



Instituto de ciencia y tecnología agrícola –ICTA-

San Jerónimo, Baja Verapaz

Diciembre 2020

Centro de investigación del norte –CINOR-

Consortios regionales para la investigación agrícola –CRIA-

Cadena de Chile Cahabonero

## **Multiplicación, conservación y caracterización de germoplasma de chile Cahabonero de agricultores de Santa María Cahabón.**

### **Fase III: Validación de cultivares promisorios de chile cahabonero**

Rodolfo Menjivar  
Jorge Luis Sandoval



Diciembre 2020

## 1. Introducción

La amplia diversidad genética de chile cahabonero representa la correcta adaptabilidad del cultivo a las condiciones climáticas de la región de santa maría cahabón en alta Verapaz, sin embargo, dicha diversidad representa una alta heterogeneidad de producción y necesidades nutrimentales, esto por la falta de caracterizaciones morfológicas orientadas a identificar patrones o aspectos que muestren materiales genéticos con un rendimiento estable en las diferentes regiones, pudiendo de esta manera recomendar materiales genéticos entre la región.

La falta de información actualizada del cultivo de chile cahabonero limita a los agricultores y técnicos para la aplicación de manejo agronómico óptimo además de presentar heterogeneidad en la calidad del producto cosechado demeritando la calidad del mismo para mercados diferenciados, la información generada con este proyecto será de utilidad para la generación de tecnología aplicada a características morfológicas para la selección de materiales genéticos de chile cahabonero que serán utilizados para la selección y aislamiento de materiales con importancia agronómica por su alto rendimiento y/o resistencia a enfermedades, además de identificar materiales estables en toda la región por lo que puede uniformizarse la calidad y producción del producto final pudiendo de esta manera buscar mercados diferenciados o mejorar el producto ofertado hacia el mercado.

Incrementado de esta manera los ingresos netos por agricultor mejorando las condiciones de vida de agricultores de subsistencia del municipio de santa maría cahabón.



## 2. Marco Teórico

### 2.1. Importancia económica

El chile (*Capsicum spp.*) es uno de los cultivos más importantes en México y en el mundo. Su utilización se remonta a los tiempos precolombinos, en donde su utilización primordial era como condimento, pero también los diferentes tipos de chiles jugaron un papel importante como fuente de vitamina C en las diferentes culturas americanas (Eshbaugh, 1970). Además, de un sin número de usos que le daban nuestros antepasados como medicamento, castigo, moneda, material de tributo, etc. (Long, 1986).

En la actualidad representa gran importancia económica y social, así tenemos que el chile (*Capsicum spp.*) es una de las principales hortalizas en el mundo, cuya producción se ha incrementado en los últimos años a un ritmo de 3.3 % anual en el mundo, y de 4 % a nivel nacional (FAO, 2009). México ocupa el segundo lugar de la producción mundial de chile verde, lo que representa el 8 %, de un total de 24,822,167 TM, de las cuales China se registra como el primer productor con el 57 % del total. Por su parte, en el chile seco México se ubica en el décimo lugar con el 2 % del total producido en el mundo, el cual es de 2,613,124 TM, siendo la India el principal productor con el 46 % del total de la producción.

Información del IV censo nacional (2002-2003), reportaba 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 bajo, si se toma en cuenta que en ese mismo período sus vecinos de Cobán en un



área sembrada de 21.7 Hectáreas obtuvieron una producción de 99.0 TM y una media de rendimiento por hectárea de 4.6 TM, con una diferencia por hectárea de 3.4 TM, que es cuatro veces más de producción por hectárea entre localidades.

Con ésta información se puede considerar que la productividad del cultivo de chile en estos municipios 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 del campesino.

El género *Capsicum* se consume fresco o deshidratado como ingrediente principal o como especia, sin embargo, también es fuente de colorantes naturales, capsaicinas y compuestos secundarios como el ácido ascórbico, todos ellos utilizados en la elaboración de productos industriales como alimentos en conserva, cosméticos, productos farmacéuticos, nutracéuticos, etc. (Simón et al. 1984; Coe y Anderson 1996; Ibarra-Manríquez et al. 1997; Meléndez 1998), ya que contienen numerosos compuestos químicos, incluyendo aceites volátiles, aceites grasos, capsaicinoides, carotenoides, vitaminas, proteínas, fibras y elementos minerales (Bosland y Votava, 2000; Krishna De, 2003). Muchos chiles registran componentes de alto valor nutritivo, sabor, aroma, textura y color. Los frutos maduros son ricos en vitamina C (Osuna-García et al., 1998; Marin et al., 2004). Los dos compuestos químicos más importantes de los frutos de los chiles son los carotenoides y capsaicinoides. Los carotenoides proporcionan un alto nivel nutricional y color. Los capsaicinoides son alcaloides que proporcionan en los chiles picantes su característica de pungencia (Britton y Hornero-Méndez, 1997; Hornero-Méndez et al., 2002; Pérez-Gálvez et al., 2003).

