

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO
GENOTIPOS DE HABA; CABRICÁN, QUETZALTENANGO.**

TESIS DE GRADO

HÉCTOR EDUARDO LÓPEZ VÁSQUEZ

CARNET 15291-12

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2020

CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO
GENOTIPOS DE HABA; CABRICÁN, QUETZALTENANGO.**

TESIS DE GRADO

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

POR

HÉCTOR EDUARDO LÓPEZ VÁSQUEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

**EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN
EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2020

CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTÍNEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: MGTR. LESBIA CAROLINA ROCA RUANO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. LUIS CARLOS TORO HILTON, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

DR. LUIS FERNANDO ALDANA DE LEÓN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

DR. WILLIAN ERIK DE LEÓN CIFUENTES

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTORA ACADÉMICA: MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN

SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ



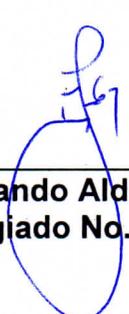
Quetzaltenango, 31 de agosto de 2019

Honorable Consejo de
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final del Trabajo de Tesis del estudiante Héctor Eduardo López Vásquez 1529112, titulado: **EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO GENOTIPOS DE HABA; CABRICÁN, QUETZALTENANGO.** El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito a la Comisión su aprobación.

Atentamente,



Dr. Luis Fernando Aldana de León
Colegiado No. 549



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante HÉCTOR EDUARDO LÓPEZ VÁSQUEZ, Carnet 15291-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06144-2020 de fecha 28 de agosto de 2020, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO GENOTIPOS DE HABA; CABRICÁN, QUETZALTENANGO.

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 2 días del mes de septiembre del año 2020.



**MGR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**

ÍNDICE

| | | |
|---------|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. | MARCO TEÓRICO | 2 |
| 2.1 | CULTIVO DEL HABA..... | 2 |
| 2.1.1. | Origen. | 2 |
| 2.1.2. | Composición nutricional..... | 2 |
| 2.1.3. | Clasificación taxonómica..... | 3 |
| 2.1.4. | Características botánicas..... | 3 |
| 2.1.5. | Fases de desarrollo del cultivo..... | 5 |
| 2.1.6. | Condiciones climáticas. | 8 |
| 2.1.7. | Condiciones edáficas. | 9 |
| 2.1.8. | Principales plagas | 9 |
| 2.1.9. | Principales enfermedades. | 10 |
| 2.1.10. | Importancia económica..... | 12 |
| 2.1.11. | Genotipos. | 13 |
| 2.2 | INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE | 15 |
| 2.2.1. | Adaptabilidad de los cultivos..... | 17 |
| 2.2.2. | Estabilidad de los cultivos | 17 |
| 2.3 | INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA..... | 18 |
| 3. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO | 25 |
| 4. | OBJETIVOS | 26 |
| 4.1 | GENERAL..... | 26 |
| 4.2 | ESPECÍFICOS..... | 26 |

| | | |
|--------|--------------------------------------|----|
| 5. | HIPÓTESIS | 27 |
| 5.1 | HIPÓTESIS ALTERNATIVA..... | 27 |
| 6. | METODOLOGÍA..... | 28 |
| 6.1 | LOCALIZACIÓN | 28 |
| 6.2 | MATERIAL EXPERIMENTAL..... | 29 |
| 6.2.1. | Cultivo del haba. | 29 |
| 6.2.2. | Genotipos. | 29 |
| 6.3 | FACTORES A ESTUDIAR..... | 29 |
| 6.4 | DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS..... | 29 |
| 6.5 | DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 30 |
| 6.6 | MODELO ESTADÍSTICO | 30 |
| 6.6.1. | Modelos de estabilidad. | 31 |
| 6.7 | UNIDAD EXPERIMENTAL..... | 31 |
| 6.7.1. | Área del experimento..... | 31 |
| 6.7.2. | Sub parcela bruta. | 32 |
| 6.8 | CROQUIS DE CAMPO | 32 |
| 6.9 | MANEJO DEL EXPERIMENTO | 33 |
| 6.9.1. | Selección de la semilla..... | 33 |
| 6.9.2. | Muestreo y análisis de suelos..... | 33 |
| 6.9.3. | Preparación del terreno. | 34 |
| 6.9.4. | Trazo del terreno..... | 34 |
| 6.9.5. | Siembra. | 34 |
| 6.9.6. | Resiembra. | 34 |
| 6.9.7. | Control de malezas..... | 34 |
| 6.9.8. | Aporque. | 34 |

| | |
|---|----|
| 6.9.9. Fertilización. | 35 |
| 6.9.10. Control de plagas y enfermedades | 35 |
| 6.9.11. Cosecha..... | 35 |
| 6.9.12. Recolección y registro de datos. | 35 |
| 6.10 VARIABLES RESPUESTA | 35 |
| 6.10.1 Componentes de rendimiento | 35 |
| 6.10.2. Crecimiento vegetativo..... | 36 |
| 6.10.3. Estabilidad genética y efectos edafoclimáticos. | 36 |
| 6.10.4. Nivel de daño. | 38 |
| 6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | 40 |
| 6.11.1. Análisis estadístico. | 40 |
| 6.11.2. Análisis económico..... | 41 |
| 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 42 |
| 7.1 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS PREDOMINANTES DURANTE LA EVALUACIÓN | 42 |
| 7.2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO..... | 42 |
| 7.2.1. Número de vainas por planta. | 42 |
| 7.2.2. Peso de 100 semillas..... | 43 |
| 7.2.3. Rendimiento en grano seco (kg/ha). | 44 |
| 7.3 CRECIMIENTO VEGETATIVO | 45 |
| 7.3.1. Altura de la planta..... | 45 |
| 7.3.2. Longitud de la vaina. | 45 |
| 7.3.3. Tamaño de la semilla. | 46 |
| 7.4 NIVEL DE DAÑO | 48 |
| 7.4.1. Incidencia pulgón Negro..... | 48 |

| | |
|---|----|
| 7.4.2. Incidencia Mancha chocolatada..... | 49 |
| 7.4.3. Incidencia de Mancha concéntrica..... | 50 |
| 7.4.4. Incidencia de Roya..... | 51 |
| 7.4.5. Incidencia de Antracnosis..... | 52 |
| 7.4.6. Severidad Mancha chocolatata..... | 53 |
| 7.4.7. Severidad de Roya..... | 54 |
| 7.4.8. Severidad de Antracnosis..... | 54 |
| 7.4.9. Severidad Mancha Concéntrica..... | 55 |
| 7.5 ESTABILIDAD GENÉTICA..... | 56 |
| 7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO MEDIANTE PRESUPUESTOS PARCIALES..... | 57 |
| 7.6.1. Estimación de costos variables..... | 57 |
| 7.6.2. Estimación del precio de campo del producto..... | 58 |
| 7.6.3 Estimación de los rendimientos ajustados..... | 58 |
| 7.6.4. Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos..... | 59 |
| 7.6.5. Realización del análisis de dominancia..... | 60 |
| 7.6.6. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM)..... | 61 |
| 7.6.7. Análisis de residuos..... | 61 |
| 8. CONCLUSIONES..... | 62 |
| 9. RECOMENDACIONES..... | 64 |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 65 |
| 11. ANEXOS..... | 71 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 1. | Componentes nutricionales del haba | 3 |
| Tabla 2. | Fase de desarrollo de la planta de haba | 6 |
| Tabla 3. | Tratamientos a evaluar en el cultivo de haba en el municipio de Cabricán Quetzaltenango 2018. | 30 |
| Tabla 4. | Descriptores de estabilidad de Finlay & Wilkinson..... | 37 |
| Tabla 5. | Descriptores de estabilidad, clasificación de Carballo (1972), propuestos por Eberhart y Russell (1966), en base a su consistencia ó inconsistencia..... | 37 |
| Tabla 6. | Escala para valorar mancha chocolatada (<i>Botrytis fabae</i>) en el cultivo de haba en Cabricán Quetzaltenango..... | 39 |
| Tabla 7. | Escala para valorar <i>Uromyces fabaea</i> en el cultivo de haba Cabricán Quetzaltenango. | 39 |
| Tabla 8. | Escala para valorar Antracnosis en el cultivo de haba Cabricán Quetzaltenango. | 40 |
| Tabla 9. | Escala para valorar <i>Alternaria</i> sp. en el cultivo de haba Cabricán Quetzaltenango | 40 |
| Tabla 10. | Condiciones edáficas presentes donde se realizó la evaluación de ocho genotipos de haba, en Cabricán Quetzaltenango 2018..... | 42 |
| Tabla 11. | Resultados de clima predominantes durante la evaluación de ocho genotipos de haba, en Cabricán Quetzaltenango 2018. | 42 |
| Tabla 12. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, número de vainas por planta, de ocho genotipos de haba, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 43 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 13. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, peso de 100 semillas de ocho genotipos de haba en g, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 43 |
| Tabla 14. | Prueba de Tukey de la variable, peso de 100 semillas de ocho genotipos de haba en g, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 44 |
| Tabla 15. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, rendimiento de ocho genotipos de haba en kg/ha, Cabricán Quetzaltenango 2018..... | 44 |
| Tabla 16. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, altura de la planta de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 45 |
| Tabla 17. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, longitud de la vaina de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 45 |
| Tabla 18. | Prueba de Tukey de la variable, longitud de la vaina de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 46 |
| Tabla 19. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, tamaño de la semilla de ocho genotipos de haba en mm, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 47 |
| Tabla 20. | Prueba de Tukey de la variable, tamaño de la semilla de ocho genotipos de haba en mm, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 47 |
| Tabla 21. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de pulgón negro, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 48 |
| Tabla 22. | Prueba de Tukey de la variable, incidencia de pulgón negro, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018..... | 48 |
| Tabla 23. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Mancha chocolatada, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 49 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 24. | Prueba de Tukey de la variable, incidencia de Mancha chocolatada, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 50 |
| Tabla 25. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Mancha concéntrica, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 50 |
| Tabla 26. | Prueba de Tukey de la variable, incidencia de Mancha concéntrica, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 51 |
| Tabla 27. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Roya, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 52 |
| Tabla 28. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Antracnosis, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 52 |
| Tabla 29. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, severidad de Mancha chocolatada, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 53 |
| Tabla 30. | Prueba de Tukey de la variable, severidad de Mancha chocolatada, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 53 |
| Tabla 31. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, severidad de Roya, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 54 |
| Tabla 32. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, severidad de Antracnosis, en frutos de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 55 |
| Tabla 33. | Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, severidad de Mancha concéntrica, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 55 |
| Tabla 34. | Prueba de Tukey de la variable, severidad de Mancha concéntrica, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 56 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 35. | Resultados de indicadores de estabilidad genética, de ocho genotipos de haba en tres localidades de Quetzaltenango 2018..... | 56 |
| Tabla 36. | Costos variables de ocho genotipos de haba/ha Cabricán Quetzaltenango. | 57 |
| Tabla 37. | Rendimientos ajustados de ocho genotipos de haba en kg/ha Cabricán Quetzaltenango. | 58 |
| Tabla 38. | Beneficios brutos y netos de ocho genotipos de haba/ha Cabricán Quetzaltenango. | 59 |
| Tabla 39. | Análisis de dominancia de ocho genotipos de haba Cabricán Quetzaltenango. . | 60 |
| Tabla 40. | Tasa de retorno Marginal de ocho genotipos de haba Cabricán Quetzaltenango. | 61 |
| Tabla 41. | Análisis económico de residuo de ocho genotipos de haba Cabricán Quetzaltenango. | 61 |
| Tabla 42. | Número de vainas por planta, de ocho genotipos de haba, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 72 |
| Tabla 43. | Número de semillas por vaina de ocho genotipos de haba, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 72 |
| Tabla 44. | Peso de 100 semillas de ocho genotipos de haba en g, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 73 |
| Tabla 45. | Rendimiento en grano seco de ocho genotipos de haba en kg/ha, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 73 |
| Tabla 46. | Altura de la planta de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 74 |
| Tabla 47. | Longitud de la vaina de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 74 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 48. | Tamaño de la semilla de ocho genotipos de haba en mm, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 75 |
| Tabla 49. | Días a inicio de corte, de ocho genotipos de haba, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 75 |
| Tabla 50. | Incidencia de pulgón negro, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 76 |
| Tabla 51. | Incidencia de Mancha chocolate, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 76 |
| Tabla 52. | Incidencia de Mancha concéntrica, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 77 |
| Tabla 53. | Incidencia de Roya, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 77 |
| Tabla 54. | Incidencia de Antracnosis, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 78 |
| Tabla 55. | Severidad de Mancha chocolate, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 78 |
| Tabla 56. | Severidad de Roya, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 79 |
| Tabla 57. | Severidad de Antracnosis, en frutos de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 79 |
| Tabla 58. | Severidad de Mancha concéntrica, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018. | 80 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 59. | Medias de localidades X tratamientos, de rendimiento en grano seco Kg/ha de ocho genotipos de haba para la variable Estabilidad Genética en tres localidades de Quetzaltenango 2018. | 80 |
| Tabla 60. | Costo de producción/ha, del Genotipo San Antonio Cabricán Quetzaltenango 2018. | 81 |
| Tabla 61. | Costo de producción/ha, del Genotipo Santa María Mejorada (14v26) Cabricán Quetzaltenango 2018. | 82 |
| Tabla 62. | Costos de producción/ha, del genotipo Santa María Mejorada (14v36) Cabricán Quetzaltenango 2018. | 83 |
| Tabla 63. | Costos de producción/ha, del genotipo ICARDA ELV17 Cabricán Quetzaltenango 2018. | 84 |
| Tabla 64. | Costos de producción/ha, del genotipo ICARDA EL201F Cabricán Quetzaltenango 2018. | 85 |
| Tabla 65. | Costos de producción /ha del genotipo Nativa San Carlos Sija Cabricán Quetzaltenango 2018. | 86 |
| Tabla 66. | Costos de producción/ha del genotipo Nativa San Marcos Cabricán Quetzaltenango 2018. | 87 |
| Tabla.67. | Costos de producción/ha del genotipo Testigo Cabricán Quetzaltenango 2018. | 88 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1. | Croquis de sub parcela bruta, evaluación de genotipos de haba; Cabricán. | 32 |
| Figura 2. | Croquis de campo, evaluación de genotipos de haba; Cabricán..... | 33 |
| Figura 3. | Informe de Análisis de suelo Cabricán Quetzaltenango 2018. | 71 |

Evaluación del comportamiento agronómico de ocho genotipos de haba; Cabricán, Quetzaltenango.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de diferentes genotipos de haba, en el municipio de Cabricán Quetzaltenango; Se utilizó el diseño Bloques Completos al Azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando los genotipos: San Antonio, Santa María Mejorada (14v26), Santa María Mejorada (14v36), ICARDA ELV17, ICARDA EL201F, Nativa San Carlos Sija, Nativa San Marcos y Nativa Cabricán. Las variables respuestas fueron: Componentes de rendimiento (número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento en grano seco kg/ha), Crecimiento vegetativo (altura de planta, longitud de vaina, tamaño de semilla, número de días inicio de corte) estabilidad genética y efectos edafoclimáticos, nivel de daño e indicadores económicos. De acuerdo con los resultados, en la variable componentes de rendimiento, únicamente los genotipos mejorados fueron superiores al genotipo testigo en peso de 100 semillas, sin embargo, Santa María Mejorada (14v36) y Santa María Mejorada (14v26) presentaron un efecto mayor al genotipo testigo en rendimiento kg/ha, en la variable crecimiento vegetativo los genotipos Santa María Mejorada (14v36) e ICARDA EL201F fueron los mejores en longitud y tamaño vegetativo. Los parámetros de estabilidad definieron al genotipo ICARDA ELV17 como estable al no ser afectado por las condiciones en donde es evaluado, siendo también tolerante a plagas y enfermedades y el genotipo Santa María Mejorada (14v36) expreso la mejor rentabilidad. En consecuencia, se recomienda la utilización de los genotipos Santa María Mejorada (14v36) e ICARDA ELV17 debido a las características potenciales presentadas en la evaluación.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de haba es de suma importancia en el municipio de Cabricán, ya que constituye una excelente fuente alimenticia, por su alto contenido proteínico, como también por su aporte en la economía familiar. Sin embargo, en los últimos años el área de siembra ha ido disminuyendo como consecuencia de la incidencia de plagas y enfermedades.

En este sentido, con el propósito de generar la introducción y el establecimiento de nuevas variedades de habas adaptadas, que posean todas las características propias que pueden ser aprovechadas de manera positiva por los agricultores y sea de beneficio para la población del área rural que dependen nutricionalmente de este cultivo, además de constituir una opción de diversificación agrícola para áreas del altiplano occidental, que se caracterizan por la predominancia de cultivos de subsistencia. Se evaluó el comportamiento agronómico de ocho genotipos de haba en el municipio de Cabricán, siete proporcionados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y la Nativa de Cabricán tomada como testigo, que han sido evaluados previamente por; componentes de rendimiento (Calderón, 2015), niveles de infección de enfermedades, (Imeri, 2016) y han presentado características potenciales que pueden ser productivas para las condiciones climáticas y edáficas del municipio, para lo cual se utilizó el diseño Bloques Completos al Azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, con el fin de generar información experimental y científica confiable.

A partir de lo anterior se identificó a los tratamientos que expresaron excelentes características en el área de estudio, los cuales presentaron el mejor rendimiento, estabilidad genética, tolerancia a plagas y enfermedades y rentabilidad, de acuerdo a ello se recomiendan para mejorar la productividad de beneficio para la población, ya que el desarrollo agronómico del cultivo en los últimos años ha sido muy difícil en la región, debido a los bajos rendimientos que no abastecen el consumo local, a la falta de variedades mejoradas y los materiales nativos que son muy susceptibles a los agentes bióticos y abióticos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Cultivo del Haba

Es una planta herbácea que pertenece a la familia de las leguminosas, su nombre botánico es (*Vicia faba* L.), de sistema radicular pivotante, de hojas compuestas por más de cuatro foliolos, tallos erectos, su fruto es una vaina, o legumbre y en ella se encuentran las semillas, que poseen una gran capacidad germinativa de cuatro años, tiene la particularidad de producir nódulos en sus raíces, en asociación simbiótica con cepas de (*Rhizobium*), para la obtención de nitrógeno de la atmósfera que la planta puede aprovechar, el haba se puede consumir en su estado tierno o verde como también industrializado (Pérez & Turon, 2007).

2.1.1. Origen. El cultivo de las habas se remonta al Neolítico tardío, su origen se sitúa principalmente en Europa, Asia Central y Abisinia. Muchos aseguran que el haba fue cultivada desde la edad de piedra, siendo muy estimada por los egipcios y los romanos.

El cultivo del haba se extendió pronto por toda la cuenca mediterránea, desde donde se dispersó siguiendo distintas rutas, desde el mismo comienzo de la agricultura donde ha desempeñado un papel clave para la agricultura y la economía. Los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de grano grande y aplanado que es el que actualmente se emplea para consumo en verde, extendiéndose a través de la ruta de la seda hasta China, e introducido en América, por los conquistadores españoles (Suquilanda, 2011).

2.1.2. Composición nutricional. El haba constituye una excelente fuente alimenticia, de gran importancia para la seguridad alimentaria es un alimento muy nutritivo, contiene niveles altos de proteína, hierro, fibra, Vitaminas A, B, C y potasio. En promedio el haba está compuesta de un 24 a 31 % de proteína, 2 % de grasa, 50 % de carbohidratos y 700 calorías (Aldana, 2010). El valor nutritivo depende si el haba es fresca o seca. El grano aporta hidratos de carbono, proteínas, fósforo, magnesio y hierro, siendo estos valores más altos en haba seca que en la fresca (Suquilanda, 2011).

Tabla 1
Componentes nutricionales del haba

| Componentes | Contenido 100 g de parte comestible | Valores diarios recomendados en una dieta de 2,000 calorías |
|---------------|-------------------------------------|---|
| Proteínas | 31.30 g | 400 g |
| Carbohidratos | 13.90 g | 200 g |
| Fibra | 12.40 g | 0.25 g |
| Grasa total | 4.60 g | 0.66 g |
| Calcio | 2.40 mg | 162 mg |
| Fosforo | 11.60 mg | 25 mg |
| Magnesio | 2.80 mg | 100 mg |
| Potasio | 17.60 mg | 3,500 mg |
| Sodio | 3.40 mg | 2,400 mg |

(Aldana, 2010).

2.1.3. Clasificación taxonómica. La Taxonomía es la ciencia encargada de estructurar y organizar en grupos a los seres vivos. El haba se clasifica de la manera siguiente:

| | |
|----------------|-------------------------|
| Reino: | Plantae |
| Sub reino: | Tracheobionta |
| Superdivisión: | Spermatophyta |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Magnoliopsida |
| Sub clase: | Rosidae |
| Orden: | Fabales |
| Familia: | Fabaceae |
| Género: | (<i>Vicia</i> L.) |
| Especie: | (<i>Vicia faba</i> L.) |

(USDA, 2017).

