

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición, PRUNIAN
(nombre del programa universitario de investigación de la DIGI)

Sustratos alternativos para la producción de frijol perome en huertos familiares, de los
municipios de Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala.
nombre del proyecto de investigación

4.8.24.4.7

Partida presupuestaria

Centro Universitario de Oriente –CUNORI-
unidad académica o centro no adscrito a unidad académica avaladora

MSc. José Ramiro García Álvarez
MSc. Jessica Sylvana Nufio Barillas de Rodas
Licda. Vilma Leticia Ramos López
Dámaris Gloria Ernestina Orellana Juárez
Erick Oliverio Villeda Escobar

nombre del coordinador del proyecto y equipo de investigación contratado por DIGI

Chiquimula, 29 de febrero del 2024
lugar y fecha de presentación del informe final dd/mm/año

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Autoridades

Dra. Alice Burgos Paniagua
Directora General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Inga. Liuba María Cabrera
Coordinadora del Programa de Investigación

Autores

Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte
Coordinador del proyecto

Lic. Vilma Leticia Ramos López
Colaborador

Jessica Sylvana Nufio Barillas de Rodas
Investigador principal

Dámaris Gloria Ernestina Orellana Juárez
Auxiliar de investigación II

Erick Oliverio Villeda Escobar
Auxiliar de investigación II

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (DIGI), 2023.
El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la DIGI de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la partida presupuestaria 4.8.24.4.76 en el Programa Universitario de Investigación.

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

INDICE DE CUADROS

1. RESUMEN	9
2. ABSTRACT.....	11
3. INTRODUCCIÓN	13
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4.1. Delimitación en tiempo	16
4.2. Delimitación espacial	16
5. MARCO TEÓRICO	17
5.1. Clasificación taxonómica del frijol perome	19
5.2. Huerto familiar	19
5.3. Huertos verticales	19
6. ESTADO DEL ARTE	20
7. OBJETIVOS	22
7.1. Objetivo General	22
7.2. Objetivo Específicos	22
8. HIPÓTESIS	23
9. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
9.1. Enfoque de la investigación	24
9.2. Método	24
9.3. Materiales y proceso de elaboración de los sustratos.....	25
9.4. Análisis físico-químico de los sustratos	26
9.5. Recolección de información.....	26
9.6. Técnicas e instrumentos	26
9.7. Prueba de germinación.....	27
9.8. Preparación de contenedores para la prueba de campo.....	27
9.9. Manejo agronómico del experimento.....	27
9.10. Análisis Beneficio/Costo.....	28
9.11. Aceptación de la tecnología	28

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

9.12.	Análisis de la información.....	28
9.13.	Periodo de desarrollo de la investigación.....	29
10.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
10.1.	Resultados	30
10.1.1.	Elaboración de los sustratos alternativos.....	31
10.1.2.	Caracterización de los sustratos	33
10.1.3.	Evaluación de los sustratos en la producción de frijol perome a nivel de huertos familiares en tres localidades.	37
10.1.4.	Análisis financiero.....	60
10.2.	Discusión de resultados.....	65
11.	CONCLUSIONES	69
12.	RECOMENDACIONES	72
13.	REFERENCIAS	74
14.	APÉNDICE.....	78
15.	VINCULACIÓN	84
16.	ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN, DIVULGACIÓN Y PROTECCIÓN INTELECTUAL 85	
17.	APORTE DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN A LOS PRIORIDADES NACIONALES DE DESARROLLO (PND) IDENTIFICANDO SU META CORRESPONDIENTE.....	86
18.	ORDEN DE PAGO FINAL (INCLUIR ÚNICAMENTE AL PERSONAL CON CONTRATO VIGENTE AL 31 DE DICIEMBRE DE 2023)	87
19.	DECLARACIÓN DEL COORDINADOR(A) DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	88
20.	AVAL DEL DIRECTOR(A) DEL INSTITUTO, CENTRO O DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN O COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN DEL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO	88
21.	VISADO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN	89

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

INDICE DE CUADROS

TABLA 1. CONFORMACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS A EVALUAR PARA LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL PEROME EN HUERTOS FAMILIARES, JOCOTÁN Y CHIQUIMULA.	25
TABLA 2. LOCALIDADES IDENTIFICADAS PARA EL ESTABLECER LOS HUERTOS FAMILIARES (DISEÑOS EXPERIMENTALES), EN LOS MUNICIPIOS DE JOCOTÁN Y CAMOTÁN	30
TABLA 3. LOCALIDAD DEL VIVERO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI)	31
TABLA 4. MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO TIPO BOCASHI.	32
TABLA 5. MATERIALES, PORCENTAJES, VOLUMEN Y PESO UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS SUSTRATOS ALTERNATIVOS EVALUADOS.	32
TABLA 6. VALORES OBTENIDOS DE PH, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, HUMEDAD, DENSIDAD APARENTE Y REAL, ESPACIO POROSO Y COLOR, DE LOS SUSTRATOS ELABORADOS.	33
TABLA 7. VALORES OBTENIDOS DE MATERIA ORGÁNICA, RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO, TEXTURA, CAPACIDAD DE CAMPO, PUNTO DE MARCHITES PERMANENTE Y HUMEDAD APROVECHABLE DE LOS SUSTRATOS	34
TABLA 8. CONTENIDO DE MACRO Y MICRONUTRIENTES, Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO DE LOS SUSTRATOS.	35
TABLA 9. GRANULOMETRÍA DE LOS SUSTRATOS ELABORADOS	36
TABLA 10. RESULTADOS PROMEDIO DE LAS VARIABLES EVALUADAS LARGO DE VAINA, NÚMERO DE GRANOS POR VAINA, NÚMERO DE VAINAS, PESO DE LAS VAINAS, PESO GRANO HÚMEDO, PESO GRANO SECO, PESO VAINA SECA, DE LOS SUSTRATOS EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA.	38
TABLA 11. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA.	39
TABLA 12. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS POR VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA	39
TABLA 13. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS POR VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA.	40
TABLA 14. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS POR HECTÁREA FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA.	40

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

TABLA 15. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO EN VAINA EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA.	41
TABLA 16. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA VARIABLE PESO GRANO HÚMEDO EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA.	41
TABLA 17. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO GRANO SECO EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA.	42
TABLA 18. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO SECO DE VAINA EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CHIQUIMULA.	42
TABLA 19. RESULTADOS PROMEDIO DE LAS VARIABLES EVALUADAS LARGO DE VAINA, NÚMERO DE GRANOS POR VAINA, NÚMERO DE VAINAS, PESO DE LAS VAINAS, PESO GRANO HÚMEDO, PESO GRANO SECO, PESO VAINA SECA, DE LOS SUSTRATOS EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	43
TABLA 20. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	43
TABLA 21. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS POR VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	44
TABLA 22. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS POR VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	44
TABLA 23. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS POR HECTÁREA FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	45
TABLA 24. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VAINAS POR HECTÁREA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN	5
TABLA 25. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO EN VAINA EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	46
TABLA 26. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE PESO EN VAINA EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN	46
TABLA 27. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO GRANO HÚMEDO EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	47
TABLA 28. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE PESO GRANO HÚMEDO EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	47
TABLA 29. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO GRANO SECO EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	48

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

TABLA 30. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO GRANO SECO EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	48
TABLA 31. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO SECO DE VAINA EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN	49
TABLA 32. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE PESO SECO DE VAINA EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	49
TABLA 33. RESULTADOS PROMEDIO DE LAS VARIABLES EVALUADAS LARGO DE VAINA, NÚMERO DE GRANOS POR VAINA, NÚMERO DE VAINAS, PESO DE LAS VAINAS, PESO GRANO HÚMEDO, PESO GRANO SECO, PESO VAINA SECA, DE LOS SUSTRATOS EN LA LOCALIDAD DE CAMOTÁN.	50
TABLA 34. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CAMOTÁN.	50
TABLA 35. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS POR VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CAMOTÁN	51
TABLA 36. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS POR VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CAMOTÁN.	51
TABLA 37. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE VAINAS POR HECTÁREA FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CAMOTÁN.	52
TABLA 38. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO EN VAINA EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CAMOTÁN.	52
TABLA 39. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO HÚMEDO EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CAMOTÁN.	53
TABLA 40. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO SECO EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE CAMOTÁN.	53
TABLA 41. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO SECO DE VAINA EN KG/HA. DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LA LOCALIDAD DE JOCOTÁN.	54
TABLA 42. RESULTADOS PROMEDIO DE LAS VARIABLES EVALUADAS LARGO DE VAINA, NÚMERO DE GRANOS POR VAINA, NÚMERO DE VAINAS, PESO DE LAS VAINAS, PESO GRANO HÚMEDO, PESO GRANO SECO, PESO VAINA SECA, DE LOS SUSTRATOS PARA LAS TRES LOCALIDADES.	55

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

TABLA 43. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LAS VARIABLES LONGITUD VAINA, NÚMERO DE GRANOS POR VAINA, NÚMERO DE VAINAS, PESO DE VAINAS, PESO DE GRANO HÚMEDO, PESO DE GRANO SECO, PESO SECO DE VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO EN LAS TRES LOCALIDADES.	56
TABLA 44. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE LONGITUD DE LA VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO PARA LAS TRES LOCALIDADES.	57
TABLA 45. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE NÚMERO DE GRANOS POR VAINA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO PARA LAS TRES LOCALIDADES.	57
TABLA 46. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VAINA/HECTÁREA DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO PARA LAS TRES LOCALIDADES.	58
TABLA 47. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO EN VAINAS (KG/HA) DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO PARA LAS TRES LOCALIDADES.	58
TABLA 48. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO HÚMEDO (KG/HA) DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO PARA LAS TRES LOCALIDADES.	59
TABLA 49. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO SECO (KG/HA) DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO PARA LAS TRES LOCALIDADES.	59
TABLA 50. PRUEBA DE MEDIAS DE TUKEY PARA LA VARIABLE PESO SECO DE VAINA (KG/HA) DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO PARA LAS TRES LOCALIDADES.	60
TABLA 51. COSTOS DE ELABORACIÓN DE LOS SUSTRATOS EN QUETZALES.	61
TABLA 52. COSTO DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO AGRONÓMICO DE HUERTO FAMILIAR PARA LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL PEROME DE 100 CONTENEDORES (BOLSAS CON SUSTRATO).	62
TABLA 53. COSTO PARA LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO FAMILIAR UTILIZANDO SUSTRATOS ALTERNATIVOS.	63
TABLA 54. RELACIÓN COSTO/BENEFICIO PARA LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL PEROME A NIVEL DE HUERTO FAMILIAR UTILIZANDO SUSTRATOS ALTERNATIVOS.	64

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

1. RESUMEN

La variabilidad en la precipitación, el cambio climático, degradación de suelos y dificultad al acceso de insumos agrícolas, provoca baja productividad de los granos básicos en la región Chortí, incidiendo sobre la seguridad alimentaria y nutricional de familias de infra subsistencia y subsistencia. El frijol es indispensable en la dieta familiar, donde la producción ha experimentado bajos rendimientos y pérdidas por los factores mencionados; la generación de tecnologías para la producción de frijol contribuye con la resiliencia al cambio climático y es fundamental para el acceso de las familias a este alimento.

La investigación tubo como objetivos: evaluar sustratos para la producción de frijol perome en huertos familiares, determinar las características físicas y químicas de estos, determinar el sustrato que ofrece condiciones para el crecimiento y producción de frijol, identificar el sustrato con mejor relación costo/beneficio y evaluar la aceptación de la tecnología.

La metodología consistió en, seleccionar el área de estudio, identificar las localidades y familias vulnerables a la inseguridad alimentaria y nutricional, preparar los materiales para la elaboración de abono orgánico fermentado tipo Bocashi, elaborar los sustratos, establecer el experimento en las localidades, brindar manejo agronómico, levantar información para evaluar los sustratos conforme a variables, realizar análisis estadístico para identificar el mejor sustrato, divulgar resultados con actores locales y autoridades.

Los resultados del laboratorio indican que los sustratos tienen alto contenido de macro y micronutrientes, pH adecuado, alto contenido de materia orgánica, alto porcentaje de espacio poroso, una granulometría equilibrada que permite la formación de macro y micro poros, buena retención de humedad, alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), pero también con alta conductividad eléctrica que es característica particular de los sustratos orgánicos.

Luego a la caracterización físico-química de sustratos se establecieron huertos familiares con diseños experimentales en tres localidades: municipio de Chiquimula, Jocotán y Camotán, un diseño experimental por cada localidad con los tres tratamientos (T1, T2 y T3) que corresponden a los sustratos elaborados para la producción de frijol a nivel de huerto familiar, donde la fase experimental duro campo duro aproximadamente 80 días.

Los resultados de la variable relacionada con la producción de frijol perome en los huertos familiares establecidos (parcelas experimentales), indican que los sustratos alternativos son una opción de recomendación para la producción de frijol perome a nivel de huertos, los cuales

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

ofrecen características que permiten la producción de frijol bajo esta condición bajo criterios agronómico y financiero, y pueden contribuir de forma positiva con la seguridad alimentaria y la resiliencia de la producción agrícola familiar.

Palabras clave: Sustratos alternativos, frijol perome, huertos familiares, inseguridad alimentaria y nutricional.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

2. ABSTRACT

The variability in precipitation, climate change, soil degradation and difficulty in accessing agricultural inputs causes low productivity of basic grains in the Chortí region, affecting the food and nutritional security of subsistence and subsistence families. Beans are essential in the family diet, where production has experienced low yields and losses due to the aforementioned factors; The generation of technologies for bean production contributes to resilience to climate change and is essential for families' access to this food.

The objectives of the research were: to evaluate substrates for the production of perome beans in family gardens, to determine the physical and chemical characteristics of these, to determine the substrate that offers conditions for the growth and production of beans, to identify the substrate with the best cost/benefit ratio. and evaluate the acceptance of the technology.

The methodology consisted of selecting the study area, identifying the localities and families vulnerable to food and nutritional insecurity, preparing the materials for the production of fermented organic fertilizer type "Bocashi", preparing the substrates, establishing the experiment in the localities, provide agronomic management, collect information to evaluate the substrates according to variables, perform statistical analysis to identify the best substrate, disseminate results with local actors and authorities.

The laboratory results indicate that the substrates have a high content of macro and micronutrients, adequate pH, high content of organic matter, high percentage of pore space, a balanced granulometry that allows the formation of macro and micro pores, good moisture retention, high cation exchange capacity (CEC), but also with high electrical conductivity which is a particular characteristic of organic substrates.

After the physical-chemical characterization of substrates, family gardens were established with experimental designs in three locations: municipality of Chiquimula, Jocotán and Camotán, an experimental design for each location with the three treatments (T1, T2 and T3) that correspond to the substrates. prepared for bean production at the family garden level, where the experimental phase lasted approximately 80 days.

The results of the variable related to the production of perome beans in established family gardens (experimental plots) indicate that alternative substrates are a recommended option for the production of perome beans at the garden level, which offer characteristics that allow the

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

bean production under this condition follows agronomic and financial criteria, and can contribute positively to food security and the resilience of family agricultural production.

Keywords: Alternative substrates, perome beans, family gardens, food and nutritional insecurity.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

3. INTRODUCCIÓN

La producción agrícola actualmente enfrenta grandes retos debido a cambios en los sistemas naturales y productivos, provocados principalmente por la variabilidad en la precipitación y el cambio climático; la producción de alimentos como maíz y frijol son pilares fundamentales de la seguridad alimentaria y nutricional en las familias del área rural. Los últimos años han experimentado disminución o incluso pérdidas significativas en la producción, provocada principalmente por sequías, cambios en la región de precipitaciones y por suelos degradados que no permiten la retención de la humedad necesaria para que los cultivos de granos básicos completen su ciclo de forma satisfactoria.

La baja productividad de los granos básicos en la zona Chortí, contribuye a impactar la problemática de la inseguridad alimentaria en familias de los productores de infra subsistencia y subsistencia, los cuales recurren a estrategias de afrontamiento para poder acceder a los alimentos al no disponer de las reservas necesarias para cubrir los requerimientos en la época de hambre estacional.

Con la investigación se contribuye a la seguridad nutricional de las familias más vulnerables des Jocotán, Camotán en el área oriente y Chorti, del departamento de Chiquimula, la cual tiene como objetivos evaluar sustratos alternativos en la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. a nivel de huertos familiares, determinar las características físicas y químicas de los sustratos empleado, determinar el sustrato alternativo que favorece el crecimiento y producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp.), identificar el o los sustratos alternativos que presente la mejor relación costo/beneficio para la producción de frijol y evaluar la aceptación de la nueva tecnología de parte de las familias. Cabe resaltar que la “el frijol perome es una leguminosa usada como alimento y forraje en las sábanas semi-áridas tropicales, debido a su tolerancia a sequía y su capacidad para crecer en suelos de baja fertilidad es un cultivo valioso para los agricultores” (Timko et al., 2008).