## 2.2 Recursos fitogenéticos de Guatemala

Los recursos genéticos están constituidos por la variación genética organizada en un conjunto de materiales diferentes entre sí, denominados germoplasma.



Consecuentemente, el germoplasma constituye el elemento de los recursos genéticos, que incluye la variabilidad genética intra e interespecífica, con fines de utilización en la investigación en general y especialmente en el mejoramiento genético (Mecanismo de intercambio de información de la biodiversidad, 2010).

Guatemala es un centro secundario de domesticación de chiles, en especial de la especie *C. annuum* L (IBPGR. 1983). La diversidad genética interespecífica en *C. annuum* se evidencia por el número de cultivares primitivos que se reportan en el país y por la diversidad existente dentro de cada cultivar, (Bosland, PW. 1993., Gonzales-Salán, MM.; Azurdia, CA 1986) (IBPGR. 1983.)

En Guatemala se reportan además de *C. annuum* L., Las siguientes especies domesticadas: *C. frutescens*, *C. Chinense* y *C. pubescens*. Los cultivares primitivos de chile, son cultivares que los agricultores mayas desarrollaron por selección de las características más deseables, entre ellas la resistencia a plagas y enfermedades. Ellos seleccionaron características específicas de fruto y características de adaptabilidad ambiental a sus localidades del interior del país con tecnologías tradicionales. Bajo estas condiciones, los cultivares primitivos de chile de Guatemala han evolucionado y es altamente probable que cuenten con genes de resistencia genética a enfermedades y otras características aún desconocidas por la ciencia moderna (Gonzales-Salán, M.M. y Azurdia, CA. 1986.)

### 2.3 Caracterización y evaluación de los recursos fitogenéticos

El valor de las colecciones de recursos fitogenéticos reside en la utilización que de ellas se haga para producir nuevos cultivares, domesticar nuevas especies y desarrollar nuevos productos, para el beneficio de las actividades productivas. Las colecciones deben proveer a los mejoradores de variantes genéticas, genes o genotipos, que les permitan responder a los nuevos desafíos planteados por los



sistemas productivos, siendo para ello imprescindible conocer las características del germoplasma conservado.

Se entiende por caracterización a la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma, en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad, es decir características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (Hinthum van, 1995).

La caracterización debe permitir diferenciar a las accesiones de una especie. La evaluación comprende la descripción de la variación existente en una colección para atributos de importancia agronómica con alta influencia del ambiente, tales como rendimiento. Se realiza en diferentes localidades, variando los resultados según el ambiente, además de ocurrir interacción genotipo – ambiente. El objetivo principal de la caracterización es la identificación de las accesiones, mientras que el de la evaluación es conocer el valor agronómico de los materiales. La distinción entre ambas actividades es esencialmente de orden práctico.

Para la caracterización y evaluación se utilizan descriptores, que son caracteres considerados importantes y/o útiles en la descripción de una muestra. Los estados de un descriptor son los diferentes valores que puede asumir el descriptor, pudiendo ser un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo.

En términos generales, la caracterización y evaluación preliminar pueden realizarse al mismo tiempo que la regeneración o multiplicación, lo que no sucede con la evaluación agronómica avanzada. (Painting et al., 1993). En el caso particular de las especies silvestres, la caracterización y evaluación preliminar son requisitos previos para conocer la adaptación y potencial productivo, estudios de diversidad, aspectos de la biología y modo reproductivo y de propagación de la especie.



Además de proporcionar un mejor conocimiento del germoplasma disponible, la caracterización y evaluación bien realizadas presentan algunas ventajas adicionales (Valls, 1989):

- Permiten identificar duplicados, simplificando los trabajos siguientes, racionalizando los trabajos relativos a las colecciones activas y de base, evitando duplicación de actividades y haciendo un uso más eficiente de los recursos humanos y financieros.

