

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMIA

“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 CHORTÍ, DEL DEPARTAMENTO
DE CHIQUIMULA, GUATEMALA”

TESIS

PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO

POR

OSCAR DELFINO DIAZ CARDONA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CHIQUIMULA, SEPTIEMBRE DE 2004

ÍNDICE GENERAL

CONTINIDO	PAG.
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	2
3. JUSTIFICACIÓN.	3
4. OBJETIVOS.	4
5. HIPÓTESIS.	4
6. MARCO TEÓRICO.	5
6.1 Clasificación botánica de <i>Vigna sesquipedalis</i> (L) Fruwirth.	5
6.2 Descripción del Género <i>Vigna</i> .	5
6.2.1 <i>Vigna sesquipedalis</i> (L) Fruwirth.	7
6.2.2 Morfología de la vaina en estado de ejote del frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth).	7
6.2.3 Consumo del ejote.	8
6.3 Características agronómicas del Género <i>Vigna</i>	8
6.3.1 Germinación.	8
6.3.2 Floración.	8
6.3.3 Número de vainas por planta.	9
6.3.4 Plagas y enfermedades.	9
6.3.5 Distanciamiento de siembra.	9
6.3.6 Uso de Fertilizantes.	10
6.3.7 Cosecha.	10
6.3.8 Rendimiento del Frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth).	11
6.4 Importancia del análisis de la estabilidad genética.	11
6.5 Análisis de efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas (AMMI).	14
6.5.1 Información requerida para AMMI.	15
7. MARCO REFERENCIA.	17
7.1 Características del área de estudio.	17
7.2 Estudios de estabilidad genética.	19
7.3 Estudios efectuados en el género <i>vigna</i> .	20
7.4 Características de los 9 genotipos de frijol rienda.	21

8. METODOLOGÍA.	24
8.1 Diseño experimental.	24
8.2 Análisis Combinado en Serie.	24
8.3 Tratamientos.	25
8.4 Variables de respuesta.	25
8.5 Manejo del experimento.	26
8.6 Análisis estadístico.	28
8.7 Técnicas utilizadas.	29
8.7.1 Recolección de datos.	29
8.7.2 Análisis de la información.	29
8.7.3 Prueba múltiple de medias.	29
8.7.4 Análisis de estabilidad.	30
8.7.5 Análisis de Correlación.	31
8.7.6 Instrumentos para recoger o medir las observaciones.	31
9. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	32
9.1 Rendimiento.	32
9.2 Interacción Genotipo x ambiente (GxA).	37
9.3 Identificación de los mejores genotipos, según el estudio de estabilidad genética en rendimiento.	38
9.4 Resumen de los mejores genotipos de frijol rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth), para la región que comprenden los municipios de Camotán, Olopa y Jocotán, del departamento de Chiquimula.	45
9.5 Número de vainas por planta.	46
9.6 Peso de 100 vainas, en kilogramos (en fresco).	50
9.7 Vainas por corte.	54
9.8 Correlación de las variables evaluadas.	57
10. CONCLUSIONES.	60
11. RECOMENDACIONES.	62
12. BIBLIOGRAFÍA.	63
13. ANEXOS.	67

Índice de cuadros.