2.1.4. Características botánicas. La morfología trata de definir las partes externas y su forma de la planta, así como las distintas funciones de sus órganos. El haba (*Vicia faba* L.) es una

planta anual de consistencia herbácea erecta que puede alcanzar hasta 1.80 m de altura (Crespo, 1996 según citado en Aguilar, 2009). La planta de haba botánicamente se describe como:

a. Raíz. La raíz es pivotante ramificada en raíces secundarias que adquiere generalmente gran desarrollo similar al del tallo alcanzando hasta un metro de profundidad, la raíz principal es vigorosa, profunda y se lignifica considerablemente. Las raíces secundarias son menos desarrolladas y por características generales forman nódulos en asociación simbiótica con cepas de (*Rhizobium*) para la obtención de nitrógeno de la atmósfera (Crespo, 1996 según citado en Aguilar, 2009).

b. Tallo. Los tallos son fuertes, huecos y de sección cuadrangular, de 5 a 10 mm de diámetro de consistencia herbácea en los primeros estadios, la altura varía dependiendo de la variedad, densidad de siembra, fertilidad de suelo y condiciones ecológicas desde 0.50 a 1.80 m, con macollos que nacen en el cuello de la planta o en la base del tallo y su número fluctúa dependiendo de la variedad, casos óptimos alcanza hasta 12 siendo su promedio de cuatro a seis macollos, el color es variable desde verde al verde rojizo, después de cosechar se torna de consistencia leñosa (Crespo, 1996 según citado en Aguilar, 2009).

c. Hojas. Las hojas son alternas, pinnadas y compuestas, los folíolos son ovalados, anchos, alternados de borde entero o dentados en el ápice, y netamente faciales el número varía desde cuatro hasta siete. El haz, suele ser de color verde más intenso, menos nervosa que la cara inferior o envés. El raquis es bien desarrollado y es considerado el eje mediano de la hoja, los folíolos se insertan casi directamente por la falta de pecíolo (Crespo, 1996 según citado en Aguilar, 2009).

d. Flores. La inflorescencia es un racimo axilar, se origina en un pedúnculo corto, las flores son blancas o rosadas con manchas negras, de simetría bilateral, zigomorfas, agrupadas en racimos en número de 2 a 12 flores. Tienen corola evolucionada, dialipétala con un pétalo superior llamado estandarte u ovexilo, dos laterales libres llamados alas y dos inferiores soldados a lo largo de su línea de contacto, la misma que, envuelve y protege los órganos sexuales de la flor (Crespo, 1996 según citado en Aguilar, 2009).

e. Fruto. El fruto es una vaina, flexible, carnosa alargada y algo comprimida y se abren en dos partes. Las vainas en estado tierno son de color verde y al madurar se tornan de color negro y consistencia coriácea. Las vainas cuando están verdes, se las encuentra tapizadas interiormente de un tejido blando de color blanquecino y de consistencia aterciopelada (tejido esponjoso y parenquimatoso) que encierra de 2 a 10 semillas, el tamaño puede variar desde 5 a 15 cm (Crespo, 1996 según citado en Aguilar, 2009).

f. Semilla. Las semillas son de forma ovalada de superficie lisa, opaca y brillante, pueden ser de colores claros, morados y oscuros, el tamaño de las semillas varía desde pequeño, con un largo de 1.60 cm, hasta semillas grandes, con un largo aproximado de 3.50 cm (Crespo, 1996 según citado en Aguilar, 2009).

2.1.5. Fases de desarrollo del cultivo. La vida de una planta se presentan un conjunto de estadios, fases, etapas o periodos, que completan un ciclo de desarrollo, los conceptos; estadio, fase, período y ciclo comprenden espacios de tiempo progresivamente más amplios en la vida del vegetal. Así, el estadio se refiere a un momento concreto del desarrollo de la planta (estadio de nacerencia, de floración, etc.); la fase es el tiempo comprendido entre dos estadios; el período engloba un conjunto de fases en las cuales la planta realiza determinada función (crecimiento, maduración), y el ciclo abraza la totalidad de los períodos que se presentan en la vida de la planta (Pérez & Turon, 2007).

Tabla 2
Fase de desarrollo de la planta de haba

| | Fases | Período |
|-----|-----------------------------|----------------|
| V0 | Germinación | Vegetativa |
| V1 | Emergencia | |
| V2 | Formación de primeras hojas | |
| V3 | Formación de tallos | |
| V4 | Elongación de tallos | Reproductiva |
| R5 | Formación de flores | |
| R6 | Formación vaina | |
| R7 | Formación de grano | |
| R8 | Llenado de grano | |
| R9 | Maduración | |
| R10 | Desvainado | |

(Aldana, 2010).

Las fases de desarrollo del cultivo de haba se describen de la manera siguiente:

a. Germinación. Inicia cuando la semilla entra en contacto con la humedad del suelo, que básicamente se da en la primera lluvia, o el día del primer riego, al absorber agua la semilla se crea el proceso de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones, posteriormente emerge la radícula convirtiéndose en raíz primaria, la raíz del haba es del tipo pivotante (Aldana, 2010).

b. Emergencia. La emergencia se inicia cuando las primeras hojas del haba aparecen al nivel del suelo. Se considera que las plantas están en esta fase cuando el 50 % de las plantas presentan sus primeras hojas al nivel del suelo. Luego aparece otro grupo de hojas del tallo principal que comienzan a desplegarse y abrirse camino desde las partes más bajas del suelo. Le sigue otro grupo de hojas que empiezan a separarse y abrirse desde abajo hasta desplegarse totalmente (Aldana, 2010).

c. Formación de primeras hojas. La formación de las primeras hojas en haba se realiza desde la semilla, las hojas se forman desde las partes más bajas del suelo antes de la emergencia, luego empiezan a desplegarse, las hojas del haba son compuestas por tres pares de folíolos de consistencia carnosa de color verde grisáceo, son alternas pinnadas, nacidas sobre un largo pecíolo que es acuminado (Aldana, 2010).

d. Formación de tallos. Se da en un corto rizoma, llamado corona el cual sostiene varios tallos, el número de tallos varía dependiendo de la variedad, fertilidad y a la profundidad del suelo, a mayor distancia entre plantas y surcos favorece a una mayor formación de macollos, un número promedio de tallos es de cuatro a ocho por planta de haba, al sembrar en asocio se reduce considerablemente el número de tallos que al sembrar en monocultivo. El cultivo de haba tiene un tallo principal y varios tallos secundarios llamados macollos, el tallo principal nace del embrión, mientras que los macollos nacen de la corona directamente del tallo principal (Aldana, 2010).

e. Elongación de tallos. La fase de elongación de los tallos en haba se da a partir de la formación de nudos y entrenudos. Los meristemos que se encuentran en los nudos son los encargados de la elongación de los entrenudos y el crecimiento de los tallos (Aldana, 2010).

f. Formación de flores. Las flores se forman en los nudos desde casi la base del tallo, normalmente en el quinto hasta el doceavo nudo, las flores son compuestas y nacen en racimos auxiliares, los sépalos se combinan en un solo cáliz campanulado, la corola es irregular y está compuesta de cinco sépalos, el estandarte, dos alas y dos pétalos que están unidos para formar la quilla, que favorece el mecanismo de auto polinización y protege al haba de la polinización cruzada. La flor tiene diez estambres incluyendo uno superior que está libre, los otros nueve están soldados por su base en un tubo, la floración dura entre 15 a 30 días y se forma a los 60 días (Aldana, 2010).

g. Formación de vainas. La mayoría de las flores no llegan a formar vainas y granos debido a la competencia morfo agronómica, la vaina es compacta lineal, la cual se abre en dos valvas, la vaina es flexible de color verde, que puede contener diez semillas y su longitud puede variar entre 5 y 20 cm, su interior es de color blanco arrugado entre las semillas (Aldana, 2010).

h. Formación de granos. La semilla de haba seca puede ser de color morada amarilla o blanca, de superficie plana y lisa, son de color verde cuando son tiernas, poseen dos cotiledones largos, su capacidad germinativa es hasta de 10 años y germinan 10 días después de la siembra (Aldana, 2010).

i. Llenado de granos. Esta fase inicia cuando el 50 % de las plantas empieza a llenar la primera vaina, las vainas se van alargando días después de la floración, los granos alcanzan su peso máximo a los 45 días después de la floración (Aldana, 2010).

j. Maduración. Las plantas en esta fase inician la descoloración y secado de las vainas que indican la maduración de la planta, las vainas pierden su pigmentación y se tornan de color negro, las hojas se caen y las partes de la planta se secan, el contenido de agua en las semillas se reduce hasta un 15 % de humedad (Aldana, 2010).

k. Desenvainado. Consiste en separar las semillas de las vainas, posteriormente se soplan para eliminar los últimos restos de vainas y basura (Aldana, 2010).

2.1.6. Condiciones climáticas. El haba es un cultivo que requiere de una temperatura entre 8 °C y 14 °C y una precipitación de 700 a 1,000 mm de lluvia, distribuida a través del ciclo vegetativo (Peralta, Cevallos, Vasquez, & Pinzón, 1993).

Mientras Perea et al. (2015) refiere que las temperaturas cercanas a 30 °C durante la fase de floración y el cuajado de las vainas provocan el aborto de la flor, el cultivo de haba es muy sensible a la falta de agua desde la floración hasta el llenado de las vainas, debido a ello la distribución de las precipitaciones es muy importante para la variabilidad en el rendimiento del cultivo.

Ruiz et al. (2013) afirma que el cultivo de haba se puede desarrollar en alturas desde 1,800 m a 3,050 m, la óptima para mayores rendimientos oscila entre 2,000 m y 2,650 m, es muy resistente al frío el rango térmico para el desarrollo se ubica entre 5 °C y 28 °C, con un óptimo alrededor de los 17 °C, temperaturas constantes por arriba de 23 °C, así como una fluctuación térmica diaria con temperaturas diurnas superiores a 20 °C y temperaturas nocturnas debajo de 10 °C, pueden inhibir la floración. El cultivo puede lograrse con precipitaciones desde 200 hasta 2,600

mm, sin embargo, el nivel óptimo de precipitación está alrededor de los 1,000 mm, para plantas con una altura promedio de 80 cm, el coeficiente de cultivo (Kc) para las etapas inicial, intermedia y final es 0.50, 1.15 y 0.30, respectivamente; mientras que para consumo en fresco los Kc son 0.50, 1.15 y 1.10. La humedad relativa adecuada, se desarrolla bien en atmósferas moderadamente húmedas, alta humedad relativa combinada con un periodo de baja humedad relativa favorece incidencia de enfermedades.

2.1.7. Condiciones edáficas. Requiere de suelos arcillosos con buena retención de agua, es relativamente tolerante a la salinidad, y el pH adecuado esta entre 6.50 y 7.50 (Pérez & Turon, 2007).

Ruiz et al. (2013) afirma que el cultivo requiere de suelos de mediana profundidad se desarrolla en suelos con una profundidad efectiva mínima de 25 a 35 cm, aunque en climas cálidos requiere suelos más profundos con mayor capacidad de termorregulación. Requiere de suelos de textura media a pesada los suelos con textura migajón-arenosa y arenosa, son de mediana y baja productividad, prefiere los suelos de textura media, como los francos, franco-arenosos y franco-arcillosos con buen drenaje. Debido a su capacidad para captar alta radiación solar, se adapta bien a pendientes pronunciadas, sobre todo en suelos arcillosos, el rango de pH para esta especie es de 4.20 a 8.60, siendo el óptimo alrededor de 7, es una especie ligeramente tolerante a la salinidad, los requerimientos nutricionales para haba son: 153-170-153 kg/ha, la mayor parte de su demanda de N la cubre mediante fijación atmosférica.

2.1.8. Principales plagas. Plaga es una población de organismos que, al crecer de forma descontrolada, causa daños económicos o transmite enfermedades a las plantas (Agroietal3, 2017). Las principales plagas que afectan el cultivo de haba son:

a. Pulgón negro (*Aphis fabae*). Es la principal plaga del haba, atacan gran variedad de plantas, el cultivo de haba es de los más afectados, debido a su aparato bucal que le permite succionar, el insecto se alimenta de la savia de la planta (Quispe, 2011).

INIAF (2010) asegura que los pulgones se agrupan en la parte alta de la planta como en las flores y los brotes tiernos, miden de 0.50 a 6 mm y se reproducen de forma asexual y sexual, sus

patas son largas y finas, dos antenas y tienen forma de pera. Son de color, amarillo, verde o negro, se pueden encontrar algunos con alas.

b. Gusano cortador (*Agrotis sp.*). Es un gusano que vive enterrado de 5 a 8 cm en el suelo, el adulto es una mariposa de nocturna de color café grisáceo, ovopocitan en grupos de 2 a 6 huevos en el envés de las hojas o en el suelo, la característica principal es cortar plantas nuevas al nivel del suelo, como también el ataque a hojas y vainas, en su estado de larva, su forma es cilíndrica de color grisáceo, presenta tres pares de patas y su aparato bucal es masticador pueden medir hasta 45 mm (INIAF, 2010).

c. Mosca minadora (*Liriomyza sp.*). Pueden dañar al cultivo en sus diferentes estadios, cuando son adultos (moscas) y cuando son larvas (gusanos). El principal daño lo ocasionan en las hojas, donde se pueden observar líneas blancas y serpenteantes, también daños en la epidermis de las hojas, se pueden observar puntos blancos y pequeñas galerías en el envés de la hoja provocando la caída de las hojas si el ataque es de gran intensidad (INIAF, 2010).

Las principales medidas culturales para controlar las plagas mencionadas son: control de plantas y malezas hospederas, deshierbes oportunos, aporques altos, rotación de cultivos, prácticas de despuntes, el control químico es el último recurso que se debe utilizar, para lo cual emplear algunos insecticidas de acción sistémica (INIAF, 2010).

2.1.9. Principales enfermedades. Las enfermedades son provocadas por microorganismos como hongos, bacterias y virus; que determinan un cambio adverso en la forma, función o integridad de la planta, muchas veces ocasionan la muerte (Quispe, 2011).

a. Mancha chocolatata (*Botrytis fabae*). Es la principal enfermedad del cultivo de haba afecta las flores, vainas, tallo y especialmente las hojas, donde se presenta necrosis, similar a manchas de chocolate (Quispe, 2011).

La temperatura 20 °C y alta humedad relativa son condiciones ambientales que favorecen el hongo, los principales síntomas iniciales son manchas rojizas sobre hojas y vainas, el hongo produce pequeñas masas compactas de hifas, esclerocios de color negro y que sobreviven durante

todo el invierno. Las vainas afectadas producen semillas manchadas con lesiones, y que pueden transmitir la enfermedad (Tay, K. Tay, J. & Valenzuela, 2015).

b. Mancha concéntrica (*Alternaria sp.*). Esta enfermedad provoca manchas negras circulares en alternos que se extienden hasta los bordes de las hojas, provocando la muerte paulatinamente de la planta por la caída de hojas y la defoliación, las condiciones que favorecen es el exceso de humedad en el suelo, tiene la capacidad de avanzar y quemar totalmente la parcela (INIAF, 2010).

c. Roya (*Uromyces fabae*). Es causada por el hongo (*Puccinia spp.*) está asociada a condiciones y épocas de poca o ninguna precipitación o largos periodos de canícula. Es una enfermedad que ataca las hojas y tallos, y las pústulas aparecen como pequeños bultos, semejantes a cráteres de volcán de color rojo, castaño, naranja o amarillento. El daño que causa principalmente es una decoloración de color amarillento en la parte superior de la hoja. En ataques muy severos las pústulas cambian a un color negro y las zonas afectadas tienen aspecto de quemadas, las hojas muy afectadas se secan y caen. Las partes infectadas no se curan, pero con los tratamientos se protegen los nuevos brotes de hojas, flores y frutos (INIAF, 2010).

d. Antracnosis (*Colletotrichum sp.*). Es una enfermedad que ataca las hojas y tallos, lo más común puede observarse en las vainas. Según la especie de Antracnosis que se trate, produce una muerte descendente de hojas y tallos, además baja la cantidad de las vainas, el síntoma más claro es en las vainas, donde se observan manchas redondas, hundidas, con borde rojizo, en ataques tempranos la vaina se tuerce y no produce granos (INIAF, 2010).

e. Pudrición de la Raíz (*Fusarium sp.*). Los síntomas consisten en una podredumbre seca de porción superior de la raíz pivotante y del cuello, que se vuelve rojizo, además de necrosis de raíces, en la parte aérea se observa una disminución del vigor y la producción de la planta, las hojas basales muestran una desecación y amarillamiento. Se presenta con frecuencia a la emergencia y establecimiento de la planta, provocando la muerte de los primeros brotes y plantas jóvenes, la pudrición de raíz es mayor cuando el suelo se calienta y hay mucha humedad, el hongo se ve

favorecido su desarrollo en suelos muy compactos y arcillosos, exceso de abono fresco y exceso de humedad en el suelo (INIAF, 2010).

f. Virus. Las plantas de haba son afectadas por distintos tipos de virus. Estos se transmiten a través de la semilla de baja calidad, uso de herramientas infectadas y sobre todo por insectos chupadores como los pulgones negros y verdes, principalmente (Quispe, 2011).

Los virus en haba son los principales responsables de la degeneración de las plantas de haba, una vez presentan síntomas de virus, por lo general ya no llegan a formar vainas y granos. Los virus son patógenos que no se pueden controlar con productos químicos los síntomas que producen en las hojas son variables y muchas veces dependen de las condiciones ambientales. Cuando la planta presenta síntomas de virus es necesario eliminarla para que no se convierta en un foco de infección para otras plantas sanas, estos virus son transmitidos normalmente en haba por áfidos (Aldana, 2010).

Entre algunas medidas de control cultural de las enfermedades mencionadas son: semilla certificada, desinfección de semilla, quemar restos de cultivos anteriores, densidad de siembra, rotación de cultivos, variedades resistentes, evitar el uso excesivo de abonos frescos, retirar y quemar plantas atípicas (INIAF, 2010).

2.1.10. Importancia económica. Según el Censo agropecuario del año 2003, la producción del cultivo de haba en el municipio de Cabricán fue de 98,656.34 kg en una superficie cosechada de 378 ha en 924 fincas dando un rendimiento de 261 kg/ha, mientras tanto el área cultivada de haba a nivel nacional es alrededor de 6,704 ha, con una producción de aproximadamente 2,261,384.76 kg, por lo que muchas familias dependen económicamente de este cultivo (INE, 2004). Por cuanto este cultivo es de importancia para la economía de los productores, como así también se trata de un cultivo imprescindible para la seguridad alimentaria de los productores del área rural.

En el año 2012 el haba seca alcanzo un valor de 18.74 quetzales/kg, para el año 2016 ha tenido un descenso sin embargo se ha mantenido en 17.64 quetzales/kg (MAGA, 2017).

Aldana (2010), enuncia que el haba se puede consumir en su estado tierno o verde, como también el grano tostado observándose su venta en los mercados guatemaltecos del altiplano. El consumo en verde, ocupa el mayor porcentaje de la venta de esta leguminosa, la principal razón de

este fenómeno, es la ganancia económica que se obtiene ya que en verde, se vende en peso y con alta humedad, está por lo tanto pesa más, la diferencia entre el precio de la libra de haba seca y verde es de aproximadamente un quetzal (haba verde de 5 a 6 quetzales la libra, haba seca 7 a 8 quetzales la libra), lo que es de beneficio al productor y otra de las ventajas, es el evitar las molestas pérdidas por daños de pájaros, robos etc, el problema es que el haba verde, es un producto perecedero y como una hortaliza, se tiene que vender rápido o su precio baja drásticamente. La otra forma de presentación al momento de su venta es en grano seco, pero esta presentación es más difícil de comercializarla. El grano se puede también tostar y venderlo como fritura después de pelarla o con cascara. Otro estilo de consumir el haba es a través de molerla en un molino de granos después de tostarla y fabricar una harina a la que se le agrega agua para preparar el atole de habas o pinol, muy rico en proteínas. Además, esta harina puede ser empleada en la fabricación de concentrados para la alimentación animal especialmente los monogástricos.

El cultivo de haba de exportación se inició en Guatemala desde año 2003, a través de la empresa Servicios Internacionales de Exportación S.A. (SIESA), y en los últimos años ha mostrado un constante incremento, tanto en áreas como el interés de grupos de pequeños productores. SIESA, inicio en el año 2003 con un área de 3.50 ha y para el año 2012 cuenta con 47.60 ha de haba cultivada, en los departamentos de Huehuetenango y Sololá representa gran importancia económica, porque está reflejada en por lo menos 300 productores de dicha área geográfica, además constituye una fuente generadora de divisas para el país (Ajqueyay, 2013).

El valor (FOB) de las exportaciones de legumbres es de 171,896,768 US dólares (BANGUAT, 2017), por lo que su producción es muy importante para el país.

Los países con mayor producción de haba en verde a nivel mundial son: Irak y Argelia con un rendimiento de 6.38 T/ha, y la producción en seco, China con un rendimiento de 8.37 T/ha, los países más importan haba son: Bélgica, Egipto, Italia y España, los países que presentan una mayor exportación son: China, México, Australia y Reino Unido (ASERCA, 2001).

2.1.11. Genotipos. Un genotipo es la suma total de la información genética contenida en un organismo que ha heredado (Ayala & Kiger, 1984). Un genotipo es el término que utilizan los Fito mejoradores cuando el cultivar no ha sido liberado comercialmente, sus características aún no están definidas (Aldana, 2016 según citado en Imeri, 2016).