- Identifican gaps en las colecciones que facilita la planificación de nuevas colectas e introducciones.

- Permite el establecimiento de colecciones núcleos que, por definición, comprenden, con un mínimo de redundancia, la diversidad genética reunida en una especie cultivada y en las especies silvestres relacionadas.

En el caso de las especies silvestres, la situación es diferente, siendo muy pocas las especies en que se dispone de bases de datos completos. Los emprendimientos para el establecimiento de listas de descriptores, en especies en que no existe ningún protocolo previo, se han desarrollado en algunas especies. Los trabajos en caracterizaciones biológicas (sistemas reproductivos, estudios de diversidad genética, taxonomía, citogenética, etc.) son bastante más abundantes, aunque no se encuentran estrictamente integrados al desarrollo de las colecciones de recursos fitogenéticos.

Existen en la región esfuerzos importantes, pero escasísimos en términos de especies, en lo relativo a caracterizaciones químicas y de calidad para el desarrollo de nuevos productos, requiriéndose importantes apoyos en capacitación y laboratorios. También se realizan caracterizaciones in situ para aquellas especies



que se utilizan directamente de la naturaleza, requiriéndose de mayores esfuerzos en ese sentido.

### 3. Objetivos

#### 3.1. General

Validar los cultivares de chile cahabonero con mayor estabilidad en las condiciones ambientales del municipio de Santa María Cahabón

#### 3.2. Específico

Determinar el cultivar con mayor producción de fruto seco de chile cahabonero en comparación al testigo del agricultor.

Determinar el cultivar con mayor resistencia a la marchitez vascular nativa.

Determinar el grado de aceptabilidad de los cultivares de chile cahabonero al sistema productivo utilizado por productores.

### 4. Hipótesis

Si existe una variación morfológica y de resistencia a la marchitez local significativa en la producción de chile cahabonero entre las diferentes comunidades del



municipio de Santa María Cahabón, sin embargo, contará con aceptabilidad al sistema productivo de los productores.

## 5. Metodología

### 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 302 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).

Las parcelas de validación fueron establecidas en comunidades de Santa María Cahabón que son representativas de la región

Aldea Chajual

Aldea Belén I

Aldea Belén II

Aldea Nuevo Agua Caliente

Aldea Agua Caliente

Aldea Chajual

Se realizaron visitas mensuales para la supervisión de actividades asignadas, se contrataron jornales extra para las tareas específicas de caracterización de los cultivos, así como la cosecha.



## 5.2. Diseño experimental

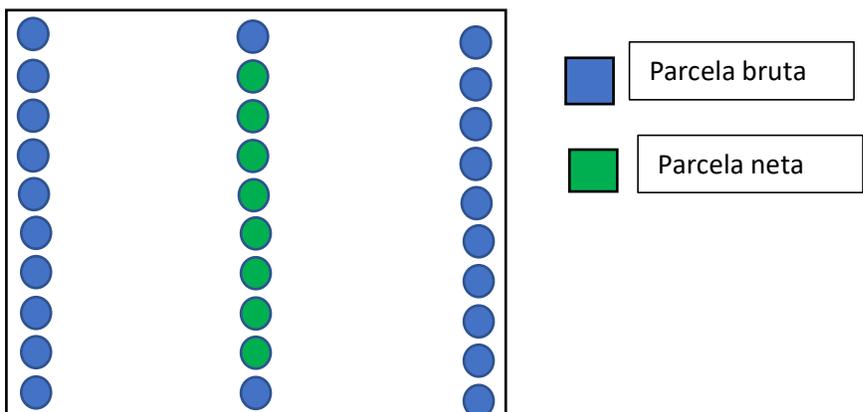
El diseño experimental utilizado por ser parcelas de validación (ensayos de finca) fueron parcelas pareadas en cada localidad, además se analizó la réplica por localidad como factor externo la localidad de análisis para el análisis multi-ambiental, se utilizaron 6 localidades representativas como réplicas.

## 5.3. Tratamientos

Los tratamientos evaluados son 2 cultivares genéticos caracterizados en fase anterior del proyecto, de diferentes productores del municipio de santa maría cahabón como los más productores y con tolerancia a la marchitez del chile cahabonero,

## 5.4. Tamaño de la unidad experimental

Cada unidad experimental para validación constó de 30 plantas como parcela bruta con un distanciamiento de siembra de 0.5 m entre surcos y 0.5 m entre plantas; 7.5 m<sup>2</sup>, sin embargo, solo se tomó como parcela neta 8 plantas, 2 m<sup>2</sup>.