Para desarrollar la investigación se utilizó la metodología que permitió el logro de los objetivos de forma eficaz, seleccionando dos localidades que por sus características las familiares son vulnerables a la inseguridad alimentaria y nutricional como la aldea Tesoro Abajo en Jocotán y la aldea El Rodeo en Camotán, donde cada aldea constituye una localidad, seleccionado las familias que participaron en la investigación y en área experimental del vivero del Centro

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Universitario de Oriente, que como centro de formación permite transmitir la tecnología con estudiantes de las ciencias agrícolas, ambientales y con productores.

Inicialmente se produjo el abono orgánico tipo Bocashi como parte de los materiales utilizados en los sustratos, posteriormente se procedió con elaborar los sustratos alternativos con mariales como: fibra de coco, cascarilla de arroz, cascarilla de maní, cascabillo de café, pulimento de arroz, abono orgánico, melaza y microorganismos de montaña activados; posteriormente se procedió a establecer el experimento en las tres localidades utilizando en diseño en parcelas divididas con 3 tratamientos (sustratos alternativos) y 6 repeticiones, donde participo una familia por localidad con un diseño en área del huerto familiar, donde se estableció frijol perome en cada uno de los tratamientos, repeticiones y unidades experimentales; posteriormente se brindó manejo agronómico al cultivo, para luego levantar la información que permitió evaluar los sustratos de acuerdo a variables: longitud de la vaina, granos por vaina, numero vainas en una hectárea., rendimiento en vaina kg/ha, rendimiento de grano húmedo kg/ha, rendimiento grano seco kg/ha, peso seco vaina kg/ha. Con la información de las variables se realizó el análisis estadístico para determinar el tratamiento que ofrece el mejor medio para el crecimiento y producción de frijol en huertos familiares.

Se desarrolló la fase de campo estableciendo los huertos familiares con los tres sustratos (tratamientos T1, T2 y T3) en las localidades, con el cultivo de frijol perome por un periodo de 80 días, brindado el manejo agronómico de acuerdo al plan de fertilización y plan de control de plagas y enfermedades que permitió del desarrollo adecuado de las plantas de frijol en cada uno de los diseños experimentales. Al finalizar la fase de crecimiento y desarrollo del cultivo se procedió a medir las variables estudiadas para conocer el efecto de los sustratos sobre la producción de frijol a nivel de huertos.

Los resultados de la investigación muestran que los sustratos alternativos son una opción de recomendación para la producción de frijol perome en huertos familiares específicamente los sustratos T1 compuesto por 40% fibra de coco, 20% cascarilla de arroz, 30% abono orgánico y 10% pulimento de arroz, y T3 conformado 40% fibra de coco, 20% cascarilla de maní, 30 % abono orgánico y 10% semolina, dichos sustratos son los que ofrecen las mejores características para la producción de frijol a nivel de huertos familiares, así como la mejor relación costo/beneficio para las familias productoras y que pueden contribuir de forma positiva con la seguridad alimentaria y nutricional y la resiliencia de la producción agrícola familiar.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática de seguridad alimentaria que atraviesan los núcleos familiares del área rural en nuestro país es cada vez más acentuada, donde las familias enfrentan dificultades de acceso a los alimentos por la falta de recursos económicos por las limitaciones para la producción de los mismos, especialmente la producción de granos básicos, debido a la degradación los suelos y la pérdida de la fertilidad por cultivar en condiciones de alto porcentaje de pendiente sin prácticas y estructuras de conservación de suelos. Así mismo la variabilidad del régimen de lluvias provoca déficit hídrico o sequías, que impide a los cultivos de granos básicos completar el ciclo y obtener buenos rendimientos, especialmente en los años con Fenómeno del Niño a lo cual se suma el alto costo de fertilizantes.

Los bajos rendimientos de granos básicos provocan no disponer de las reservas de alimentos necesaria para cubrir los requerimientos de las familias que implementan estrategias de afrontamiento para acceder a los alimentos necesarios. Según los datos reportados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación en conjunto con la Dirección de Planificación Educativa MAGA/DIPLAN (2014), “la producción de frijol negro a nivel nacional no es suficiente para la población guatemalteca, uno de los principales problemas a nivel nacional son los bajos rendimientos obtenidos, con un promedio de 14 quintales por manzana”. Con forme a los datos presentados por el Plan de Desarrollo Integral 2015-2032, “el cambio climático ha afectado la región Chortí principalmente en la producción de alimentos para las familias de infra subsistencia y subsistencia, con disminución del rendimiento por hectárea del 60% en maíz y 50% en frijol” (2015).

Diversas organizaciones no gubernamentales y gubernamentales han promovido y promueven el establecimiento de huertos familiares en la Región Chortí como una estrategia de afrontamiento con el objetivo de producir los alimentos que demanda la familia para lograr la soberanía alimentaria y que se disponga los alimentos necesarios en la dieta familiar. Dentro de la dieta de las familias el frijol es de vital importancia por el aporte de proteína, hierro y nutrientes esenciales como complemento al consumo de maíz.

Para Gudiel Escobar et. al. 2018:

El consumo per cápita de frijol se estima en 58 gr/día. El consumo nacional es de 5.3 millones de quintales, de los cuales el departamento de Chiquimula aporta el 10%. Los últimos años, los productores de frijol han enfrentado diferentes situaciones que han repercutido en los bajos índices de rendimiento y pérdidas totales para la producción

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

de frijol, estas causas se deben principalmente a la escasa precipitación y distribución de las lluvias.

Con base a los datos reportados por Famata et al., (2013) “el frijol perome, es rico en nutrientes, que lo hacen un alimento con gran valor nutricional, aportando una fuente de energía que va de 64% a 69% de carbohidratos, también aporta micronutrientes como: Na, K, Ca, Mg, P, Zn, Fe”. Y según Adeola et al., (2011) “la mayor contribución nutricional de este frijol se debe al contenido de proteína constituido en (20-25 %), distribuido de la siguiente manera; por globulinas (51%), albúminas (45%), prolaminas (1%) y glutelinas”.

Producir frijol a nivel de huertos familiares puede ser una estrategia que permita a las familias más vulnerables de la Región Chortí disponer de unos de los dos los granos básicos que actualmente tienen dificultades para la producción de forma tradicional en la región por la variación climática, la degradación del suelo y el incremento constante de precios de los insumos agrícolas. Disponer de técnicas y tecnologías para producir frijol a nivel huertos familiares con pequeños productores en la Región Chortí, constituye una estrategia para la adaptación al cambio climático y la variabilidad en el clima, que busca generar una mayor resiliencia de las familias más vulnerables a condiciones de sequía y a los efectos negativos del cambio climático.

4.1. Delimitación en tiempo

Se realizó durante el 2023, con una duración de 6 meses, en los primeros meses se seleccionaron las familias, realizando visitas al área de estudio, elaborando el abono orgánico y sustratos, análisis de resultados y en el quinto mes el establecimiento del experimento con las familias seleccionadas, manejo agronómico y recolección de resultados.

4.2. Delimitación espacial

El proyecto se realizó en dos localidades, la primera ubicada en la aldea Tesoro Abajo, municipio de Jocotán. La segunda localidad en la aldea El Rodeo, municipio de Camotán. Así mismo en el área del Vivero del Centro Universitario de Oriente CUNORI, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula. (Véase apéndice 1).

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

5. MARCO TEÓRICO

Según Pastor (1999), define el término “sustrato, a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular”.

De acuerdo a García et al, (2006), indica que “el sustrato presenta con un pH muy ácido (pH < 5.0) o alcalino (pH >7.5) puede aparecer síntomas relacionados a deficiencias de nutrientes no por la escasez del medio de su crecimiento, sino por encontrarse de forma química no disponible”.

Según Terés, existes diferentes formas de clasificar los sustratos con base a criterios tales como: “origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades y su capacidad de degradación” (2001).

Las características de los sustratos para producción de vivero según Pastor son;

Características Físicas: estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son: densidad real y aparente, distribución granulométrica, porosidad, aireación, retención de agua, permeabilidad, distribución de tamaños de poros y estabilidad estructural.

Características Químicas: estas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo. Entre las características químicas de los sustratos destacan: capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad tampón, contenido de nutrimentos, relación C/N.

Características biológicas: podemos mencionar las más importantes; contenido de materia orgánica, estado y velocidad de descomposición (1999).

Descripción de materiales para elaborar los sustratos;

Fibra de coco: según Burés, (1997) citado por Quintero et al, (2012) “la fibra de coco es de lenta descomposición cuenta con las siguientes características; alta capacidad de retención hídrica, durabilidad, densidad aparente baja, alta capacidad de retención de humedad, aumenta la tasa de infiltración, pH que varía entre 4 y 7”.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

“Pulimiento de arroz: este material aporta calcio, nitrógeno, magnesio, fósforo, potasio, favorece el aumento de fermentación”, Miranda Villela (2014).

“Cascabillo de café: es rico en azúcares, aminoácidos y contenido alto de lisina” (Miranda Villela, 2014).

“Abono orgánico bocashi: consiste en descomponer los materiales ya sea de origen vegetal u animal mediante procesos aeróbicos, el uso de ello promueve la activación y aumento de los microorganismos en el suelo” (Shintani et al, 2000).

Según Luna, et al., (2009), como se citó en Ramos et al., (2014), “hace referencia a que no existe una formula exacta para su elaboración que se refiere a variaciones para su elaboración y variar conforme a las materias primas que dispongan en el área”.

La cascarilla de arroz: Quintero et al., (2006) dice “resulta un sustrato económico subproducto de la industria arrocera cuenta con las siguientes características; pH neutro, alto contenido de sílice, alta porosidad, alta conductividad hidráulica. baja retención de humedad, presenta baja conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico”.

Agua: con ella se homogeniza la humedad del sustrato, favorece la multiplicación microbiana en la fermentación, donde se debe controlar la misma que ocurra una fermentación adecuada y descomposición.

Microorganismos de montaña; el Dr. Teruo Higa es considerado como el desarrollador de la tecnología de microorganismos para la agricultura en los años ochenta. Según Rodriguez-Calampa et al., (s.f.)

Desarrolló una tecnología para reproducir los microorganismos que habitan naturalmente en los bosques. Estos microorganismos son llamados comúnmente *Microorganismos de Montaña o MM*. Los microorganismos cumplen con ciertas características importantes en el suelo: roles benéficos en los procesos biológicos y procesos agro ecosistémicos, fácil de localizar (pueden ser encontrados en la capa superficial del suelo de un ecosistema natural sin intervención humana), riqueza de microorganismos pueden contener en promedio de 80 especies de microorganismos, 10 géneros.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

5.1. Clasificación taxonómica del frijol perome

“Se clasifica de la siguiente manera; Reino Vegetal, Clase Angiosperma, Subclase Dicotiledónea, Orden Leguminosa, Familia Fabácea, Género *Vigna*, Especie *Unguiculata* (L.) Walp” (Ospina, 1995). “Nombre científico *Vigna unguiculata* (L.) Walp., nombre común caupí, cabecita negra, castilla” (Albán, 2012).

Cabe mencionar que en Guatemala este frijol es conocido con el nombre de perome o caupí.

“La planta de fríjol caupí se caracteriza por alto valor nutricional, es fuente de energía (64-69 % de carbohidratos), micronutrientes (Na, K, Ca, Mg, P, Zn, Fe)” (Famata et al., 2013).

La mayor contribución nutricional de este frijol según Adeola et al., (2011), “es el alto contenido de proteína constituido en (20-25 %), distribuido de la siguiente manera; 51 % globulinas, 45% albúminas. 1% prolaminas y 3 % de glutelinas”.

Goncalves et al., menciona otras características importantes de esta variedad: adaptación a diferentes cultivos, tolerante a la sequía y alta capacidad de fijar nitrógeno. Manejo del cultivo de frijol perome” (2006).

5.2. Huerto familiar

Según Lope-Alzina y Howard (2012), “huerto surge gracias a estudios realizados en regiones tropicales de Asia y con pueblos indígenas en los años 1970”

Torquebiau, “define huertos familiares como sistemas agroforestales en la cual coexisten árboles y arbustos multipropósito con cultivos agrícolas, ubicados al alrededor de casas y cuyo manejo es realizado por la familia con base a necesidades” (1992).

5.3. Huertos verticales

“Es un sistema de jardinería que nos permite cultivar plantas ornamentales o alimentos para el consumo en superficies verticales, como por ejemplo paredes, muros o vallas” (Olvera, 2023).

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

6. ESTADO DEL ARTE

El uso de sustratos en invernaderos y viveros es suma importancia para la producción estos de plántulas que luego son levada al campo para establecer plantaciones de hortalizas, frutales y plantas forestales un se los sustratos más usados en el mundo de la turba, que se obtiene de grandes depósitos de materia orgánica la cual esta presencia contante de humedad y bajas temperaturas lo cual detiene la descomposición y favorece la formación de turberas; durante muchas décadas esta fueron fuente de materia orgánica para la preparación de sustratos que empresas comercializan en todo el mundo. Debido a los potenciales impactos ambientales que la extracción de turba tiene en los ecosistemas, en las últimas décadas sean dedicado esfuerzos y recursos para desarrollar investigación que permita identificar materias primas orgánicas y que mezclas de esta que tenga potencial para ser utilizados con sustratos brindando características físicas y químicas similares a la turba y superiores a esta.

Según Varela et al., “la turba, material más difundido regionalmente, está restringido legalmente o genera impactos ambientales indeseables, ya que proviene de canteras naturales que se explotan como un recurso minero” (2013). Por lo cual es relevante la búsqueda e identificación de nuevos sustratos.

Las investigaciones realizadas han identificado materias primas con potencial como: la fibra de coco, que a pesar de poseer una alta conductividad de manera natural que inhibe la germinación en algunas especies, mediante un manejo adecuado (lavado de la fibra de coco) se reduce significativamente la conductividad eléctrica; la cascarilla de arroz, cascarilla de maní de mezcladas en proporciones adecuadas se obtiene sustratos con potencial para propagación y desarrollo de plantas de diversas especies.

Como se indicó anteriormente los sustratos se han empleado principalmente la propagación de plantas frutales, hortalizas y forestales, sin embargo, estos tienen excelentes características para la producción de plantas especialmente a nivel huertos, sin embargo, el uso de sustratos comerciales como a turba esta limita por el costo de esta, aunque se prese que la demanda de productos agrícolas aumente en los próximos años. Según Rodríguez et al., “el aumento del cultivo en contenedores es posible que continúe por la demanda de productos agrícolas de la población urbana en crecimiento constante” (2016).

Así mismo se ha experimentado con diversos abonos orgánicos para la elaboración de sustratos como: estiércol bovino, gallinaza, abono orgánico tipo Bocashi, lombricompost; por el aporte de nutrientes que estos hacen a los sustratos, que existe experiencias que indica lo

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

contraproducente que puede ser un alto contenido de nutrientes en los sustratos para la producción algunas especies de plantas por la alta conductividad que aportan los abonos orgánicos, que en proporciones menos al 20%.

En el Centro Universitario de Oriente, se han realizado investigación sobre sustratos alternativos para la producción de tomate, chile pimiento, plantas forestales como cedro y pino los resultados muestran que este tipo de sustrato tiene potencial para la propagación y producción de plantas, los sustratos alternativos sustratos elaborados a partir de materias primas locales utilizando microbiología para el proceso descomposición permite obtener sustratos homogéneos con excelentes propiedades físicas y químicas a un costo asequible para los productores con la ventaja que se pueden preparar a nivel comunitario, de finca o parcela. Estos sustratos permiten aprovechar los desechos orgánicos de las parcelas productivas para elaborar el abono requerido. Según Miranda Villela, “Se evaluaron sustratos para la producción de plantas forestales de pino y cedro, en contenedor a nivel de vivero. Además, se buscó determinar un sustrato que cumpla con las mejores características para la producción de plantas de buena calidad” (2014).

