas que presentan. El 25% dijo que posiblemente si la recomendaría.

80% de los productores que realizaron la validación dijo que definitivamente si recomienda a otros productores la aplicación de una libra de abono orgánico lombricompost por planta, esto debido a los beneficios que observaron. El restante 20% manifestó duda sobre la recomendación del uso de abono orgánico por el costo del mismo.

En resumen; el 87% de los pequeños productores de chile que tuvieron a su cargo la validación de la densidad de siembra y dosis de lombricompost en el cultivo de chile Cahabonero, estuvieron convencidos de los resultados positivos y ventajas que presentó la aplicación de estas actividades técnicas y manifestaron estar dispuestos a adoptar las prácticas.

## 6. Resultados

- 6.1. El rendimiento de las parcelas con la aplicación de los tratamientos que fueron objeto de validación, en todos los casos fue superior a los de su respectivo testigo; dicho rendimiento fue el dato de la producción de chile seco expresado en Kg /Ha.
- 6.2. Los resultados de producción obtenidos en las parcelas de validación en todas las comunidades, mostraron mejora en la productividad en comparación con las respectivas parcelas testigo, con un promedio de 27% de aumento en la producción de chile seco Cahabonero  
Estas diferencias o mejoras de productividad como resultado del uso de la densidad de siembra y la dosis de lombricompost en comparación con los resultados de la forma tradicional de cultivo, son estadísticamente significativos
- 6.3. Basados en el precio promedio de venta local del año 2021, del producto chile Cahabonero seco; se determinó que en el 86.4% de las unidades experimentales, la productividad de las parcelas de validación reflejó un margen de ganancia económica mayor que el de las parcelas testigo.
- 6.4. El 85% de los pequeños productores de chile que tuvieron a su cargo la validación de la densidad de siembra y dosis de lombricompost en el cultivo de chile Cahabonero, estuvieron convencidos de los resultados positivos y ventajas que presentó la aplicación de estas actividades técnicas y manifestaron estar dispuestos a adoptar las prácticas.

## 7. Conclusiones

- 7.1. La aplicación de los tratamientos de la densidad de siembra de 18,518 plantas por hectárea más la dosis de una libra de abono orgánico lombricompost en el cultivo de chile Cahabonero produjo una mejora en la productividad por área cultivada, en comparación con la forma tradicional de siembra al voleo sin aplicación de fuente alguna de fertilización o enmienda al suelo.
- 7.2. El aumento de la producción de chile por efecto de los tratamientos validados fue notorio y estadísticamente significativo en las cuatro localidades de Santa María Cahabón, que fueron intervenidas para realizar este estudio de validación de estas dos tecnologías.
- 7.3. Las mediciones y los datos de producción fueron recopilados en libras de chile fresco por unidad de área experimental de 441 metros cuadrados; pero dado que el producto se comercializa como chile Cahabonero seco o deshidrato, los datos se expresaron en Kg de chile seco/ Ha.
- 7.4. Las parcelas de validación mostraron un aumento del 27% de productividad en comparación de las parcelas testigo. Este resultado confiere una confianza estadística del 95% para determinar que hubo diferencia significativa en el aumento de la producción de chile Cahabonero como efecto de la aplicación de los tratamientos validados.
- 7.5. Basados en los precios de venta local en Santa María Cahabón del año 2021 (que son bajos en comparación de los precios del mercado regional o nacional), el análisis financiero determinó que en el 86.4% de las unidades experimentales el aumento de la producción también significó un aumento efectivo de los ingresos económicos por medio del margen de ganancia neta.