## 5.5. Variables de respuesta

### a. Incidencia de marchitez nativa

Se determinó la susceptibilidad a la marchitez nativa causada con resultados preliminares por los patógenos *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp.; además se realizó un análisis de laboratorio para determinar la presencia de los patógenos en lesiones identificadas en la planta de chile cahabonero, también, la recolección de muestras en terrenos aledaños para análisis fitopatológico de la marchitez local utilizando los postulados de Koch que exponen que el agente patógeno debe estar presente en los individuos enfermos y ausentes en los sanos, las muestras de individuos que presenten los síntomas característicos de la marchitez fueron tomadas para después cultivar el patógeno en un cultivo axénico puro aislado del individuo, proceso realizado en el laboratorio de análisis, el agente aislado en un cultivo axénico debe provocar la enfermedad en un organismo susceptible al ser inoculado y el agente debe ser aislado de nuevo de las lesiones producidas en los individuos de experimentación y ser idéntico al inoculado originalmente..

### b. Rendimiento kg/ha de fruto seco

Cantidad total de producción de los diferentes cortes para los distintos materiales evaluados, variable medida posterior al proceso de secado del chile cahabonero (66% de pérdida de humedad en peso).

## 5.6. Análisis de la información

Las variables incidencia y severidad de la marchitez del chile cahabonero al igual que el rendimiento se analizaron por medio del análisis de varianza con una confiabilidad al 95%, posteriormente se realizó un análisis de comparación de medias con la metodología DGC para determinar diferencias específicas.



## 5.7. Manejo del experimento

### Localización de localidades representativas

Se priorizaron las localidades Chajual, Chinajuc, Caserio Nuevo Agua Caliente, Agua Caliente y Aldeas Belen I y II, sin embargo, fue necesario el recorrido para la determinación de la ubicación representativa para el establecimiento de la réplica, ya que debe cumplir con requisitos ambientales como precipitación media, temperatura media, humedad relativa media e intensidad lumínica del municipio de santa maría cahabon.

### Preparación de la semilla

Se utilizó molienda con el fin de separar las semillas del fruto de chile, posteriormente se realizó una selección de calidad de semilla utilizando el principio de gravedad específica en agua, las semillas que no precipitaron fueron descartadas, las semillas precipitadas se colocaron en bandejas con sustrato orgánico PEAT MOSS.

### Establecimiento de las parcelas

Se preparó el suelo para obtener una mejor estructura del mismo, se utilizó un distanciamiento de siembra de 0.5 m entre surcos \* 0.5 m entre plantas, esto durante el mes de marzo, se aplicó Azoxystrobyl (Amistar®) para el cuidado del denominado mal del talluelo y tiametoxam (Actara®) para evitar el daño por gusano nochero y zompopos.



## Manejo fitosanitario

### Entomológico

Se realizó rotación de productos Exalt®, Monarca® y Pegassus® para el control de mosca blanca, trips y gusanos masticadores siendo estos los más perjudiciales para el cultivo de chile cahabonero.

### Fitopatológico

Se realizó rotación de productos Consentó® y Amistar® para el control de *Phytophthora* sp. y Mertect® para el control de *Fusarium* sp. patógenos que corresponden el complejo denominado marchitez local del chile cahabonero.

### Desmalezado

La remoción de plantas arvenses se realizará de forma manual para evitar daño a la zona radicular de la planta de chile cahabonero y para evitar intoxicaciones a la planta por la deriva del mismo.

### Fertilización

Se realizaron cuatro fertilizaciones granuladas con el fin de potencializar el desarrollo del chile cahabonero en sus diferentes etapas fenológicas, urea en su etapa de desarrollo vegetativo y 15-15-15 durante la fase de floración y fructificación.

Se realizaron aplicaciones constantes de fertilizante foliar con el fin de suministrar a la planta los micronutrientes necesarios para el desarrollo floral y del fruto.