La producción de granos básicos como maíz y frijol es una de las principales actividades productivas que realizan los productores en la Región Chortí, ya con ello obtienen el alimento básico para las familias, donde el frijol tiene un aporte importante de nutrientes a la dieta, con fuente de proteína. El frijol perome es una especie que se ha cultivado por los productores de la región especialmente para ser consumido en estado maduro, en vaina y en grano seco; así mismo se consumen las hojas jóvenes por su alto valor nutricional; esta especie se cultiva en pequeñas áreas donde se utiliza para el consumo familiar y la venta en estado maduro en mercados locales donde tiene demanda y un valor superior al frijol tradicional. El área agronómica experimental del Centro Universitario de Oriente ha desarrollado ensayos productivos de frijol perome donde se han identificado cultivares con buena adaptación a climas cálidos y resistencia a virosis, que se pueden cultivar en cualquier época del año. Según Guillén, “la biofortificación incrementa el contenido mineral de los cultivos, las leguminosas son fuente importante de alimento en los países en desarrollo, dentro de ellos sobresale el frijol caupí *Vigna unguiculata* L. Walp, como fuente importante de proteínas y minerales” (2016).

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo General

Evaluar sustratos alternativos para la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) maduro a nivel de huertos familiares, para contribuir con la seguridad alimentaria y nutricional de las familias vulnerables en los municipios de Jocotán y Camotán, departamento de Chiquimula.

7.2. Objetivo Específicos

Determinar las características físicas y químicas de los sustratos alternativos utilizados en la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. a nivel de huertos verticales familiares.

Determinar el sustrato que ofrece las mejores características para el crecimiento y producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. en huertos verticales familiares, en dos localidades de los municipios de Jocotán y Camotán.

Establecer el sustrato alternativo que presente la mejor relación beneficio/costo, para la implementación de huertos verticales familiares, en dos localidades de los municipios de Jocotán y Camotán.

Evaluar la aceptación de la tecnología (sustratos alternativos en huertos verticales) para la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. a nivel de huertos familiares, en dos localidades de los municipios de Jocotán y Camotán.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

8. HIPÓTESIS

Los sustratos alternativos influyen de forma significativa en la producción del frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp., en huertos familiares a nivel de producción familiar.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

9. MATERIALES Y MÉTODOS

9.1. Enfoque de la investigación

La investigación se realizó con enfoque mixto, debido a que los análisis físicos y químicos que se realizaron a los sustratos y las características de crecimiento y producción del frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tiene un enfoque cuantitativo, mientras la aceptación de la tecnología de sustratos alternativos para establecimiento del cultivo de frijol en huertos verticales familiares, tienen con enfoque cualitativo. La investigación fue de tipo aplicada y de transferencia de tecnología.

9.2. Método

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con tres tratamientos/sustratos, y seis repeticiones cada uno. El modelo estadístico empleado fue el siguiente: $Y_{ijk} = U + S_j + E_{ij} + L_k + SL_{jk} + E_{ijk}$, Donde: Y_{ijk} = Variable respuesta de la ijk -ésima unidad, U = Efecto de la media general, S_j =Efecto de los tratamientos, E_{ij} = Error experimental asociado a ij -ésima unidad experimental, L_k =Efecto de la localidad, SL_{jk} = Efecto de los tratamientos asociado a las localidades, E_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental, ‘ i = 1, 2, 3, tratamientos, ‘ j = 1, 2, 3, 4,5,6 repeticiones.

Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 bolsa de polietileno negro de 10 x 12 pulgadas reforzada con 3 milésimas de grosor. Y cada tratamiento constó de 6 repeticiones, donde cada repetición corresponde a una unidad experimental.

Para conformar los tratamientos se utilizó una mezcla homogénea de los materiales que conforma cada uno de los sustratos, como se muestra en la tabla 1, donde se presenta los materiales y porcentajes utilizados para cada uno de los tratamientos (T1, T2 y T3).

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 1. Conformación de los tratamientos evaluados para la producción de frijol perome en huertos familiares, Jocotán, Camotán y Chiquimula.

Tratamientos	Materiales	Porcentaje
T1	Fibra de coco	40%
	Cascarilla de arroz	20%
	Abono orgánico*	30%
	Semolina	10%
T2	Fibra de coco	40%
	Cascabillo de café	20%
	Abono orgánico*	30%
	Semolina	10%
T3	Fibra de coco	40%
	Cascarillas de maní	20%
	Abono orgánico*	30%
	Semolina	10%

Abono orgánico*= abono orgánico tipo bocashi.

9.3. Materiales y proceso de elaboración de los sustratos

Los materiales utilizados en el desarrollo de la investigación son: cascarilla de arroz, fibra de coco, cascarilla de maní, cascabillo de café, semolina (pulimentos de arroz), abono orgánico tipo Bocashi. El abono orgánico tipo Bocashi se elaboró tomando como base al Manual para la elaboración de abono orgánico fermentado tipo Bocashi de la carrera de Gestión Ambiental, y constará de los siguientes materiales: hojarasca, estiércol bovino, cascarilla de maní, melaza de caña, agua, microorganismos de montaña; se elaboró en las instalaciones del vivero del Centro Universitario de Oriente, de la Universidad San Carlos de Guatemala.

Luego de adquirir las materias primas se procedió a la preparación de los mismo; para esta actividad se utilizó la técnica de tamizaje a $\frac{1}{4}$ de pulgada de abertura, con el propósito de homogenizar las partículas para obtener una proporción adecuada a nivel de macro y microporos. Una vez tamizados todos los materiales se almacenaron para el uso en la elaboración de los sustratos. Para preparar los sustratos, se utilizó la técnica usada por (Miranda Villela, 2014) mezclando los materiales de acuerdo a las proporciones y porcentajes establecidos con base al volumen para cada tratamiento, así como se muestra la tabla 1. Es decir, tomando como ejemplo de este proceso el tratamiento o sustrato uno (T1): para el caso de este tratamiento conformado por 4 materiales en las siguientes proporciones, fibra de coco (40%) 24 litros, cascarilla de arroz (20%) 12 litros, abono orgánico tipo Bocashi (30%) 18 litros y semolina (10%) 6 litros; en total se tiene 60 litros de volumen que corresponde al 100%,

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

después los sustratos se mezclaron para homogenizarlo, agregando melaza (2 litros), microorganismos de montaña activados (4 litros) y el agua necesaria.

Una vez elaborados los tres sustratos (T1, T2 y T3) se procedió a realizar la caracterización de los sustratos en el laboratorio de ambiental y suelos de CUNORI.

9.4. Análisis físico-químico de los sustratos

Los análisis fisicoquímicos de los sustratos elaborados, se analizaron en el laboratorio de suelos del Centro Universitario de Oriente, utilizando los métodos avalados por el laboratorio para cada uno de los parámetros:

Parámetros físicos: porcentaje de humedad, granulometría, textura, color, constantes de humedad, densidad aparente, densidad real, porosidad.

Parámetros químicos: pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, relación carbono/nitrógeno, porcentaje de materia orgánica, CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico).

9.5. Recolección de información

Para desarrollar la investigación se seleccionaron 2 familias de cada una de las dos localidades en los municipios de Jocotán y Camotán estableciendo un diseño completamente al azar con cada familia, la selección de las familias se realizó con coordinación con el programa de extensionismo del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y las Comisiones Municipales de Seguridad Alimentaria y Nutricional de los municipios antes indicados.

Así mismo se estableció una del diseño experimental en las instalaciones del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), específicamente en el área del vivero, con el objetivo evaluar y comparar la producción de frijol con las dos localidades en los municipios de Camotán y Jocotán.

9.6. Técnicas e instrumentos

Para establecer la significancia de los tratamientos sobre el desarrollo de frijol perome se tomaron las siguientes variables por espacio de 80 días: porcentaje de germinación, número de

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

vainas, longitud de la vaina, peso en vaina, número de granos por vaina, rendimiento del frijol perome húmedo y seco, peso de seco de vaina.

9.7. Prueba de germinación

Para realizar la prueba de germinación de la semilla de frijol perome se utilizaron cajas Petri con 30 granos de frijol y 4 repeticiones; porcentaje de germinación se determinó 8 días después de la siembra. Colocando las semillas de frijol perome sobre papel absorbente húmedo con agua destilada, la prueba de germinación se realizó en el laboratorio de suelos del Centro Universitario de Oriente, de la Universidad San Carlos de Guatemala.

9.8. Preparación de contenedores para la prueba de campo

Como contenedor para la producción de frijol perome se utilizaron bolsas de polietileno negro (contenedores) de 10 x 12 pulgadas de 3 milésimas de grosor, en las cuales se colocarán cada uno de los sustratos/tratamientos. Los contenedores se colocaron a un distanciamiento de 0.90 m entre surco x 0.40m entre planta en los huertos, con las 2 familias de las dos localidades de los municipios de Camotan y Jocotan, así como en las instalaciones del Centro Universitario de Oriente –CUNORI-, 5 bolsas (contenedores) por unidad experimental.

9.9. Manejo agronómico del experimento

La siembra: se realizó de forma manual, colocando 2 semillas de frijol perome por bolsa, a una profundidad de 2 a 3 cm.

Riego; se realizó por parte de cada familia en las dos localidades de Jocotán y Camotán y en Cunori, de forma manual utilizando regadera o contenedor aplicando de 0.3 a 0.5 litros/planta 2 a 3 veces por semana durante el período productivo o cuando sea necesario. Para esta actividad se realizó una reunión con las familias para explicarles sobre el manejo agronómico que se recomienda para este tipo de sustratos y frijol. Cabe mencionar que según Albán (2012), el frijol perome es sensible al déficit, así como, al exceso de agua. Siendo las etapas críticas, la pre floración y llenado de granos.

Control de malezas; El control de malezas se realizó de forma manual, eliminando las mismas de cada uno de los sustratos, con el objetivo de evitar la competencia por luz y nutrientes.

Fertilización; El plan fertilización se realizó tomando como base la investigación de Orellana (2022), la cual indica que es de forma manual, aplicando triple 15, y se utilizara una dosis de

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

40-40-40 kg/ha, lo que es igual a 6 quintales por hectárea de triple 15, se aplicara 20 gr por contenedor, realizando la aplicación en 2 temporadas aplicando en la primera temporada el 60% y en la segunda el 40%.

Control de plagas y enfermedades; Según Orellana Rodríguez (2022), el frijol perome al ser un cultivar de origen criollo se espera resistencia ante plagas y enfermedades, sin embargo, al momento de contar con algún ataque de plagas y enfermedades se aplicó insecticidas y fungicidas, de acuerdo a los monitoreos.

Cosecha; Al momento de la cosecha se tomaron datos de todas las plantas, en cada una de las unidades experimentales de los tratamientos.

9.10. Análisis Beneficio/Costo

Con el objetivo de establecer la mejor alternativo desde el punto de vista financiero, se utilizó en análisis Beneficio/Costo, determinando los costos e ingresos a precios de mercado para luego realizar el análisis en cada uno de los tratamientos.

9.11. Aceptación de la tecnología

Con el objetivo de evaluar la aceptación de la tecnología (sustratos alternativos en huertos verticales) para la producción de frijol, se utilizó la técnica de grupos focales, una técnica utilizada en la investigación social, para pequeño número de personas para la discusión de un tema, guiadas por el investigador.

9.12. Análisis de la información

Para analizar la información de la investigación se utilizó el paquete estadístico Infostat®, para realizar el análisis de varianza y la prueba de medias que permita determinar la significancia de los tratamientos. Según Yates citado por López y González (2014), creó lo diseños en parcelas divididas, es un diseño experimental donde existe interés en estudiar dos factores, fue desarrollado en 1925 por el matemático Ronald Fisher para su uso en experimentos agrícolas.

Así mimos se utilizó el programa informático Excel para la base de datos, elaborar tablas y gráficas.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

9.13. Periodo de desarrollo de la investigación

La investigación se llevó a cabo durante los meses de junio año 2023 a febrero año 2024.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la investigación titulada “Sustratos alternativos para la producción de frijol perome en huertos familiares, de los municipios de Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala”, los cuales se obtuvieron a partir de la elaboración de los sustratos, caracterización de los mismos y los diseños experimentales establecidos en tres localidades: municipio de Chiquimula, Jocotán y Camotán, con el apoyo que familias productoras de granos básicos que se involucraron y participaron en el desarrollo de la investigación.

10.1. Resultados

Para el desarrollo de la investigación se realizaron recorridos en comunidades de los municipios Jocotán y Camotán en la región Chortí, con el objetivo de identificar familias productoras de granos básicos para establecimiento los experimentos a nivel de campo, verificando que dispusieran de huerto familiar con protección y cercano a las viviendas, de preferencia de topografía plana, semiplana o ligeramente inclinada, con disponibilidad de agua para riego (disponibilidad mínima) y disponibilidad de la familia para participar en la investigación.

A partir de los recorridos en las comunidades se identificaron dos familias productoras de granos básicos con las condiciones mínimas para establecer diseños experimentales (huertos familiares) en dos comunidades de los municipios de Jocotán y Camotán, de departamento de Chiquimula.

Tabla 2. Localidades identificadas para el establecer los huertos familiares (diseños experimentales), en los municipios de Jocotán y Camotán

Comunidad	Municipio	Productor (ra)	Ubicación
Tesoro Abajo	Jocotán	Alirio Martinez	14.780228 Latitud Norte -89.400554 Longitud Oeste
El Rodeo	Camotán	Marta Lidia Manchame	14.829113 Latitud Norte -89.297945 Longitud Oeste

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Es importante indicar que, debido a las condiciones identificada en cada una de las dos comunidades en los municipios de Jocotán y Camotán, con el equipo de investigación se tomó la decisión de establecer un huerto (diseño experimental) adicional en las instalaciones del vivero del Centro Universitario de Oriente (CUNORI) con el objetivo de transferir la tecnología a los estudiantes de la carrera de Agronomía y Gestión Ambiental de esta casa de estudios superior.

Tabla 3. Localidad del vivero del Centro Universitario de Oriente (CUNORI)

Lugar	Municipio	Productor (ra)	Ubicación
Vivero del Centro Universitario de Oriente (CUNORI)	Chiquimula	Santos Mike Lorenzo (Encargado del vivero)	14.802050 Latitud Norte -89.530773 Longitud Oeste

10.1.1. Elaboración de los sustratos alternativos

Se elaboraron tres sustratos alternativos a partir de materiales orgánicos (materias primas), los cuales se puede obtener a nivel local (en la región oriente): fibra de coco, cascarilla de arroz, cascarilla de maní, abono orgánico tipo bocashi y semolina (pulimento de arroz).

Inicialmente se realizó la producción de abono orgánico tipo Bocashi con microorganismos naturales activados (Microorganismos de Montaña Activados –MMA-), utilizando materiales orgánicos de disponibilidad local como: hojarasca de diversas especies locales, cascarilla de maní, estiércol de ganado vacuno, microorganismos naturales, melaza y agua. El periodo de producción de abono orgánico tipo bocashi fue de 35 días y fue elaborado en las instalaciones del vivero de CUNORI.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 4. Materiales utilizados para la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi.

Tipo de Materiales	Unidad de Media	Cantidad
Hojarasca	Saco (50 libras aprox.)	30
Estiercol de ganado vacuno	Saco (75 libras aprox.)	15
Cascarrilla de maní	Saco (75 libras aprox.)	5
Melaza	Litro	8
Microorganismos naturales activados	Litro	40

Para la preparación de los sustratos alternativos se utilizó microorganismos naturales (Mico organismos de Montaña Solidos –MMS-) extraídos de los bosques naturales mixtos de la aldea Las Cebollas en el municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula, los cuales son preparados (reproducidos) bajo condiciones controladas en su fase sólida en las instalaciones del vivero del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), es importante indicar que en la preparación de los sustratos se utilizó los microrganismo en su fase liquida (Microorganismos de Montaña Activados –MMA-) que corresponde la microrganismos naturales los cual cuales son activados bajo condiciones controladas y que se aplicaron a los sustratos para favorecer la descomposición de los materiales y obtener sustratos biológicos que puede favorecer de forma significativa el desarrollo de las plantas de frijol perome a nivel de huertos familiares.

Tabla 5. Materiales, porcentajes, volumen y peso utilizados para la elaboración de los sustratos alternativos evaluados.

Sustrato/Tratamiento	Materiales utiliados	Porcentaje de los materiales	Volumen para la producción de 500 litros de sustraos (litros)	Peso en kilogramos para 500 litros de sustratos	Peso en libras para 500 litros de sustratos
Tratamiento 1 (T1)	Fibra de coco	40%	200	16.00	35.20
	Cascarrilla de arroz	20%	100	14.00	30.80
	Abono Orgánico tipo Bacashi	30%	150	115.50	254.10
	Semolina	10%	50	23.75	52.25
	Total	100%	500	169.25	372.35
Tratamiento 2 (T2)	Fibra de coco	40%	200	16.00	35.20
	Cascabillo de café	20%	100	26.50	58.30
	Abono Orgánico tipo Bacashi	30%	150	115.50	254.10
	Semolina	10%	50	23.75	52.25
	Total	100%	500	181.75	399.85
Tratamiento 3 (T3)	Fibra de coco	40%	200	16.00	35.20
	Cascarrilla de maní	20%	100	18.00	39.60
	Abono Orgánico tipo Bacashi	30%	150	115.50	254.10
	Semolina	10%	50	23.75	52.25
	Total	100%	500	173.25	381.15

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Se produjeron 500 litros de cada uno de tres sustratos alternativos en total 1,500 litros, los cuales se utilizaron para el llenado de 270 bolsas polietileno negro (contenedores) de 10 x 12 pulgadas. El periodo para la elaboración de los sustratos fue de 35 días.