Calderón (2015), describe algunas de las características presentadas en condiciones climáticas y edáficas de Quetzaltenango de siete genotipos a evaluar, como también las características de criolla Cabricán las cuales son:

a. *San Antonio*. Presenta un color verde claro, la altura de la planta es 0.80 m, el largo de la vaina es de 14 cm, el largo promedio de granos es de 20 mm y el promedio de días cosecha es de 100.

b. *Santa María Mejorada (14v26)*. Su color es verde claro, la cosecha se inicia a partir de los 100 días, su altura promedio es de 0.96 m, el largo de las vainas es hasta de 14 cm, y el largo promedio de los granos es de 18 mm.

c. *Santa María Mejorada (14v36)*. Su color es verde claro, la cosecha se inicia a partir de los 102 días, su altura promedio es de 1.09 m, el largo de las vainas es hasta de 13 cm, y el largo promedio de los granos es de 13 mm.

d. *ICARDA ELV17*. Su color es verde oscuro, la cosecha se inicia a partir de los 105 días, su altura promedio es de 1.09 m, el largo de las vainas es hasta de 16 cm, y el largo promedio de los granos es de 20 mm.

e. *ICARDA EL201F*. Su color es verde oscuro, la cosecha se inicia a partir de los 105 días, su altura promedio es de 1.03 m, el largo de las vainas es hasta de 15 cm, y el largo promedio de los granos es de 16 mm.

f. *Nativa San Carlos Sija*. Su color es verde claro, la cosecha se inicia a partir de los 115 días, su altura promedio es de 1.21 m, el largo de las vainas es hasta de 14 cm, y el largo promedio de los granos es de 14 mm.

g. *Nativa San Marcos*. Su color es verde claro, la cosecha se inicia a partir de los 115 días, su altura promedio es de 1.11 m, el largo de las vainas es hasta de 14 cm, y el largo promedio de los granos es de 14 mm.

h. Nativa Cabricán. Su color es verde oscuro, la cosecha se inicia a partir de los 120 días, su altura promedio es de 1.20 m, el largo de las vainas es de 14 cm, y el largo promedio de los granos es de 12 mm.

2.2 Interacción Genotipo Ambiente

Vallejo & Estrada (2002), describen la interacción genotipo por ambiente (GxA) como el comportamiento relativo diferencial que muestran los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes, en otros términos, es la incapacidad de un genotipo para responder similarmente cuando se le siembra en varios ambientes.

La expresión fenotípica (F) de los diferentes caracteres es dependiente del genotipo (G), ambiente (A) y de la interacción genotipo por ambiente (GxA). Expresada de la siguiente manera: $F = G + A + G/A$.

El genotipo es la constitución hereditaria completa de un organismo. Comprende todos los genes localizados en los cromosomas y los factores de herencia citoplasmática. Ambiente es el conjunto de todas las condiciones externas que afectan el crecimiento y desarrollo de un organismo (Vallejo & Estrada, 2002).

Se encuentran dos factores que son:

Factores ambientales predecibles como: condiciones edáficas, densidad de siembra, fecha de siembra y radiación solar. Factores ambientales impredecibles como: temperatura, precipitaciones, humedad relativa y los niveles de insectos o enfermedades (Vallejo & Estrada, 2002).

La interacción G x A considera la estabilidad o adaptabilidad de los materiales. Existen tres posibilidades cuando se estudia la interacción G x A:

No se presenta G x A o si se da ésta no es estadísticamente significativa. La G x A es estadísticamente significativa pero no produce cambios en el orden de mérito de los genotipos evaluados en diferentes ambientes. Esta interacción es de tipo cuantitativo. La G x A es tan significativa que resulta en cambios en el orden de mérito de los genotipos, evaluados en diferentes ambientes. Esta interacción es de tipo cualitativo y complica mucho más el trabajo del Fito mejorador y eventualmente puede obligar a liberar dos o más variedades o híbridos específicamente adaptados a distintos ambientes (Vallejo & Estrada, 2002).

Las metodologías estadísticas utilizadas para determinar la interacción genotipo por ambiente son:

a. Finlay y Wilkinson 1963. Propusieron realizar un análisis de regresión del rendimiento de cada variedad sobre el índice ambiental de cada localidad con el fin de estimar la estabilidad de los genotipos. Índice ambiental es una estimación del potencial de rendimiento de cada localidad. Es la diferencia entre el rendimiento promedio de las variedades en la localidad y el promedio de las variedades en todas las localidades en las que se realizó la evaluación (Finlay y Wilkinson, 1963 según citado en Vallejo & Estrada, 2002).

Interpretaron los resultados bajo los siguientes criterios: Si el coeficiente de regresión era igual a cero, esto significaba que la variedad no respondía a ningún cambio del medio ambiente, si el coeficiente de regresión era igual a uno este indicaría que una variedad se comportaba como el promedio de todas ellas en cada localidad, caso difícil pero más probable que el anterior, si el coeficiente de regresión se encontraba entre cero y uno representaría una variedad muy estable, que responde a los cambios del medio ambiente, pero en pequeña escala, si el coeficiente de regresión fuese superior a uno, esto significaría que la variedad es muy sensible a los cambios del ambiente y puede calificarse como inestable (Finlay y Wilkinson, 1963 según citado en Flores, 2010).

En resumen, se definieron como variedades estables a aquellas que son poco afectadas por cambios en las condiciones ambientales, esto es aquellas con un coeficiente de regresión de cero o cercano a cero (Finlay y Wilkinson, 1963 según citado en Flores, 2010).

b. Eberhart y Russell 1966. Ellos tomaron como base el procedimiento de regresión de Finlay y Wilkinson y desarrollaron algunas modificaciones, las cuales consistieron en utilizar como variable independiente las desviaciones de las medias de todas las variedades en cada ambiente con respecto a la media general, a estas desviaciones les llamaron índices ambientales, contra los cuales se corrió la regresión de las medias de cada variedad en cada ambiente tomadas como variable dependiente.

Se consideró como una variedad estable a aquella con un coeficiente de regresión igual a uno y poca desviación de las observaciones reales a la recta de regresión ajustada, proponiendo así

los estimadores conocidos como parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell 1966, según citado en Flores, 2010).

2.2.1. Adaptabilidad de los cultivos. La adaptabilidad es el comportamiento uniforme y predecible de un determinado genotipo a través de distintas localidades (Vallejo & Estrada, 2002).

La adaptación de los cultivos es un proceso por el cual una planta se acomoda a un medioambiente, como también es una característica evolutiva de las plantas, así mismo la adaptación se da y se basa en algunas condiciones de estrés. La adaptación de cultivos se puede observar a diferentes condiciones tales como: sequia, horas luz, deficiencia nutricional, salinidad, horas frío, toxicidad mineral, aireación de suelos y temperatura (Acevedo, 2010). La adaptación de los cultivos depende de: escape y resistencia. En la resistencia se da la evasión y la tolerancia.

a. Mecanismo de escape. Se presenta en las plantas con gran plasticidad, con un desarrollo fenológico rápido, que adaptan su ciclo vegetativo y reproductivo a la disponibilidad de recursos y a las condiciones climáticas; fechas de floración y fructificación tempranas (Acevedo, 2010).

b. Mecanismo de resistencia. La evasión es el mecanismo destinado a retrasar lo más posible la deshidratación de la planta, para evitar llegar a un déficit hídrico. La estrategia es incrementar al máximo la capacidad de agua y reducir al mínimo sus pérdidas; Cierre estomático parcial, reducción de la transpiración cuticular, reducción de la superficie transpiradora y la adaptación de las raíces (Acevedo, 2010). El mecanismo de tolerancia son aquellos mecanismos que permiten que la planta siga siendo funcional, aunque haya pérdidas de agua y se produzca un déficit hídrico; el ajuste osmótico, ajuste elástico, potencial de presión (Acevedo, 2010).

2.2.2. Estabilidad de los cultivos. La estabilidad es el comportamiento uniforme y predecible a través del tiempo (semestres o años) o prácticas agronómicas, de un determinado genotipo en una determinada localidad (Vallejo & Estrada, 2002).

a. Estabilidad biológica. Se refiere al comportamiento constante, sin variación, de un genotipo a través de todos los ambientes donde es evaluado, independiente de si las condiciones son favorables o no para el cultivo. La insensibilidad de un genotipo a condiciones ambientales

cambiantes puede ser de gran interés biológico, pero no agronómico porque la agricultura de mercado busca que los genotipos respondan positivamente a condiciones favorables para el cultivo (Vallejo & Estrada, 2002).

b. La estabilidad agronómica. Es la capacidad de un genotipo de responder al potencial productivo ofrecido por cada ambiente en donde es evaluado (Vallejo & Estrada, 2002).

c. Homeostasis. Es la habilidad de una población, en panmixia, para equilibrar su composición genética y resistir cambios repentinos, es decir un mecanismo de autocorregulación del organismo, el cual le permite estabilizarse ante las variaciones ambientales externas e internas (Vallejo & Estrada, 2002).

d. Plasticidad. Es la capacidad que tiene un genotipo para alterarse por las diferencias ambientales, se expresa en algunos casos como cambios morfológicos de ahí que la plasticidad corresponda a una falta de homeostasis (Vallejo & Estrada, 2002).

e. Amortiguamiento. Es la capacidad que tiene una población para ajustar su condición genotípica y fenotípica en respuestas a condiciones fluctuantes del ambiente. En este sentido homeostasis y amortiguamiento son hasta cierto punto equivalentes (Vallejo & Estrada, 2002).

2.3 Investigaciones Relacionadas al Tema

Imeri (2016). Evaluando métodos de control del complejo de enfermedades y su influencia sobre el rendimiento en genotipos de haba en dos localidades de Guatemala. Teniendo como objetivo principal evaluar tres métodos de control sobre la infección y rendimiento del complejo de enfermedades *Botrytis fabae*, *Alternaria tenuis* y *Uromyces fabae* en siete genotipos de haba. Mediante un diseño experimental de Bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, con 21 tratamientos y tres repeticiones, siendo los tratamientos: métodos de control denominados (SIESA, ICTA, testigo) genotipos (Lystra, Hista, Santa María, ICARDA V6, ICARDA V15, ICARDA V17, ICARDA V18) con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: Nivel de infección de enfermedades (Vanderplanck), componentes de rendimiento (peso total de vainas kg/ha), estabilidad genética (Finlay & Wilkinson, Eberhart & Russell). Determinó que el método

de control ICTA mantuvo bajos los niveles de infección del complejo de enfermedades, en cuanto al rendimiento los genotipos ICARDA V17, Santa María e Histal presentaron un rendimiento similar entre ellas, a partir de la prueba de Tukey al 5 % se logró determinar que hay diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos y para la interacción entre los métodos de control y los genotipos no hay diferencias estadísticamente significativas. Para la estabilidad genética el genotipo más estable fue Histal. Se concluye que la utilización del método de control propuesto por ICTA propicia una menor incidencia del complejo de enfermedades y los genotipos ICARDA V17 e Histal, tienen un buen rendimiento con calidad de exportación y estabilidad genética.

Ramírez (2017). Evaluando el potencial de rendimiento de genotipos de frijol ejotero en localidades del altiplano occidental de Guatemala. Teniendo como objetivo principal evaluar el potencial de rendimiento y características para exportación de diez genotipos de frijol ejotero, en tres localidades. Mediante el diseño de Bloques completos al azar, el cual se compuso de diez tratamientos y tres bloques, siendo los tratamientos: Claudine, Serengueti, Saporro, Oakley, 4x4, Teresa, Hickok, HMX 0106, Ejotero negro, Clarke. Evaluando las variables: Desarrollo vegetativo (longitud de vaina, diámetro de vaina, inicio de corte) componentes de rendimiento (rendimiento de vaina tierna (ejote) expresado en T/ha), parámetros para exportación (longitud de vaina tierna en centímetros, diámetro de vaina en milímetros) estabilidad genética y efectos edafoclimáticos (Finlay & Wilkinson, Eberhart & Russell). Encontró que los genotipos Ejotero Negro y Serengueti, expresaron mayor longitud de vaina tierna, mientras que HMX 0106 y Clarke, mostraron el mayor diámetro de vaina, en cuanto al rendimiento los genotipo HMX 0106 y 4x4 fueron los que presentaron un alto valor, a partir de la prueba de Tukey, no hay diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos, y si para la interacción entre tratamientos y localidades, 4x4, Serengueti, Teresa, Saporro y Claudine, fueron los genotipos que estuvieron dentro de los parámetros de longitud y diámetro de vaina tierna, establecidos para exportación, los genotipos que mostraron mejor estabilidad genética fueron Clarke y Serengueti. Concluyendo con fines de mercado local y para mercado de exportación se prefiere el genotipo 4x4.

Calderón (2015). Evaluando los componentes de rendimiento e índice de cosecha de genotipos de haba provenientes de inducción de mutantes y selecciones individuales en Labor Ovalle, Quetzaltenango. Teniendo como objetivo principal evaluar el potencial de rendimiento de

ocho genotipos de haba y sus múltiples características agronómicas en el altiplano guatemalteco. A través de un diseño experimental Bloques completos al azar, con ocho tratamientos, tres repeticiones, siendo los tratamientos: San Antonio, Santa María Mejorada (14V26), Santa María Mejorada (14v36), ICARDA ELV17, ICARDA EL201F, Nativa San Carlos Sija, Nativa San Marcos e Hystal utilizada como testigo. Evaluando las variables: Componente de rendimientos (Biomasa kg/ha peso de la planta completa, rendimiento kg/ha, peso de 100 granos). Determino que los genotipos San Antonio e ICARDA ELV17 y Nativa San Marcos, son los que mejor biomasa presentaron respecto a sus medias. En relación con los genotipos con mayor rendimiento determinó que ICARDA ELV17 y San Antonio presentaron un mayor rendimiento de similares características, siendo muy poca la diferencia en medias, para el análisis de peso de 100 granos determinó que el genotipo con mejores características es ICARDA ELV17. Después de realizado la prueba de medias (Tukey al 5 %), se determinó que sí existe alta diferencia estadística significativa entre cada uno de los genotipos estudiados. Concluyendo que el genotipo ICARDA ELV17 es el mejor en base a rendimiento y presento mayor adaptabilidad a las condiciones climáticas y edafológicas del altiplano occidental.

Alvarado (2007). Evaluando la producción de variedades de haba, con fertilización orgánica y fertilización formulada, en el municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango. Teniendo como objetivo principal evaluar la producción de dos variedades de corte en fresco, con tres dosis de fertilización orgánica y fertilización formulada. Mediante un diseño Bloques al azar con arreglo bifactorial, de seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: Variedades (Lystra y Blanquicta) tres dosis de fertilizante orgánico BioCofya + fertilización formulada. (0, 4 y 8 TM/ha), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: Componentes de rendimiento (Peso promedio de fruto / tratamiento, TM/ha). Demostró que los mejores rendimientos se obtuvieron de la variedad Blanquicta, al efectuar la comparación de medias entre los rendimientos de ambas variedades, observándose una diferencia de 5.59 TM/ha, entre Lystra y Blanquicta, en cuanto a la dosis de fertilización orgánica, el tratamiento con 4 TM/ha propicio mayor rendimiento en las variedades Lystra y Blanquicta. Después de realizada la prueba de medias (Tukey al 5 %), se determinó que existió diferencia significativa en variedades y en dosis, en la interacción AXB (variedades y dosis de fertilización orgánica) no existe diferencia altamente significativa, esto quiere decir que las diferentes dosis, responden de igual manera en los cultivares de haba Lystra y

Blanquicta. Concluyendo la variedad Blanquicta, con la aplicación de 4 TM/ha de fertilizante orgánico (Bio-cofya) presento el mayor rendimiento.

Atacushi (2015). Evaluando el efecto de distancias de siembra, en variedades del cultivo de haba, en Ambato Ecuador. Teniendo como objetivo principal evaluar el efecto de tres distancias de siembra en tres variedades del cultivo de haba, bajo un sistema de agricultura limpia. A través del diseño de Bloques completos al azar, con nueve tratamientos y tres repeticiones, siendo los tratamientos: Variedades (Machete, Chaucha, Huagraba), distancias de siembra (1 m x 0.30 m, 0.60 m x 0.40 m, 0.80 m x 0.30 m) con sus respectivas combinaciones. Evaluando las variables: Componentes de rendimiento (Peso de la producción por planta, peso de las vainas, peso del grano 10 plantas/tratamiento) crecimiento vegetativo (altura de la planta). Encontró que la variedad Chaucha presentó mayor crecimiento en altura, el mejor resultado lo obtuvo la variedad Chaucha con la distancia de siembra 0.80 m x 0.30 m, en referencia al peso de la producción por planta, la variedad Huagraba fue el de mejor resultado, para el peso de las vainas solo existieron diferencias estadísticas en tratamientos; con respecto al peso de los granos el mejor resultado fue la variedad Huagraba con la distancia de siembra 0.60 m x 0.40 m. Después de realizada la prueba de medias (Tukey al 5 %), se determinó que existió diferencia significativa en variedades y en distancias de siembra. Concluyendo que la variedad Huagraba presenta mayor rendimiento con una distancia de siembra 0.60 m x 0.40 m.

Aguilar (2009). Evaluando la introducción de variedades de haba en la comunidad Cala Altiplano Central, La Paz Bolivia. Teniendo como principal objetivo estudiar la viabilidad técnica y económica de introducción de algunas variedades de haba. A través de un diseño experimental de Bloques completamente al azar con arreglo factorial con 12 tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: Variedades (Usnayo, Copacabana, Pairumani, Culpina), densidades de siembra (0.60 m x 0.45 m, 0.60 m x 0.40 m, 0.60 m x 0.30 m), con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: Componentes de rendimiento (Número de granos por vaina, rendimiento en grano seco en kg/ha, rendimiento en vaina verde en kg/ha), crecimiento vegetativo (altura de la planta). Determinó que el desarrollo de la planta en la altura hubo diferencia estadística, donde las variedades tardías de Culpina y Copacabana lograron las mayores longitudes; el mayor promedio en el número de granos por vaina se manifestó en la variedad de Pairumani; los mayores

rendimientos en vaina verde, fue para las variedades de Pairumani y Usnayo, también se determinó que los rendimientos altos en grano seco fueron en las variedades de Pairumani de y Usnayo. Después de realizada la prueba de medias (Tukey al 5 %), se determinó que existió diferencia significativa en variedades y en distancias de siembra. Se concluye que las variedades Pairumani y Usnayo poseen un gran rendimiento en las tres densidades de siembra y se recomienda como alternativa para producción.

Ajqueyay (2013). Evaluando el rendimiento de variedades de haba con calidad de grano para la exportación, en joya grande, Zaragoza, Chimaltenango. Teniendo como objetivo principal evaluar el rendimiento de grano exportable de tres variedades de haba. A través de un diseño experimental de Bloques completos al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los tratamientos: Variedades (Reina Mora, Reina Blanca, Listra). Evaluando las variables: Componentes de rendimiento (rendimiento de vainas en campo en kg/ha, rendimiento de grano exportable expresado en porcentaje), vida de anaquel bajo condiciones de temperatura de 3 °C. Determinó que el mayor rendimiento de vaina en campo lo presentó, la variedad Reina Mora, seguido de la variedad Reina Blanca. Después de la prueba de Tukey al 5 %, se determinó que existen diferencias significativas en variedades en cuanto al rendimiento. El mayor rendimiento de grano exportable se obtuvo de las variedades: Reina Blanca y Listra; la prueba de medias de Tukey, indica que no hay diferencias significativas entre la variedad Reina Blanca y Listra, la variedad Listra, es la que mejor vida de anaquel presentó, con nueve días, conservándose las calidades de color, sabor y apariencia física, aunado a un rendimiento de grano exportable. Concluyendo que la variedad Reina Blanca, no es apta para exportación por su vida de anaquel, por lo que la variedad Listra es la más adecuada por su alta calidad de grano exportable.

Ruiz (2008). Evaluando la caracterización de cultivares de haba, en Santiago de Chile. Teniendo como objetivo principal caracterizar la variabilidad morfológica y productiva de cultivares de (*Vicia faba L.*). A través de un diseño experimental Bloques completos al azar, con nueve tratamientos y cinco repeticiones, siendo los tratamientos; los cultivares (Super Aguadulce Agrical, Super Aguadulce ANASAC, Luz de Otoño, Portuguesa INIA, Reina Mora, Aguadulce Siria, Alarga, Retaca, Verde Bonita). Evaluando las variables: Componentes de rendimiento (Peso promedio de 100 granos, rendimiento en vaina verde/hectárea en kg/ha, rendimiento en grano

verde/hectárea en kg/ha, rendimiento industrial (%). Encontró que el peso de 100 granos verdes la variedad Verde Bonita obtuvo el mayor peso, a pesar de no haber existido diferencias significativas en el tamaño de los granos entre los cultivares, el cultivar Super Aguadulce ANASAC, logró vainas con un peso significativamente superior, principalmente debido al mayor tamaño y número de granos, al igual que en el rendimiento en vaina, no se produjeron diferencias significativas entre ellos después de la prueba de Tukey al 5 %, no obstante, Verde Bonita fue el que logró los mayores valores en rendimiento en granos verdes y el cultivar que presentó un mayor rendimiento industrial fue Retaca, siendo significativamente superior al logrado por Alargá. Concluyendo el mejor cultivar para producción es Verde Bonita por su buen potencial de rendimiento y para uso industrial el cultivar Retaca.

Morales, de la O, Morales, & de la Cruz (2002). Evaluando genotipos de haba con distintos niveles de fósforo en Tecámac, México. Teniendo como objetivo principal evaluar cinco genotipos de haba con seis niveles de fósforo, mediante un diseño de bloques completos al azar, con 30 tratamientos y tres repeticiones, siendo los tratamientos: dosis de fósforo: (50, 60, 70, 80, 90, 100 gramos), genotipos (V-31, V-32, V-35, San Pedro Tlaltizapan, criollo de Tenango) con sus respectivas combinaciones. Evaluando las variables: Componentes de rendimiento (número de granos por vaina, número de vainas por planta, peso de 100 semillas, rendimiento de grano kg/ha). Crecimiento vegetativo (altura de planta, número de tallos). Determinaron que para el factor genotipos hubo diferencias altamente significativas para las variables: peso de 100 semillas y rendimiento de grano, la variedad V-32, seguida de la V-35 y San Pedro Tlaltizapan fueron los genotipos más sobresalientes con relación al rendimiento de grano; con relación al fósforo, se encontraron diferencias significativas (0.05) para las variables altura final de la planta y rendimiento de grano. El efecto de interacción genotipo x fósforo resultó altamente significativo (0.01) para el rendimiento de grano, por lo que su mayor potencial de rendimiento fue cuando se utilizaron de 70 a 80 gramos de fósforo. Concluyendo se observa que la adición fosforo sólo impactó en las características altura final de planta, y rendimiento de grano, en el cultivo de haba.