## 6. Resultados

### a. Incidencia de marchitez nativa

El principal problema de producción de chile cahabonero es la reducción de rendimiento y mortandad excesiva de plantas por la enfermedad denominada “Marchitez del chile cahabonero” causada por *Fusarium sp.* (Orozco, 2019) Esta provoca una muerte descendente sintomatología a la que Clavijo Castro (2014) agrega la desintegración de sistema vascular para posterior colapso vegetal, dicha sintomatología se presenta cuando el periodo de lluvias se establece regularmente.

se tomaron datos de incidencia de la enfermedad por medio de la mortandad de plantas mensualmente durante todo el ciclo de cultivo, debido que no todas las localidades fueron establecidas en el mismo periodo de siembra se procedió a estandarizar en el tiempo para poder analizar los datos obtenidos, con lo cual se determinó una función de distribución de la incidencia en el tiempo y se procedió a calcular el área bajo dicha curva limitada por el día 0 hipotético y 240 días (8 meses) como finalización del proceso productivo.

Se realizó un análisis de varianza con 95% de confiabilidad (Cuadro 3), y como variable de análisis el área bajo la curva creada por la función de distribución de la incidencia en el tiempo (meses), se determinó que no existen diferencias estadísticas significativas entre los cultivares evaluados por lo que ningún cultivar presenta mayor tolerancia a la incidencia de la enfermedad, sin embargo si se determinaron diferencias significativas entre las localidades evaluadas, Chinajuc y Belen II (Cuadro 4) las menos afectadas por la ventaja competitiva de establecimiento en tiempo recomendado (mes de Diciembre) ya que al final del periodo productivo la mortandad de las parcelas no fue total, de igual manera (Velazquez Valle, Medina Aguilar, & Macías Valdez, 2003) no encontraron resistencia de cultivares a *Fusarium sp.* Por lo que se considera una enfermedad de alto riesgo a la producción del chile cahabonero