10.1.2. Caracterización de los sustratos

Previo a la evaluación de los sustratos a nivel de campo en los huertos familiares para la producción de frijol perome en las tres localidades, se realizó la caracterización de estos, con el objetivo de disponer de información que permita conocer las características y propiedades de los sustratos elaborados. Para ello se utilizaron los laboratorios de suelos y ambiental del Centro Universitario del Oriente –CUNORI-.

Para la caracterización se analizaron las propiedades físicas y químicas de cada de los tres sustratos (tratamientos), dicha caracterización de realizo posterior a finalizar el proceso de elaboración de los mismos y previo a establecer los huertos familiares a nivel campo.

Tabla 6. Valores obtenidos de pH, conductividad eléctrica, humedad, densidad aparente y real, espacio poroso y color, de los sustratos elaborados.

Sustrato/ Tratamiento	pH en Unidades	Conductividad Eléctrica uS/cm	Humedad en %	Densidad Aparente (Da g/cc)	Densidad Real (Dr g/cc)	Espacio Poroso Total %	Color en Seco	Descripción n del color en Seco	Color en Húmedo	Descripción del color en Húmedo
T1	7.43	3692	52.18	0.40	1.22	67.38	7.5 YR 4/3	Café	7.5 YR 2.5/2	Café muy oscuro
T2	7.72	2360	50.02	0.31	0.92	66.20	10 YR 2/1	Negro	10 YR 2/2	Negro muy oscuro
T3	7.41	4080	45.33	0.39	1.19	66.94	10 YR 3/3	Café oscuro	10 YR 3/2	Café grisaseo muy oscuro

El pH de los sustratos es de 7.41 a 7.43 unidades por lo tanto los sustratos tienen un pH dentro del rango de neutro, aunque lo ideal para una mayor disponibilidad de nutrientes es 5.4 a 6.2 unidades, pero un pH como es presentado por los sustratos favorable para el desarrollo de las plantas de frijol; la conductividad eléctrica es alta y oscila entre 2,360 a 4,080 uS/cm alta conductividad eléctrica puede impedir la germinación de forma uniforme de la semillas de diversas plantas entre ellas la semillas de frijol, por tanto es necesario la aplicación de riego profundo previo al siembra para reducir el riesgo de bajo porcentaje de germinación debido a la conductividad de los sustratos; La alta conductividad se debe principalmente a que los materiales utilizados como la fibra de coco, cascarilla de arroz, cascarilla de maní y cascabillo de café por ser materiales orgánicos tiene alta conductividad eléctrica.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Los tres sustratos poseen un espacio poroso superior al 60% lo cual es favorable porque facilita el drenaje y favorece la retención de humedad, el sustrato con mayor espacio poroso total es T1 conformado por fibra de coco, cascarilla de maní, abono orgánico y semolina (pulimento de arroz). Con respecto al color de los sustratos de acuerdo a la tabla Munsell estos tienen un color de café a negro muy oscuro, el color se debe a los materiales que los conforman, al proceso de descomposición por los microorganismos de naturales y al contenido de abono orgánico, por ser sustratos biológicos los colores oscuros con característicos de los mismos.

En la tabla 7, se muestran los valores de la materia orgánica determinada mediante el método de incineración en mufla a 600 °C, donde se puede observar que el sustrato T1 (Tratamiento T1) tiene el mayor contenido de materia orgánica (42.60%) debido a los materiales que lo conforman y el sustrato T3 (Tratamiento T3) es el de menor contenido de materia orgánica (39.70%); la relación carbono/nitrógeno es alta para los tres sustratos oscila de 195.69 a 215.40; la textura de los sustratos es “Franco Arenosa” con mayor concentración de partículas similares al tamaño de la arenas (0.063 a 2.0 mm de diámetro); el sustrato con mayor capacidad de campo en el T2 (Tratamiento 2) 46.73% y el de menor capacidad de campo es el T1 (Tratamiento T1) con 41.45%, el agua disponible oscila de 17.91 a 22.17 gramos en 100 gramos de sustrato, el sustrato con más agua disponible es el T1 con 22.17 gramos de agua en 100 gramos de sustrato.

Tabla 7. Valores obtenidos de materia orgánica, relación carbono nitrógeno, textura, capacidad de campo, punto de marchites permanente y humedad aprovechable de los sustratos

Sustrato/ Tratamiento	% Materia Orgánica	Relación Carbono/ Nitrogeno	Textura				Capacidad de Campo CC (%)	Punto de Marchites Permanente PMP (%)	Humedad Aprovechable HA (%)
			% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase Textural			
T1	42.60	215.40	11.96	26.83	61.21	Franco Arenoso	41.45	19.28	22.17
T2	40.31	213.51	14.47	13.99	71.53	Franco Arenoso	46.73	25.76	20.97
T3	39.70	195.69	18.18	19.86	61.97	Franco Arenoso	44.81	26.9	17.91

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

En la tabla 8, se presentan los resultados del contenido de macro y micronutrientes de los sustratos, donde se puede observar que los sustratos tienen contenido similar de nitrógeno (%) que oscila de 0.1208 a 0.1298 %; igual ocurre con el fósforo que oscila de 860 a 880 ppm que es un valor alto en fósforo; los sustratos con valores más altos en potasio son sustratos T2 y T3 con 5,366 ppm y 5,275 ppm respectivamente, en cuanto al calcio las concentraciones son similares de 14.32 a 15.07 meq/100 g de suelo; así mismo en magnesio con concentraciones de 119.36 a 125.58 ppm; con relación al hierro el sustrato con mayor concentración es el sustrato T1 con 608.14 ppm; para el cobre el sustrato con valores más altos es el T1 con 32.34 ppm; y el sustrato T3 tiene la concentración más alta de Zinc con 961.5 ppm; la capacidad de intercambio catiónico CIC es más alta en el sustrato T3 con 272.0 meq/100 gramos de suelo y el sustrato con menor CIC es el T2.

Tabla 8. Contenido de macro y micronutrientes, y capacidad de intercambio catiónico de los sustratos.

Sustrato/ Tratamiento	Nitrógeno (%)	Fósforo ppm	Potasio ppm	Calcio meq/100 g	Magnesio meq/100 g	Hierro ppm	Cobre ppm	Zinc ppm	CIC meq/100 g
T1	0.1266	870.00	807.80	14.89	124.86	608.14	32.34	818.37	230.00
T2	0.1208	880.00	5366.00	14.32	119.36	571.56	30.73	509.75	218.00
T3	0.1298	860.00	5275.81	15.07	125.58	482.31	27.15	961.5	272.00

En la tabla 9, se presenta la granulometría realizada a través de tamices en la laboratorio de suelos del Centro Universitario de Oriente –CUNORI-, determinando la distribución de tamaños de las partículas de los tres sustratos, la forma de la mayoría de las partículas de los sustratos por lo general no es esférica ni de tamaño único, por lo que la porosidad aumenta a medida con el tamaño medio de la partícula y viceversa, el tamaño de las partículas en sustrato determina el tamaño de los poros, formados por los espacios interpartículas, por lo que con frecuencia se relaciona la granulometría con la porosidad y con la capacidad de retención de humedad. En la tabla se observa el porcentaje retenido por cada tamiz, el porcentaje retenido acumulado de forma ascendente y descendente, el porcentaje de partículas de cada sustrato que pasan por cada uno de los tamices.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

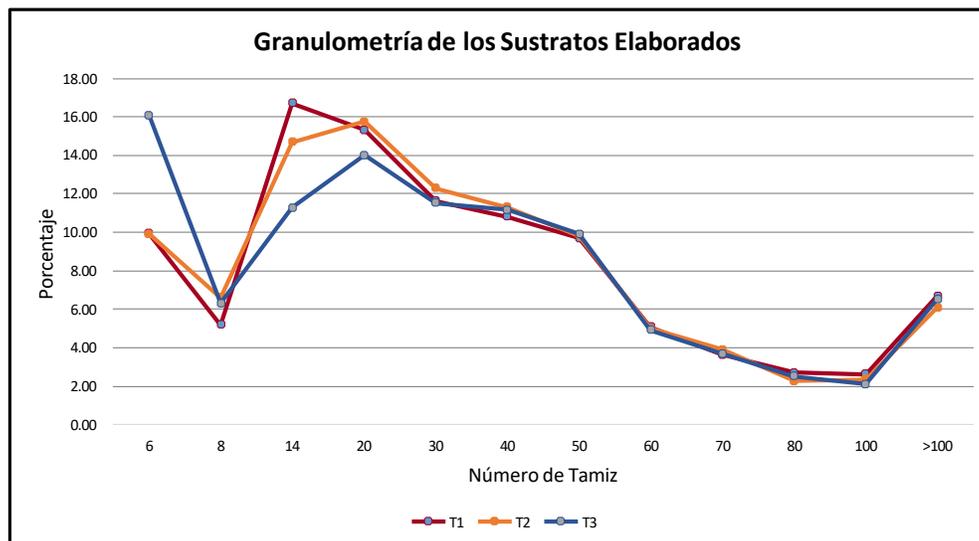
Tabla 9. Granulometría de los sustratos elaborados

Sustrato/ Tratamiento	Tamiz No.	% Retenido	% Retenido Acumulado (Ascendente)	% Retenido Acumulado (Descendente)	% Pasa por el Tamiz
T1	6	9.94	9.94	100.00	90.06
	8	5.19	15.13	90.06	84.87
	14	16.71	31.84	84.87	68.16
	20	15.32	47.16	68.16	52.85
	30	11.64	58.79	52.85	41.21
	40	10.80	69.59	41.21	30.41
	50	9.69	79.28	30.41	20.72
	60	5.09	84.37	20.72	15.64
	70	3.63	88.00	15.64	12.00
	80	2.70	90.70	12.00	9.30
	100	2.61	93.31	9.31	6.69
	>100	6.69	100.00	6.69	0.00
T2	6	9.91	9.91	100.00	90.10
	8	6.60	16.50	90.10	83.50
	14	14.69	31.19	83.50	68.81
	20	15.76	46.95	68.81	53.06
	30	12.29	59.24	53.06	40.76
	40	11.30	70.54	40.76	29.46
	50	9.84	80.38	29.46	19.62
	60	5.01	85.38	19.62	14.62
	70	3.90	89.28	14.62	10.72
	80	2.27	91.55	10.72	8.45
	100	2.36	93.92	8.45	6.08
	>100	6.09	100.00	6.09	0.00
T3	6	16.07	16.07	100.00	83.93
	8	6.32	22.39	83.93	77.61
	14	11.28	33.67	77.61	66.33
	20	14.00	47.67	66.33	52.33
	30	11.51	59.17	52.33	40.83
	40	11.18	70.35	40.83	29.65
	50	9.91	80.26	29.65	19.74
	60	4.91	85.17	19.74	14.83
	70	3.70	88.87	14.83	11.13
	80	2.50	91.37	11.13	8.63
	100	2.11	93.48	8.63	6.53
	>100	6.53	100.00	6.53	0.00

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

En la gráfica 1, se observan las curvas de la granulometría para los tres sustratos, donde se puede observar que en los tres sustratos tiene porcentajes similares en cuanto tamaño de las partículas, y que el sustrato T3 tiene mayor porcentaje de partículas grandes las cuales no pasan el tamiz No. 6 (3.35 mm de diámetro) con partículas superiores a este diámetro y los sustratos T1 y T2 tiene un porcentaje mayor de partículas que no pasan el tamiz No. 14 (1.4 mm de diámetro) y también mayor porcentaje de partículas que no pasan el tamiz No. 20 (0.85 mm de diámetro).

Grafica 1. Porcentajes de tamaño de partículas que conforman los sustratos elaborados, en diferentes tamices.



10.1.3. Evaluación de los sustratos en la producción de frijol perome a nivel de huertos familiares en tres localidades.

Los sustratos alternativos se evaluaron a nivel de huertos familiares en tres localidades: vivero de CUNORI en el municipio de Chiquimula, Aldea Tesoro Abajo en el municipio de Jocotán y Aldea El Rodeo en el municipio de Camotán, del departamento de Chiquimula.

A continuación, se presentan los resultados para cada una de las tres localidades.

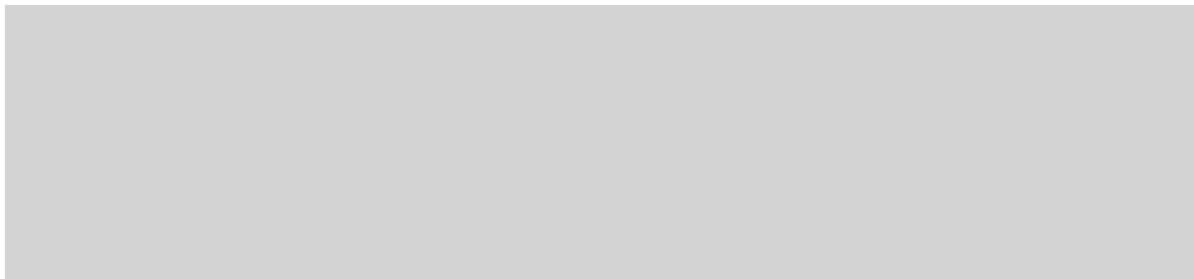
Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

a. Localidad del municipio de Chiquimula

Los sustratos elaborados se evaluación a nivel de huertos familiares para la producción de frijol perome.

En la tabla 10, se muestran los valores promedio las variables evaluadas: largo de vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de las vainas, peso grano húmedo, peso grano seco, peso vaina seca.

Tabla 10. Resultados promedio de las variables evaluadas largo de vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de las vainas, peso grano húmedo, peso grano seco, peso vaina seca, de los sustratos en la localidad de Chiquimula.



En seguida se presenta el análisis de forma detallada de los resultados para cada una de las variables evaluadas en la producción de frijol perome a nivel de huertos en la localidad de Chiquimula

En la tabla 11, se muestra el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable longitud de vaina de frijol perome (cm) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS), es decir 2.5 mes, para los tratamientos (T1 a T3), donde se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 4.24 %

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 11. Análisis de la varianza para la variable longitud de vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Chiquimula.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	3.24	1.62	1.6	0.2344
Error	15	15.18	1.01		
Total	17	18.42			
CV	4.24				

En la tabla 12, se muestra el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable número de granos por vaina de frijol perome para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS), es decir 2.5 mes, para los tratamientos (T1 a T3), donde se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 7.01 %

Tabla 12. Análisis de la varianza para la variable número de granos por vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Chiquimula

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	16.78	8.39	6.86	0.0076
Error	15	18.33	1.22		
Total	17	35.11			
CV	7.01				

De acuerdo a la directriz de decisión y el andeva, al menos uno de los tratamientos o sustratos evaluado es diferente a los demás, por lo que es necesario efectuar la prueba de medias para determinar los tratamientos que son diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 13, se obtienen las siguientes conclusiones: los tratamientos o sustratos T1, T2, y T3 son estadísticamente diferentes, con número de granos promedio de 14.50, 16.83 y 16.00, donde el tratamiento con promedio mayor de numero de granos por vaina es el sustrato T2.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 13. Prueba de medias de Tukey para la variable número de granos por vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Chiquimula.

Tratamiento	Media (No. Granos)	Grupo Tukey
T2	16.83	A
T3	16.00	AB
T1	14.50	B

La tabla 14, contiene el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable número vaina por hectárea de frijol perome (unidades) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 mes, para los tratamientos (T1 a T3), donde no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 29.26 %.