Diaz (2004). Evaluando la estabilidad genética en el rendimiento de genotipos de frijol Rienda, en tres municipios de la región hortí, del departamento de Chiquimula, Guatemala. Teniendo como objetivo principal evaluar la estabilidad genética en rendimiento en ejote de nueve

genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L Fruwirth), con el propósito de ofrecer alternativas de producción que permitan mejorar la producción de ejote en la zona. Mediante el diseño bloques completos al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones, siendo los tratamientos; genotipos (S-042, M-053, S-121, R-023, QC-110, M-043, M-078, QC-06, M-073); evaluando las variables: rendimiento en ejote kg/ha, número de vainas/planta, peso en g de 100 vainas, número de cortes y vainas por corte. Encontró que la variable rendimiento (kg/ha), existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos, en las cinco localidades evaluadas, después de la prueba de media Tukey al 5 %, los mejores genotipos fueron QC-06 y M-078, los cuales presentaron el mayor rendimiento, el análisis combinado, existió una diferencia altamente significativa tanto entre localidades, como entre tratamientos. Así también, para interacción genotipo x ambiente (GxA), existió una diferencia altamente significativa, de acuerdo con las puntuaciones o scores que produce el modelo AMMI, los tratamientos M-053, S-121 y M078 fueron los que presentaron mayor estabilidad. Concluyendo en relación con la combinación ideal de estabilidad y rendimiento, el mejor genotipo fue el M-078 en las localidades evaluadas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La producción de haba en el altiplano occidental se ha ido disminuyendo, especialmente en el municipio de Cabricán, producto de los bajos rendimientos, debido a que la mayoría de los productores de haba utilizan un cultivar nativo que es susceptible a plagas y enfermedades, provocando con ello, el desinterés por el cultivo y la reducción de su superficie de siembra considerablemente en los últimos años, en la actualidad la producción agrícola se basa principalmente en maíz, algunas hortalizas y deciduos (Segeplan, 2010).

El haba constituye un alimento de gran importancia para la seguridad alimentaria, y desde el punto de vista económico, es necesario mejorar la producción mediante la introducción de nuevos cultivares de haba, al respecto existen antecedentes de los genotipos que se desean evaluar, como: Santa María Mejorada (14V26), Santa María Mejorada (14V36), ICARDA ELV17, ICARDA EL201F, evaluados por: componentes de rendimiento (Calderón, 2015), niveles de infección de enfermedades, (Imeri, 2016), según resultados, la utilización de estos materiales genéticos presentaron mayor resistencia a plagas y enfermedades y mejores características de rendimiento, además de cumplir con requerimientos de exportación.

Debido a que las deficiencias de producción se han reducido principalmente a través de mejoras genéticas de las especies, es por ello que se dio la iniciativa de desarrollar una investigación donde se evaluó el comportamiento agronómico de genotipos de haba en el municipio de Cabricán, con la finalidad de beneficiar al agricultor con genotipos que presenten un efecto menor en la incidencia y severidad de plagas y enfermedades y un efecto mayor en producción, en comparación al genotipo testigo para constituir una alternativa para la diversificación de la agricultura, además de contribuir a la seguridad alimentaria y la economía local, ya que la agricultura constituye el principal motor económico del municipio.

4. OBJETIVOS

4.1 General

- Evaluar el comportamiento agronómico de diferentes genotipos de haba.

4.2 Específicos

- 4.2.1.** Evaluar los componentes de rendimiento de ocho genotipos de haba, bajo las condiciones ambientales del municipio de Cabricán Quetzaltenango.
- 4.2.2.** Evaluar los componentes de crecimiento vegetativo de ocho genotipos de haba, bajo las condiciones ambientales del municipio de Cabricán Quetzaltenango.
- 4.2.3.** Determinar la adaptabilidad y estabilidad de ocho genotipos de haba utilizando los parámetros de rendimiento medio, Finlay & Wilkinson, Eberhart & Russell y Coeficiente de Variación.
- 4.2.4.** Evaluar la incidencia y severidad a las principales plagas y enfermedades que atacaron a los ocho genotipos de haba, bajo las condiciones ambientales del municipio de Cabricán Quetzaltenango.
- 4.2.5.** Identificar mediante los análisis de: Dominancia, análisis de residuos tasas de retorno marginal cual fue el tratamiento más rentable.

5. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis Alternativa

- 5.1.1** Al menos alguno de los genotipos de haba evaluados tendrá un mejor potencial de rendimiento que el genotipo testigo.
- 5.1.2** Mas de alguno de los genotipos de haba evaluados mostrara un mejor desarrollo vegetativo que el genotipo testigo.
- 5.1.3** Alguno de los genotipos de haba evaluados mostrara una menor Incidencia y Severidad a las principales plagas y enfermedades que atacaron al cultivo de haba en comparación al genotipo testigo.
- 5.1.4** Por lo menos un genotipo de haba evaluados mostrara una mejor estabilidad y adaptabilidad genética, bajo las condiciones edafoclimáticas, del municipio de Cabricán y el departamento de Quetzaltenango.
- 5.1.5** Al menos uno de los genotipos evaluados presentará una mejor rentabilidad en base a dominancia, análisis de residuos, y tasa de retorno marginal.

6. METODOLOGÍA

6.1 Localización

El municipio de Cabricán forma parte del departamento de Quetzaltenango. Está ubicado a 15°04'12" Latitud Norte y 91°39'15" Longitud Oeste, en el altiplano guatemalteco. Su extensión territorial es de 60 km², con una topografía quebrada y ondulada, limita al norte con el municipio de Sipacapa del departamento de San Marcos y el municipio de San Carlos Sija del departamento de Quetzaltenango, al sur con el municipio de Huitan del departamento de Quetzaltenango, al este con el municipio de San Carlos Sija del departamento de Quetzaltenango, al oeste con los municipios de Comitancillo y Rio Blanco del departamento de San Marcos (Segeplan, 2010).

La distancia de la cabecera departamental de Quetzaltenango del municipio de Cabricán es de 45 kilómetros, por dos vías de acceso. La principal ruta de acceso es la que conduce al departamento de San Marcos, al llegar al municipio de la Esperanza, se localiza la carretera que conduce al municipio Cajola, posteriormente se localiza la ruta hacia el municipio de Sibilia, que conduce al municipio de Huitan y Cabricán, también por la ruta que conduce al municipio de Olintepeque, se localiza la carretera hacia el municipio de San Carlos Sija, pasando por el municipio de Huitan para llegar a Cabricán.

El municipio de Cabricán caracterizado por ser una zona de clima frío, siendo su temperatura de 13 °C a 15.50 °C, con una altura de 2,460 msnm; con una precipitación media anual de 900 a 999 milímetros al año; la humedad relativa media anual es del 70 %, sus suelos se ubican dentro del grupo dos, que se denominan suelos de la altiplanicie central, al subgrupo 2-A suelos profundos sobre relieves inclinados a escarpados de las series: Patzité, Quiché y Sinaché, donde predominan las clases agrológicas IV, V, y VII según la clasificación de la República de Guatemala (metodología USDA), el uso actual es la siembra de granos básicos los cuales son para autoconsumo, el cual constituye más del 50 % de su territorio, en el municipio se encuentran dos zonas de vida, un 50 % aproximadamente del territorio en la zona Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical y un 50 % en la zona Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical, sobre las tierras volcánicas de la Sierra Madre de Occidente con montañas y colinas escarpadas. (Segeplan, 2010).

6.2 Material Experimental

6.2.1. Cultivo del haba. Es una leguminosa, de clima templado, que es fuente importante de proteína, de raíz pivotante, tallos fuertes, huecos y de sección cuadrangular de hasta 1.80 m, de flores blancas o rosadas con manchas negras y el fruto es una vaina, flexible, carnosa alargada y algo comprimida, caracterizada por formar nódulos en asociación simbiótica con cepas de (*Rhizobium*) para la obtención de nitrógeno de la atmósfera (Crespo, 1996 según citado en Aguilar, 2009).

6.2.2. Genotipos. El haba ha sido mejorada en Guatemala a través de la introducción de muchas líneas de varios países, que han venido a favorecer la producción de esta leguminosa. Para la realización de la investigación se utilizaron los genotipos siguientes: San Antonio, Santa María Mejorada (14v26), Santa María Mejorada (14v36), ICARDA ELV17, ICARDA EL201F, Nativa San Carlos Sija, Nativa San Marcos, con características de potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades, proporcionados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, además del material Nativo del municipio.

6.3 Factores a Estudiar

Se evaluó el comportamiento agronómico de ocho genotipos de haba, por lo tanto, en la investigación experimental, el factor a estudiar lo constituyeron los genotipos donde se determinó su crecimiento vegetativo, potencial de rendimiento, incidencia de plagas y enfermedades y la estabilidad que presentaron en las condiciones ambientales del municipio.

6.4 Descripción de los Tratamientos

Los tratamientos (genotipos) evaluados fueron los siguientes:

Tabla 3

Tratamientos a evaluar en el cultivo de haba en el municipio de Cabricán Quetzaltenango 2018

| Tratamientos | Genotipos |
|---------------------|------------------------------|
| T01 | San Antonio |
| T02 | Santa María Mejorada (14v26) |
| T03 | Santa María Mejorada (14v36) |
| T04 | ICARDA ELV17 |
| T05 | ICARDA EL201F |
| T06 | Nativa San Carlos Sija |
| T07 | Nativa San Marcos |
| T08 | Nativa Cabricán |

6.5 Diseño Experimental

De acuerdo con Kuehl (2001), para este tipo de investigación se utilizó el diseño Bloques Completos al Azar, para controlar y reducir el error experimental en las unidades experimentales de los ocho genotipos de haba, se localizaron los tratamientos estratificadas en unidades y bloques homogéneos. A cada tratamiento (genotipo), se le asignó al azar una unidad experimental en cada bloque, con lo que fue posible hacer una comparación precisa entre los ocho genotipos de haba, dentro del conjunto homogéneo de cada uno de los cuatro bloques de cada experimento evaluado.

6.6 Modelo Estadístico

López & González (2013) indican que el modelo estadístico asociado al diseño Bloques Completos al Azar es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta observada o medida en el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo bloque.

μ = Media general de la variable de respuesta.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

6.6.1. Modelos de estabilidad. Los modelos de estabilidad se describen de la siguiente manera (Finlay y Wilkinson, 1963 y Eberhart y Russell, 1966 según citado en Flores, 2010).

a. Finlay y Wilkinson (1963). Este método estima los efectos de la interacción genotipo-ambiente involucrando todos los genotipos, para ello se utiliza el siguiente modelo de regresión lineal:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i = Variable dependiente.

β_0 = Ordenada al origen (efecto genético)

β_1 = Pendiente de la línea de regresión (b= coeficiente de regresión)

X_i = Variable independiente (efecto ambiental)

ε_i = Error aleatorio (desviaciones de la línea de regresión)

b. Eberhart y Russell (1966). Este método mejor conocido como el de parámetros de estabilidad se utilizó en base al modelo de regresión lineal simple Finlay y Wilkinson, 1963.

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i l_j + \delta_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Media de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

μ_i = Media de la i-ésima variedad sobre todos los ambientes.

β_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-ésima variedad a través de los ambientes.

l_j = Índice ambiental obtenido como la diferencia entre la media de todas las variedades en el j-ésimo ambiente y la media general.

δ_{ij} = Desviación de la línea de regresión de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

6.7 Unidad Experimental

6.7.1. Área del experimento. El área que se utilizó en la investigación fue de 449.92 m² teniendo de largo 30.40 m y de ancho 14.80 m, se dejó un distanciamiento de un metro entre cada

repetición y tratamiento, utilizando un distanciamiento de siembra de 0.40 m entre posturas y 0.90 m entre surcos.

6.7.2. Sub parcela bruta. En la parcela bruta no se contempló el efecto de borde entre cada uno de los tratamientos, dado que no hubo interacción de tratamientos el área que se consideró fue 14.06 m², teniendo de largo 3.80 m y de ancho 3.70 m, utilizando dos semillas por postura, para cuatro surcos con ocho posturas, para tener 16 plantas/surco haciendo un total de 64 plantas manejándose el distanciamiento de siembra (0.40 m * 0.90 m).

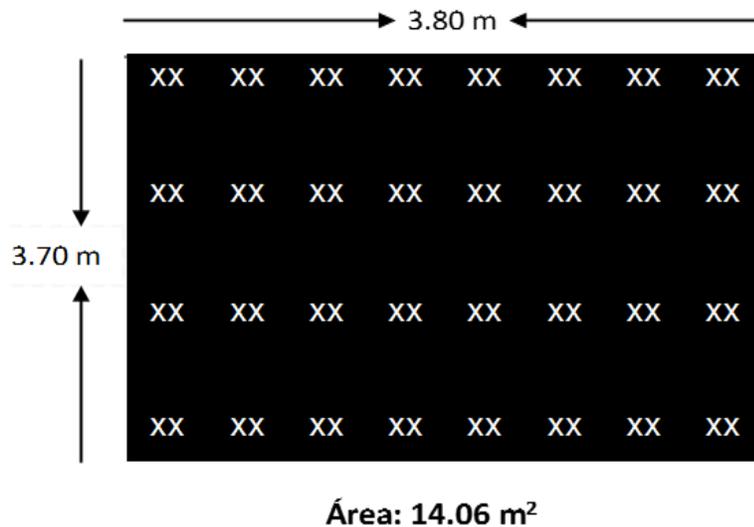


Figura 1. Croquis de sub parcela bruta, evaluación de genotipos de haba; Cabricán.

6.8 Croquis de Campo

La investigación conto con ocho tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 32 unidades experimentales La distribución de cada tratamiento en cada bloque, se realizó en forma aleatoria. La distribución de los tratamientos se presenta a continuación:

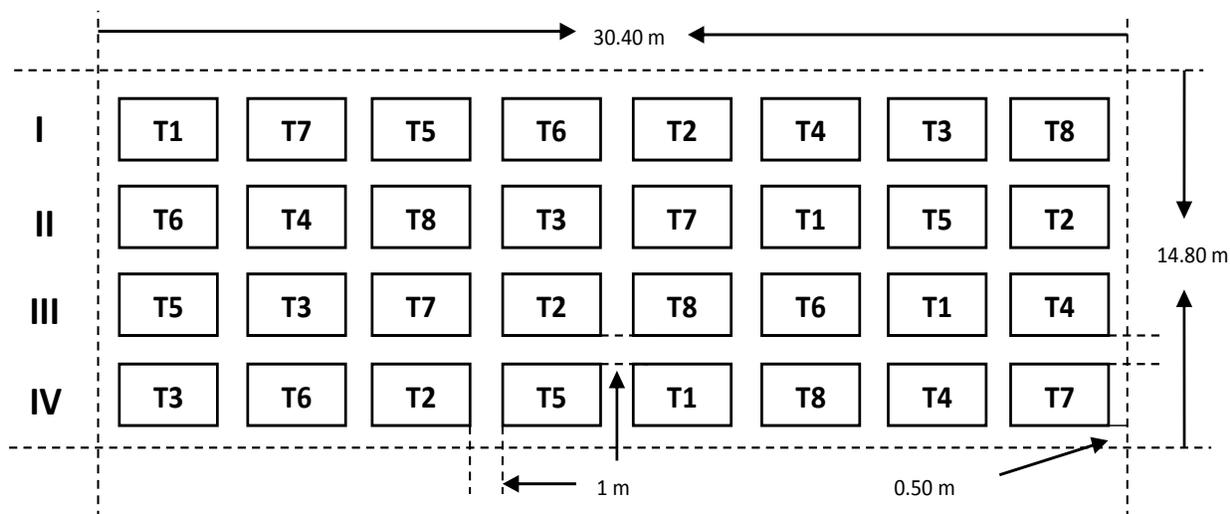


Figura 2. Croquis de campo, evaluación de genotipos de haba; Cabricán.

Referencias de tratamientos

T1: San Antonio

T2: Santa María Mejorada (14v26)

T3: Santa María Mejorada (14v36)

T4: ICARDA ELV17

T5: ICARDA EL201F

T6: Nativa San Carlos Sija

T7: Nativa San Marcos

T8: Nativa Cabricán

6.9 Manejo del Experimento

6.9.1. Selección de la semilla. La selección de las semillas se realizó mediante el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), quien proveyó los siete genotipos para la evaluación, que cuentan con características de mayor resistencia a plagas y enfermedades como también mejores características de rendimiento y el material testigo se compró a un agricultor local.

6.9.2. Muestreo y análisis de suelos. Se realizó un análisis de suelo con el fin de conocer las condiciones edáficas y determinar las cantidades necesarias que favorecieron la expresión del potencial genético de cada genotipo evaluado, así también los efectos sobre los genotipos

(rendimiento ideal, genotipo estable, genotipo rinde bien en ambientes ricos y mal en ambientes pobres, genotipo rinde bien en ambientes pobres, pero no tiene potencial en ambientes ricos) de acuerdo con la estabilidad y adaptabilidad.

6.9.3. Preparación del terreno. Se procedió a realizar una limpia total del área, en donde se eliminó cualquier material que pudo causar un problema a la plantación como malezas, desechos plásticos, entre otros, posteriormente se utilizó un tractor con el fin de darle una mayor profundidad al suelo, así como el acondicionamiento de una cama suave y con humedad residual para la preparación de la semilla de haba, para un desarrollo radicular adecuado.

6.9.4. Trazo del terreno. Por medio de una cinta métrica, se procedió a realizar las medidas correspondientes de cada una de las unidades experimentales, dejando el área señalada con estacas con sus indicaciones respectivas.

6.9.5. Siembra. La época de siembra del cultivo de haba en el municipio de Cabricán se realizó a finales del mes de abril, es decir cuando se presentaron las primeras lluvias del ciclo agrícola, además que es la fecha indicada para la siembra en monocultivo. Se realizó de forma manual, utilizando azadones, la distancia de siembra fue de 0.90 m entre surcos y de 0.40 m entre plantas, utilizando dos semillas en cada postura.

6.9.6. Resiembra. Luego de haber establecido la plantación en el terreno, se procedió a realizar recorridos en el campo para observar donde existan espacios vacíos por la muerte de plantas de la primera siembra y resembrar las plantas faltantes.

6.9.7. Control de malezas. Se realizó de forma manual, utilizando azadones, eliminando todas aquellas plantas que compiten con el haba por los nutrientes, agua y luz.

6.9.8. Aporque. La actividad consistió en acumular suelo sobre las plantas de haba cubriéndolas con el propósito de asegurar el soporte de la planta de haba al suelo, tratando de disminuir la caída de los tallos de la planta por efecto de los vientos, lluvia de la época, y el peso de las vainas, se realizó de forma manual, utilizando azadones.

6.9.9. Fertilización. De acuerdo con el análisis del suelo y el requerimiento del cultivo se procedió a fertilizar, se utilizó fertilizante granulado al suelo, en tres aplicaciones, siembra, 37 días después de la siembra y 96 días después de la siembra. De acuerdo con Ajuquey (2013), los requerimientos mínimos son de 153-170-153 kg/ha.

6.9.10. Control de plagas y enfermedades. Para el control de patógenos, se realizaron monitoreos semanales de la incidencia de plagas y enfermedades, de acuerdo con ello se detectó la presencia de pulgón, pero no fue necesario la aplicación de insecticidas, como también para la presencia de enfermedades se aplicó fungicidas en forma preventiva y no hubo necesidad de realizar aplicaciones con fines curativos.

6.9.11. Cosecha. Se inicio a partir de cuándo los granos en la vaina presentaba el hilum negro y el color de la vaina también es negro, se realizó de forma manual, el periodo de cosecha se define como el momento posterior a la etapa de madurez fisiológica de la planta (Aldana, 2010).

6.9.12. Recolección y registro de datos. Mediante una libreta de campo y una computadora se procedió a la recolección y registro de los datos de las variables respuestas.

6.10 Variables Respuesta

6.10.1 Componentes de rendimiento

a. Número de vainas por planta. Durante la fase de maduración, se contó el total de vainas producidas por planta, mediante la selección de 4 plantas al azar (Parcela neta) de cada genotipo en cada una de las repeticiones, los datos obtenidos se anotaron en la libreta de campo, posteriormente se calculó un promedio de cada genotipo.

b. Número de semillas por vaina. Se utilizaron 12 vainas al azar de cada genotipo en cada una de las repeticiones (Parcela neta), se contó el total de número de semillas por vaina, los datos se anotaron en la libreta de campo y se calcularon los promedios respectivos.

c. Peso de 100 semillas. Se selecciono de cada genotipo, en las distintas repeticiones, una muestra de 100 semillas secas por cada uno de ellos, utilizando una balanza digital, se pesó las

muestras y se anotaron los datos en una libreta, para luego obtener el promedio del peso de 100 semillas.

d. Rendimiento en grano seco (kg/ha). Al final del ciclo de producción, se pesó el total de los granos secos de cada unidad experimental en las cuatro repeticiones, en una balanza digital se obtuvieron los datos, posteriormente se calculó en kg/ha.