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*

- 7.6. A pesar de haber incluido nuevos actores locales de nuevas localidades que desconocían el programa CRIA y que algunos de ellos contaban con poca experiencia en el cultivo de chile Cahabonero; los resultados fueron positivos para la adopción de estas dos tecnologías que fueron generadas por dos trabajos de investigación del programa CRIA, en años previos a este estudio de validación.
  - 7.7. La aplicación y puesta en práctica de los dos tratamientos validados, sus resultados y los beneficios resultantes tuvieron un grado de aceptabilidad del 85% por los pequeños productores de chile Cahabonero que participaron en el desarrollo de este experimento de validación de tecnologías; con la observación de que el 15% restante no rechazaron las tecnologías propuestas, sino que manifestaron la necesidad de hacer más comparaciones con su sistema tradicional de cultivo.
  - 7.8. En base a las conclusiones anteriores, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que valida la aplicación y adopción de estas dos tecnologías o tratamientos para mejorar los resultados de producción y rendimiento del cultivo de chile Cahabonero en diferentes localidades.
8. Recomendaciones
- 8.1. Hacer publicaciones masivas para difundir el uso y beneficios de estas dos prácticas en el cultivo de chile Cahabonero.
  - 8.2. Promocionar a nivel local del municipio Santa María Cahabón para que se generalice la adopción de estas y otras tecnologías validadas, en el cultivo de chile Cahabonero.
  - 8.3. Realizar la validación de otras tecnologías generadas en anteriores trabajos de investigación aplicada del programa CRIA.
  - 8.4. Procurar la continuidad del apoyo técnico a los procesos en cada eslabón de la agro-cadena de chile Cahabonero.
  - 8.5. Fortalecer la generación de tecnología e información especializada en los eslabones de mercadeo y comercialización.



**CRIA**



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIANMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

## 9. ANEXO

### a.- Costes de producción:

A continuación, se presenta el cuadro de los costes de producción, los datos están basados en lo ejecutado en este estudio de validación y en la información obtenida directamente de los actores locales que tuvieron a su cargo la conducción del experimento y manejo de las parcelas.

Los datos están expresados en moneda nacional de Guatemala.

| <b>Costes de producción cultivo chile Cahabonero</b> |            |          |          |
|--|------------|----------|----------|
| Rubro  | Inversión  |          |          |
|  | Validación |          | Testigo  |
| Alquiler de terreno                                  | Q          | 50.00    | Q 50.00  |
| Limpia   | Q          | 50.00    | Q 50.00  |
| Desbasurado  | Q          | 50.00    | Q 50.00  |
| Semilla  | Q          | 10.00    | Q 70.00  |
| Trazado  | Q          | 25.00    | Q -      |
| Siembra  | Q          | 25.00    | Q 50.00  |
| Desmalezado 1  | Q          | 50.00    | Q 100.00 |
| Aplicación abono                                     | Q          | 50.00    | Q -      |
| Desmalezado 2  | Q          | 50.00    | Q 100.00 |
| Desmalezado 3  | Q          | 50.00    | Q 100.00 |
| Abono orgánico                                       | Q          | 350.00   | Q -      |
| Cosecha  | Q          | 120.00   | Q 80.00  |
| Secado   | Q          | 150.00   | Q 150.00 |
|  |            |          |          |
|  | Q          | 1,030.00 | Q 800.00 |

Cuadro de los costes de producción de chile Cahabonero  
Elaboración propia

### b.- Boleta de evaluación y aceptación de la validación, para los actores locales

Se anexa la boleta de evaluación y aceptación de la validación que se proporcionó a los actores locales para que expresaran su punto de vista de acuerdo a la experiencia que tuvieron en la ejecución del experimento.



**CRIA**GOBIERNO de  
GUATEMALA  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Boleta de Evaluación y aceptación validación ICTA, establecida por el Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas.