No.		Pag.
1	Concentración en % y partes por millón de los macro y micronutrientes.	6
2	Demanda nutrimental o dosis de mantenimiento de los nutrientes para frijol rienda en kg/ha.	10
3	Rendimiento en ejote y número de corte en 16 cultivares de frijol rienda.	21
4	Listado, nomenclatura y lugar de procedencia de los 9 genotipos de frijol rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i>) utilizados en la investigación.	22
5	Información general de la caracterización realizada a 9 genotipos de ejote rienda.	22
6	Medias de rendimiento (kg/ha) en el cultivo de frijol rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth), por localidades.	32
7	Andeva para la variable rendimiento, por localidades.	34
8	Prueba de medias Tukey, para la variable rendimiento.	34
9	Análisis de varianza combinado, del rendimiento (kg/ha), en cinco localidades.	37
10	Prueba de media de Tukey, para en análisis combinado del rendimiento (kg/ha).	37
11	Análisis AMMI, para la variable rendimiento en frijol rienda.	38
12	Puntuaciones AMMI para el componente PCA1, por tratamiento (genotipos) y localidades (ambientes).	40
13	Resumen de los mejores genotipos de frijol rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth), para la región que comprenden los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa, Chiquimula, Guatemala.	45
14	Número de vainas por planta, en el cultivo de frijol rienda por localidades.	46
15	Andeva para la variable número de vainas por planta, por localidades.	48
16	Prueba de medias de Tukey, para la variable número de vainas por planta, por localidades.	48
17	Peso de 100 vainas, en kilogramos (en fresco) en el cultivo de frijol rienda, por localidades.	50
18	Andeva para la variable peso de 100 vainas, por localidades.	52
19	Prueba de medias de Tukey, para la variable peso de 100 vainas (en kilogramos).	52
20	Vainas por corte en el cultivo de frijol rienda, por localidades.	54
21	Andeva para la variable vainas por corte, por localidades.	55

22	Prueba de medias de Tukey, para la variable número de vainas por corte.	56
23	Coeficiente de correlación lineal (r), entre el rendimiento y la variables evaluadas.	58
24	Resumen de los valores más altos reportados por variable de respuesta y localidad.	59
25	Número de vainas por planta en cinco localidades ubicadas en el departamento de Chiquimula.	68
26	Peso de 100 vainas, en cinco localidades ubicadas en el departamento de Chiquimula.	69
27	Número de corte en cinco localidades ubicadas en el departamento de Chiquimula.	70
28	Vainas por corte en cinco localidades ubicadas en el departamento de Chiquimula.	71
29	Rendimiento en cinco localidades ubicadas en el departamento de Chiquimula.	72
30	Días a floración en cinco localidades ubicadas en el departamento de Chiquimula.	73
31	Andeva para la variable días a floración, por localidades.	74
32	Prueba de medias Tukey, para la variable días a floración, por localidades.	74
33	Altura (expresada en metros) en cinco localidades ubicadas en el departamento de Chiquimula.	75
34	Andeva para altura de planta, por localidades.	76
35	Prueba de medias Tukey, para la variable altura de planta, por localidades.	76
36	Resultados de los análisis de las propiedades físicas y químicas de los suelos de las cinco parcelas evaluadas.	76
37	Resultados de los análisis de Macro y Micronutrientes de la parcela ubicada en la aldea El Matazano, Jocotán, Chiquimula.	76
38	Resultados de los análisis de Macro y Micronutrientes de la parcela ubicada en la aldea Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula.	77
39	Resultados de los análisis de Macro y Micronutrientes de la parcela ubicada en la aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula.	77
40	Resultados de los análisis de Macro y Micronutrientes de la parcela ubicada en Camotán, Chiquimula.	77
41	Resultados de los análisis de Macro y Micronutrientes de la parcela ubicada en la aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.	78

Índice de figuras.

No.		Pag.
1	Dimensiones de la unidad experimental.	28
2	Medias de rendimiento (Kg/Ha) y puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1) de los 10 genotipos, evaluados.	41
3	Medias de rendimiento (Kg/Ha) y puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1) por localidades evaluadas (ambientes).	43
4	Dimensiones generales del ensayo a nivel de campo.	78
5	Distribución de tratamientos en la localidad 1(Encuentro Guara quiche).	79
6	Distribución de tratamientos en la localidad 2 (La Libertad, Camotán).	79
7	Distribución de tratamientos en la localidad 3 (Camotán, Camotán).	80
8	Distribución de tratamientos en la localidad 4 (El Matasano, Jocotán).	80
9	Distribución de tratamientos en la localidad 5 (Laguna de Cayur, Olopa).	81

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal, determinar la estabilidad genética de nueve genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) en cinco localidades de la región Chortí del departamento de Chiquimula. Fueron nueve los genotipos de frijol rienda estudiados, los cuales desde el año 1997, fueron colectados y han sido evaluados (en condiciones de la zona Sur occidental de Guatemala), por el Centro Universitario del Sur occidente, CUNSUROC.