6.10.2. Crecimiento vegetativo.

a. Altura de planta. Con la utilización de una cinta métrica, se midió la longitud vertical, desde el suelo hasta la última hoja, de 3 plantas seleccionadas al azar en cada genotipo, de cada repetición, se anotaron los datos y posteriormente se calculó el promedio de los genotipos.

b. Longitud de la vaina. Con la utilización de una cinta métrica, se midió 12 vainas al azar de cada genotipo en las distintas repeticiones durante el período de maduración, se anotaron los datos obtenidos, para luego obtener el promedio de longitud de la vaina.

c. Tamaño de la semilla. Con un vernier se midió el largo de 4 semillas, de cada genotipo y de las cuatro repeticiones, para luego promediar los resultados.

d. Número de días inicio de corte. Se registro las fechas de siembra y de inicio de corte, de cada genotipo, para obtener la media de días a inicio de corte después de la siembra y de esta manera, establecer la precocidad de cada genotipo.

6.10.3. Estabilidad genética y efectos edafoclimáticos. Se utilizó la media de rendimiento de cada genotipo de grano seco kg/ha, para aplicar el modelo de regresión lineal, con el fin de comparar los valores obtenidos con los parámetros de estabilidad de Finlay & Wilkinson y Eberhart & Russell, para identificar la capacidad productiva de cada genotipo a la más amplia variación del estímulo edafoclimático, un cultivar bajo estas circunstancias poseerá tres características que lo identifican como estable (baja interacción genotipo ambiente, coeficiente de regresión lineal cercano a uno, un alto rendimiento), además se determinó el Coeficiente de Variación para cada genotipo, este método se usa para encontrar genotipos que muestren un grado de estabilidad en

varias localidades, por lo que fue necesario utilizar el historial de rendimiento de estos genotipos en el ICTA, las condiciones edáficas se obtuvieron mediante el análisis de suelo y para las condiciones climáticas se consideraron los registros de la estación meteorológica de la aldea Pachute San Carlos Sija.

Las metodologías para medir la variación ambiental en el sitio de evaluación para definir la estabilidad del rendimiento para el estudio de la interacción genotipo-ambiente en la selección de variedades son las que se describen a continuación:

Tabla 4
Descriptores de estabilidad de Finlay & Wilkinson

| Enunciado | Descripción |
|------------------|---|
| R = 1 | Rendimiento ideal, genotipo estable |
| R > 1 | El genotipo rinde bien en ambientes ricos y mal en ambientes pobres |
| R < 1 | El cultivo rinde bien en ambientes pobres, pero no tiene potencial en ambientes ricos |

(Finlay y Wilkinson, 1963 según citado en Ramírez, 2017).

Tabla 5
Descriptores de estabilidad, clasificación de Carballo (1972), propuestos por Eberhart y Russell (1966), en base a su consistencia ó inconsistencia

| Categoría | b_i | δd_i² | Clasificación |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|--|
| A | = 1 | = 0 | Genotipos estables |
| B | = 1 | > 0 | Genotipos con buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistentes |
| C | < 1 | = 0 | Genotipos con buena respuesta en ambientes desfavorables y consistentes |
| D | < 1 | > 0 | Genotipos con buena respuesta en ambientes desfavorables pero inconsistentes |
| E | > 1 | = 0 | Genotipos con buena respuesta en ambientes favorables y consistentes |
| F | > 1 | > 0 | Genotipos con buena respuesta en ambientes favorables pero inconsistentes |

(Eberhart y Russell 1966, según citado en Flores, 2010).

La estabilidad se determinó en base al Coeficiente de Variación de las medias de rendimiento en kg/ha de cada genotipo, el enunciado indica que, a menor coeficiente de variación, mayor estabilidad (Ramirez, 2017).

6.10.4. Nivel de daño. Se identificaron las plagas y enfermedades que afectaron y posteriormente se cuantifico el nivel de daño de los agentes bióticos sobre el cultivo.

a. Incidencia. Se realizó un muestreo en 10 plantas seleccionadas al azar en cada genotipo, de cada repetición, evaluando plantas según el estado fenológico del cultivo y se cuantifico el porcentaje de incidencia de las plagas y enfermedades que afectaron.

Para cuantificar la incidencia se utilizó la formula mencionada en ANDI & ICA (2015).

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. Plantas u hojas afectadas}}{\text{Nro. Total plantas u hojas (enfermas + sanas)}} * 100$$

b. Severidad. Se realizó un muestreo, en 10 hojas seleccionadas al azar en cada genotipo, de cada repetición, según el estado fenológico del cultivo y se cuantifico el porcentaje de severidad de enfermedades que afectaron de acuerdo con las escalas de daño.

Fórmula matemática para expresar en porcentaje en el cuadro 6 (Bonilla, 2012 según citado en Minchez, 2015).

$$\% \text{ Severidad} = \frac{((N1*1) + (N2*2) + (N3*3) + (N4*4) + (N5*5))}{N*5} * 100$$

Dónde:

N1= Numero de plantas con valor 1 de la escala

N2= Numero de plantas con valor 2 de la escala

N3= Numero de plantas con valor 3 de la escala

N4= Numero de plantas con valor 4 de la escala

N5= Numero de plantas con valor 5 de la escala

N= Numero de plantas totales

Tabla 6

Escala para valorar mancha chocolatada (Botrytis fabae) en el cultivo de haba en Cabricán Quetzaltenango

| Grado | Descripción |
|--------------|--|
| 1 | Ninguna lesión o pocas, color castaño, pequeñas, las manchas no han esporulado, cubriendo el 1 % de superficie de la hoja. |
| 2 | Pocas lesiones pequeñas, discretas, color bronce, de forma redonda, las lesiones aún no han esporulado (2-3 mm diámetro) cubriendo entre 1.10 y 2 % de superficie de la hoja. |
| 3 | Las lesiones se han vuelto comunes (3-5 mm en diámetro) algunas se unieron y cubren 2.10 – 5 % de superficie de la hoja, con un poco de defoliación y la esporulación es poca. |
| 4 | Lesiones irregulares, unidas, grandes, que son negruzcas, han esporulado y cubren 5.10 – 10 % de superficie de la hoja, defoliación moderada, existe caída de la flor, y algunas plantas muertas. |
| 5 | Lesiones irregulares, unidas, grandes, extensas que son negruzcas, se intensifica la esporulación, y cubre más de 10 % de la superficie de la hoja, defoliación severa, circundando el tallo, y muerte de gran mayoría de plantas. |

(Bonilla, 2012 según citado en Minchez, 2015).

Tabla 7

Escala para valorar Uromyces fabaea en el cultivo de haba Cabricán Quetzaltenango

| Grado | Descripción |
|--------------|--------------------|
| 0 | Ningún daño |
| 1 | 1 – 5 % |
| 2 | 6 - 20 % |
| 3 | 21 - 50 % |
| 4 | ≥ 50 % |

(ANDI & ICA, 2015).

Tabla 8

Escala para valorar Antracnosis en el cultivo de haba Cabricán Quetzaltenango

| Grado | Daño |
|--------------|-------------|
| 0 | Ningún daño |
| 1 | 1 – 5 % |
| 2 | 6 - 10 % |
| 3 | 11 – 15 % |
| 4 | 16 - 20 % |
| 5 | 21 – 100 % |

(Morales, et al. 2009 según citado en ANDI & ICA, 2015).

Tabla 9

Escala para valorar Alternaría sp. en el cultivo de haba Cabricán Quetzaltenango

| Grado | Observaciones |
|--------------|---|
| 0 | 0 % hojas sanas. |
| 1 | 10 % manchas en hojas inferiores. |
| 2 | 20 % manchas en la mayoría de las hojas inferiores y algunas del centro. |
| 3 | 30 % manchas en todas las hojas inferiores y algunas del centro. |
| 4 | 40 % atizonamiento en hojas inferiores. |
| 5 | 50 % tizón en hojas inferiores y atizonamiento en la mayoría de las del centro. |
| 6 | 60 % tizón en hojas inferiores y la mayoría de las del centro. |
| 7 | 70 % tizón en hojas inferiores y en todas las del centro. |
| 8 | 80 % tizón en hojas inferiores, todas las del centro y atizonamiento superior. |
| 9 | 100 % tizón en todas las hojas |

(Mayea, 1990 según citado en ANDI & ICA, 2015).

6.11 Análisis de la Información

6.11.1. Análisis estadístico. Para el análisis de la información se procedió a la toma de datos, mediante la utilización una libreta de campo, posteriormente se procedió a realizar el análisis estadístico de varianza (ANDEVA) y prueba múltiple de medias Tukey al 5 % para determinar cuál

de los tratamientos presentaba diferencia significativa estadística, el análisis de los datos estadísticos se realizó a través de una hoja electrónica Excel y luego analizadas a través del software INFOSTAT (López & González, 2013) .

6.11.2. Análisis económico. Como criterio de decisión basado en rentabilidad, se realizó un análisis económico para determinar el tratamiento que mejores resultados presentará, el enfoque empleado fue el de presupuesto parciales, sobre la base de costos de producción proyectados por hectárea, para cada genotipo, en lo cual se utilizó los costos variables para identificar el genotipo que presentara mejores beneficios por lo que tiende a variar debido a las diferencias de rendimiento de un genotipo a otro (Reyes, 2001).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Condiciones Edafoclimáticas Predominantes Durante la Evaluación

Tabla 10

Condiciones edáficas presentes donde se realizó la evaluación de ocho genotipos de haba, en Cabricán Quetzaltenango 2018

| Localización | pH | Materia orgánica % | Profundidad m |
|--------------|------|--------------------|---------------|
| Zona 5 | 6.33 | 2.51 | 0.30 |

De acuerdo con el resultado de análisis de suelo (Fig. 3 Anexos) y datos de campo de la Tabla 10, comparados con las condiciones edáficas para el cultivo de haba citados en el numeral 2.1.7. del marco teórico, con relación al pH, el valor estuvo inferior al rango adecuado, muy cercano al límite inferior 6.50 – 7.50, la profundidad de suelo es adecuada debido que el cultivo de haba se desarrolla en un rango de profundidad efectiva de 0.25 – 0.35 m, por lo que las condiciones edáficas fueron adecuadas.

Tabla 11

Resultados de clima predominantes durante la evaluación de ocho genotipos de haba, en Cabricán Quetzaltenango 2018

| Localización | Altitud m.s.n.m. | Hum. Rel [Med] [%] | Temp. [Med] [°C] | Período de toma de datos |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------------|
| Zona 5 | 2,460 | 0.35 | 12.89 | 29 de abril al 26 de septiembre |

(INSIVUMEH, 2019).

Con relación a la Tabla 11, comparado con el numeral 2.1.6. del marco teórico, la altura del Municipio de Cabricán es adecuada para el cultivo de haba, respecto a la temperatura comparado con los requerimientos es óptima, ya que temperaturas muy altas provocan el aborto de la flor, la humedad relativa registrada estuvo dentro del rango adecuado, debido que la alta humedad relativa favorece incidencia de enfermedades por lo que los rendimientos se reducen.

7.2 Componentes de Rendimiento

7.2.1. Número de vainas por planta. De acuerdo con los datos de campo de la variable número de vainas por planta (Tabla 42 Anexos), se realizó el análisis de varianza presentado de la manera siguiente.

Tabla 12

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, número de vainas por planta, de ocho genotipos de haba, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 16.38 | 2.34 | 0.78 | 2.48 | 3.64 | (NS) |
| Repeticiones | 3 | 22.38 | 7.46 | 2.48 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 63.13 | 3.01 | | | | |
| Total | 31 | 101.88 | | | | | |

CV= 13.40 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

De acuerdo con el análisis de varianza mostrado en la Tabla 12, no existió diferencia significativa, para la variable número de vainas por planta, por lo tanto, no fue necesario realizar prueba de Tukey para los tratamientos evaluados.

7.2.2. Peso de 100 semillas. De acuerdo con los datos obtenidos de la variable peso de 100 semillas (Tabla 44 Anexos), se realizó el análisis de varianza en la Tabla 13.

Tabla 13

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, peso de 100 semillas de ocho genotipos de haba en g, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 16059.72 | 2294.25 | 35.32 | 2.48 | 3.64 | ** |
| Repeticiones | 3 | 562.59 | 187.53 | 2.89 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 1364.16 | 64.96 | | | | |
| Total | 31 | 17986.47 | | | | | |

CV= 3.31 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 13 expone que existió diferencia estadística altamente significativa para tratamientos, pero no para repeticiones. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente.

Tabla 14

Prueba de Tukey de la variable, peso de 100 semillas de ocho genotipos de haba en g, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Medias | n | E. E. | |
|-----|------------------------------|--------|---|-------|---|
| 7 | Nativa San Marcos | 262.00 | 4 | 4.03 | A |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 259.25 | 4 | 4.03 | A |
| 1 | San Antonio | 259.00 | 4 | 4.03 | A |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 246.75 | 4 | 4.03 | A |
| 4 | ICARDA ELV17 | 246.25 | 4 | 4.03 | A |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 244.75 | 4 | 4.03 | A |
| 5 | ICARDA EL201F | 244.50 | 4 | 4.03 | A |
| 8 | Nativa Cabricán | 187.25 | 4 | 4.03 | B |

Error: 64.95, Gl: 21, DMS: 19.11

La prueba de Tukey muestra que para la variable peso de 100 semillas de haba, únicamente se presentó diferencia estadística altamente significativa entre los genotipos mejorados y la variedad nativa de Cabricán, por lo que se consideran genotipos potenciales por su buen rendimiento.

7.2.3. Rendimiento en grano seco (kg/ha). El análisis de varianza de la variable rendimiento en grano seco kg/ha, (Tabla 15), se generó a partir de los datos obtenidos en la Tabla 45 Anexos.

Tabla 15

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, rendimiento de ocho genotipos de haba en kg/ha, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 527351.62 | 75335.95 | 0.49 | 2.48 | 3.64 | (NS) |
| Repeticiones | 3 | 1976216.30 | 658738.77 | 4.26 | 3.07 | 4.87 | * |
| Error | 21 | 3243980.99 | 154475.29 | | | | |
| Total | 31 | 5747548.91 | | | | | |

CV= 21.93 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza de la variable de rendimiento en grano seco kg/ha, muestra que no existió diferencia significativa de la Fc comparada con la Ft al 1 % y al 5 %, entre tratamientos y

si en repeticiones al Ft 5 %, debido a que en la primera repetición se obtuvieron medias muy bajas y en los tratamientos se demuestra que ningún genotipo fue superior en rendimiento.

7.3 Crecimiento Vegetativo

7.3.1. Altura de la planta. Los datos obtenidos en el campo, sobre la variable altura de la planta (Tabla 46 Anexos), hizo posible la realización del análisis de varianza en la Tabla 16.

Tabla 16

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, altura de la planta de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 80.72 | 11.53 | 0.35 | 2.48 | 3.64 | (NS) |
| Repeticiones | 3 | 35.59 | 11.86 | 0.36 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 683.66 | 32.56 | | | | |
| Total | 31 | 799.97 | | | | | |

CV= 5.07 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza muestra que no existió diferencia estadística entre tratamientos y repeticiones por lo que no se realizó la prueba de medias. El Coeficiente de Variación fue aceptable.

7.3.2. Longitud de la vaina. De acuerdo con los datos obtenidos en campo de la variable longitud de la vaina (Tabla 47 Anexos), se realizó el análisis de varianza en la Tabla 17.

Tabla 17

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, longitud de la vaina de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 43 | 6.14 | 36.86 | 2.48 | 3.64 | ** |
| Repeticiones | 3 | 1 | 0.33 | 2.00 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 3.50 | 0.17 | | | | |
| Total | 31 | 47.50 | | | | | |

CV= 3.44 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza muestra que existió alta significancia para tratamientos, no así para repeticiones. Por ello se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente.

Tabla 18

Prueba de Tukey de la variable, longitud de la vaina de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Medias | n | E. E. | | | |
|-----|------------------------------|--------|---|-------|---|---|---|
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 13.00 | 4 | 0.20 | A | | |
| 5 | ICARDA EL201F | 12.50 | 4 | 0.20 | A | B | |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 12.50 | 4 | 0.20 | A | B | |
| 4 | ICARDA ELV17 | 12.25 | 4 | 0.20 | A | B | C |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 12.25 | 4 | 0.20 | A | B | C |
| 1 | San Antonio | 12.00 | 4 | 0.20 | | B | C |
| 7 | Nativa San Marcos | 11.50 | 4 | 0.20 | | | C |
| 8 | Nativa Cabricán | 9.00 | 4 | 0.20 | | | D |

Error: 0.16, Gl: 21, DMS: 0.96

En la prueba de Tukey se formaron cuatro grupos estadísticos en donde el genotipo Santa María Mejorada (14v36) fue uno de los mejores genotipos. En el mismo grupo se encuentran cuatro genotipos mejorados y un cultivar nativo. El genotipo que presentó la menor longitud de vaina fue el nativo de Cabricán.

7.3.3. Tamaño de la semilla. Con los datos obtenidos de la variable tamaño de la semilla (Tabla 48 Anexos), se realizó el análisis de varianza en la Tabla 19.

Tabla 19

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, tamaño de la semilla de ocho genotipos de haba en mm, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 96.97 | 13.85 | 27.30 | 2.48 | 3.64 | ** |
| Repeticiones | 3 | 2.59 | 0.86 | 1.70 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 10.66 | 0.51 | | | | |
| Total | 31 | 110.22 | | | | | |

CV= 2.62 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza mostro alta significancia para tratamientos y no así para repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente.

Tabla 20

Prueba de Tukey de la variable, tamaño de la semilla de ocho genotipos de haba en mm, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Medias | n | E. E. | |
|-----|------------------------------|--------|---|-------|---|
| 5 | ICARDA EL201F | 28.50 | 4 | 0.36 | A |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 28.25 | 4 | 0.36 | A |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 28.00 | 4 | 0.36 | A |
| 7 | Nativa San Marcos | 28.00 | 4 | 0.36 | A |
| 1 | San Antonio | 27.75 | 4 | 0.36 | A |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 27.00 | 4 | 0.36 | A |
| 4 | ICARDA ELV17 | 27.00 | 4 | 0.36 | A |
| 8 | Nativa Cabricán | 22.75 | 4 | 0.36 | B |

Error: 0.50, Gl: 21, DMS: 1.68

En la prueba de Tukey se observa a siete genotipos estadísticamente similares los cuales presentaron alta significancia en características de crecimiento vegetativo por lo que fueron superiores al genotipo Nativa de Cabricán, siendo el genotipo ICARDA EL201F el de promedio más alto.

7.4 Nivel de Daño

7.4.1. Incidencia pulgón negro. Los datos obtenidos en campo de la variable incidencia de Pulgón negro (Tabla 50 Anexos), permitieron la realización del análisis de varianza en la Tabla 21.

Tabla 21

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Pulgón negro, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|----|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 354.88 | 50.70 | 8.36 | 2.48 | 3.64 | ** |
| Repeticiones | 3 | 110.63 | 36.88 | 6.08 | 3.07 | 4.87 | ** |
| Error | 21 | 127.38 | 6.07 | | | | |
| Total | 31 | 592.88 | | | | | |

CV= 20.00 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza muestra de que existió alta diferencia significativa para tratamientos y repeticiones por lo que se realizó la prueba de Tukey para los tratamientos sobre la incidencia de la plaga.

Tabla 22

Prueba de Tukey de la variable, incidencia de Pulgón negro, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Medias | n | E. E. | |
|-----|------------------------------|--------|---|-------|---|
| 8 | Nativa Cabricán | 19.75 | 4 | 1.23 | A |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 13.25 | 4 | 1.23 | B |
| 1 | San Antonio | 13.00 | 4 | 1.23 | B |
| 7 | Nativa San Marcos | 12.25 | 4 | 1.23 | B |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 12.00 | 4 | 1.23 | B |
| 5 | ICARDA EL201F | 11.50 | 4 | 1.23 | B |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 8.75 | 4 | 1.23 | B |
| 4 | ICARDA ELV17 | 8.00 | 4 | 1.23 | B |

Error: 6.06, Gl: 21, DMS: 5.84

En la prueba de Tukey se pudo observar que el genotipo Nativo de Cabricán presentando el promedio más alto en la incidencia a esta plaga (mayor susceptibilidad) al clasificarse estadísticamente en el literal A, los demás genotipos fueron clasificados en un mismo grupo

estadístico, sin embargo el genotipo ICARDA ELV17 presentó la menor incidencia sin diferencia estadística, que en general representa una ligera ventaja para esta línea de haba, lo que hace reflexionar que a esta línea habrá que prestarle una mayor atención para ser liberada posteriormente como variedad de haba.

7.4.2. Incidencia mancha chocolatada. El análisis de varianza de la variable incidencia de Mancha chocolatada (Tabla 23), se realizó mediante los datos obtenidos en campo. (Tabla 51 Anexos).

Tabla 23

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Mancha chocolatada, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|----|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 887.50 | 126.79 | 3.18 | 2.48 | 3.64 | * |
| Repeticiones | 3 | 662.50 | 220.83 | 5.54 | 3.07 | 4.87 | ** |
| Error | 21 | 837.50 | 39.88 | | | | |
| Total | 31 | 2387.50 | | | | | |

CV= 59.44 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza para la variable incidencia Mancha chocolatada muestra que existió diferencia estadística significativa para tratamientos y alta significancia en repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente en la incidencia a esta enfermedad.