Tabla 14. Análisis de la varianza para la variable número de vainas por hectárea frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Chiquimula.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	26031052487.90	13015526243.95	0.97	0.4007
Error	15	200717360178.77	13381157345.25		
Total	17	226748412666.67			
CV	29.26				

La tabla 15, contiene el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable peso en vaina de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 mes, para los tratamientos (T1 a T3), no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 37.87 %

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 15. Análisis de la varianza para la variable peso en vaina en kg/ha de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Chiquimula.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	133707.15	66853.57	0.13	0.8832
Error	15	8003988.56	533599.24		
Total	17	8137695.71			
CV	37.87				

La tabla 16, contiene el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable peso de grano húmedo de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) es decir 2.5 mes, para los tratamientos (T1 a T3), donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 34.38 %

Tabla 16. Análisis de la varianza de la variable peso grano húmedo en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Chiquimula.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	232722.91	116361.46	0.78	0.4741
Error	15	2224209.24	148280.62		
Total	17	2456932.15			
CV	34.38				

La tabla 17, contiene el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable peso grano seco de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 mes, para los tratamientos (T1 a T3), donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 34.84 %

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 17. Análisis de la varianza para la variable peso grano seco en kg/Ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Chiquimula.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	119263.18	59631.59	0.67	0.5278
Error	15	1341065.02	89404.33		
Total	17	1460328.20			
CV	34.84				

La tabla 18, contiene el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable peso seco de vaina de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 mes, para los tratamientos (T1 a T3), donde no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 33.02 %

Tabla 18. Análisis de la varianza para la variable peso seco de vaina en kg/ha, de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Chiquimula.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	11991.24	5995.62	0.59	0.5657
Error	15	151954.53	10130.30		
Total	17	163945.77			
CV	33.02				

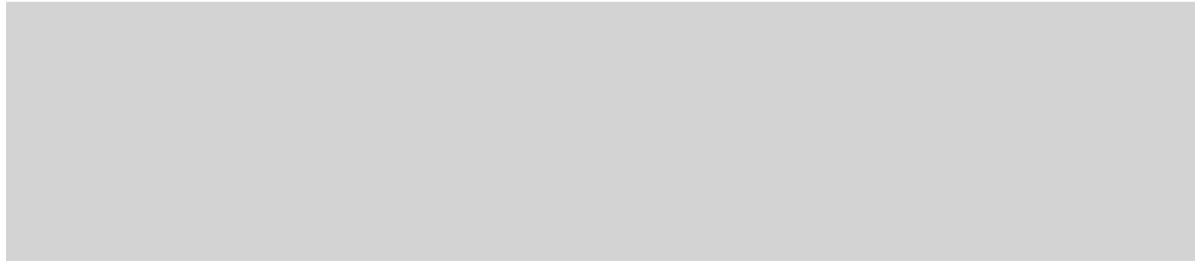
b. Localidad del municipio de Jocotán

Los sustratos elaborados se evaluaron a nivel de huertos familiares para la producción de frijol perome, la localidad de Jocotán.

La tabla 19, muestran los valores promedio las variables evaluadas: largo de vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de las vainas, peso grano húmedo, peso grano seco, peso vaina seca.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 19. Resultados promedio de las variables evaluadas largo de vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de las vainas, peso grano húmedo, peso grano seco, peso vaina seca, de los sustratos en la localidad de Jocotán.



En seguida se presenta el análisis de forma detallada de los resultados para cada una de las variables evaluadas en la producción de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

La tabla 20, contiene el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable longitud de vaina de frijol perome (cm) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS), 2.5 meses, para los tratamientos (T1 a T3), donde no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 4.26 %

Tabla 20. Análisis de la varianza para la variable longitud de vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	3.23	1.62	2.96	0.0822
Error	15	8.18	0.55		
Total	17	11.41			
CV	4.26				

La tabla 21, contiene el análisis de varianza donde se muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable número de granos por vaina de frijol perome para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, para los tratamientos (T1 a T3), donde se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 6.47 %

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 21. Análisis de la varianza para la variable número de granos por vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	5.44	2.72	4.62	0.0273
Error	15	8.83	0.59		
Total	17	14.28			
CV	6.74				

De acuerdo a la directriz de decisión y los resultados del andeva, al menos uno de los tratamientos evaluado es diferente a los demás, por cual se deber efectuar una prueba de medias para determinar los tratamientos que diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 22, se concluye lo siguiente: los tratamientos o sustratos T1, T2, y T3 son estadísticamente diferentes en sí, con número de granos promedio de 10.37, 11.50 y 10.67, donde el tratamiento con promedio mayor de numero de granos por vaina es el T2 (15 granos/vaina).

Tabla 22. Prueba de medias de Tukey para la variable número de granos por vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Tratamiento	Media (No. Granos)	Grupo Tukey
T2	12.00	A
T3	11.50	AB
T1	10.67	B

La tabla 23, contiene el análisis de varianza con la significancia de los cuadrados medios de la variable número vainas/hectárea de frijol perome (unidades) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, para los tratamientos (T1 a T3), donde se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 54.13 %, un coeficiente alto por la variabilidad en los tratamientos y repeticiones de número de vainas por planta esta localidad, uno de los factores de dicha

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

variabilidad probablemente está relacionado con la escasa disponibilidad agua en la localidad para riego de huertos, limitante en esta zona del departamento de Chiquimula.

Tabla 23. Análisis de la varianza para la variable número de vainas por hectárea frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	40803613392.76	20401806696.38	10.57	0.0014
Error	15	28954139816.94	1930275987.80		
Total	17	69757753209.70			
CV	54.13				

De acuerdo a la directriz de decisión y los resultados del andeva, al menos uno de los tratamientos evaluados es diferente a los demás, por cual se debe efectuar la prueba de medias para determinar los tratamientos que son diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 24, se concluye lo siguiente: los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento T1, con número de vainas promedio/ha de 53,702 y 41,666 unidades respectivamente, el tratamiento T1 es el que presento mejor promedio de la variable con una producción de 148,144 vainas/ha.

Tabla 24. Prueba de medias de Tukey para la variable número de vainas por hectárea de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán

Tratamiento	Media (No. Vainas)	Grupo Tukey
T1	148144	A
T2	53702	B
T3	41666	B

L tabla 25, contiene el análisis de varianza donde muestra la significancia de los cuadrados medios de la variable peso en vaina de frijol perome (kg/ha) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde se observa que existe diferencia

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

altamente significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 73.88 %, un coeficiente alto debido a la variabilidad en los tratamientos y repeticiones de número de vainas por planta esta localidad, uno de los factores de dicha variabilidad probablemente está relacionado con la escasa disponibilidad agua en la localidad para riego de huertos en esta zona del departamento de Chiquimula.

Tabla 25. Análisis de la varianza para la variable peso en vaina en kg/Ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	1337810.87	668905.43	9.35	0.0023
Error	15	1073366.09	71557.74		
Total	17	2411176.96			
CV	73.88				

De acuerdo a la directriz de decisión y el andeva, al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás, por cual se debe efectuar la prueba de medias para determinar los tratamientos que son diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 26, se concluye lo siguiente: los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento T1, con peso vaina promedio 190.37 y 149.04 kg/ha respectivamente. El tratamiento T1 es el que presento mejor promedio con una producción de 746.92 kg/ha.

Tabla 26. Prueba de medias de Tukey para la variable peso en vaina en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán

Tratamiento	Media (kg/Ha)	Grupo Tukey
T1	746.92	A
T2	190.37	B
T3	149.04	B

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

En la tabla 27, se muestra el análisis de varianza donde está la significancia de los cuadrados medios de la variable peso grano húmedo de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 55.51 %.

Tabla 27. Análisis de la varianza para la variable peso grano húmedo en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	182995.76	91497.88	10.57	0.0014
Error	15	129804.77	8653.65		
Total	17	312800.53			
CV	55.51				

De acuerdo a la directriz de decisión y el andeva, al menos uno de los tratamientos evaluado es diferente a los demás, por cual se debe efectuar la prueba de medias para determinar los tratamientos que son diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 28, se concluye lo siguiente: los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento T1, con peso de grano húmedo promedio 100.50 y 92.15 kg/ha respectivamente. El tratamiento T1 tiene el mejor promedio con una producción de 310.10 kg/ha.

Tabla 28. Prueba de medias de Tukey para la variable peso grano húmedo en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Tratamiento	Media (kg/Ha)	Grupo Tukey
T1	310.10	A
T2	100.50	B
T3	92.15	B

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La tabla 29, se muestra el análisis de varianza donde la significancia de los cuadrados medios de la variable rendimiento de grano seco de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, en los tratamientos (T1, T2 y T3), se observa que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 56.54 %.

Tabla 29. Análisis de la varianza para la variable rendimiento grano seco en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	89840.37	44920.18	8.98	0.0027
Error	15	75062.17	5004.14		
Total	17	164902.54			
CV	56.54				

De acuerdo a la directriz de decisión y los resultados del andeva, al menos uno de los tratamientos evaluado es diferente a los demás, por cual se debe efectuar una prueba de medias para determinar los tratamientos diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 30, se concluye lo siguiente: los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento T1, con peso de grano seco promedio 83.24 y 67.47 kg/ha respectivamente. El tratamiento T1, es el que presento mejor promedio en esta variable con producción de 224.60 kg/ha.

Tabla 30. Prueba de medias de Tukey para la variable rendimiento grano seco en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Tratamiento	Media (kg/Ha)	Grupo Tukey
T1	224.60	A
T2	83.24	B
T3	67.47	B

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La tabla 31, muestra el análisis de varianza donde la significancia de los cuadrados medios de la variable peso seco de vainas de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, para los tratamientos (T1, T2 y T3), se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 58.60%.

Tabla 31. Análisis de la varianza para la variable peso seco de vaina en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	17868.12	8934.06	11.56	0.0009
Error	15	11594.14	772.94		
Total	17	29462.26			
CV	58.60				

De acuerdo a la directriz de decisión y el andeva, al menos uno de los tratamientos evaluados es diferente a los demás, por cual se debe efectuar la prueba de medias para determinar los tratamientos que son diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 32, se concluye lo siguiente: los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento T1, con peso seco de vaina promedio 28.06 y 22.39 kg/ha respectivamente. El tratamiento T1, es el que tiene mejor promedio con peso de 91.88 kg/ha.

Tabla 32. Prueba de medias de Tukey para la variable peso seco de vaina en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Tratamiento	Media (kg/Ha)	Grupo Tukey
T1	91.88	A
T2	28.06	B
T3	22.39	B

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

c. Localidad del municipio de Camotán

Los sustratos elaborados se evaluaron a nivel de huertos familiares para la producción de frijol perome, la localidad de Camotán.

La tabla 33, se contiene los valores promedio las variables evaluadas: largo de vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de las vainas, peso grano húmedo, peso grano seco, peso vaina seca de la localidad de Camotán.

Tabla 33. Resultados promedio de las variables evaluadas largo de vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de las vainas, peso grano húmedo, peso grano seco, peso vaina seca, de los sustratos en la localidad de Camotán.

TRATAMIENTO	Largo de Vaina cm	No. Granos por Vaina	No. Vainas/Ha.	Peso en Vaina kg/Ha.	Peso Grano Humedo kg/Ha.	Peso Grano Seco kg/Ha.	Peso Vaina Seca kg/Ha.
T1	21.29	13	284,251	1,618.61	709.77	508.15	264.49
T2	20.71	14	292,584	1,696.67	720.45	564.70	253.14
T3	20.39	14	345,361	1,689.43	835.43	650.58	289.39

La tabla 34, se tiene el análisis de varianza donde la significancia de los cuadrados medios de la variable longitud de vaina de frijol perome (cm) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 4.26 %.

Tabla 34. Análisis de la varianza para la variable longitud de vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Camotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	2.51	1.25	1.61	0.2326
Error	15	11.69	0.78		
Total	17	14.20			
CV	4.26				

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

En la tabla 35, se muestra el análisis de varianza donde la significancia de los cuadrados medios de la variable número de granos por vaina de frijol perome (unidades) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde se existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 5.80 %.

Tabla 35. Análisis de la varianza para la variable número de granos por vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Camotán

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	10.11	5.06	7.98	0.0044
Error	15	9.50	0.63		
Total	17	19.61			
CV	5.80				

De acuerdo a la directriz de decisión y el andeva, al menos uno de los tratamientos evaluado es diferente a los demás, por cual es necesario efectuar una prueba de medias para determinar los tratamientos diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 36, se concluye lo siguiente: los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento T1, con número de granos por vaina de 14.33 y 14.33 unidades respectivamente. El tratamiento T1, es el de menor promedio con 12.67 granos por vaina. El tratamiento T2 es del de mayor número de granos por vaina (14.33 unidades).

Tabla 36. Prueba de medias de Tukey para la variable número de granos por vaina de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Camotán.

Tratamiento	Media (No. Granos)	Grupo Tukey
T2	14.33	A
T3	14.17	A
T1	12.67	B

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La tabla 37, muestra el análisis de varianza donde la significancia de los cuadrados medios de la variable producción de vainas/hectárea de frijol perome (en unidades) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses, para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 17.10 %.

Tabla 37. Análisis de la varianza para la variable rendimiento de vainas por hectárea frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Camotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	13178274331.32	6589137165.66	2.38	0.1261
Error	15	41448296081.88	2763219738.79		
Total	17	54626570413.20			
CV	17.10				

La tabla 38, se muestra el análisis de varianza con la significancia de los cuadrados medios de la variable peso en vaina de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses; para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 23.62%.

Tabla 38. Análisis de la varianza para la variable peso en vaina en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Camotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	22319.38	11159.69	0.07	0.9309
Error	15	2328365.37	155224.36		
Total	17	2350684.75			
CV	23.62				

La tabla 39, se muestra el análisis de varianza y la significancia de los cuadrados medios de la variable rendimiento de grano húmedo de frijol perome (kg/ha) para los sustratos

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

(tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses; para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 17.75%.

Tabla 39. Análisis de la varianza para la variable rendimiento de grano húmedo en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Camotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	58248.14	29124.07	1.62	0.2304
Error	15	269410.88	17960.73		
Total	17	327659.02			
CV	17.75				

La tabla 40, se muestra el análisis de varianza y la significancia de los cuadrados medios de la variable rendimiento de grano seco de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses; para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 16.88%.

Tabla 40. Análisis de la varianza para la variable rendimiento de grano seco en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Camotán.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	61721.47	30860.73	3.28	0.0658
Error	15	141122.22	9408.15		
Total	17	202843.69			
CV	16.88				

La tabla 41, se muestra el análisis de varianza y la significancia de los cuadrados medios de la variable peso seco de vaina de frijol perome (kg/ha) para los sustratos (tratamientos) a los 75 días después de la siembra (DDS) 2.5 meses; para los tratamientos (T1, T2 y T3), donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 18.00%.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 41. Análisis de la varianza para la variable peso seco de vaina en kg/ha. de frijol perome a nivel de huerto en la localidad de Jocotán.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	2	4126.92	2063.46	0.88	0.4352
Error	15	35181.74	2345.45		
Total	17	39308.66			
CV	18.00				

d. Análisis de las tres localidades de Chiquimula, Jocotán y Camotán

A continuación, se hace un análisis de las variables bajo estudio correspondiente a las localidades de Chiquimula, Jocotán y Camotán para cada uno de tres sustratos (tratamientos del T1 al T3).

La tabla 40, contiene los valores promedio las variables evaluadas: largo de vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de las vainas, peso grano húmedo, peso grano seco, peso vaina seca, para las localidades de Chiquimula, Jocotán y Camotán.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 42. Resultados promedio de las variables evaluadas largo de vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de las vainas, peso grano húmedo, peso grano seco, peso vaina seca, de los sustratos para las tres localidades.

TRATAMIENTO	Largo de Vaina cm	No. Granos por Vaina	No. Vainas/Ha.	Peso en Vaina kg/Ha.	Peso Grano Humedo kg/Ha.	Peso Grano Seco kg/Ha.	Peso Vaina Seca kg/Ha.
Localidad de Chiquimula							
T1	24.19	14	375,915	1,871.46	1,060.01	796.94	310.66
T2	23.81	17	361,657	1,864.81	1,020.94	804.73	270.72
T3	23.17	16	448,506	2,050.88	1,279.30	973.37	333.14
Localidad de Jocotán							
T1	17.90	11	148,144	746.92	310.10	224.60	91.88
T2	17.14	12	53,702	190.37	100.51	83.24	28.06
T3	16.91	12	41,666	149.04	92.15	67.47	22.38
Localidad de Camotán							
T1	21.29	13	284,251	1,618.61	709.77	508.15	264.49
T2	20.71	14	292,584	1,696.67	720.45	564.70	253.14
T3	20.39	14	345,361	1,689.43	835.43	650.58	289.39

El análisis de varianza muestra que existe diferencia altamente significativa en las localidades (Chiquimula, Jocotán y Camotán) para las variables longitud vaina (cm), número de granos por vaina (unidades), número de vainas (unidades/ha), peso de vainas (kg/ha), peso de grano húmedo (kg/ha), peso de grano seco (kg/ha), peso seco de vaina (kg/ha); y diferencia altamente significativa en los tratamientos para la variable número de granos/vaina (unidades); en la interacción tratamiento*localidad no existe diferencias estadísticamente significativas.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 43. Análisis de la varianza para las variables longitud vaina, número de granos por vaina, número de vainas, peso de vainas, peso de grano húmedo, peso de grano seco, peso seco de vaina de frijol perome a nivel de huerto en las tres localidades.