Los objetivos específicos que tuvo esta investigación fueron: La evaluación de nueve genotipos de frijol rienda, en la región en donde se ubican los municipios de Camotán, Olopa, y Jocotán, la identificación de los mejores genotipos, según el estudio de estabilidad genética en rendimiento. La metodología de análisis empleada fue a través del modelo de **Análisis de efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas (AMMI)**.

Los resultados más relevantes de esta investigación fueron: el genotipo QC-06, reportó el mayor número de vainas por planta (con 85), así como el peso de 100 vainas más alto, con 0.853 kilogramos. En el genotipo M-048, se reportó el mayor número de cortes de vainas, con ocho cortes, además del mayor número de vainas por corte con 52 vainas.

En relación al rendimiento, el genotipo QC-06 (establecido en la aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán), reportó el valor más alto con 3551.80 kilogramos por hectárea.

El genotipo M-053, fue el que presentó la mayor estabilidad genotípica del rendimiento (en Kg/Ha), con una puntuación de -1.637 .

En relación a la combinación ideal de estabilidad y rendimiento, el mejor genotipo fue el M-048, en el cual se reportó un rendimiento 2621.47 Kg/Ha y una puntuación AMMI de estabilidad de 2.110.

En cuanto a las localidades las ubicadas en las aldeas Encuentro Guara quiche, El Matasano y La Libertad, fueron las que más contribuyeron en relación a la interacción del genotipo x ambiente, al reportar puntuaciones AMMI de 36.76, – 13.76 y –11.71 respectivamente.

Por último, de acuerdo al análisis de estabilidad tomando como base al rendimiento, se resumen como los mejores genotipos en la zona que comprenden los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa, Chiquimula Guatemala, los siguientes genotipos de Frijol Vigna: M-048, (puntuación AMMI de 2.11 y rendimiento de 2621.47 Kg/Ha.), QC-110, (puntuación AMMI de 3.807 y rendimiento de 2008.33 Kg/Ha) y M-073, (con puntuación AMMI de -11.95 y rendimiento de 1993.20 Kg/Ha).

1. INTRODUCCIÓN

La especie de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) conocida comúnmente como frijol ejotero rienda, constituye una fuente de alimento en su estado de ejote, principalmente en comunidades de la región Suroccidental de Guatemala. La Dirección General de Investigación de la USAC-DIGI, conjuntamente con el Centro Universitario de Sur Occidente (CUNSUROC), vienen desde 1997 investigando frijoles de la región Suroccidental. Producto de la recolección y luego de la selección (para el año 2002) se tienen nueve materiales genéticos de frijol rienda, los cuales reportan en promedio un rendimiento de 6,500 kilogramos de ejote por hectárea, presentando además resistencia genética al Virus Mosaico Dorado (V.M.D), el cual ataca severamente al frijol común. Es probable que estos materiales puedan adaptarse a las áreas de los municipios de Chiquimula, principalmente en la región Chortí que presentan problemas de alimentación.

Con la presente investigación se evaluó la estabilidad genética de estos nueve materiales en rendimiento en ejote de frijol rienda en 3 municipios de la región Chortí, en el departamento de Chiquimula, Guatemala.

La investigación se estableció en 5 localidades distribuidas en los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa, que representaron ambientes contrastantes de la región. La evaluación se realizó en la temporada de lluvias en el área, de junio a septiembre. Se establecieron ensayos, utilizando un diseño estadístico en Bloques al azar con tres repeticiones.