Tabla 24

Prueba de Tukey de la variable, incidencia de Mancha chocolatada, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Medias | n | E. E. | | |
|-----|------------------------------|--------|---|-------|---|---|
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 22.50 | 4 | 3.16 | A | |
| 5 | ICARDA EL201F | 12.50 | 4 | 3.16 | A | B |
| 8 | Nativa Cabricán | 12.50 | 4 | 3.16 | A | B |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 10.00 | 4 | 3.16 | A | B |
| 1 | San Antonio | 10.00 | 4 | 3.16 | A | B |
| 7 | Nativa San Marcos | 7.50 | 4 | 3.16 | | B |
| 4 | ICARDA ELV17 | 5.00 | 4 | 3.16 | | B |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 5.00 | 4 | 3.16 | | B |

Error: 39.88, Gl: 21, DMS: 14.97

La prueba de Tukey muestra que se formaron dos grupos estadísticos en donde el genotipo Santa María Mejorada (14v36) presentó la mayor incidencia a la enfermedad y los genotipos Nativa de San Marcos, ICARDA ELV17, Santa María Mejorada (14v26) la menor incidencia. La Mancha Chocolateada es la principal enfermedad que afecta al cultivo de haba por lo que reduce significativamente el rendimiento, al ocasionar pérdidas de follaje en un nivel de daño muy alto.

7.4.3. Incidencia de mancha concéntrica. En base a los datos obtenidos en campo de la variable incidencia de Mancha concéntrica (Tabla 52 Anexos), se realizó el análisis de varianza en la Tabla 25.

Tabla 25

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Mancha concéntrica, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|-------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 1237.50 | 176.79 | 5.82 | 2.488 | 3.640 | ** |
| Repeticiones | 3 | 112.50 | 37.50 | 1.24 | 3.072 | 4.874 | (NS) |
| Error | 21 | 637.50 | 30.36 | | | | |
| Total | 31 | 1987.50 | | | | | |

CV= 97.95 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza para la variable incidencia Mancha Concéntrica muestra que existió alta diferencia significativa para tratamientos, no así en repeticiones por lo que se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente en incidencia a esta enfermedad.

Tabla 26

Prueba de Tukey de la variable, incidencia de Mancha concéntrica, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Medias | n | E. E. | | |
|-----|------------------------------|--------|---|-------|---|---|
| 8 | Nativa Cabricán | 20.00 | 4 | 2.75 | A | |
| 1 | San Antonio | 10.00 | 4 | 2.75 | A | B |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 5.00 | 4 | 2.75 | | B |
| 7 | Nativa San Marcos | 5.00 | 4 | 2.75 | | B |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 2.50 | 4 | 2.75 | | B |
| 4 | ICARDA ELV17 | 2.50 | 4 | 2.75 | | B |
| 5 | ICARDA EL201F | 0.00 | 4 | 2.75 | | B |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 0.00 | 4 | 2.75 | | B |

Error: 30.35, Gl: 21, DMS: 13.06

La prueba de Tukey mostro que los genotipos de haba que presentaron mayor susceptibilidad a Mancha Concéntrica (*Alternaria*) fueron Nativa de Cabricán y San Antonio, con lo que se concluye que Mancha Concéntrica, fue la principal enfermedad que afecto a los agricultores de Cabricán en su producción este año de evaluación. Estos datos son muy importantes tomarlos en cuenta pues *Alternaria* es una de las enfermedades que limitan más el rendimiento en el cultivo de haba.

7.4.4. Incidencia de roya. De acuerdo con los datos obtenidos en campo de la variable incidencia de Roya (Tabla 53 Anexos), se generó el análisis de varianza en la Tabla 27.

Tabla 27

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Roya, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|-------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 921.88 | 131.70 | 1.92 | 2.488 | 3.640 | (NS) |
| Repeticiones | 3 | 1234.38 | 411.46 | 6.00 | 3.072 | 4.874 | ** |
| Error | 21 | 1440.63 | 68.60 | | | | |
| Total | 31 | 3596.88 | | | | | |

CV= 56.39 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza para la variable incidencia a Roya, mostro que no existió diferencia estadística significativa para tratamientos, por lo que no se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos era superior. La principal razón de la no existencia de diferencias estadísticas fue que el Coeficiente de Variación fue muy elevado, producto de la gran variación o Varianza presentada en la prueba, sin embargo, para repeticiones si hubo alta significancia.

7.4.5. Incidencia de antracnosis. El análisis de varianza de la variable incidencia de Antracnosis (Tabla 28), se determinó mediante los datos obtenidos en campo. (Tabla 54 Anexos).

Tabla 28

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, incidencia de Antracnosis, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 150.00 | 21.43 | 0.55 | 2.48 | 3.64 | (NS) |
| Repeticiones | 3 | 225.00 | 75.00 | 1.91 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 825.00 | 39.29 | | | | |
| Total | 31 | 1200.00 | | | | | |

CV= 250.71 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza sobre la incidencia a Antracnosis muestra que no existió diferencia estadística significativa para tratamientos ni para repeticiones. La principal razón es la gran variabilidad encontrada en la distribución de la enfermedad, con un Coeficiente de Variación de 251 %. Al igual que para roya, la gran variación o Varianza presentada en la prueba no permitió hacer ver diferencias entre tratamientos.

7.4.6. Severidad mancha chocolatata. Con los datos obtenidos de severidad en campo (Tabla 55 Anexos), se realizó el análisis de varianza de la variable severidad a la Mancha Chocolateada Tabla 29.

Tabla 29

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, severidad de Mancha chocolatada, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|----|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 8946.88 | 1278.13 | 4.68 | 2.48 | 3.64 | ** |
| Repeticiones | 3 | 2634.38 | 878.13 | 3.21 | 3.07 | 4.87 | * |
| Error | 21 | 5740.63 | 273.36 | | | | |
| Total | 31 | 17321.88 | | | | | |

CV= 45.22 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza demuestra alta diferencia significativa para tratamientos y significancia en repeticiones, por ello se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente en la severidad de la enfermedad.

Tabla 30

Prueba de Tukey de la variable, severidad de Mancha chocolatada, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Medias | n | E. E. | | |
|-----|------------------------------|--------|---|-------|---|---|
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 60.00 | 4 | 8.27 | A | |
| 8 | Nativa Cabricán | 60.00 | 4 | 8.27 | A | |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 50.00 | 4 | 8.27 | A | B |
| 1 | San Antonio | 37.50 | 4 | 8.27 | A | B |
| 7 | Nativa San Marcos | 25.00 | 4 | 8.27 | A | B |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 20.00 | 4 | 8.27 | | B |
| 4 | ICARDA ELV17 | 20.00 | 4 | 8.27 | | B |
| 5 | ICARDA EL201F | 20.00 | 4 | 8.27 | | B |

Error: 273.36, Gl: 21, DMS: 39.21

En la prueba de Tukey muestra el daño que provoco esta enfermedad afectando a todos los tratamientos, sin embargo se formaron dos grupos estadísticos en donde los genotipos, Santa María Mejorada (14v36), Nativa de Cabricán y Nativa de San Carlos Sija, se ubican en la literal A con

los mayores niveles de severidad por lo que son los más susceptibles, Los tratamientos ICARDA ELV17 y ICARDA EL201F, Santa María Mejorada (14v26) presentaron un promedio menor, por lo que poseen características de tolerancia a la principal enfermedad del cultivo de haba.

7.4.7. Severidad de roya. De acuerdo con los datos obtenidos en campo de la variable severidad de Roya (Tabla 56 Anexos), se determinó el análisis de varianza en la Tabla 31.

Tabla 31

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, severidad de Roya, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 350.97 | 50.14 | 1.05 | 2.48 | 3.64 | (NS) |
| Repeticiones | 3 | 406.84 | 135.61 | 2.84 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 1003.41 | 47.78 | | | | |
| Total | 31 | 1761.22 | | | | | |

CV= 50.62 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza sobre la severidad a Roya mostró que no existió diferencia estadística significativa para tratamientos ni para repeticiones. La principal razón de esto es la gran variabilidad encontrada en la distribución de la enfermedad, con un Coeficiente de Variación de 51 %.

7.4.8. Severidad de antracnosis. Mediante los datos obtenidos en campo de la variable severidad de Antracnosis (Tabla 57 Anexos), se determinó el análisis de varianza en la Tabla 32.

Tabla 32

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, severidad de Antracnosis, en frutos de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 1949.50 | 278.50 | 0.69 | 2.48 | 3.64 | (NS) |
| Repeticiones | 3 | 1377.00 | 459.00 | 1.13 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 8527.50 | 406.07 | | | | |
| Total | 31 | 11854.00 | | | | | |

CV= 310.02 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza sobre la severidad a Antracnosis muestra que no existió diferencia estadística significativa para tratamientos ni para repeticiones. La principal razón es la gran variabilidad encontrada en la distribución de la enfermedad, con un Coeficiente de Variación de 310 %.

7.4.9. Severidad mancha concéntrica. El análisis de varianza de la variable severidad de Mancha concéntrica (Tabla 33), se generó mediante los datos obtenidos en campo. (Tabla 58 Anexos).

Tabla 33

Análisis de Varianza ANDEVA de la variable, severidad de Mancha concéntrica, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| Fuente de variación | Grados Libertad | Sumatoria Cuadrados | Cuadrado Medio | F Calculada | F Tabulada | | Sn |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|------------|------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % | |
| Tratamientos | 7 | 2686.50 | 383.79 | 3.07 | 2.48 | 3.64 | * |
| Repeticiones | 3 | 659.75 | 219.92 | 1.76 | 3.07 | 4.87 | (NS) |
| Error | 21 | 2625.75 | 125.04 | | | | |
| Total | 31 | 5972.00 | | | | | |

CV= 109.09 %, (**) Alta significancia, (*) Significancia, (NS) No significancia.

El análisis de varianza de la variable severidad de Mancha concéntrica, mostró que hubo diferencia significativa de la Fc comparada con la Ft al 1 % y al 5 %, en los tratamientos, no así en repeticiones, por lo cual se realizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar que tratamientos fueron superiores estadísticamente en la severidad de la enfermedad.

Tabla 34

Prueba de Tukey de la variable, severidad de Mancha concéntrica, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Medias | n | E. E. | | |
|-----|------------------------------|--------|---|-------|---|---|
| 8 | Nativa Cabricán | 28.25 | 4 | 5.59 | A | |
| 1 | San Antonio | 18.75 | 4 | 5.59 | A | B |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 12.50 | 4 | 5.59 | A | B |
| 7 | Nativa San Marcos | 12.50 | 4 | 5.59 | A | B |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 5.00 | 4 | 5.59 | A | B |
| 4 | ICARDA ELV17 | 5.00 | 4 | 5.59 | A | B |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 0.00 | 4 | 5.59 | | B |
| 5 | ICARDA EL201F | 0.00 | 4 | 5.59 | | B |

Error: 125.03, Gl: 21, DMS: 26.52

En la prueba de Tukey se observa la formación de dos grupos estadísticos, existiendo únicamente diferencia estadística significativa entre los genotipos Santa María Mejorada (14v36) e ICARDA EL201F con el genotipo testigo la cual mostró ser altamente susceptible a la enfermedad.

7.5 Estabilidad Genética

Tabla 35

Resultados de indicadores de estabilidad genética, de ocho genotipos de haba en tres localidades de Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Rendimiento kg/ha | F & W Finlay & Wilkinson | E & R Eberhart & Russell | C.V. coeficiente de variación |
|-----|------------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | San Antonio | 2064 | 1.15 | 115129 | 71 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 1813 | 0.85 | 32896 | 60 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 1901 | 1.12 | 10873 | 74 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 1980 | 0.97 | 27352 | 62 |
| 5 | ICARDA EL201F | 1891 | 0.99 | 508 | 66 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 1743 | 1.04 | 46216 | 75 |
| 7 | Nativa San Marcos | 1960 | 1.05 | 102 | 67 |
| 8 | Testigo | 1515 | 0.84 | 197925 | 73 |

Con base en lo expresado en el numeral 6.10.3 de este documento, relacionado con la metodología para el análisis de estabilidad genética y los datos de rendimiento expresados durante la evaluación, observados en la localidad del ICTA en dos años diferentes y los obtenidos en Cabricán Tabla 59, los genotipos que expresaron la mejor estabilidad genética sobre la base de los parámetros de estabilidad de Finlay & Wilkinson, Eberhart y Russel y el Coeficiente de Variación fueron ICARDA ELV17, ICARDA EL201F y Nativa San Marcos debido a que presentaron los mejores Coeficientes de Variación y Coeficientes de Regresión, que determinan la estabilidad genética del genotipo en diferentes ambientes contrastantes y en diferentes años.

7.6 Análisis Económico Mediante Presupuestos Parciales

Con el propósito de determinar una recomendación para la producción del cultivo de haba, se desarrolló el análisis económico mediante los presupuestos parciales a fin de obtener el genotipo que presente mayor rentabilidad para los agricultores de Cabricán.

7.6.1. Estimación de costos variables

Tabla 36

Costos variables de ocho genotipos de haba/ha Cabricán Quetzaltenango

| No. | Tratamientos | Insumos | Jornales | Total Q. |
|-----|------------------------------|---------|----------|----------|
| 1 | San Antonio | 5196.03 | 10647 | 15843.03 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 5196.03 | 10647 | 15843.03 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 4967.13 | 10647 | 15614.13 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 4967.13 | 10647 | 15614.13 |
| 5 | ICARDA EL201F | 4967.13 | 10647 | 15614.13 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 4967.13 | 10647 | 15614.13 |
| 7 | Nativa San Marcos | 5196.03 | 10647 | 15843.03 |
| 8 | Nativa Cabricán | 4280.43 | 10647 | 14927.43 |

En relación con la Tabla 36, los costos variables se determinaron en base a lo utilizado durante la evaluación, de acuerdo con ello se estableció los insumos y jornales que se necesitan desde la preparación del suelo hasta la comercialización de cada genotipo por hectárea, de acuerdo con el salario mínimo para el año 2018. Se observa el mismo costo de jornales para los ocho

genotipos, sin embargo, dentro de los insumos hay diferencias económicas que definen la rentabilidad en relación con el rendimiento de cada genotipo.

7.6.2. Estimación del precio de campo del producto. Los genotipos evaluados actualmente no se comercializan por el ICTA, sin embargo, se utilizó el precio actual de venta de haba el cual es de Q 22/kg; se determinó que se necesitan para la cosecha y comercialización 30 jornales/ha, a un costo de Q 91.00/jornal, la media de rendimiento de los genotipos evaluados es de 1792.53 kg/ha, por lo tanto, el precio de campo de haba se determina de la siguiente manera:

Jornales utilizados * (costo de jornal/media de rendimiento): Q 1.52

Precio de venta de haba Q 22/kg - 1.52 = Q 20.47/kg

7.6.3 Estimación de los rendimientos ajustados

Tabla 37

Rendimientos ajustados de ocho genotipos de haba en kg/ha Cabricán Quetzaltenango

| No. | Tratamientos | Rendimiento corregido | Rendimiento Ajustado al 15% |
|-----|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1 | San Antonio | 1712.24 | 1455.40 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 1905.38 | 1619.57 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 1911.89 | 1625.11 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 1781.68 | 1514.43 |
| 5 | ICARDA EL201F | 1807.73 | 1536.57 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 1499.57 | 1274.63 |
| 7 | Nativa San Marcos | 1898.87 | 1614.04 |
| 8 | Nativa Cabricán | 1822.92 | 1549.48 |

Los rendimientos experimentales poseen características que los hacen mucho más altos que los alcanzados por los agricultores, por lo que la Tabla 37 muestra la reducción del rendimiento corregido para acercarse a los obtenibles por los agricultores, los rendimientos experimentales corregidos resultan de promediar los rendimientos de los grupos de medias determinados con la prueba de Tukey, la ausencia de significancia en la variable rendimiento en grano seco kg/ha en esta evaluación autoriza emplear el mismo promedio de los tratamientos, debido a ello se determinó los rendimientos ajustados, usando una tasa de ajuste del 15 %, de acuerdo con criterio propio,

según el porcentaje que va de 5 al 30 % para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores (Reyes, 2001).

7.6.4. Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos

Tabla 38

Beneficios brutos y netos de ocho genotipos de haba/ha Cabricán Quetzaltenango

| No. | Tratamientos | Rendimiento Ajustado al 15 % | Beneficio bruto | Costos variables | Beneficio neto |
|-----|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | San Antonio | 1455.40 | 29792.11 | 15843.03 | 13949.08 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 1619.57 | 33152.69 | 15843.03 | 17309.66 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 1625.11 | 33265.97 | 15614.13 | 17651.84 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 1514.43 | 31000.41 | 15614.13 | 15386.28 |
| 5 | ICARDA EL201F | 1536.57 | 31453.52 | 15614.13 | 15839.39 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 1274.63 | 26091.70 | 15614.13 | 10477.57 |
| 7 | Nativa San Marcos | 1614.04 | 33039.42 | 15843.03 | 17196.39 |
| 8 | Nativa Cabricán | 1549.48 | 31717.84 | 14927.43 | 16790.41 |

En la Tabla 38 se observa la utilidad que genera cada genotipo, la obtención del beneficio bruto se determina al multiplicar el rendimiento ajustado por el precio de campo del producto y luego sustrayendo de este último los costos variables se obtuvo el beneficio neto.

7.6.5. Realización del análisis de dominancia

Tabla 39

Análisis de dominancia de ocho genotipos de haba Cabricán Quetzaltenango

| No. | Tratamientos | Costos variables | Beneficio neto | Observación de cambio de tratamiento | Conclusión de la observación |
|-----|------------------------------|------------------|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 8 | Nativa Cabricán | 14927.43 | 16790.41 | | No Dominado |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 15614.13 | 10477.57 | T8 a T6 | Dominado |
| 4 | ICARDA ELV17 | 15614.13 | 15386.28 | T8 a T4 | Dominado |
| 5 | ICARDA EL201F | 15614.13 | 15839.39 | T8 a T5 | Dominado |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 15614.13 | 17651.84 | T8 a T3 | No Dominado |
| 1 | San Antonio | 15843.03 | 13949.08 | T3 a T1 | Dominado |
| 7 | Nativa San Marcos | 15843.03 | 17196.39 | T3 a T7 | Dominado |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 15843.03 | 17309.66 | T3 a T2 | Dominado |

La Tabla 39 muestra un orden creciente de los costos que varían de cada genotipo, los cuales son comparados con el beneficio neto, el análisis de dominancia establece al primer genotipo como no dominado, posteriormente si existe un incremento en los beneficios netos de un tratamiento, respecto al genotipo anterior no dominado, el tratamiento es no dominado, si sucede lo contrario es dominado, en el cual se determinó a los genotipos Nativa Cabricán y Santa María Mejorada (14v36), que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores, al no ser dominados por los demás genotipos, debido a que presentan mayor beneficio a un costo menor.

7.6.6. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM)

Tabla 40

Tasa de retorno Marginal de ocho genotipos de haba Cabricán Quetzaltenango

| No. | Tratamientos | Beneficio neto | Costos variables | Δ BN (e.) | Δ CV (f) | TRM (%) [(e/f)100] |
|-----|---------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| 8 | Nativa Cabricán | 16790.41 | 14927.43 | | | |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 17651.84 | 15614.13 | 861.43 | 686.70 | 125.44 |

Con los tratamientos no dominados se calcularon los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor, de acuerdo con ello se dividió el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos. La tasa de retorno marginal indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos, como resultado de cambiar de un tratamiento al otro.

7.6.7. Análisis de residuos

Tabla 41

Análisis económico de residuo de ocho genotipos de haba Cabricán Quetzaltenango

| No. | Tratamientos | Costos variables | Beneficio neto | Costo de oportunidad de los CV | Residuo |
|-----|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|---------|
| 8 | Nativa de Cabricán | 14927.43 | 16790.41 | 14927.43 | 1862.98 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 15614.13 | 17651.84 | 15614.13 | 2037.71 |

Sustrayendo de los beneficios netos el costo de oportunidad de los costos variables, se obtuvieron los residuos. Con lo cual se corrobora en la Tabla 41, que el tratamiento Santa María Mejorada (14v36) es el más rentable y se recomienda para su producción en el municipio de Cabricán.

8. CONCLUSIONES

1. En relación a los componentes de rendimiento, los genotipos expresaron características iguales en las variables, número de vainas por planta, número de semillas por vainas y rendimiento de grano seco en kg/ha, por lo que no existió diferencia significativa, en la variable peso de 100 semillas los genotipos mejorados fueron superiores a la variedad Nativa Cabricán, de acuerdo a la hipótesis alternativa, en el rendimiento de grano seco en kg/ha no existió diferencia significativa sin embargo, los genotipos Santa María Mejorada (14v36) , Santa María Mejorada (14v26) y Nativa San Marcos presentaron un mejor potencial de rendimiento que el genotipo testigo en las condiciones ambientales del municipio de Cabricán.
2. En cuanto al crecimiento vegetativo los genotipos no presentaron diferencia significativa en las variables altura de la planta y número de días inicio de corte, en la variable longitud de la vaina el genotipo Santa María Mejorada (14v36) mostró el mejor promedio y en cuanto al tamaño de las semillas todos los genotipos fueron superiores al genotipo testigo, por lo que los tratamientos evaluados presentaron un mejor desarrollo vegetativo que el genotipo testigo en las condiciones ambientales del municipio de Cabricán.
3. De acuerdo con los parámetros de estabilidad genética Finlay & Wilkinson, Eberhart & Russell y Coeficiente de Variación, el genotipo que mostro la mejor estabilidad genética (baja interacción genotipo ambiente, bajo Coeficiente de Variación un Coeficiente de Regresión lineal cercano a uno y un alto rendimiento), fue la línea ICARDA ELV17, que se presenta como una excelente candidata para ser una nueva variedad de haba, al tener una mejor estabilidad y adaptabilidad genética, bajo las condiciones edafoclimáticas, del municipio de Cabricán y el departamento de Quetzaltenango.
4. En la variable Incidencia de plagas y enfermedades los genotipos ICARDA ELV17 y Santa María Mejorada (14v26), presentaron los porcentajes más bajos y el genotipo testigo fue el más susceptible. En relación con la variable severidad a enfermedades, los genotipos ICARDA ELV17 e ICARDA EL201F, presentaron los porcentajes más bajos y el genotipo testigo presentó los niveles más altos de severidad, de acuerdo con ello los tratamientos expresaron una menor Incidencia y Severidad a las principales plagas y enfermedades que

atacaron al cultivo de haba en comparación al genotipo testigo, bajo las condiciones ambiental de Cabricán.