| Tecnología probada         |   | Densidad de siembra y dosis de lombricompost en el cultivo de chile Cahabonero                   |                | No. Boleta: |
|----------------------------|---|--|----------------|-------------|
| Nombre del Agricultor      |   |  |                | Fecha:      |
| Localización de la parcela |   | Departamento:  |                |             |
|                            |   | Municipio:   |                |             |
|                            |   | Comunidad:   |                |             |
|                            |   | Coordenadas geográficas: Long  |                | Lat         |
| 1                          | ¿Cómo califica el sistema de siembra de chile con distanciamiento propuesta por el CRIA?  | Excelente ( )<br>Bueno ( )<br>Regular ( )<br>Malo ( )<br>Muy malo ( )                            | Observaciones: |             |
| 2                          | ¿Qué problemas o desventajas presentó para usted el sistema de siembra de chile con distanciamiento propuesta por el CRIA?            |  |                |             |
| 3                          | ¿Qué ventajas observa en el sistema de siembra de chile con distanciamiento propuesta por el CRIA?                                    |  |                |             |
| 4                          | ¿Usted estaría dispuesto a cambiar totalmente su sistema de siembra y seguir sembrando con los distanciamientos de 90 cm x 60 cm ?    | Sí___ No___ Por qué  |                |             |
| 5                          | ¿Observo diferencias entre las plantas de chile sin abono y las plantas abonadas con lombricompost?                                   | Sí___ No___ Por qué  |                |             |
| 6                          | ¿Cree usted que vale la pena comprar abono lombricompost para aplicar al cultivo de chile?  | Sí___ No___ Por qué  |                |             |
| 7                          | ¿Estaría usted dispuesto a comprar su abono lombricompost para seguir aplicando en su cultivo de chile?                               | Sí___ No___ Por qué  |                |             |
| 8                          | ¿Usted recomendaría a otros productores de chile que siembren con los distanciamientos de 90 cm x 60 cm que propone el CRIA?          | Probablemente sí ( )<br>Definitivamente sí ( )<br>Probablemente no ( )<br>Definitivamente no ( ) | Observaciones: |             |
| 9                          | ¿Usted recomendaría a otros productores de chile que apliquen 1 libra de lombricompost a cada mata de chile según lo propone el CRIA? | Probablemente sí ( )<br>Definitivamente sí ( )<br>Probablemente no ( )<br>Definitivamente no ( ) | Observaciones: |             |