*Incidencia de marchitez del chile cahabonero*

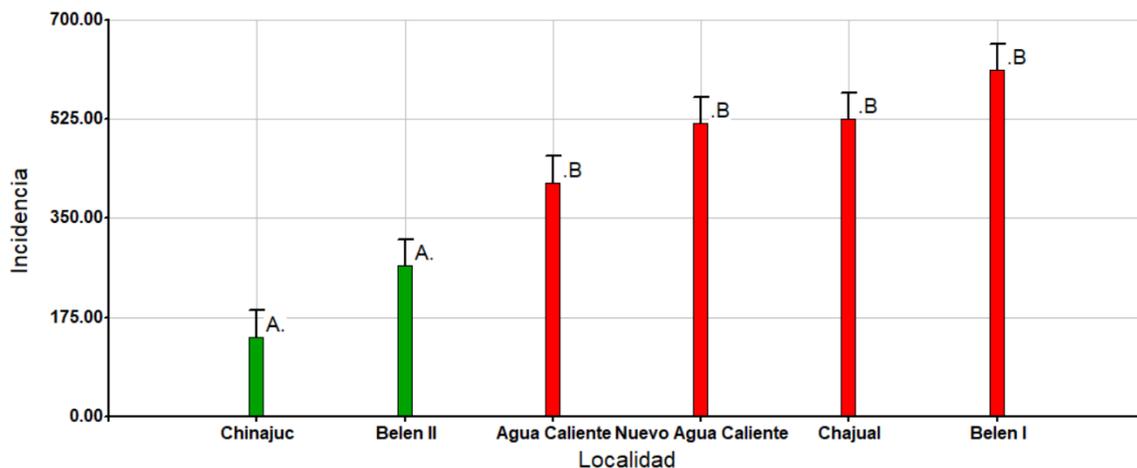


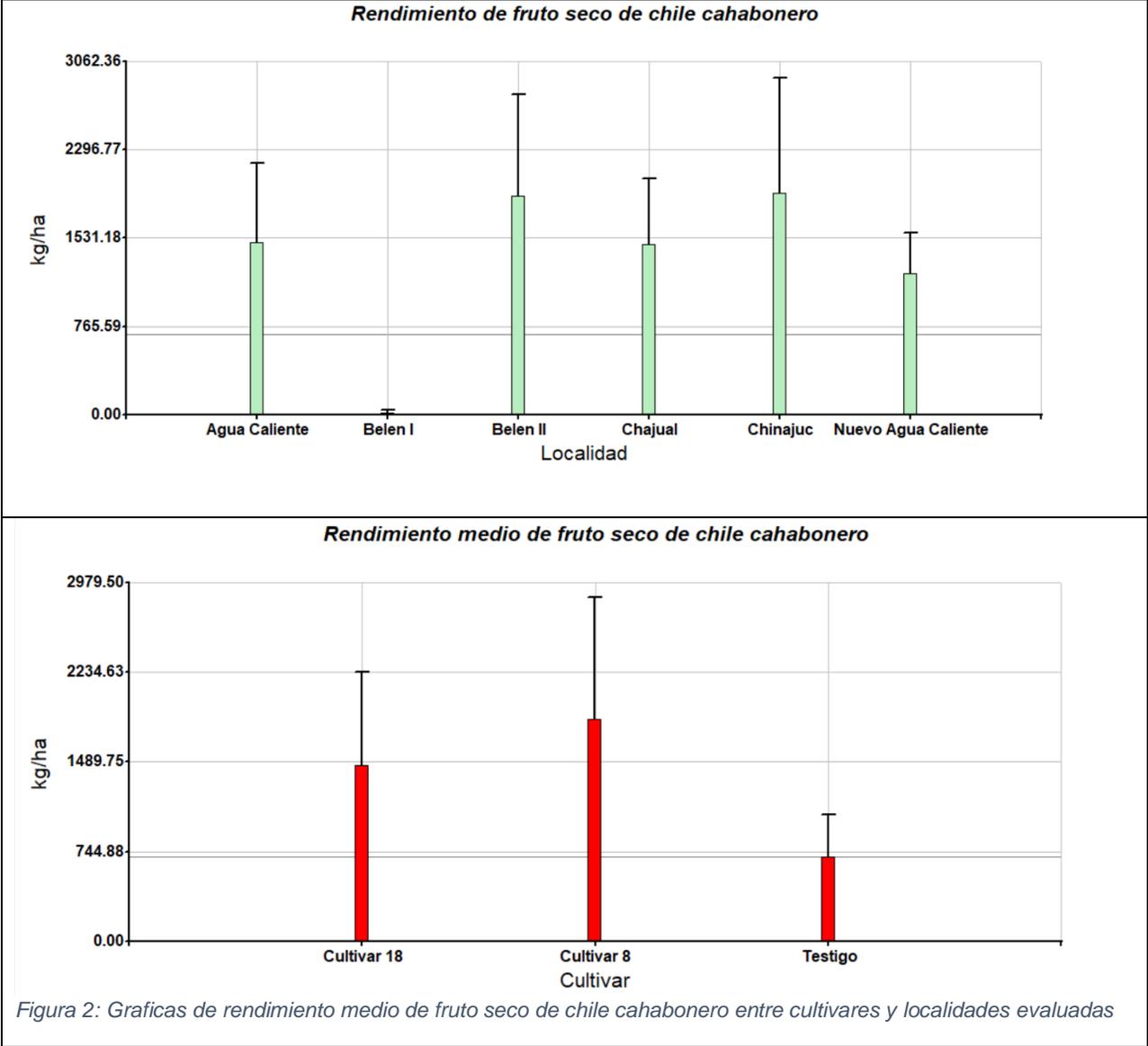
Figura 1: Distribución de la incidencia de la marchitez del chile cahabonero entre las localidades evaluadas

b. Rendimiento kg/ha de fruto seco

Con base en los resultados ( Cuadro 1) se realizó un análisis de la varianza en el cual no se encontraron diferencias significativas entre los rendimientos de los cultivares evaluados, por lo que se procedió a realizar un análisis de contrastes ortogonales entre los cultivares y el testigo del agricultor, se determinó que el cultivar que presentó la mayor producción proyectada en kg/ha para las localidades fue el 8 con un rendimiento proyectado medio superior a 1,400 kg/ha, estadísticamente el contraste de la comparación de los cultivares con el testigo es significativa y no significativa para el contraste entre cultivares, Además, si existe diferencia significativa entre localidades (Cuadro 2), la localidad belén I fue la que presento rendimientos menores.

En comparación a lo reportado por agricultores en el año 2017, (IICA CRIA, ICTA, 2017), publicado en la fase I del proyecto de multiplicación, conservación y caracterización de germoplasma de chile cahabonero, fue de 700 kg/ha de comprobante que al igual que lo expuesto por Farhad, Hasanuzzaman, Biswas, Azad, & Arifuzzaman (2008) existe respuesta positiva significativa a la aplicación de un

paquete tecnológico agronómico de fertilización y control fitosanitario de plagas y enfermedades, aumentado el rendimiento, incluso en el cultivar del agricultor. ( )



## 7. Conclusiones



Se determinó que existe diferencia en la producción de fruto seco de chile cahabonero por los cultivares evaluados cultivar 8 (1,462 kg/ha) Y cultivar 18 (1,844 kg/ha) superando el nivel de aceptación local de 700 kg/ha.