5. En relación con el tratamiento más eficiente desde el punto de vista económico el genotipo Santa María Mejorada (14v36), expreso la mejor rentabilidad, debido que fue el material genético que mostró el más alto rendimiento y que también se postula como otro excelente candidato a ser una nueva variedad de haba para Guatemala.

9. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda para su producción en el municipio de Cabricán, los genotipos Santa María Mejorada (14v36) e ICARDA ELV17 por tener buen rendimiento en grano seco, tolerancia a plagas y enfermedades, estabilidad y rentabilidad presentada durante la evaluación, características las cuales son superiores al genotipo testigo. Como también el genotipo Nativa San Marcos se sugiere integrarlo en los programas de mejoramiento de haba por el ICTA, ya que posee un peso muy alto de su semilla.
2. Se sugiere seguir con la evaluación de estos genotipos en otras localidades del altiplano para proporcionar información y materiales a los agricultores de nuestro país y contribuir al desarrollo del cultivo.
3. Como también se recomienda la validación de los genotipos Santa María Mejorada (14v36) e ICARDA ELV17, mediante parcelas de prueba y beneficiar de esta manera a los productores del cultivo de haba en todo el occidente de Guatemala.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, E. (2010). *Adaptación de las plantas al medioambiente*. Universidad de Chile, Chile. Recuperado el 07 de Septiembre de 2017, de <http://studylib.es/doc/6583539/adaptaci%C3%B3n-de-las-plantas-al-medioambiente>

Agroieta3. (28 de Agosto de 2017). <https://agroieta3.wordpress.com/que-son-las-plagas/>.

Aguilar, T. (2009). *Introducción de variedades de haba (Vicia faba L.) en la comunidad de Cala Cala Altiplano Central*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia. Recuperado el 09 de Julio de 2017, de <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5033/T1341.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ajqueyay, E. (2013). *Evaluación del rendimiento de tres variedades de haba (Vicia faba), con calidad de grano para la exportación, en joya grande, Zaragoza, Chimaltenango*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, Guatemala. Recuperado el 09 de Julio de 2017, de http://www.fausac.usac.edu.gt/GPublica/images/5/58/Informe_Enrique_Ajquejay_Ola_Evaluaci%C3%B3n_del_rendimiento_de_tres_variedades_de_haba.pdf

Aldana, L. (2010). *Manual Técnico Agrícola*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Granos básicos. Quetzaltenango: ICTA.

Alvarado, G. (2007). *Producción de dos variedades de haba (Vicia faba L.) de corte en fresco con tres dosis de fertilización orgánica y fertilización formulada, en el municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango*. Tesis de Grado, Ingeniero Agronomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango. Recuperado el 09 de Julio de 2017, de <http://bibliod.url.edu.gt/Tesis/06/04/Alvarado-Vicente-Gonzalo-Guillermo/Alvarado-Vicente-Gonzalo-Guillermo.pdf>

ANDI, C. P., & ICA. (2015). *Manual para elaboracion de protocolos para ensayos de eficacia con pqua*. Colombia.

ASERCA. (2001). *Revista del cultivo de haba*. México: Abriendo surcos. Recuperado el 06 de Septiembre de 2017, de <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/093/ca093.pdf>

Atacushi, D. (2015). *Efecto de las distancias de siembras en tres variedades del cultivo de haba (Vicia faba), bajo un sistema de agricultura limpia*. Tesis de Grado, Ingeniera Agronoma, Universidad Tecnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador. Recuperado el 09 de Julio de 2017, de <http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20314/1/Tesis124%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20388.pdf>

Ayala, F., & Kiger, J. (1984). *Genética Moderna*. Barcelona, España: Fondo Educativo Interamericano.

BANGUAT. (2017). *Exportaciones (FOB) realizadas, Años: 1994-2016*. Guatemala. Recuperado el 06 de Septiembre de 2017, de http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/comercio/sercom/2_POR_PRODUCTO/X_PROD_1994_2016.htm&e=133807

Calderon, L. (2015). *Evaluación de componentes de rendimiento e índice de cosecha de ocho genotipos de haba (Vicia faba L.) provenientes de inducción de mutantes y selecciones individuales Labor Ovalle, Quetzaltenango*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos, Centro Universitario de Occidente, Facultad de Agronomía, Quetzaltenango.

Diaz, O. (2004). *Evaluación de la estabilidad genética en el rendimiento de ejote de nueve genotipos de frijol rienda (Vigna sesquipedalis L. Fruwirth) en tres municipios de la region chorti, del departamento de Chiquimula, Guatemala*. Tesis de Grado, Ingeniero Agronomo, Universidad de San Carlos, Centro Universitario de Oriente, Facultad de Agronomía,

Chiquimula, Guatemala. Recuperado el 24 de Julio de 2017, de http://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION_DE_LA_ESTABILIDAD_GENTICA_EN_EL_RENDIMIENTO_DE_EJOTE_DE_NUEVE_GENOTIPOS_DE_FRIJOL_RIENDA_Vigna_se.pdf

Flores, N. (2010). *Comparación de criterios de selección de híbridos experimentales de sorgo para grano (Sorghum bicolor L. Moench.) para su liberación a la producción comercial*. Tesis de Grado Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, México. Recuperado el 14 de Agosto de 2017, de <http://eprints.uanl.mx/2118/6/1080179142.pdf>

Imeri, E. (2016). *Métodos de control del complejo de enfermedades Botrytis fabae, Alternaria tenuis y Uromyces fabae y su influencia sobre el rendimiento en siete genotipos de haba en dos localidades de Guatemala*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.

INE. (2004). *IV Censo Nacional Agropecuario*. Guatemala. Recuperado el 12 de Julio de 2017, de <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/01/16/gDIQ8yuwJXGHFb2yHVk4oMIOhYLBCtp5.pdf>

INIAF. (2010). *Manual del cultivo de haba*. Bolivia. Recuperado el 24 de Julio de 2017, de <http://www.amdeco.org.bo/archivos/manualdelcultivodelhaba.pdf>

Kuehl, R. (2001). *Diseño de Experimentos* (Segunda Edición ed.). México: Thomson Learning.

López, E., & González, B. (2013). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, Guatemala.

MAGA/DIPLAN. (2017). *Serie histórica de precios promedio mensuales de nueces, especias, condimentos, aromáticos, otros granos y oleaginosas*. Guatemala. Recuperado el 05 de

Septiembre de 2015, de
[http://web.maga.gob.gt/diplan/download/precios\(2\)/serieshistoricas/Serie%20Hist%C3%B3rica%20De%20Precios%20De%20Especias%20y%20Otros%20Granos.pdf](http://web.maga.gob.gt/diplan/download/precios(2)/serieshistoricas/Serie%20Hist%C3%B3rica%20De%20Precios%20De%20Especias%20y%20Otros%20Granos.pdf)

Minchez, I. (2015). *Evaluación de Trichoderma harzianum para el control de Botrytis fabae en el cultivo de haba; San Marcos*. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.

Morales, E., de la O, H., Morales, A., & de la Cruz, V. (2002). *Evaluación de cinco genotipos de haba (Vicia faba L.) con seis niveles de fósforo en Tecámac, México*. Universidad Autónoma del Estado de México, Ciencia Ergo Sum. México: ISSN. Recuperado el 09 de Julio de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/104/10402408.pdf>

Peralta, E., Cevallos, E., Vasquez, J., & Pinzón, J. (1993). *Guía para el cultivo de haba*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador: Iniap. Recuperado el 24 de Julio de 2017, de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EL%20CULTIVO%20DE%20HABA%20\(1\).pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EL%20CULTIVO%20DE%20HABA%20(1).pdf)

Perea, F., Castilla, A., Basallote, E., Canseco, E., Delgado, M., & Pasadas, R. (2015). *Guía del cultivo de habas*. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Alcalá del Río: Junta de Andalucía. Recuperado el 15 de Agosto de 2017, de <file:///C:/Users/PC/Downloads/Guia%20Cultivo%20Habas.pdf>

Pérez, P., & Turon, J. (2007). *Biblioteca de la Agricultura*. Barcelona, España: Idea Books.

Quispe, M. (2011). *Manual de manejo y control integrado de plagas y enfermedades en haba*. Agencia Agraria Yunguyo, Dirección regional agraria puno, Perú. Recuperado el 03 de Agosto de 2017, de http://www.agropuno.gob.pe/sites/default/files/documentos/biblioteca/manual_mip_haba.pdf

- Ramirez, O. (2017). *Evaluación del potencial de rendimiento de diez genotipos de frijol ejotero en tres localidades del altiplano occidental de Guatemala*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.
- Reyes, M. (2001). *Análisis Económicos de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales*. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. Guatemala: Centro de Información Agrosocioeconómica.
- Ruiz, J., Medina, G., González, I., Flores, H., Ramírez, G., Ortiz, C., . . . Martínez, R. (2013). *REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DE CULTIVOS* (Segunda ed.). México, Jalisco, Méxicio. Recuperado el 07 de Septiembre de 2017, de http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/Requerimientos%20Agroec%20de%20Cultivos%20da%20Edici%F3n.pdf
- Ruiz, P. (2008). *Caracterización de cultivares de Vicia faba L.* Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronomicas, Santiago de Chile. Recuperado el 09 de Julio de 2017, de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101705/ruiz_p.pdf?sequence=4&isAllo wed=y
- Segeplan. (2010). *Plan de desarrollo Cabricán Quetzaltenango*. Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Consejo municipal de desarrollo, Quetzaltenango. Recuperado el 17 de Enero de 2017, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi6vLi9s6fVAhWq7IMKHVpvA1kQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.segeplan.gob.gt%2Fnportal%2Findex.php%2Fbiblioteca-documental%2Fcategory%2F57-quetzaltenango%3Fdownload%3D1>

Suquilanda, M. (2011). *Producción orgánica de cultivos andinos*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Unocanc, Ecuador. Recuperado el 24 de Julio de 2017, de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf

Tay, K., Tay, J., & Valenzuela, A. (2015). *Producción de leguminosas de invierno*. Ministerio de Agricultura, Chile. Recuperado el 28 de Agosto de 2017, de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/08/Producci%C3%B3n-de-Leguminosas-de-Invierno-Provincia-de-Arauco-28.04.2015.pdf>

USDA. (15 de Agosto de 2017). *Natural Resources Conservation Service*. Obtenido de <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=VIFA>

Vallejo, F., & Estrada, E. (2002). *Mejoramiento Genético de Plantas*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 14 de Agosto de 2017, de <http://www.uneditorial.net/uflip/Mejoramiento-genetico-de-plantas/pubData/source/Mejoramiento-genetico-de-plantas.PDF>

11. ANEXOS

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



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

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : HECTOR LOPEZ (13117)
 Persona Responsable : HECTOR LOPEZ
 Finca : ()
 Localización :
 Referencia Cliente : MUESTRA UNICA
 Cultivo : GENERALES (87)

Número de orden : 105393
 Código de muestra : 18.03.05.08.02
 Fecha de ingreso : 05/03/2018
 Fecha del informe : 14/03/2018
 Asesor : RECEPCION AGRICOLA

| PARAMETROS DE SUELOS | RANGO ADECUADO |
|-------------------------------|-----------------|
| pH | 6.33 |
| Concentración de Sales (C.S.) | 0.15 dS/m |
| Materia Orgánica (M.O.) | 2.51 % |
| C.I.C.e | 10.0 meq/100 ml |
| Saturación K | 18.63 % |
| Saturación Ca | 65.23 % |
| Saturación Mg | 16.13 % |
| Saturación Al+H | 0.00 % |

| ELEMENTO | CONC. ppm (p/v) | NIVELES | | | RANGO ADECUADO ppm (p/v) | DOSIS Kg/Ha * |
|--------------|-----------------|------------------------------|----------|------|--------------------------|-----------------------------------|
| | | BAJO | ADECUADO | ALTO | | |
| Fósforo P | < 10.0 | XX | | | 30 - 75 | 140 P ₂ O ₅ |
| Potasio K | 724.1 | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | | | 150 - 300 | K ₂ O |
| Calcio Ca | 1300.0 | XXXXXXXXXXXX | | | 1000 - 2000 | |
| Magnesio Mg | 192.9 | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | | | 100 - 250 | |
| Azufre S | 5.6 | XXXXXX | | | 10 - 100 | 50 S |
| Cobre Cu | 2.5 | XXXXXXXXXXXX | | | 1 - 7 | |
| Hierro Fe | 64.4 | XXXXXXXXXXXX | | | 40 - 250 | |
| Manganeso Mn | 51.3 | XXXXXXXXXXXX | | | 10 - 250 | |
| Zinc Zn | 1.1 | XXXXXX | | | 2 - 25 | 2 Zn |
| Aluminio Al | < 8.0 | X | | | < 20% Sat Al | |

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

Revisado: 
 Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
 Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
 Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin

Figura 3. Informe de Análisis de suelo Cabricán Quetzaltenango 2018.

Tabla 42

Número de vainas por planta, de ocho genotipos de haba, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 15 | 11 | 12 | 17 | 54 | 14 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 11 | 12 | 15 | 15 | 52 | 13 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 12 | 14 | 10 | 13 | 49 | 12 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 11 | 13 | 12 | 13 | 49 | 12 |
| 5 | ICARDA EL201F | 12 | 12 | 16 | 15 | 56 | 14 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 11 | 13 | 15 | 11 | 50 | 12 |
| 7 | Nativa San Marcos | 10 | 12 | 13 | 13 | 49 | 12 |
| 8 | Nativa Cabricán | 13 | 12 | 16 | 14 | 55 | 14 |

Tabla 43

Número de semillas por vaina de ocho genotipos de haba, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 2 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| 5 | ICARDA EL201F | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| 7 | Nativa San Marcos | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| 8 | Nativa Cabricán | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |

Tabla 44

Peso de 100 semillas de ocho genotipos de haba en g, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|---------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 242 | 265 | 259 | 270 | 1036 | 259 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 255 | 254 | 259 | 269 | 1037 | 259 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 242 | 256 | 241 | 240 | 979 | 245 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 249 | 235 | 242 | 259 | 985 | 246 |
| 5 | ICARDA EL201F | 233 | 250 | 238 | 257 | 978 | 245 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 248 | 253 | 247 | 239 | 987 | 247 |
| 7 | Nativa San Marcos | 261 | 272 | 248 | 267 | 1048 | 262 |
| 8 | Nativa Cabricán | 180 | 190 | 190 | 189 | 749 | 187 |

Tabla 45

Rendimiento en grano seco de ocho genotipos de haba en kg/ha, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total, kg/ha | Media kg/ha |
|-----|---------------------------------|--------------|---------|---------|---------|-----------------|----------------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 1796.88 | 1414.93 | 1840.28 | 1796.88 | 6848.96 | 1712.24 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 1015.63 | 1692.71 | 2699.65 | 2213.54 | 7621.53 | 1905.38 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 1414.93 | 2361.11 | 1623.26 | 2248.26 | 7647.57 | 1911.89 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 1154.51 | 2213.54 | 1597.22 | 2161.46 | 7126.74 | 1781.68 |
| 5 | ICARDA EL201F | 1328.13 | 1649.31 | 1953.13 | 2300.35 | 7230.90 | 1807.73 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 998.26 | 2074.65 | 1970.49 | 954.86 | 5998.26 | 1499.57 |
| 7 | Nativa San Marcos | 1519.10 | 1736.11 | 2473.96 | 1866.32 | 7595.49 | 1898.87 |
| 8 | Nativa Cabricán | 1736.11 | 1814.24 | 1892.36 | 1848.96 | 7291.67 | 1822.92 |

Tabla 46

Altura de la planta de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 119 | 103 | 113 | 110 | 445 | 111 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 114 | 112 | 121 | 115 | 462 | 115 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 116 | 118 | 110 | 112 | 456 | 114 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 118 | 117 | 107 | 112 | 453 | 113 |
| 5 | ICARDA EL201F | 107 | 112 | 113 | 115 | 447 | 112 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 101 | 125 | 106 | 113 | 444 | 111 |
| 7 | Nativa San Marcos | 117 | 112 | 106 | 113 | 448 | 112 |
| 8 | Nativa Cabricán | 110 | 110 | 110 | 112 | 441 | 110 |

Tabla 47

Longitud de la vaina de ocho genotipos de haba en cm, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 12 | 12 | 12 | 12 | 47 | 12 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 13 | 12 | 12 | 12 | 47 | 12 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 13 | 13 | 13 | 13 | 50 | 13 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 13 | 12 | 12 | 12 | 47 | 12 |
| 5 | ICARDA EL201F | 13 | 12 | 12 | 13 | 48 | 12 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 13 | 12 | 13 | 12 | 49 | 12 |
| 7 | Nativa San Marcos | 11 | 11 | 12 | 12 | 44 | 11 |
| 8 | Nativa Cabricán | 9 | 9 | 9 | 9 | 34 | 9 |

Tabla 48

Tamaño de la semilla de ocho genotipos de haba en mm, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 28 | 28 | 27 | 28 | 111 | 28 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 26 | 28 | 26 | 28 | 109 | 27 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 27 | 29 | 27 | 29 | 112 | 28 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 27 | 27 | 27 | 27 | 109 | 27 |
| 5 | ICARDA EL201F | 29 | 29 | 28 | 28 | 114 | 28 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 28 | 28 | 28 | 29 | 113 | 28 |
| 7 | Nativa San Marcos | 28 | 28 | 28 | 28 | 113 | 28 |
| 8 | Nativa Cabricán | 22 | 23 | 24 | 22 | 91 | 23 |

Tabla 49

Días a inicio de corte, de ocho genotipos de haba, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Días |
|-----|------------------------------|------|
| 1 | San Antonio | 150 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 150 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 150 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 150 |
| 5 | ICARDA EL201F | 150 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 168 |
| 7 | Nativa San Marcos | 150 |
| 8 | Nativa Cabricán | 168 |

Tabla 50

Incidencia de pulgón negro, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 14 | 16 | 11 | 11 | 52 | 13 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 20 | 11 | 9 | 8 | 48 | 12 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 8 | 9 | 9 | 9 | 36 | 9 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 9 | 9 | 9 | 5 | 33 | 8 |
| 5 | ICARDA EL201F | 14 | 9 | 14 | 9 | 47 | 12 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 19 | 13 | 13 | 8 | 52 | 13 |
| 7 | Nativa San Marcos | 13 | 14 | 11 | 11 | 48 | 12 |
| 8 | Nativa Cabricán | 22 | 19 | 22 | 16 | 78 | 20 |

Tabla 51

Incidencia de Mancha chocolate, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 10 | 0 | 20 | 10 | 40 | 10 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 0 | 0 | 10 | 10 | 20 | 5 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 10 | 30 | 20 | 30 | 90 | 23 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 0 | 0 | 10 | 10 | 20 | 5 |
| 5 | ICARDA EL201F | 0 | 0 | 20 | 30 | 50 | 13 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 10 | 10 | 10 | 10 | 40 | 10 |
| 7 | Nativa San Marcos | 0 | 10 | 10 | 10 | 30 | 8 |
| 8 | Nativa Cabricán | 10 | 10 | 10 | 20 | 50 | 13 |

Tabla 52

Incidencia de Mancha concéntrica, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 20 | 0 | 10 | 10 | 40 | 10 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 0 | 0 | 10 | 0 | 10 | 3 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 0 | 0 | 10 | 0 | 10 | 3 |
| 5 | ICARDA EL201F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 0 | 10 | 0 | 10 | 20 | 5 |
| 7 | Nativa San Marcos | 10 | 0 | 10 | 0 | 20 | 5 |
| 8 | Nativa Cabricán | 10 | 20 | 30 | 20 | 80 | 20 |

Tabla 53

Incidencia de Roya, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 10 | 20 | 0 | 20 | 50 | 13 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 10 | 0 | 0 | 20 | 30 | 8 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 0 | 10 | 0 | 20 | 30 | 8 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 10 | 20 | 0 | 20 | 50 | 13 |
| 5 | ICARDA EL201F | 10 | 20 | 30 | 30 | 90 | 23 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 10 | 0 | 20 | 30 | 60 | 15 |
| 7 | Nativa San Marcos | 10 | 10 | 30 | 30 | 80 | 20 |
| 8 | Nativa Cabricán | 10 | 10 | 30 | 30 | 80 | 20 |

Tabla 54

Incidencia de Antracnosis, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 5 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 3 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | ICARDA EL201F | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 5 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Nativa San Marcos | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 5 |
| 8 | Nativa Cabricán | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 55

Severidad de Mancha chocolate, en plantas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 40 | 0 | 50 | 60 | 150 | 38 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 0 | 0 | 40 | 40 | 80 | 20 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 60 | 60 | 60 | 60 | 240 | 60 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 0 | 0 | 40 | 40 | 80 | 20 |
| 5 | ICARDA EL201F | 0 | 0 | 40 | 40 | 80 | 20 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 60 | 60 | 40 | 40 | 200 | 50 |
| 7 | Nativa San Marcos | 0 | 40 | 40 | 20 | 100 | 25 |
| 8 | Nativa Cabricán | 60 | 60 | 60 | 60 | 240 | 60 |