Esta evaluación permitió determinar el comportamiento de los nueve genotipos en los distintos ambientes y cuantificar su potencial de rendimiento, determinando los genotipos que presentaron las mejores características de estabilidad y rendimiento, dentro de la región Chortí.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La dirección general de investigación del Centro Universitario de Sur Occidente (DIGI –CUNSUROC – USAC), a través del Proyecto Frijol, a partir del año 1997, ha venido seleccionando distintos genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), llegando finalmente a obtener nueve genotipos, los cuales fueron recolectados en la región Sur Occidental de Guatemala; sin embargo, aún no se conoce la estabilidad genética del rendimiento en ejote de éstos genotipos, por lo que no se sabe si los mismos ofrecerán los rendimientos observados en sus lugares de origen. Por lo anterior se corre el riesgo de que los materiales no sean los más adecuados para los distintos ambientes de la región Chortí.

3. JUSTIFICACION

Actualmente, en la zona que comprende tres municipios (Jocotán, Camotán y Olopa) de la región Chortí, no existe información que permita conocer la respuesta genético ambiental de 9 genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), provenientes del programa Frijol – CUNSUROC – USAC.

Con el propósito de generar alternativas de producción que contribuya a ofrecer semillas mejoradas de frijol rienda, para su consumo en ejote, que por sus propiedades alimenticias, pueda ser en esta zona una buena oportunidad para los agricultores y que además de alimento les ofrezca la opción de vender parte de los excedentes.

Esta evaluación, pretende a través de un estudio de estabilidad genética en rendimiento en ejote de frijol rienda, determinar los mejores genotipos para esta zona y así recomendar la mejor alternativa de producción

La evaluación de materiales genéticos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), de rendimiento estable, para el área donde se ubican los municipios de Camotán, Olopa, y Jocotán en el departamento de Chiquimula, Guatemala; solamente, es una pequeña muestra de la labor de extensión que la Universidad de San Carlos de Guatemala realiza. La USAC se inserta en la producción de materiales genéticos mejorados, que ayudan al difícil proceso de consolidación de la seguridad alimentaria en la zona de la región Oriental de Guatemala.

4. Objetivos.

4.1 General

Generar información sobre la adaptación del frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L Fruwirth) en tres municipios de la región Chortí, con el propósito de ofrecer alternativas de producción que permitan mejorar la producción de ejote en la zona.

4.2 Específicos.

- Evaluar la estabilidad genética en rendimiento en ejote de nueve genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L Fruwirth) en tres municipios de la región Chortí, del departamento de Chiquimula, Guatemala.
- Identificar los mejores genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) basado en un estudio de estabilidad genética.
- Analizar los componentes primarios del rendimiento de los genotipos evaluados.

1. Hipótesis

- Ho Todos los materiales de Frijol de Rienda, presentarán igual estabilidad genética en rendimiento, en la región que comprenden los Municipios de Camotán, Olopa, y Jocotán, en el Departamento de Chiquimula.
- Ha Por lo menos un material de Frijol de Rienda presentará mayor estabilidad genética, en la región que comprenden los Municipios de Camotán, Olopa, y Jocotán, en el Departamento de Chiquimula.

2. MARCO TEÓRICO

6.1 Clasificación botánica de *Vigna sesquipedalis* (L) Fruwirth

Según Cronquist (1982), señala que la clasificación botánica de esta leguminosa perteneciente al género *Vigna*, es la que se presenta a continuación:

Reino-----Plantae
Subreino-----Embryobionta
División-----Magnoliophyta
Clase----- Magnoliopsida
Subclase..... Rosidae
Orden- ----- Fabales
Familia----- Fabaceae
Género----- *Vigna*
Especie----- *sesquipedalis* (L) Fruwirth