Las localidades Belen II y Chinajuc presentaron menor incidencia de marchitez de chile cahabonero y ningún cultivar tolerancia a la enfermedad, en efecto directo de la siembra recomendada en los meses de diciembre-enero.

Determinar el grado de aceptabilidad de los cultivares de chile cahabonero al sistema productivo utilizado por productores.

## 8. Recomendaciones

Se recomienda continuar con el proceso de selección de semilla para potencializar las características de cada colecta.

Se recomienda respetar estrictamente la fecha de siembra local Diciembre-Enero para obtener mejores resultados de rendimiento y tolerancia a enfermedades

## 9. Presupuesto

Codigo	DESCRIPCION Nombre	MONTO Programado	Monto Ejecutado	Monto Disponible	Saldo
<b>Monto Total del Proyecto</b>		<b>Q136,422</b>			
<b>400 VIAJES OFICIALES</b>					
407	Viaticos ICTA	36,212.00	0.00	36,212.00	100,210.20
407	Viaticos Universidad	0.00	0.00	0.00	100,210.20
409	Transporte Nacionales	0.00	0.00	0.00	100,210.20
411	Otros Gastos de Viajes Nacionales	0.00	0.00	0.00	100,210.20
<b>500 DOCUMENTOS Y MATERIALES E INSUMOS</b>					
501	Publicaciones	0.00	0.00	0.00	100,210.20
503	Reproduccion de Documentos Impresos y Electronicos	0.00	0.00	0.00	100,210.20



505	Material e Insumos	4,838.00	0.00	4,838.00	95,372.20
509	Materiales para Proyectos	29,392.20	0.00	29,392.20	65,980.00
511	Adquisición de Libros y Otras Publicaciones	0.00	0.00	0.00	65,980.00
513	Información Especializada	0.00	0.00	0.00	65,980.00
515	Servicios de Edición, Traducción e Interpretación	0.00	0.00	0.00	65,980.00
	Otros	0.00	0.00	0.00	65,980.00
<b>600 PLANTA, EQUIPO Y MOBILIARIO</b>					
611	Equipo y Mobiliario	5,400.00	0.00	5,400.00	60,580.00
615	Equipo de internet	0.00	0.00	0.00	60,580.00
<b>700 SERVICIOS GENERALES</b>					
703	Telecomunicaciones y Enlaces de Internet	9,400.00	0.00	9,400.00	51,180.00
709	Combustibles	3,780.00	0.00	3,780.00	47,400.00
711	Mensajería y Mobilización Local	0.00	0.00	0.00	47,400.00
725	Preparación del suelo	0.00	0.00	0.00	47,400.00
<b>JORNALES</b>					
729	Jornales (Mano de Obra)	47,400.00	0.00	47,400.00	0.00
<b>INCENTIVOS</b>					
823	Investigador Principal	0.00	0.00	0.00	0.00
	Investigador Asociado	0.00	0.00	0.00	0.00
	Investigador Auxiliar	0.00	0.00	0.00	0.00
	Otros	0.00	0.00	0.00	0.00
					0.00
<b>TOTAL</b>		<b>136,422.20</b>	<b>0.00</b>	<b>136,422.20</b>	<b>0.00</b>

## 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, FG.; Anderson GL. 1996. Ethnobotany of the Garifuna of Eastern Nicaragua. *Economic Botany* 50: 71-107.

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, MM. ; Azurdia, CA. 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, AHD, Hintum, T.J.L van, Morales, EAV (eds) Core Collections of plant genetic resources pp23-34. John Wiley and sons, New York.

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

IICA CRIA, ICTA. (2017). Multiplicación, conservación y caracterización de germoplasma de chile cahabonero. Santa María Cahabon, Alta Verapaz.

IPGRI, AVRDC & CATIE. (1995). Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Turrialba, Costa Rica: International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy; the Asian Vegetable Research and Development Center, Taipei, Taiwan, and the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

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

Osuna-García, JA.; Wall, MW.; Waddell, CA.. 1998. Endogenous levels of tocopherols and ascorbic acid during fruit ripening of New Mexican-type chile (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 5093-5096.