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	Pr > F
Logitud de Vainas					
Localidad	2	370.14	185.07	237.66	<0.0001
Tratamiento	2	8.64	4.32	5.54	0.0070
Tratamiento*Localidad	4	0.34	0.09	0.11	0.9781
Error	45	35.04	0.11		
Total	53	414.16			
CV	4.28				
Número de Granos/Vaina					
Localidad	2	173.59	86.80	106.52	<0.0001
Tratamiento	2	30.26	15.13	18.57	0.0001
Tratamiento*Localidad	4	2.07	0.52	0.64	0.6392
Error	45	36.67	0.81		
Total	53	242.59			
CV	2.62				
Número de Vainas					
Localidad	2	30645.15	15322.57	79.61	<0.0001
Tratamiento	2	579.15	289.57	1.50	0.2331
Tratamiento*Localidad	4	2000.96	500.24	2.60	0.0486
Error	45	8660.67	192.46		
Total	53	41885.93			
CV	38.15				
Peso de Vinas					
Localidad	2	25375875.67	12687937.84	50.06	<0.0001
Tratamiento	2	250083.68	125041.84	0.49	0.6138
Tratamiento*Localidad	4	1243753.72	310938.43	1.23	0.3129
Error	45	11405720.02	253460.44		
Total	53	38275433.10			
CV	38.15				
Peso de Grano Húmedo					
Localidad	2	8314080.02	4157040.01	71.31	<0.0001
Tratamiento	2	137310.81	68655.40	1.18	0.3173
Tratamiento*Localidad	4	336656.00	84164.00	1.44	0.2353
Error	45	369753.20	58298.33		
Total	53	11411471.73			
CV	35.46				
Peso de Grano Seco					
Localidad	2	4920987.24	2460493.62	71.10	<0.0001
Tratamiento	2	59401.26	29700.63	0.86	0.4307
Tratamiento*Localidad	4	211423.75	52855.94	1.53	0.2104
Error	45	1557249.42	34605.54		
Total	53	6749061.67			
CV	35.82				
Peso Seco Vaina					
Localidad	2	699782.93	349891.47	79.23	<0.0001
Tratamiento	2	14924.67	7462.33	1.69	0.1961
Tratamiento*Localidad	4	19061.61	4765.40	1.08	0.3781
Error	45	198730.40	4416.23		
Total	53	932499.62			
CV	32.09				

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

De acuerdo a la directriz de decisión y el andeva, al menos uno de los tratamientos o sustratos evaluado es diferente a los demás, por cual se debe efectuar la prueba de medias para determinar los tratamientos diferentes entre sí.

Con los resultados de la tabla 44, se concluye lo siguiente: las localidades Chiquimula, Camotán y Jocotán son estadísticamente diferentes entre sí. La localidad de Chiquimula es la que presento mejor promedio con 23.72 cm de longitud de la vaina.

Tabla 44. Prueba de medias de Tukey para la variable longitud de la vaina de frijol perome a nivel de huerto para las tres localidades.

Localidad	Media (cm)	Grupo Tukey
Chiquimula	23.72	A
Camotan	20.82	B
Jocotan	17.32	C

Con base a los resultados que se muestran en la tabla 45, se llega a las siguientes conclusiones: las localidades Chiquimula, Camotán y Jocotán son estadísticamente diferentes entre sí. La localidad de Chiquimula es la que presento mejor promedio en el número de granos por vaina (unidades).

Tabla 45. Prueba de medias de Tukey para la variable número de granos por vaina de frijol perome a nivel de huerto para las tres localidades.

Localidad	Media (No. Grano)	Grupo Tukey
Chiquimula	15.78	A
Camotan	13.72	B
Jocotan	11.39	C

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Con los resultados de la tabla 46, se concluye lo siguiente: las localidades Chiquimula, Camotán y Jocotán son estadísticamente diferentes entre sí. La localidad de Chiquimula presento mejor promedio en el número de vaina por hectárea (unidades).

Tabla 46. Prueba de medias de Tukey para la variable número de vaina/hectárea de frijol perome a nivel de huerto para las tres localidades.

Localidad	Media (No. Vaina/ha)	Grupo Tukey
Chiquimula	71.17	A
Camotan	55.33	B
Jocotan	14.61	C

Con los resultados de la tabla 47, se concluye lo siguiente: las localidades Chiquimula y Camotán, son estadísticamente iguales entre sí, pero diferente a la localidad de Jocotán, con rendimiento en vaina de 1,929.05 y 1,668.24 kg/ha respectivamente. La localidad de Jocotán es la que presento menor promedio con 362.11 kg/ha.

Tabla 47. Prueba de medias de Tukey para la variable rendimiento en vainas (kg/ha) de frijol perome a nivel de huerto para las tres localidades.

Localidad	Media (kg/Ha.)	Grupo Tukey
Chiquimula	1929.05	A
Camotan	1668.24	A
Jocotan	362.11	B

Con los resultados de la tabla 48, se concluye lo siguiente: las localidades Chiquimula, Camotán y Jocotán son estadísticamente diferentes entre sí. La localidad de Chiquimula es la que presento mejor rendimiento de grano húmedo de 1,120.08 kg/ha.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 48. Prueba de medias de Tukey para la variable rendimiento de grano húmedo (kg/ha) de frijol perome a nivel de huerto para las tres localidades.

Localidad	Media (kg/Ha.)	Grupo Tukey
Chiquimula	1120.08	A
Camotan	755.22	B
Jocotan	167.59	C

Con los resultados de la tabla 49, se concluye lo siguiente: las localidades Chiquimula, Camotán y Jocotán son estadísticamente diferentes entre sí. La localidad de Chiquimula es la que presento mejor rendimiento de grano seco de 858.35 kg/ha.

Tabla 49. Prueba de medias de Tukey para la variable rendimiento de grano seco (kg/ha) de frijol perome a nivel de huerto para las tres localidades.

Localidad	Media (kg/Ha.)	Grupo Tukey
Chiquimula	858.35	A
Camotan	574.48	B
Jocotan	125.10	C

Con los resultados de la tabla 50, se concluye lo siguiente: las localidades Chiquimula y Camotán, son estadísticamente iguales entre sí, pero diferente a la localidad de Jocotán, con peso seco de vaina de 304.84 y 269.01 kg/ha respectivamente. La localidad de Jocotán es la que presento menor promedio con 47.44 kg/ha.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 50. Prueba de medias de Tukey para la variable peso seco de vaina (kg/ha) de frijol perome a nivel de huerto para las tres localidades.

Localidad	Media (kg/Ha.)	Grupo Tukey
Chiquimula	304.84	A
Camotan	269.01	A
Jocotan	47.44	B

10.1.4. Análisis financiero

Para realizar el análisis financiero se utilizó la metodología de Costo/Beneficio (análisis Costo/Beneficio), con el propósito de determinar el sustrato (tratamiento) con la mejor relación costo/beneficio para la producción de frijol perome a nivel de huertos familiares en tres localidades de departamento de Chiquimula dentro de ella la región Chortí.

Maneschi (1996) menciona que las bases para el análisis actual del costo/beneficio se sentaron con la publicación de Dupuit sobre la medición de la utilidad de las obras públicas y con un artículo publicado en 1849 respecto a los peajes y gastos de transporte, los conceptos centrales para el análisis del costo/beneficio es la correcta identificación de los beneficios, su medición a través de los precios de la demanda o de la oferta, el impacto distributivo de los proyectos y las reglas óptimas de precios para minimizar la pérdida de utilidad para los consumidores.

Para realizar el análisis se determinaron los costos variables para la elaboración de cada sustrato (Tratamiento T1, T2 y T3), posteriormente se determinaron los costos variables para el establecimientos y manejo agronómico del huerto en cada una de las tres localidades (Chiquimula, Jocotán y Camotán). En importante indicar que el costo de los sustratos se realizó sobre la base de producción de 500 litros de cada uno de los tres sustratos (tratamiento) con el objetivo de conocer el costo/litro de cada sustrato. Los costos de establecimiento y manejo agronómico de los huertos familiares se calculó sobre huertos de 100 contenedores (bolsas con sustrato) colocando dos postura por bolsa (plantas) a un distanciamiento de 0.90 m entre hileras y 0.40 m entre contenedores, para un área de 45 metros cuadrados (tamaño del huerto familiar).

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

En la tabla 51, se pueden observar las las proporciones y volúmenes de los materiales utilizados para la elaboración de los sustratos el costo de cada material y el por litro de sustrato que para el Tratamiento T1 es de Q 0.93/litros, el Tratamiento T2 es de Q 0.90/litro y para el Tratamiento T3 es de Q 0.89/litro, el sustrato con menor costo/litro es el T3, ya que el costo de cascarilla de maní es más bajo debido a que un material que se genera localmente por la producción y proceso de maní que lleva cabo en el municipio de Chiquimula. Es importante indicar el material que representa en mayor costo de los sustratos en la fibra de coco que presenta cerca del 50% del costo total, sin embargo, por la propiedades físicas y químicas de este al utilizarlo en los sustratos aporta características que favorecen la retención de agua, aireación y capacidad de intercambio catiónico.

Tabla 51. Costos de elaboración de los sustratos en quetzales.

Sustrato	Materiales utilizados para su elaboración	Porcentaje de los materiales	Volume materiales en litros/Produccion de 500 litros	Costo materiales/litro (Quetzales)	Costo de Material (Quetzales)	Costo de sustrato/litro (Quetzales)
Tratamiento 1 (Sustrato)	Fibra de coco	40%	200	1.14	228.57	
	Cascarrilla de arroz	20%	100	0.33	33.00	
	Abono Orgánico tipo Bacashi	30%	150	0.85	128.05	
	Semolina	10%	50	1.27	63.26	
	Melaza		2	3.57	7.14	
	Microorganismos naturales		10	0.55	5.50	
	Total			500		465.52
Tratamiento 2 (Sustrato)	Fibra de coco	40%	200	1.14	228.57	
	Cascabillo de café	20%	100	0.17	16.74	
	Abono Orgánico tipo Bacashi	30%	150	0.85	128.05	
	Semolina	10%	50	1.27	63.26	
	Melaza		2	3.57	7.14	
	Microorganismos naturales		10	0.55	5.50	
	Total			500		449.25
Tratamiento 3 (Sustrato)	Fibra de coco	40%	200	1.14	228.57	
	Cascarilla de maní	20%	100	0.12	12.32	
	Abono Orgánico tipo Bacashi	30%	150	0.85	128.05	
	Semolina	10%	50	1.27	63.26	
	Melaza		2	3.57	7.14	
	Microorganismos naturales		10	0.55	5.50	
	Total			500		444.84

En la tabla 49, se presenta el costo para el establecimiento y manejo agronómico del huerto familiar para la producción de frijol perome con sustratos alternativos, el huerto está conformado por 100 contenedores (bolsas de polietileno negro de 10X12”), para un total de 200 plantas (2 plantas por contendor) a un distanciamiento de 0.90 x 0.40 m, en un área de 45 metros cuadrados. La variación en el costo por localidad de debe al costo de la mano de obra la cual tiene diferencias en las tres localidades, con mayor costo en la localidad de Chiquimula y menos costo en la localidad de Camotán.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 52. Costo de establecimiento y manejo agronómico de huerto familiar para la producción de frijol perome de 100 contenedores (bolsas con sustrato).

No.	Descripción	Unidad Medida	Costo Unitario (Quetzales)	Cantidad	Total (Quetzales)
Localidad de Chiquimula					
1	Fertilizante	Libra	2.75	3	8.25
2	Semilla	Libra	20.00	0.25	5.00
3	Plaguicidas	Litro	175.00	0.25	43.75
4	Bolsas de polietileno 10X12" (contenedores)	Unidad	0.30	100	30.00
5	Pita de nylon	Rollo	10.00	1	10.00
6	Mano de obra	Jornal	75.00	3	225.00
Total					322.00
Localidad de Jocotán					
1	Fertilizante	Libra	2.75	3	8.25
2	Semilla	Libra	20.00	0.25	5.00
3	Plaguicidas	Litro	175.00	0.25	43.75
4	Bolsas de polietileno 10X12" (contenedores)	Unidad	0.30	100	30.00
5	Pita de nylon	Rollo	10.00	1	10.00
6	Mano de obra	Jornal	60.00	3	180.00
Total					277.00
Localidad de Camotán					
1	Fertilizante	Libra	2.75	3	8.25
2	Semilla	Libra	20.00	0.25	5.00
3	Plaguicidas	Litro	175.00	0.25	43.75
4	Bolsas de polietileno 10X12" (contenedores)	Unidad	0.30	100	30.00
5	Pita de nylon	Rollo	10.00	1	10.00
6	Mano de obra	Jornal	50.00	3	150.00
Total					247.00
Costo total promedio de las localidades					282.00

En la tabla 53, se presenta el costo de producción total de los huertos familiares para la producción de frijol perome utilizando sustratos alternativos donde se incluye el costo de los sustratos y el costo por establecimiento y manejo agronómico de los huertos en cada una de las tres localidades (Chiquimula, Jocotán y Camotán).

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 53. Costo para la producción de frijol perome a nivel de huerto familiar utilizando sustratos alternativos.

Sustrato	Costo Sustrato/litro (Quetzales)	Volumé de contenedor de polietileno 10X12" (litros)	Costo sustrato/100 contenedores	Costo variable manejo agronómico de huerto familiar de 100 contenedores			Costo variable total de huerto familiar de 100 contenedores (Quetzales)		
				Localidad Chiquimula	Localidad Jocotán	Localidad Camotán	Localidad Chiquimula	Localidad Jocotán	Localidad Camotán
Tratamiento 1 (Sustrato)	0.93	4.2	391.04	322.00	277.00	247.00	713.04	668.04	638.04
Tratamiento 2 (Sustrato)	0.90	4.2	377.37	322.00	277.00	247.00	699.37	654.37	624.37
Tratamiento 3 (Sustrato)	0.89	4.2	373.66	322.00	277.00	247.00	695.66	650.66	620.66

Los costos varían en las localidades debido a diferencia en el costo de la mano de obra por jornal, en Chiquimula es de Q 75.00/jornal, Jocotán Q 60.00/jornal y Camotán Q 50.00/jornal.

El contenedor utilizado para establecer los huertos familiares fueron bolsas de polietileno negro de 10 x12 pulgadas de 3 milésimas de grosor que de acuerdo a las mediciones realizada en laboratorio requiere un volumen de 4.2 litros de sustrato para reunir las características que permitan establecer pantas de frijol, por lo tanto, cada contenedor tiene un costo de: Tratamiento T1 Q 3.91, Tratamiento T2 Q 3.78 y Tratamiento T3 Q 3.74.

En la tabla 54, se presenta la producción promedio de frijol perome (maduro) en kg/ha, por sustrato (tratamiento) y localidad, los ingresos promedio por huerto de acuerdo a la producción y la relación costo/beneficio para cada sustrato (tratamiento).

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 54. Relación costo/beneficio para la producción de frijol perome a nivel de huerto familiar utilizando sustratos alternativos.

Sustrato	Producción promedio frijol (maduro) de huerto familiar de 100 contenedores (kg/huerto)			Ingresos promedio de huerto familiar de 100 contenedores (Quetzales)*			Relación C/B (Quetzales)		
	Localidad Chiquimula	Localidad Jocotán	Localidad Camotán	Localidad Chiquimula	Localidad Jocotán	Localidad Camotán	Localidad Chiquimula	Localidad Jocotán	Localidad Camotán
Tratamiento 1 (Sustrato)	33.69	13.44	29.14	741.12	295.79	640.99	1.04	0.44	1.00
Tratamiento 2 (Sustrato)	33.57	3.43	30.54	738.49	75.39	671.90	1.06	0.12	1.08
Tratamiento 3 (Sustrato)	36.92	2.68	30.41	812.17	59.02	669.03	1.17	0.09	1.08

*Precio de mercado: Q 10.00/libra, Q 22.00/kg frijol perome

Los resultados muestran que la relación costo/beneficio es variable de acuerdo a la localidad y está relacionada con el rendimiento obtenido en los huertos. La localidad que presentó menor rendimiento en los tres tratamientos fue Jocotán debido a factores como la disponibilidad de agua para riego (que fue limitado debido a escases en las fuentes de agua en zona) y las localidades con mayor rendimiento fueron Chiquimula y Camotán, donde la disponibilidad de agua no fue una limitante importante, sin embargo, la localidad con mayor disponibilidad de agua para riego fue Chiquimula.