6.2 Descripción del Género *Vigna*

Según Standley (1978), las plantas del género *Vigna*, se presentan como una hierba ascendente y erecta, hojas pinnadas trifoliadas, estipuladas, sésiles y algunas veces produce del punto de inserción, flores generalmente amarillas, el pedúnculo es axilar elongado, las flores son cortas, algunas veces unbiliformes y racimosas al ápice, bractéolas cortas, posee arriba dos cálices tiene dientes distintos, estambres oblicuos con inflexión basal o articular. Las alas ovadas con escaso y corto estandarte. Alas encorvadas o poseen una protuberancia corta y encorvada, estambre libre y vexilar, los otros son conados, las anteras son uniformes; ovario sésil a veces ovalados, estilo filiforme, estigma oblicuo legumen linear posee dos valvas interrumpidas, detrás de la semilla, semillas reniformes o subcuadradas, hilum natural corto.

Estipulas producidas en la base de los puntos de inserción, semillas elongadas reniformes de 8 a 12 mm., legumen de 30 a 60 cm. algunas veces ancho, liso y pálido antes de madurar. Posee estipulas estriadas, verdes, conspicuas producidas en la base, hojas largas, hojas rómbicas ovadas, 7-13 cm. de largo, obtusos o agudos de 3 nervaduras, glabros, pedúnculos largos usualmente hojas cortas, las flores con sus ápices, legumbres un poco comprimido, de 1 cm. Las semillas de las plantas de Guatemala son cafés oscuros o cafés ladrillos.

Alrededor de 40 especies conforman el género, se encuentran en los trópicos de ambos hemisferios, encontrándose en Centroamérica, algunas de ellas en su forma adaptada.

Desde los estudios explicativos iniciados por Otzoy et. al (1997) en la región Sur Occidental sobre colecta de frijoles se observó que en este tipo de frijol anatómica y morfológicamente parecido al frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) no era atacado por el virus Mosaico Dorado (V.M.D.) u otro tipo de virus que afectan severamente a *Phaseolus vulgaris*.

Agronómicamente este género tiene la oportunidad de emitir flores, no sólo una vez sino varias veces, es decir que en la formación del ejote se realiza durante todo el ciclo vegetativo de la planta, teniendo una media de 30 cortes; con una producción que puede llegar a 7,773 kilogramos por hectárea por ejote; o sea 17,100 libras por hectárea. El precio de la libra puede variar entre Q.2.20 a Q.6.60. Se puede cosechar a los 65 días de sembrado. A Juicio del Dr. Bressani, en algunos países asiáticos, se comen las hojas como alternativa alimenticia. A continuación se muestran los contenidos bromatológicos de ejote y hoja.

Cuadro 1. Concentración en % y partes por millón de los macro y micronutrientes del ejote y la hoja del cultivo de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth).

	Porcentaje					PPM			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Ejote	3.51	0.43	2.0	0.69	0.35	10	55	100	45
Hoja	5.28	0.470	3.06	2.63	0.46	10	45	210	100

Fuente: Rodas, (2001)

6.2.4 *Vigna sesquipedalis* (L) Fruwirth

Según Standley (1978) es nativa del sur-este de Asia, cultivado para comerse la semilla y sus partes verdes, plantada ocasionalmente en las partes altas de Guatemala a una altura de 1,000 metros más o menos, y a veces es buscada para mezclarlas con otras especies. Se cultiva en Jutiapa y San Marcos.

Se dice que es una planta forrajera, buena para el ganado y muy productora, cuando crece presenta cierta similitud a *Phaseolus vulgaris*, siendo las vainas largas las que lo diferencian a ésta especie.

Ésta especie es comúnmente conocida como Frijol “Rienda” y “Tripa de Gallina”, posee un hábito de crecimiento indeterminado trepador. Según López (1999), indica que *Vigna sesquipedalis* es una especie que se adapta bien a las altitudes bajas y altas, soportando los cambios de temperatura y humedad.

6.2.2 Morfología de la vaina en estado de ejote del frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)

- Ejote:

Según Moreno (1984), el ejote es un tipo de vaina o legumbre. Fruto simple, dehiscente, derivado de un solo cárpelo que se abre a lo largo de las dos suturas, característico de la familia *fabacea*.