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

Simon, JE.; Chadewick, AF.; Craker, LE. 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.

Velazquez Valle, R., Medina Aguilar, M. M., & Macías Valdez, L. (2003). Reacción de líneas avanzadas de chile (capsicum annum l.) provenientes de Zacatecas a enfermedades comunes en Aguascalientes. Revista Mexicana de Fitopatología, 21(1), 71-74.

## 11. Anexos

Análisis de la varianza							
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV			
Rendimiento	18	0.32	0.23	56.90			
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)							
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo	4040277.66	2	2020138.83	3.49	0.0570		
Cultivar	4040277.66	2	2020138.83	3.49	0.0570		
Error	8684322.19	15	578954.81				
Total	12724599.85	17					
Contrastes							
Cultivar	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	949.06	380.45	3602853.21	1	3602853.21	6.22	0.0248
Contraste2	-381.85	439.30	437424.45	1	437424.45	0.76	0.3984
Total			4040277.66	2	2020138.83	3.49	0.0570
Coeficientes de los contrastes							
Cultivar	Ct.1	Ct.2					
Cultivar 18	0.50	1.00					
Cultivar 8	0.50	-1.00					
Testigo	-1.00	0.00					
Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=985.9471							
Error: 578954.8127 gl: 15							
Cultivar	Medias	n	E.E.				
Testigo	704.61	6	310.63	A			
Cultivar 18	1462.74	6	310.63	A			
Cultivar 8	1844.59	6	310.63	A			
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)							

Cuadro 1: análisis de la varianza para el rendimiento de fruto seco de chile cahabonero, con análisis de contrastes ortogonales para la comparación entre cultivares y el testigo del agricultor.



**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	18	0.58	0.40	50.03

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7353322.62	5	1470664.52	3.29	0.0424
Localidad	7353322.62	5	1470664.52	3.29	0.0424
Error	5371277.23	12	447606.44		
Total	12724599.85	17			

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=1298.6294

Error: 447606.4356 gl: 12

Localidad	Medias	n	E.E.
Belen I	16.00	3	386.27 A
Nuevo Agua Caliente	1225.25	3	386.27 B
Chajual	1472.60	3	386.27 B
Agua Caliente	1496.24	3	386.27 B
Belen II	1895.36	3	386.27 B
Chinajuc	1918.43	3	386.27 B

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

Cuadro 2: análisis de la varianza para el rendimiento de fruto seco de chile cahabonero, con análisis de comparación múltiple de medias DGC para la comparación entre localidades.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incidencia	18	0.09	0.00	44.56

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	48929.07	2	24464.53	0.73	0.5005
Cultivar	48929.07	2	24464.53	0.73	0.5005
Error	506048.67	15	33736.58		
Total	554977.74	17			

**Contrastes**

Cultivar	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	-109.09	91.84	47603.97	1	47603.97	1.41	0.2534
Contraste2	21.02	106.04	1325.10	1	1325.10	0.04	0.8456
Total			48929.07	2	24464.53	0.73	0.5005

**Coefficientes de los contrastes**

Cultivar	Ct.1	Ct.2
Cultivar 18	0.50	1.00
Cultivar 8	0.50	-1.00
Testigo	-1.00	0.00

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=238.0027

Error: 33736.5780 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.
Cultivar 8	365.32	6	74.99 A
Cultivar 18	386.33	6	74.99 A
Testigo	484.92	6	74.99 A

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

Cuadro 3: Análisis de varianza para el área bajo la curva de la incidencia de la marchitez en 3 cultivares de chile cahabonero



Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incidencia	18	0.86	0.80	19.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	476228.86	5	95245.77	14.51	0.0001
Localidad	476228.86	5	95245.77	14.51	0.0001
Error	78748.88	12	6562.41		
Total	554977.74	17			

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=157.2420

Error: 6562.4067 gl: 12

Localidad	Medias	n	E.E.
Chinajuc	140.40	3	46.77 A
Belen II	265.97	3	46.77 A
Agua Caliente	412.73	3	46.77 B
Nuevo Agua Caliente	517.83	3	46.77 B
Chajual	525.00	3	46.77 B
Belen I	611.20	3	46.77 B

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

Cuadro 4: Análisis de la varianza de la variable incidencia de la marchitez del chile cahabonero en las diferentes localidades y posterior análisis múltiple de medias DGC.