**CRIA**

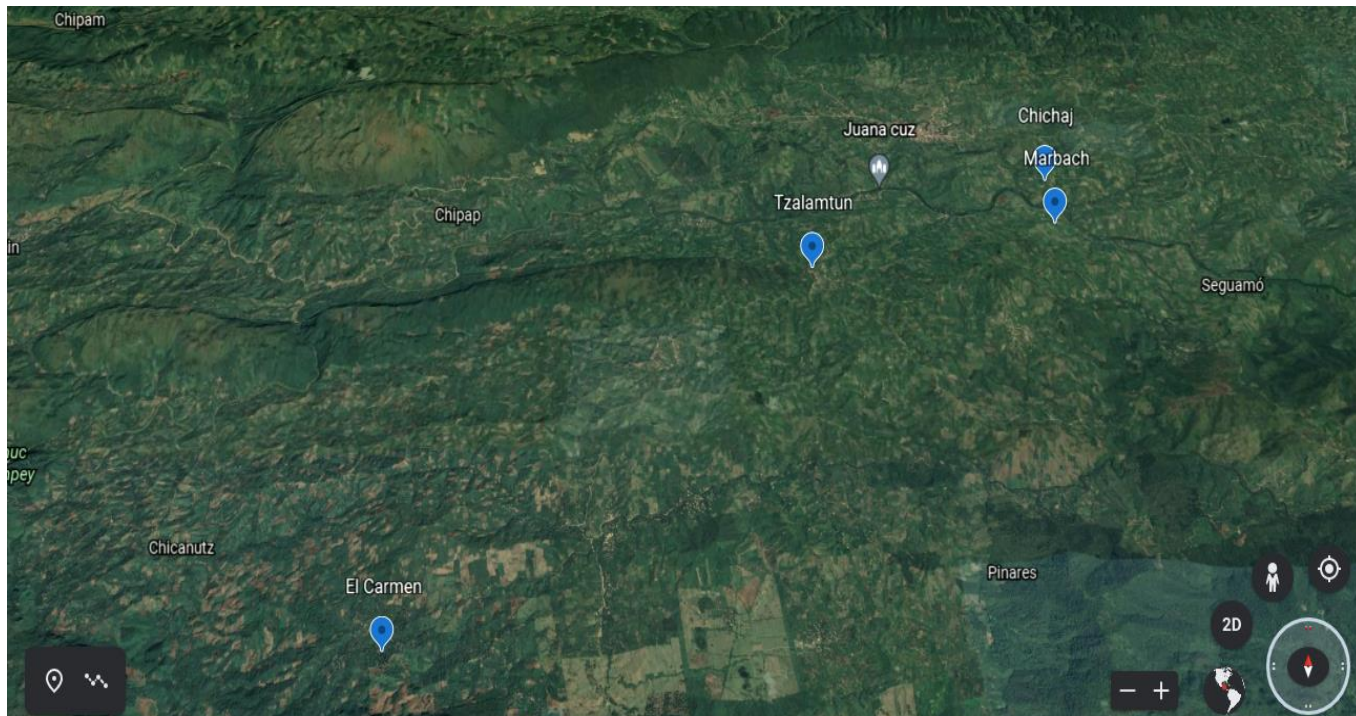


GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

c.- Mapa de ubicación de las cuatro localidades de Santa María Cahabón, donde tuvo intervención este proyecto de Validación.



Mapa de Google Earth que muestra la ubicación de las cuatro localidades del municipio Santa María Cahabón, que fueron intervenidos por este proyecto de Validación de tecnologías, marcados con los puntos azules.  
Elaboración propia con Google Earth

## 10. Referencias bibliográficas

Bosland, P.W.; Votava, E.J. 2000. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. Crop Production Science in Horticulture 12. CAB International Publishing, Wallingford, England, UK. 204 pp.

Britton, G.; Hornero-Méndez D. 1997. Carotenoids and colour in fruits and vegetables. Pp. 11-28 in F.A. Tomás-Barberán and R.J. Robins, eds., *Phytochemistry of Fruits and Vegetables*. Clarendon Press, Oxford, England, UK.

Coe, F.G.; Anderson G.L. 1996. Ethnobotany of the Garifuna of Eastern Nicaragua. *Economic Botany* 50: 71-107.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Eshbaugh, W. (1970). A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (solanaceae). (Vol. 22). Britonia.

FAO. (2009). FAOSTAT. Obtenido de <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

Gonzales-Salán, M.M.; Azurdia, C.A. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Ed. Facultad de Agronomía, USAC., E Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, 255 PP.

Hintum, T.J.L van (1995). Hierarchical approaches to the analysis of genetic diversity in crop plants IN Hodgkin, T, Brown, A.H.D, Hintum, T.J.L van, Morales, E.A.V (eds) *Core Collections of plant genetic resources* pp23-34. John Wiley and sons, New York.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Productividad\\_agrícola](https://es.wikipedia.org/wiki/Productividad_agrícola)

Ibarra-Manríquez, G.; Ricker, M.; Angeles, G.; Sinaca-Colin S.; Sinaca-Colín, M.A. 1997. Useful plants of the Los tuxtlas Rain Forest (Veracruz, México): Considerations of their market potencial. *Economic Botany* 51: 362-376.

Juárez Cuc, J.A.; Juárez Quim, E.D.; Yat Cacao, J.A. 2021 Determinación del agente causal de la marchitez del cultivo de chile cahabonero (*Capsicum annum* sp) y evaluación de métodos de control químico, biológico y orgánico, bajo condiciones de invernadero en el municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala.

Long, J. S. (1986). *Capsicum y cultura: la historia de chile*. México: Fondo de cultura económica.

Osuna-García, J.A.; Wall, M.W.; Waddell, C.A. 1998. Endogenous levels of tocopherols and ascorbic acid during fruit ripening of New Mexican-type chile (*Capsicum annum* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 5093-5096.

Pérez-Gálvez, A.; Martin, H.D.; Sies, H.; Stahl, W. 2003. Incorporation of carotenoids from paprika oleoresin into human chylomicrons. *British Journal of Nutrition* 89: 787-793.

Simon, J.E.; Chadewick, A.F.; Craker, L.E. 1984. *Herbs: An Indexed Bibliography. 1971-1980. The Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone*. Archon Books, Hamden, CT. 770p.

Tení Cacao, R.E.; Sandoval Aguirre, J.L. 2018 Generación de tecnología para mejorar la productividad del chile Cahabonero (*Capsicum* spp.) en áreas productoras del departamento de Alta Verapaz; Fase I: Multiplicación, conservación y caracterización de germoplasma de chile Cahabonero de agricultores de Santa María Cahabón

Tello Coutiño, S.A.; Paredes Matta, L.J.E.; Cucul Caal, L.F. 2019 Caracterización de la variabilidad morfológica del chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum*) en el departamento de Alta Verapaz