Por lo tanto, la localidad la relación costo/beneficio menor en la localidad de Jocotán y la obtuvo el Tratamiento T3 con 0.09 y la más alta la tiene el Tratamiento T1 con 0.44, esto valores indica que existió pérdidas económicas en esta localidad. En la localidad de Camotán el Tratamiento T2 y T3 son los tiene la relación costo/beneficio mayor con 1.08, es decir por cada quetzal invertido se obtiene Q1.08, con un porcentaje de rentabilidad del 8%; y la más baja el Tratamiento T1 con 1.00. En la localidad de Chiquimula el Tratamiento T3 tiene la relación costo/beneficio mayor con 1.17, es decir que por cada quetzal invertido se obtiene Q1.17, con una rentabilidad de 17%, seguida del Tratamiento T2 con 1.06 (rentabilidad del 6%) y la menor relación costo/beneficio es del Tratamiento T1 con 1.04 (rentabilidad del 4%); se debe resaltar que en la localidad de Chiquimula es donde los tres tratamientos tienen una relación costo/beneficio superior a 1.00, por lo tanto existe un porcentaje de rentabilidad del 4% al 17% si comparamos el tratamiento con menor y mayor rentabilidad. En la localidad de Camotán la rentabilidad es hasta del 8% y en la localidad del Jocotán la rentabilidad es negativa debido a que esta presentó los rendimientos son los más bajos.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

10.1.5 Aceptación de la tecnología

Para conocer la opinión de las familias que participaron en la investigación donde se establecieron los huertos, sobre el uso de sustratos alternativos en la producción de frijol perome, realizaron grupos focales (dos grupos), los resultados del ejercicio de los grupos focales indican, que las familias están de acuerdo con el uso de la tecnología (sustratos para la producción de frijol peroné, según su opinión ven la factibilidad de producir frijol utilizando sustratos alternativos, por la oportunidad que ofrece para producir en la época seca, en suelos degradados y de escasa fertilizar, espacio reducido, escases de agua para riego, o bien afrontar periodos de sequía en época lluviosa, que por lo general provoca perdidas de cosecha en granos básicos.

Por lo general los granos básicos como el frijol, se producen en la época lluviosa o en áreas donde se dispone de riego por gravedad o aspersión en la época seca, las cuales son limitadas en la región; por lo tanto, una tecnología que permita producir frijol en huertos en comunidades donde existe encases de agua, tiene altas expectativas y buena aceptación en las familias ya que les permitirá disponer de alimento en la época de hambre estacional. Además, esta tecnología permite hacer un uso eficiente del recurso agua.

10.2. Discusión de resultados

Los resultados de la presente investigación permiten de disponer de información sobre una alternativa agronomía para la producción de una especie de frijol (frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp) a nivel de huerto familiar en comunidades rurales de la región Chortí y del oriente, especialmente por la importancia que tiene la producción de frijol para la seguridad alimentaria y nutricional en las familias de subsistencia e infra subsistencia.

La producción de abono orgánico tipo Bacashi mediante el empleo de microorganismos naturales y materiales recolectados localmente permiten producir abono orgánico de calidad, aprovechar los recursos locales como: hojarasca, estiércol de ganado vacuno (u otro tipo de deyección ganadera), cascarillas derivadas de procesos agroindustriales (maní, arroz, café y otros); el uso de microorganismos favorece la descomposición del abono orgánico permitiendo disponer de abono enriquecido biológicamente.

Los sustratos alternativos elaborados a partir de materiales locales utilizando el método de fermentación mediante microorganismos naturales (microorganismos de montaña) permito obtener sustratos con características físicas y químicas para la producción de plantas de diversas especies entre ellas el frijol (frijol perome), ya tienen pH neutro, con alto contenido

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

de materia orgánica, alto porcentaje de espacio poroso, de textura franca arenosa, porcentaje alto de capacidad de campo y humedad aprovechable que son características importante para un sustrato y para desarrollo de plantas en el mismo, también tiene un alto contenido de macro y micro nutrientes como: fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc que permite a disponibilidad de nutriente para las plantas que se establezcan en el mismo y reducir el uso de fertilizantes químicos en la producción de los cultivos, una alta capacidad de intercambio catiónico CIC que es favorable para el intercambio de nutriente entre el sustrato y la planta, con granulometría que permite la retención de humedad y la aireación, es importante indicar que estos sustratos por los materiales utilizados tiene una alta conductividad eléctrica que puede afectar la germinación de algunas especies de plantas, para el caso de frijol y específicamente el frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp., se ve poco afectada por la alta conductividad eléctricas pero la aplicación de riegos profundos reduce la conductividad eléctricas de los sustratos si se considera que esta característica afecta la germinación de la semilla de algunas especies. Los sustratos con mejores características físicas y químicas de acuerdo a los análisis realizados a nivel de laboratorio son el sustrato T1 y el sustrato T3.

Los sustratos se evaluaron a nivel de campo en la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp, en huertos familiares en tres localidades de los municipios de Chiquimula, Jocotán y Camotán, de acuerdo los resultados de las variables estudiadas a nivel productivo se puede discutir lo siguiente: en la localidad de Chiquimula en los tratamientos (T1, T2 y T3) no existe diferencias estadísticamente significativa en la variables longitud de vaina, número de vainas/hectárea, producción de vainas/hectáreas en kg, producción de grano húmedo en kg/ha, producción de grano seco en kg/ha, peso seco de vaina en kg/ha; por lo que desde el punto de vista estadístico en estas variables los sustratos tienen resultados estadísticamente similares; en esta localidad únicamente número de granos por vaina presento diferencias estadísticas. La similitud estadística en la mayor parte de las variables estudiadas indica que para la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp, se pueden utilizar los tres sustratos (T1, T2 y T3), que el criterio para seleccionar el sustrato puede basar en el que posea las mejores características físicas y químicas, así como en el costo de producción de los mismos.

En la localidad de Jocotán los resultados de las variables estudiada tiene variaciones y se discutir lo siguiente: en los tratamientos (T1, T2 y T3) existe diferencia estadísticamente significativa para las variables número de granos por vaina, número de vainas/hectárea, producción de vainas/hectárea kg/ha, producción de grano húmedo en kg/ha, rendimiento de grano seco kg/ha y peso seco de vaina en kg/ha donde el tratamiento con mejores resultados de la variable relacionadas con el rendimiento como vainas/hectárea, peso de grano húmedo

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

kg/ha y peso de grano seco kg/ha, los obtuvo en el tratamiento T1, los menores rendimiento se presentaron el tratamiento T3, seguido del tratamiento T2. En esta localidad únicamente en la variable longitud de vaina no existe diferencia significativa. Con base los resultados se pueden concluir que para esta localidad la mejor opción de recomendación para la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp, en huertos familiares es sustrato T1 (tratamiento T1).

En la localidad de Camotán los tratamientos (T1, T2 y T3) no existe diferencias estadísticamente significativa en la variables longitud de vaina, número de vainas/hectárea, peso de vainas/hectáreas en kg, producción de grano húmedo en kg/ha, producción de grano seco en kg/ha, peso seco de vaina en kg/ha; y desde el punto de vista estadístico para estas variables los sustratos tienen resultados estadísticamente similares; similar a la localidad de Chiquimula únicamente el número de granos por vaina presento diferencias estadísticas. La igualdad estadística en la mayoría de las variables estudiadas indica que para la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp en huertos se pueden utilizar los tres sustratos (T1, T2 y T3), que el criterio para seleccionar el sustrato puede basar en el que posea las mejores características físicas y químicas, así como en el costo de producción con en el caso de la localidad de Chiquimula.

Los resultados del análisis de las tres localidades (Chiquimula, Jocotán y Camotán) muestran que existe diferencia entre las localidades para los tratamientos T1, T2 y T3; la localidad de Chiquimula es la presente los mayores rendimientos de numero de vainas/hectárea, peso de vaina/hectáreas, peso de grano húmedo kg/ha, peso de grano seco kg/ha y peso de vaina seca kg/ha, seguida por la localidad de Camotán y menores rendimiento se obtuvieron en la localidad de Jocotán, las diferencia en los resultados de las variables estudias principalmente en la localidad de Jocotán se debe principalmente a que en esta localidad se presentó dificultad para aplicar el agua necesaria durante el manejo agronómico del huerto, sin embargo es importante indicar que sustrato T1 (tratamiento T1) es el que presento los mejores resultados en Jocotan, bajo condiciones de escasas de agua. Es decir que si existen condiciones de escasas de agua o condiciones de sequía (época lluviosa) el sustrato que ofrece mejor oportunidad para la producción a nivel de huertos es el T1, elaborado con fibra de coco, cascarilla de arroz, abono orgánico y semolina (pulimento de arroz).

El análisis financiero realizado indica que el costo para la producción de los sustratos es de Q 0.93 a Q 0.98 por litro, siendo el sustrato T1 (tratamiento T1) el de mayor costo y el sustrato T3 (tratamiento T3) el de menor costo, esto costo deben principalmente al empleo de fibra de coco para su elaboración la cual necesaria para aportar a los sustratos características físicas y químicas que permitan en buen desarrollo de las plantas, pero representa cerca del 50% del

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

costo, por tanto es importante considera si es posible reducir el porcentaje de fibra de cocos en los sustratos lo cual permitirá reducir los costos significativamente. Los costos por manejo agronómico varían en las tres localidades debido al costo de mano de obra en cada una ellas, el mayor costo por establecimiento y manejo agronómico de los huertos se registró en la localidad de Chiquimula y el menor costo en la localidad de Camotán.

Los mayores ingresos por la producción de frijol se registraron en la localidad Chiquimula y los menores en la localidad de Jocotán, la relación costo/beneficio mayor se registró también en la localidad Chiquimula con el sustrato T3 (1.17 C/B) con una rentabilidad del 17% y la menor en la localidad de Jocotán con el sustrato T3 (0.44 C/B). Las diferencias en la relación costo/beneficio es debido a los rendimientos los sustratos (tratamientos) y localidades con menor relación son los registraron menor rendimientos.

Para mejorar la relación Costo/Beneficio es necesario implementar estrategias para incrementar los rendimientos y reducir los costos de preparación de los sustratos, así como evaluar factibilidad de reutilizar los sustratos más de una vez en la producción a nivel de huerto que se considera viable ya que son sustratos orgánicos en los cuales continua el proceso de descomposición de los materiales liberando nutrientes y mejorando sus propiedad físicas y químicas para para ello es necesarios realizar pruebas a nivel decampo.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

11. CONCLUSIONES

- Se elaboraron y evaluaron sustratos para la producción de frijol perome a nivel huertos familiares en la región oriente, con materiales disponibles localmente en las siguientes proporciones: sustrato T1 (40% fibra de coco, 20% cascarilla de arroz, 30% abono orgánico y 10% semolina), sustrato T2 (40% fibra de coco, 20% cascabillo de café, 30% abono orgánico y 10% semolina), T3 (40% fibra de coco, 20% cascarilla de maní, 30% abono orgánico y 10% semolina).
- Las características físicas y químicas de los sustratos, indican que tiene pH neutro, con alto contenido de materia orgánica, alta relación carbono nitrógeno porque los materiales aún están en proceso de descomposición, alto porcentaje espacio poroso y alta capacidad de intercambio catiónico, así mismo alta disponibilidad de macro y micronutrientes en elementos como el fosforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc, que favorecen el adecuado desarrollo de la plantas de frijol perome, en los sustratos T1, T2 y T3.
- Los sustratos presentan alta conductividad eléctrica de 2,360 a 4,080 uS/cm, siendo el sustrato T3, el de mayor conductividad eléctrica, la alta conductividad puede afectar la germinación de las semillas de frijol, provocando latencia o inhibir totalmente la germinación.
- En la localidad de Chiquimula el tratamiento T3 es el que presento mayor producción las variables número de vainas (448,506 kg/ha), rendimiento de vainas (2050.88 kg/ha), rendimiento de grano húmedo (1279.30 kg/ha), rendimiento de grano seco (973.37 kg/ha), peso de vaina seca (333.14 kg/ha) de perome a nivel de huerto familiar, sin embargo, es importante indicar que estadísticamente no existen diferencias significativas en estas variables para los tratamientos T1. T2 y T2 en la producción de frijol perome.
- En la localidad de Chiquimula el largo promedio de la vaina para el frijol perome en los tratamientos T1, T2 y T3 fue de 23.72 cm, con un promedio de 15 granos por vaina.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- En la localidad de Jocotan el Tratamiento T1 es el que presento mejores resultados en las variables largo de vaina (17.90 cm), número de vinas (148,144 unidades), rendimiento de vainas (746.92 kg/ha), rendimiento de grano húmedo (310.10 kg/ha), rendimiento de grano seco (224.60 kg/ha), peso de vaina seca (91.98 kg/ha) del frijol perome a nivel de huerto familiar; y el de menor resultados es el tratamiento T3, en esta localidad estadísticamente existen diferencias significativas en los tratamiento T1, T2 y T3 en las variables indicadas en la producción de frijol perome.
- En la localidad de Camotán el tratamiento T3 es el que presento mayor producción las variables número de vainas (345,361 kg/ha), rendimiento de vainas (1,689.43 kg/ha), rendimiento de grano húmedo (835.43 kg/ha), rendimiento de grano seco (650.58 kg/ha), peso de vaina seca (289.39 kg/ha) de frijol perome en huertos, sin embargo, es importante indicar que estadísticamente no existen diferencias significativas en estas variables para los tratamientos T1, T2 y T3 en la producción de frijol perome.
- La localidad de Jocotán presento los menores rendimientos de producción de frijol perome a nivel huerto familiar en los tres tratamientos evaluados (T1, T2 y T3), con relación a las localidades de Chiquimula y Camotán.
- La localidad de Chiquimula presento los mayores rendimientos de producción de frijol perome a nivel huerto familiar en los tres tratamientos evaluados (T1, T2 y T3), con relación a las localidades de Jocotán y Camotán.
- El sustrato T1 (tratamiento T1) es el que tiene mayor costo de producción a razón de Q0.93 por volumen de 1 litro, y el sustrato con menor costo de producción es el T3 (tratamiento T3) a razón de Q0.89 por volumen de 1 litro, el costo está directamente relacionado con los materiales utilizados para su elaboración.
- El sustrato T3 (tratamiento T3) en las localidades de Chiquimula y Camotán es el que presento mejor relación Costo/Beneficio (relación C/B 1.17 y 1.08 respectivamente) es decir que por cada Q 1.00 invertido se obtiene Q 1.17, es decir un 17% de rentabilidad en Chiquimula y 8% de rentabilidad en Camotán; sin embargo, este mismo tratamiento en la localidad Jocotán es el que tiene menor relación Costo/Beneficio (relación C/B 0.09).