Tabla 56

Severidad de Roya, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 15 | 18 | 0 | 15 | 48 | 12 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 20 | 0 | 0 | 18 | 38 | 9 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 0 | 18 | 0 | 20 | 38 | 10 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 15 | 15 | 0 | 20 | 50 | 13 |
| 5 | ICARDA EL201F | 18 | 15 | 18 | 20 | 71 | 18 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 18 | 0 | 18 | 15 | 51 | 13 |
| 7 | Nativa San Marcos | 18 | 20 | 15 | 18 | 71 | 18 |
| 8 | Nativa Cabricán | 20 | 18 | 15 | 17 | 70 | 18 |

Tabla 57

Severidad de Antracnosis, en frutos de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 14 | 0 | 0 | 0 | 14 | 4 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 25 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 0 | 0 | 0 | 33 | 33 | 8 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | ICARDA EL201F | 0 | 0 | 0 | 36 | 36 | 9 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Nativa San Marcos | 0 | 0 | 0 | 25 | 25 | 6 |
| 8 | Nativa Cabricán | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 58

Severidad de Mancha concéntrica, en hojas de ocho genotipos de haba en %, Cabricán Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Repeticiones | | | | Total | Media |
|-----|------------------------------|--------------|----|-----|----|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | | |
| 1 | San Antonio | 25 | 0 | 30 | 20 | 75 | 19 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 0 | 0 | 20 | 0 | 20 | 5 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 0 | 0 | 20 | 0 | 20 | 5 |
| 5 | ICARDA EL201F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 0 | 30 | 0 | 20 | 50 | 13 |
| 7 | Nativa San Marcos | 30 | 0 | 20 | 0 | 50 | 13 |
| 8 | Nativa Cabricán | 20 | 20 | 53 | 20 | 113 | 28 |

Tabla 59

Medias de localidades X tratamientos, de rendimiento en grano seco Kg/ha de ocho genotipos de haba para la variable Estabilidad Genética en tres localidades de Quetzaltenango 2018

| No. | Tratamientos | Localidades | | | Media |
|-----|------------------------------|-------------|----------------|-----------------|-------|
| | | Cabricán | Labor Ovalle I | Labor Ovalle II | |
| 1 | San Antonio | 1712 | 810 | 3670 | 2064 |
| 2 | Santa María Mejorada (14v26) | 1905 | 690 | 2844 | 1813 |
| 3 | Santa María Mejorada (14v36) | 1912 | 480 | 3310 | 1901 |
| 4 | ICARDA ELV17 | 1782 | 870 | 3289 | 1980 |
| 5 | ICARDA EL201F | 1808 | 690 | 3176 | 1891 |
| 6 | Nativa San Carlos Sija | 1500 | 570 | 3160 | 1743 |
| 7 | Nativa San Marcos | 1899 | 670 | 3310 | 1960 |
| 8 | Testigo | 1823 | 290 | 2433 | 1515 |

Tabla 60

Costo de producción/ha, del Genotipo San Antonio Cabricán Quetzaltenango 2018

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
|--|------------------|----------|----------------|-------------|
| EGRESOS | | | | Q. 18034.77 |
| I. Costos variables | | | | Q. 15843.02 |
| 1. Insumos Agrícolas | | | | Q. 5196.02 |
| a. Semilla | | | | |
| San Antonio | Kg | 145.66 | Q. 22.00 | Q. 3204.58 |
| b. Fertilizante Químico | | | | |
| 20-20-0 | saco de 45.45 Kg | 6.87 | Q. 180.00 | Q. 1236.06 |
| 46-0-0 | saco de 45.45 Kg | 2.29 | Q. 180.00 | Q. 412.02 |
| c. Fungicida | | | | |
| Nativo 75 WG | Sobre 15 g | 22.89 | Q. 15.00 | Q. 343.35 |
| 2. Mano de obra | | | | Q. 10647.00 |
| a. Preparación del suelo | | | | |
| Arado | ha | 1 | Q. 1638.00 | Q. 1638.00 |
| b. Siembra | | | | |
| Siembra Manual y Fertilización | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| c. Control de Malezas | | | | |
| 1era. Limpia | Jornal | 12 | Q. 91.00 | Q. 1092.00 |
| 2da. Limpia | Jornal | 13 | Q. 91.00 | Q. 1183.00 |
| d. Aporque | | | | |
| Manual y fertilización | Jornal | 20 | Q. 91.00 | Q. 1820.00 |
| e. Fertilización | | | | |
| 3era. Fertilización | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| f. Control de Plagas y Enfermedades | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jornal | 4 | Q. 91.00 | Q. 364.00 |
| g. Cosecha | | | | |
| Un corte | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| h. Trillado | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| i. Ventilado y limpieza | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| j. Comercialización | | | | |
| Mercado Local | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| II. Costos Fijos | | | | Q. 2191.75 |
| 1. Análisis de suelo | Muestra | 1 | Q. 475.00 | Q. 475.00 |
| 2. Arrendamiento | ha | 1 | Q. 1716.75 | Q. 1716.75 |
| INGRESOS | Kg | 1712.24 | Q. 22.00 | Q. 37669.27 |
| Utilidad | | | | Q. 19634.50 |
| Relación B/C | | | | Q. 2.09 |

Tabla 61

Costo de producción/ha, del Genotipo Santa María Mejorada (14v26) Cabricán Quetzaltenango 2018

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
|--|------------------|----------|----------------|-------------|
| EGRESOS | | | | Q. 18034.77 |
| I. Costos variables | | | | Q. 15843.02 |
| 1.Insumos Agrícolas | | | | Q. 5196.02 |
| a. Semilla | | | | |
| Santa María Mejorada (14v26) | Kg | 145.66 | Q. 22.00 | Q. 3204.59 |
| b. Fertilizante Químico | | | | |
| 20-20-0 | saco de 45.45 Kg | 6.87 | Q. 180.00 | Q. 1236.06 |
| 46-0-0 | saco de 45.45 Kg | 2.29 | Q. 180.00 | Q. 412.02 |
| c. Fungicida | | | | |
| Nativo 75 WG | Sobre 15 g | 22.89 | Q. 15.00 | Q. 343.35 |
| 2. Mano de obra | | | | Q. 10647.00 |
| a. Preparación del suelo | | | | |
| Arado | ha | 1 | Q. 1638.00 | Q. 1638.00 |
| b. Siembra | | | | |
| Siembra Manual y Fertilización | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| c. Control de Malezas | | | | |
| 1era. Limpia | Jornal | 12 | Q. 91.00 | Q. 1092.00 |
| 2da. Limpia | Jornal | 13 | Q. 91.00 | Q. 1183.00 |
| d. Aporque | | | | |
| Manual y fertilización | Jornal | 20 | Q. 91.00 | Q. 1820.00 |
| e. Fertilización | | | | |
| 3era. Fertilización | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| f. Control de Plagas y Enfermedades | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jornal | 4 | Q. 91.00 | Q. 364.00 |
| g. Cosecha | | | | |
| Un corte | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| h. Trillado | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| i. Ventilado y limpieza | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| j. Comercialización | | | | |
| Mercado Local | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| II. Costos Fijos | | | | Q. 2191.75 |
| 1. Análisis de suelo | Muestra | 1 | Q. 475.00 | Q. 475.00 |
| 2. Arrendamiento | ha | 1 | Q. 1716.75 | Q. 1716.75 |
| INGRESOS | Kg | 1905.38 | Q. 22.00 | Q. 41918.40 |
| Utilidad | | | | Q. 23883.64 |
| Relación B/C | | | | Q. 2.32 |

Tabla 62

Costos de producción/ha, del genotipo Santa María Mejorada (14v36) Cabricán Quetzaltenango 2018

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
|--|------------------|----------|----------------|-------------|
| EGRESOS | | | | Q. 17805.88 |
| I. Costos variables | | | | Q. 15614.13 |
| 1.Insumos Agrícolas | | | | Q. 4967.13 |
| a. Semilla | | | | |
| Santa María Mejorada (14v36) | Kg | 135.26 | Q. 22.00 | Q. 2975.70 |
| b. Fertilizante Químico | | | | |
| 20-20-0 | saco de 45.45 Kg | 6.87 | Q. 180.00 | Q. 1236.06 |
| 46-0-0 | saco de 45.45 Kg | 2.29 | Q. 180.00 | Q. 412.02 |
| c. Fungicida | | | | |
| Nativo 75 WG | Sobre 15 g | 22.89 | Q. 15.00 | Q. 343.35 |
| 2. Mano de obra | | | | Q. 10647.00 |
| a. Preparación del suelo | | | | |
| Arado | ha | 1 | Q. 1638.00 | Q. 1638.00 |
| b. Siembra | | | | |
| Siembra Manual y Fertilización | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| c. Control de Malezas | | | | |
| 1era. Limpia | Jornal | 12 | Q. 91.00 | Q. 1092.00 |
| 2da. Limpia | Jornal | 13 | Q. 91.00 | Q. 1183.00 |
| d. Aporque | | | | |
| Manual y fertilización | Jornal | 20 | Q. 91.00 | Q. 1820.00 |
| e. Fertilización | | | | |
| 3era. Fertilización | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| f. Control de Plagas y Enfermedades | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jornal | 4 | Q. 91.00 | Q. 364.00 |
| g. Cosecha | | | | |
| Un corte | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| h. Trillado | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| i. Ventilado y limpieza | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| j. Comercialización | | | | |
| Mercado Local | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| II. Costos Fijos | | | | Q. 2191.75 |
| 1. Análisis de suelo | Muestra | 1 | Q. 475.00 | Q. 475.00 |
| 2. Arrendamiento | ha | 1 | Q. 1716.75 | Q. 1716.75 |
| INGRESOS | Kg | 1911.89 | Q. 22.00 | Q. 42061.63 |
| Utilidad | | | | Q. 24255.75 |
| Relación B/C | | | | Q. 2.36 |

Tabla 63

Costos de producción/ha, del genotipo ICARDA ELV17 Cabricán Quetzaltenango 2018

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
|--|------------------|----------|----------------|-------------|
| EGRESOS | | | | Q. 17805.88 |
| I. Costos variables | | | | Q. 15614.13 |
| 1. Insumos Agrícolas | | | | Q. 4967.13 |
| a. Semilla | | | | |
| ICARDA ELV17 | Kg | 135.26 | Q. 22.00 | Q. 2975.70 |
| b. Fertilizante Químico | | | | |
| 20-20-0 | saco de 45.45 Kg | 6.87 | Q. 180.00 | Q. 1236.06 |
| 46-0-0 | saco de 45.45 Kg | 2.29 | Q. 180.00 | Q. 412.02 |
| c. Fungicida | | | | |
| Nativo 75 WG | Sobre 15 g | 22.89 | Q. 15.00 | Q. 343.00 |
| 2. Mano de obra | | | | Q. 10647.00 |
| a. Preparación del suelo | | | | |
| Arado | ha | 1 | Q. 1638.00 | Q. 1638.00 |
| b. Siembra | | | | |
| Siembra Manual y Fertilización | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| c. Control de Malezas | | | | |
| 1era. Limpia | Jornal | 12 | Q. 91.00 | Q. 1092.00 |
| 2da. Limpia | Jornal | 13 | Q. 91.00 | Q. 1183.00 |
| d. Aporque | | | | |
| Manual y fertilización | Jornal | 20 | Q. 91.00 | Q. 1820.00 |
| e. Fertilización | | | | |
| 3era. Fertilización | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| f. Control de Plagas y Enfermedades | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jornal | 4 | Q. 91.00 | Q. 364.00 |
| g. Cosecha | | | | |
| Un corte | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| h. Trillado | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| i. Ventilado y limpieza | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| j. Comercialización | | | | |
| Mercado Local | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| II. Costos Fijos | | | | Q. 2191.75 |
| 1. Análisis de suelo | Muestra | 1 | Q. 475.00 | Q. 475.00 |
| 2. Arrendamiento | ha | 1 | Q. 1716.75 | Q. 1716.75 |
| INGRESOS | Kg | 1781.68 | Q. 22.00 | Q. 39197.05 |
| Utilidad | | | | Q. 21391.17 |
| Relación B/C | | | | Q. 2.20 |

Tabla 64

Costos de producción/ha, del genotipo ICARDA EL201F Cabricán Quetzaltenango 2018

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
|--|------------------|----------|----------------|-------------|
| EGRESOS | | | | Q. 17805.88 |
| I. Costos variables | | | | Q. 15614.13 |
| 1.Insumos Agrícolas | | | | Q. 4967.13 |
| a. Semilla | | | | |
| ICARDA EL201F | Kg | 135.26 | Q. 22.00 | Q. 2975.70 |
| b. Fertilizante Químico | | | | |
| 20-20-0 | saco de 45.45 Kg | 6.87 | Q. 180.00 | Q. 1236.06 |
| 46-0-0 | saco de 45.45 Kg | 2.29 | Q. 180.00 | Q. 412.02 |
| c. Fungicida | | | | |
| Nativo 75 WG | Sobre 15 g | 22.89 | Q. 15.00 | Q. 343.35 |
| 2. Mano de obra | | | | Q. 10647.00 |
| a. Preparación del suelo | | | | |
| Arado | ha | 1 | Q. 1638.00 | Q. 1638.00 |
| b. Siembra | | | | |
| Siembra Manual y Fertilización | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| c. Control de Malezas | | | | |
| 1era. Limpia | Jornal | 12 | Q. 91.00 | Q. 1092.00 |
| 2da. Limpia | Jornal | 13 | Q. 91.00 | Q. 1183.00 |
| d. Aporque | | | | |
| Manual y fertilización | Jornal | 20 | Q. 91.00 | Q. 1820.00 |
| e. Fertilización | | | | |
| 3era. Fertilización | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| f. Control de Plagas y Enfermedades | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jornal | 4 | Q. 91.00 | Q. 364.00 |
| g. Cosecha | | | | |
| Un corte | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| h. Trillado | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| i. Ventilado y limpieza | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| j. Comercialización | | | | |
| Mercado Local | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| II. Costos Fijos | | | | Q. 2191.75 |
| 1. Análisis de suelo | Muestra | 1 | Q. 475.00 | Q. 475.00 |
| 2. Arrendamiento | ha | 1 | Q. 1716.75 | Q. 1716.75 |
| INGRESOS | Kg | 1807.73 | Q. 22.00 | Q. 39769.97 |
| Utilidad | | | | Q. 21964.09 |
| Relación B/C | | | | Q. 2.23 |

Tabla 65

Costos de producción /ha del genotipo Nativa San Carlos Sija Cabricán Quetzaltenango 2018

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
|--|------------------|----------|----------------|-------------|
| EGRESOS | | | | Q. 17805.88 |
| I. Costos variables | | | | Q. 15614.13 |
| 1.Insumos Agrícolas | | | | Q. 4967.13 |
| a. Semilla | | | | |
| Nativa San Carlos Sija | Kg | 135.26 | Q. 22.00 | Q. 2975.70 |
| b. Fertilizante Químico | | | | |
| 20-20-0 | saco de 45.45 Kg | 6.87 | Q. 180.00 | Q. 1236.06 |
| 46-0-0 | saco de 45.45 Kg | 2.29 | Q. 180.00 | Q. 412.02 |
| c. Fungicida | | | | |
| Nativo 75 WG | Sobre 15 g | 22.89 | Q. 15.00 | Q. 343.35 |
| 2. Mano de obra | | | | Q. 10647.00 |
| a. Preparación del suelo | | | | |
| Arado | ha | 1 | Q. 1638.00 | Q. 1638.00 |
| b. Siembra | | | | |
| Siembra Manual y Fertilización | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| c. Control de Malezas | | | | |
| 1era. Limpia | Jornal | 12 | Q. 91.00 | Q. 1092.00 |
| 2da. Limpia | Jornal | 13 | Q. 91.00 | Q. 1183.00 |
| d. Aporque | | | | |
| Manual y fertilización | Jornal | 20 | Q. 91.00 | Q. 1820.00 |
| e. Fertilización | | | | |
| 3era. Fertilización | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| f. Control de Plagas y Enfermedades | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jornal | 4 | Q. 91.00 | Q. 364.00 |
| g. Cosecha | | | | |
| Un corte | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| h. Trillado | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| i. Ventilado y limpieza | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| j. Comercialización | | | | |
| Mercado Local | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| II. Costos Fijos | | | | Q. 2191.75 |
| 1. Análisis de suelo | Muestra | 1 | Q. 475.00 | Q. 475.00 |
| 2. Arrendamiento | ha | 1 | Q. 1716.75 | Q. 1716.75 |
| INGRESOS | Kg | 1499.57 | Q. 22.00 | Q. 32990.45 |
| Utilidad | | | | Q. 15184.57 |
| Relación B/C | | | | Q. 1.85 |

Tabla 66

Costos de producción/ha del genotipo Nativa San Marcos Cabricán Quetzaltenango 2018

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
|--|------------------|----------|----------------|-------------|
| EGRESOS | | | | Q. 18034.77 |
| I. Costos variables | | | | Q. 15843.02 |
| 1.Insumos Agrícolas | | | | Q. 5196.02 |
| a. Semilla | | | | |
| Nativa San Marcos | Kg | 145.66 | Q. 22.00 | Q. 3204.59 |
| b. Fertilizante Químico | | | | |
| 20-20-0 | saco de 45.45 Kg | 6.87 | Q. 180.00 | Q. 1236.06 |
| 46-0-0 | saco de 45.45 Kg | 2.29 | Q. 180.00 | Q. 412.02 |
| c. Fungicida | | | | |
| Nativo 75 WG | Sobre 15 g | 22.89 | Q. 15.00 | Q. 343.35 |
| 2. Mano de obra | | | | Q. 10647.00 |
| a. Preparación del suelo | | | | |
| Arado | ha | 1 | Q. 1638.00 | Q. 1638.00 |
| b. Siembra | | | | |
| Siembra Manual y Fertilización | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| c. Control de Malezas | | | | |
| 1era. Limpia | Jornal | 12 | Q. 91.00 | Q. 1092.00 |
| 2da. Limpia | Jornal | 13 | Q. 91.00 | Q. 1183.00 |
| d. Aporque | | | | |
| Manual y fertilización | Jornal | 20 | Q. 91.00 | Q. 1820.00 |
| e. Fertilización | | | | |
| 3era. Fertilización | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| f. Control de Plagas y Enfermedades | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jornal | 4 | Q. 91.00 | Q. 364.00 |
| g. Cosecha | | | | |
| Un corte | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| h. Trillado | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| i. Ventilado y limpieza | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| j. Comercialización | | | | |
| Mercado Local | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| II. Costos Fijos | | | | Q. 2191.75 |
| 1. Análisis de suelo | Muestra | 1 | Q. 475.00 | Q. 475.00 |
| 2. Arrendamiento | ha | 1 | Q. 1716.75 | Q. 1716.75 |
| INGRESOS | Kg | 1898.87 | Q. 22.00 | Q. 41775.17 |
| Utilidad | | | | Q. 23740.41 |
| Relación B/C | | | | Q. 2.32 |

Tabla 67

Costos de producción/ha del genotipo Testigo Cabricán Quetzaltenango 2018

| Concepto | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
|--|------------------|----------|----------------|-------------|
| EGRESOS | | | | Q. 17119.17 |
| I. Costos variables | | | | Q. 14927.42 |
| 1.Insumos Agrícolas | | | | Q. 4280.42 |
| a. Semilla | | | | |
| Testigo del Agricultor | Kg | 104.05 | Q. 22.00 | Q. 2288.99 |
| b. Fertilizante Químico | | | | |
| 20-20-0 | saco de 45.45 Kg | 6.87 | Q. 180.00 | Q. 1236.06 |
| 46-0-0 | saco de 45.45 Kg | 2.29 | Q. 180.00 | Q. 412.02 |
| c. Fungicida | | | | |
| Nativo 75 WG | Sobre 15 g | 22.89 | Q. 15.00 | Q. 343.35 |
| 2. Mano de obra | | | | Q. 10647.00 |
| a. Preparación del suelo | | | | |
| Arado | ha | 1 | Q. 1638.00 | Q. 1638.00 |
| b. Siembra | | | | |
| Siembra Manual y Fertilización | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| c. Control de Malezas | | | | |
| 1era. Limpia | Jornal | 12 | Q. 91.00 | Q. 1092.00 |
| 2da. Limpia | Jornal | 13 | Q. 91.00 | Q. 1183.00 |
| d. Aporque | | | | |
| Manual y fertilización | Jornal | 20 | Q. 91.00 | Q. 1820.00 |
| e. Fertilización | | | | |
| 3era Fertilización | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| f. Control de Plagas y Enfermedades | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jornal | 4 | Q. 91.00 | Q. 364.00 |
| g. Cosecha | | | | |
| Dos cortes | Jornal | 15 | Q. 91.00 | Q. 1365.00 |
| h. Trillado | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| i. Ventilado y limpieza | | | | |
| Manual | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| j. Comercialización | | | | |
| Mercado Local | Jornal | 5 | Q. 91.00 | Q. 455.00 |
| II. Costos Fijos | | | | Q. 2191.75 |
| 1. Análisis de suelo | Muestra | 1 | Q. 475.00 | Q. 475.00 |
| 2. Arrendamiento | ha | 1 | Q. 1716.75 | Q. 1716.75 |
| INGRESOS | Kg | 1822.92 | Q. 22.00 | Q. 40104.24 |
| Utilidad | | | | Q. 22985.07 |
| Relación B/C | | | | Q. 2.34 |