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- En la localidad de Jocotán los tratamientos evaluados (T1, T2 y T3) presentaron relaciones Costo/Beneficio menores a 1.00, siendo el tratamiento T1 el de mayor relación Costo/Beneficio con 0.44.
- La socialización de la investigación, transferencia de conocimiento y tecnología se realizó través la Mesa Técnica Agroclimática de Chiquimula un mecanismo de gobernanza a nivel local, que permitió promover recomendaciones los productores de granos básicos especialmente productores de frijol de subsistencia e infrsubsistencia del departamento de Chiquimula.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

12. RECOMENDACIONES

- La características físicas y químicas de mayor importancia en los sustratos alternativos producidos a partir de materiales locales que deben analizarse y considerarse son el pH, la conductividad eléctrica, el espacio poroso, la granulometría y concentración de nutrientes.
- La alta conductividad eléctrica puede afectar la germinación de la semilla de frijol perome, una estrategia a utilizar previo a la siembra para reducir la conductividad eléctrica en los sustratos en la aplicación de un riego profundo que permita lavar las sales presentes en los sustratos o bien prolongar el tiempo de descomposición y maduración.
- Para la producción de frijol perome en huertos se pueden utilizar el sustrato T1 el cual está compuesto por 40% fibra de coco, 20% cascarilla de arroz, 30% abono orgánico y 10% semolina y el sustrato T3 compuesto por 40% fibra de coco, 20% cascarilla de maní, 30 % abono orgánico y 10% semolina, los cuales son una opción que permiten obtener rendimientos aceptables de frijol perome a nivel de huertos.
- Para la producción de frijol perome en huertos familiares en los municipios de Chiquimula y Camotán se pueden utilizar los tres sustratos (T1 y T3), el criterio para seleccionar el sustrato puede centrarse en la disponibilidad de los materiales para su elaboración, costo y las características físicas y químicas, ya que de acuerdo a los rendimientos los tres sustratos son estadísticamente similares.
- Para la producción de frijol perome a nivel de huertos familiares en el municipio Jocotán donde existe escases de agua para riego o condicione de sequía puede utilizase el sustrato T1 compuesto por 40% fibra de coco, 20% cascarilla de arroz, 30% abono orgánico y 10% semolina, ya este a pesar de las condiciones adversas de disponibilidad de agua ofrece mejores rendimientos en comparación con los demás.
- Promover en los programas y proyectos el uso de sustratos alternativos para la producción de frijol de variedades de crecimiento interinado (como frijol perome) en huertos familiares, para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional de las familias en la región Chortí.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Evaluar la factibilidad agronómica y económica de la reutilización de los sustratos en más de un ciclo de producción de frijol perome a nivel de huertos familiares.
- Continuar y fortalecer la investigación que permita generar innovaciones para fortalecer la producción de frijol a nivel de huertos familiares con pequeños productores de subsistencia e infrasubsistencia para contribuir con la seguridad alimentaria y nutricional.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

13. REFERENCIAS

- Ayala Sierra, A., & Valdez Aguilar, L. A. (2008). El polvo de coco como sustrato alternativo para la obtención de plantas ornamentales para trasplante. Scielo. Obtenido el 19 de marzo de 2024, <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v14n2/v14n2a9.pdf>
- Dirección de Planeamiento. (2014). *Informe de situación del frijol, año 2014*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala. <https://www.maga.gob.gt/download/Info-frijolnegro-dic14.pdf>
- Dumet, D., Adeleke, R., Faloye, B. (s.f.). *Guías para la regeneración de germoplasma Caupí*. International Institute for Tropical Agriculture, Ibandan, Nigeria. <https://www.genebanks.org/resources/publications/cowpea-sp/>
- Famata, A. S., Modu, S., Mida, H. M., Hajjagana, L., Shettima, A. Y. y Hadiza, A. (2013). Chemical composition and mineral element content of two cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp.) varieties as food supplement. *International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics*, 3(4), 93-96. <https://www.interesjournals.org/articles/chemical-composition-and-mineral-element-content-of-two-cowpea-igna-unguiculata-l-walp-varieties-as-foodsupplement.pdf>
- Fortis Hernández, M., Preciado Rangel, P., García Hernández, J. L., Navarro Bravo, A., González, J. A., & Omaña Silvestre, J. M. (2012). Sustratos orgánicos en la producción de chile pimienta morrón. Scielo. Obtenido el 19 de marzo de 2024. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n6/v3n6a11.pdf>
- Gayosso Rodríguez, S., Borges Gómez, L., Villanueva Couoh, E., Estrada Botello, M. A., & Garruña Hernández, R. (2016). Sustratos para producción de flores. Scielo. Obtenido el 19 de marzo de 2024, https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s1405-31952016000500617&script=sci_arttext
- Goncalves, A., Goufo, P., Barros, A., Dominguez-Perles, R., Trindade, H., Rosa, EA. (2016). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), a renewed multipurpose crop for a more sustainable agri-food system: nutritional advantages and constraints. *Journal Science Food Agricultural* 96: 2941-2951.
- Gudiel Escobar, D. A., Villafuerte Lemus, H. A. y Castañeda López, D. (2018). *Análisis de rentabilidad en un ciclo de producción del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* l.) con riego por goteo, en dos localidades del corredor seco de Guatemala, Guatemala, 2018.*

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

[proyecto de investigación, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos].
http://cunori.edu.gt/download/Frijol-AnalisisRiego-CUNORI-Diego_Gudiel.pdf.

Guillén Molina, M., Márquez Quiroz, C., de la Cruz Lázaro, E., Velázquez Martínez, J. R., Soto Parra, J. M., García Carrillo, M., & Orozco Vidal, J. A. (2016). Biofortificación de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) con hierro y zinc. Redalyc. Obtenido el 19 de marzo de 2024, <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263149506004.pdf>

Huamán Pérez, E. (2019). *Influencia de dos fuentes de materia orgánica enriquecidas con microorganismos eficientes (EM) en la producción del cultivo de frijol caupí (Vigna unguiculata (L) walp) en un inceptisols de Pucallpa*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ucayali, Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4201>

Lopez-Alzina, D. G. y Howard P. L. (2012). The structure, composition and functions of homegardens: focus on the Yucatan Peninsula. *Etnoecológica*, 9(1), 17-41.

Martínez Reina, A. M. (2020). Frijol Caupí (*Vigna Unguiculata* L. Walp): perspectiva socioeconómica y tecnológica en el Caribe colombiano. *Ciencia Y Agricultura*, 17 (2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560063241003>

Menssen, M., Linde, M., Otunga-Omondi, E., Abukutsa-Onyango, M., Dinssa, FF. y Winkelmann, T. (2017). Genetic and morphological diversity of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) entries from East Africa. *Scientia Horticulturae* 226: 268-276.

Millat-e-Mustafa, Md. (1996). *The ecology and management of traditional home gardens in Bangladesh* [tesis doctoral inédita]. Universidad de Gales.

Miranda Villela, G. S. (2014). Evaluación de sustratos para la producción en contenedor de plantas de pino (*pinus oocarpa*) y cedro (*cedrela odorata*) agronomía del Chiquimula, Guatemala. Cunori. Obtenido el 19 de marzo de 2024, https://cunori.edu.gt/descargas/Trabajo_de_Grafuacion_Geovany_Salomon_Miranda_Villela.pdf

Morales-Morales, A. E., Andueza-Noh, R. H., Márquez-Quiroz, C., Benavides-Mendoza, A., Tun-Suarez, J. M., González-Moreno, A. y Alvarado-López, C. J. (2019). Caracterización morfológica de semillas de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) de la Península de Yucatán. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 6(18):463-475. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282019000300463

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Olvera A. (2023) Huerto Vertical - Ecología. Obtenido el 28 de febrero de 2024.
<https://es.scribd.com/document/667106667/Huerto-Vertical-Ecologia>

Orellana Rodríguez, V. A. (2022). *Densidades de siembra de frijol perome (Vigna unguiculata (L.) Walp.), para determinar rendimiento en vaina en dos localidades de Chiquimula*, [tesis de licenciatura, Universidad San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente]. Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2213.pdf

Pastor Sáez, J. N. (1999). Utilización de sustratos en vivero. *Terra Latinoamericana* 17(3), 231-235. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>

Plan de Desarrollo Integral 2015-2032. (2015). Subsecretaría de Planificación y Ordenamiento Territorial, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Segeplán. https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/05/PDI_Region_Oriente_2015-2032_1.pdf

Quintero M.F., González C.A., Flórez-Rocancio V.J., (2006). Physical and hydraulic properties of four substrates used in the cut-flower industry in Colombia. *Acta Horticulturae*, 718:499-506.

Quintero Calderón, M.F., Guzmán J. M., Valenzuela, J. L. (2012). Evaluación de sustratos alternativos para el cultivo de miniclavel (*Dianthus caryophyllus* L.) *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 6 (1)
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v6n1/v6n1a08.pdf>

Ramos Agüero, D. y Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*. 35(4). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>

Rodríguez-Calampa, N. Y., Tafur-Torres, Z. K. L. (s.f.). *Producción de Microorganismos de Montaña para el Desarrollo de una Agricultura Orgánica*. Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana
https://estaticos.qdq.com/swdata/files/950/950904418/CIn_3256.pdf.

Segura-Campos M., Ruiz-Ruiz J., Chel-Guerrero L. y Betancur-Ancona D. (2013) Antioxidant activity of *Vigna unguiculata* L. walp and hard-to-cook *Phaseolus vulgaris* L. protein hydrolysates. *CyTA - Journal of Food* 11: 208-215
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2012.722687>

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Shintani, M., Leblanc, H. y Tabora, P. (2000). *Bokashi (abono orgánico fermentado): guía para uso práctico*. Escuela de Agricultura de Región Tropical Humedad. <https://bocashi.files.wordpress.com/2010/10/bokashi-earth.pdf>
- Shintani, M., Leblac, H. y Tabora, P. (2000). *Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos* (1ª ed.). Universidad EARTH.
- Soto Cervantes, W. O. (2021). *Evaluación de sustratos y contenedores alternativos en la producción de portainjertos de mango (Mangifera indica L.) en fase de vivero, Chiquimula, Guatemala, 2020*. [tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente]. Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad San Carlos de Guatemala. www.repositorio.usac.edu.gt/16352/
- Telenchana Tisalema, J. J. (2018). *Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (Capsicum annuum L.)*. [tesis de licenciatura, Universidad técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador]. Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad San técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis188%20%20Ingenier%20c3%ada%20Agron%20c3%b3mica%20-CD%20557.pdf>
- Terés, V. (2001). *Relaciones aire-agua en sustrato de cultivo como base para el control de riego. Metodología de laboratorio y modelización*. [tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Biblioteca universitaria <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.869>.
- Timko, M.P., Rushton, P.J., Laudeman, T.W., Bokowiec, M.T., Chipumuro, E., Cheung, F., Town, C.D. y Chen, X. (2008). Sequencing and analysis of the generich space of cowpea. *BMC Genomics* 9, 103. <https://bmcgenomics.biomedcentral>
- Torquebiau, E. (1992). Are tropical agroforestry home gardens sustainable, *Agriculture, Ecosystems and Enviroment*, 41(2), pp. 189-207.
- Varela, S., Martínez, A., Basil, G., Mazzarino, M. J., & Fariña, M. (2013). Sustratos alternativos en la producción de plantines forestales. CONICET. Obtenido el 19 de marzo de 2024. <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/hand>
- Vogl, C. R., Vogl-Lukasser, B. y Puri, R. K. (2004). Tools and methods for data collection in ethnobotanical studies of homegardens. *Field Methods*, 3(16), pp. 285-306.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

14. APÉNDICE

Apéndice 1. Mapa de las localidades de Jocotán, Camotán y Chiquimula.





Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Apéndice 2. Equipo de investigación, reunión de trabajo.



Apéndice 2. Elaboración de abono orgánico para los sustratos alternativos.





Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Apéndice 3. Elaboración de los sustratos con el equipo de investigación.



Apéndice 4. Caracterización de los sustratos a nivel de laboratorio con el equipo de investigación.





Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Apéndice 5. Establecimiento del diseño experimental (huerto) en las localidades de Jocotán y Camotán





Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Apéndice 6. Brindando manejo agronómico a huerto experimental en Camotán, Chiquimula.



Apéndice 7. Cosecha de frijol perome en huerto de la localidad de Chiquimula.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Apéndice 7. Toma de datos de las variables de rendimiento en el laboratorio.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

15. VINCULACIÓN

La Mesa Técnica Agroclimática de Chiquimula, la carrera de Agronomía y la Carrera de Gestión Ambiental Local del Centro Universitario de Oriente –CUNORI-, fueron parte importante del proceso de vinculación. A través de la Mesa Agroclimática de Chiquimula y sus organizaciones socias se identificaron a los productores, las áreas en las localidades, los socios estratégicos y también en las reuniones ordinarias se permitió la divulgación de los resultados de la investigación. Así mismo organizaciones como CIAT e instituciones como MAGA participaron activamente en el desarrollo de la investigación. Las carreras de Agronomía y Gestión Ambiental Local contribuyeron en la divulgación a través de estudiantes y profesores que participaron activamente en la investigación, como en la producción del material genético de frijol (semilla) utilizado para el desarrollo de la investigación.

Instituciones de la Mesa Técnica que apoyaran el desarrollo de la investigación



Alianza



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

16. ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN, DIVULGACIÓN Y PROTECCIÓN INTELECTUAL

Para la difusión y divulgación de los resultados de la investigación se utilizaron tres estrategias; la primera consistió en desarrollar un evento (presentación de resultados) con diferentes actores locales (Mesa Técnica Agroclimática de Chiquimula) que tienen intervenciones en el departamento, promoviendo la seguridad alimentaria y nutricional, en el cual se presentarán los resultados sobre los tres sustratos alternativos evaluados para la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. maduro a nivel de huertos familiares, caracterización de cada uno de ellos y la aceptación de la tecnología (sustratos alternativos en huertos verticales) por parte de los productores.

La segunda consistió en desarrollar días de campo por localidad donde participarán productores de la comunidad, en la cual se mostraron resultados mediante una visita al huerto, brindando una charla técnica sobre el proceso productivo, beneficios y ventajas de la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. con sustratos alternativos en huertos.

La otra estrategia, consistió en divulgar la información en el boletín técnico de la Mesa Técnica Agroclimática de Chiquimula, el cual se divulga de forma impresa, por correos electrónicos y redes sociales de la MTA de Chiquimula, para dar conocer la producción de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. utilizando sustratos alternativos en huertos, y de esta manera contribuir con la producción de alimentos a nivel familiar que permita mejorar la seguridad alimentaria y nutricional.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

17. APORTE DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN A LOS PRIORIDADES NACIONALES DE DESARROLLO (PND) IDENTIFICANDO SU META CORRESPONDIENTE:

Con la investigación se contribuye con el Plan Nacional de Desarrollo que prioriza las intervenciones con respecto a “Bienestar para la gente”, en el cual incluye que se debe de garantizar el acceso de servicios que vayan a mejorar la calidad de vida de las personas entre ellas acceso a alimentos, seguridad alimentaria y nutricional, salud y la educación. Los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), abordan el tema de seguridad alimentaria y tienen como uno de los objetivos “poner fin al hambre”. También se contribuye a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional y el acceso a alimentos al proveer de; transferencia y escalonamiento de conocimiento, técnicas y tecnologías agrícolas resilientes que permita a las familias de infra subsistencia y subsistencia de los municipios de Jocotán y Camotán producir frijol a nivel de huertos familiares.

En la actualidad existen dificultades para la producción de frijol de forma tradicional, debido a diferentes factores socioeconómicos y ambientales. El frijol es uno de los granos básicos indispensables en la dieta diaria de las familias rurales de la región Chortí, motivo por el cual es necesario que se mantengan dentro de la dieta familiar durante todo el año y evitar el hambre estacional, que afecta cuando las reservas familiares de frijol y maíz disminuyen o se acaban completamente.

Además, con la investigación se promueve la producción y consumo de frijol perome *Vigna unguiculata* (L.) Walp. una variedad criolla que es según (Goncalves et, al. 2016) tolerante a sequía y con alto valor nutricional. Con base a datos reportados por Famata et al., (2013) el frijol aporta un 64-69 % de carbohidratos y presenta micronutrientes como; sodio, potasio, calcio, magnesio, fosforo, zinc y hierro. Promover esta variedad de frijol constituye una estrategia para mejorar la dieta familiar y resiliencia ante el cambio climático.

Para concluir la investigación tiene impacto en las familias productoras de granos básicos de la región oriente y Chortí, especialmente en las de subsistencia e infrsubsistencia, como en los proyectos y programas que promueven la seguridad alimentaria y nutricional y buscan fortalecer la soberanía alimentaria en la población del área rural, proteger los recursos naturales y promover la producción agrícola resiliente.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

18. ORDEN DE PAGO FINAL (INCLUIR ÚNICAMENTE AL PERSONAL CON CONTRATO VIGENTE AL 31 DE DICIEMBRE DE 2023)

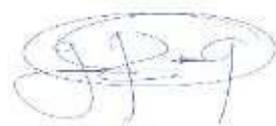
Nombres y apellidos	Categoría (investigador /auxiliar)	Registro de personal	Procede pago de mes (Sí / No)	Firma
Jessica Sylvana Nufio Barillas de Rodas	Investigador	20140759	SI	
Dámaris Gloria Ernestina Orellana Juárez	Auxiliar II	20231015	SI	
Erick Oliverio Villeda Escobar	Auxiliar II	20231014	SI	



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

19. DECLARACIÓN DEL COORDINADOR(A) DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El Coordinador de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

Ing. Agr. José Ramiro García Álvarez	 Firma
Fecha: 29/02/2024	

20. AVAL DEL DIRECTOR(A) DEL INSTITUTO, CENTRO O DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN O COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN DEL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe mensual de las actividades realizadas en el proyecto (Sustratos alternativos para la producción de frijol perome en huertos familiares, de los municipios de Jocotán y Camotán, Chiquimula, Guatemala) en mi calidad de (Coordinador del instituto de Investigación del Centro Universitario de Oriente), mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

Vo.Bo. M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera Coordinador Instituto de Investigación CUNORI	 Firma
Fecha: 29/02/2024	





Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

21. VISADO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Vo.Bo. Inga. Liuba María Cabrera	 Firma
Fecha: 29/02/2024	

Vo.Bo. Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar	 <small>Ing. MARN Julio Rufino Salazar Pérez Coordinador General de Programas de Investigación Digi-Usac</small> Firma
Fecha: 29/02/2024	

/Digi2023