- Vaina:

Estructura tubular en la base foliar o del pecíolo que rodea al tallo parcial o completamente, según Moreno (1984).

Concluyendo que los ejotes, se pueden denominar como una vaina verde, legumbre u hortaliza en fresco, con sus propias características organolépticas que las hacen tan apetecibles para el consumo humano, (Moreno 1984).

6.2.3. Consumo del ejote:

De León et. al. (1997), menciona que si bien el frijol se consume en su mayoría en grano, también se acostumbra aprovechar en ejote para ensaladas y diversos platíes. El grano del frijol, es utilizado en distintas formas conocidas para su consumo, como: frijol volteado, frijol parado, frijol colorado, entre otras; además, lo combinan con maíz para dar como producto el tamal, conocido como “chepe”.

Continúa De León et. al. (1997), reporta que el *Vigna* es un frijol potencial para fomentar la producción, procesamiento y consumo, ya que su vaina es grande (hasta 115 cm de longitud al madurar), de buen rendimiento para corte de vaina tierna (hasta tres cortes por cosecha), con ausencia de hebra la cual molesta a la hora de consumo en ejote; además presenta resistencia a plagas y enfermedades.

6.3 Características agronómicas del Género *Vigna*

6.3.1 Germinación

El género *Vigna sp.* Inicia su germinación entre el tercer y cuarto día de siembra, de crecimiento más rápido que otros géneros tales como: *Phaseolus vulgaris* L.; *Phaseolus calcaratus* Roxb, *Phaseolus lunatus* L.

Con respecto a la germinación Chojolán (1999), reporta que la semilla de la cosecha 1998, presentó una germinación del 100%, y la semilla de cosecha de 1997, perdió su poder germinativo hasta en un 80%, es decir, que la germinación pierde su poder germinativo año tras año.

6.3.2 Floración

La floración de los *Vigna*, según Chojolán (1999) se inicia a partir de los 37 días, luego de germinada la planta, y se prolonga por un tiempo de dos meses. Del lugar de donde se cortó la vaina emerge un nuevo brote vegetativo que da origen a una nueva flor para formar nuevas vainas. Además menciona que las flores pueden ser blancas o amarillas.

6.3.3 Número de vainas por planta

Según López (1999), en las especies del género *Vigna*, la especie *Vigna unguiculata* (L) Walp es la más productora con un promedio de 81 vainas por planta, no así la especie de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) que puede presentar un promedio de 67 vainas por planta, sin embargo; el rendimiento es compensado con el peso de cada vaina que es mayor por tratarse de vainas mucho más largas.

Según González (1998), para la región de Suchitepéquez, en los cultivares recolectados en éste departamento, el número de vainas por planta oscila entre 14 a 126 siendo la media de 50.3 vainas por planta.

6.3.4 Plagas y enfermedades

Según González (1998), en Suchitepéquez, los agricultores indicaron que tenían problemas con zompopo y hormigas (*Atta sp.*, *Myrmex sp.*), figura 2, babosas (*Limax flavus* L.). No reportan tener ataque de enfermedades, pues manifestaron que no conocían que tipo de enfermedades atacan a estos cultivares.

De acuerdo con López (1999), en el frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) se presentan plagas de follaje (Masticadoras) como gusano peludo (*Estigmene* sp.) tortuguillas (*Diabrotica* sp.), Gusano minador (*Agromyza* sp.) del follaje (chupadoras) se pueden observar Chinche (*Loxa* sp.) y ácaros (*Tetranychus* sp.).

España (1997), menciona que el género *Vigna* presenta mayor tolerancia al Virus de Mosaico Dorado del Frijol (VMD) y otros tipos de enfermedades fungosas en condiciones de infestación natural, reportando a su vez altos rendimientos.

6.3.5 Distanciamiento de siembra

Según González (1998), en Suchitepéquez no se reportan distanciamientos de siembra en el cultivo ejotero Rienda. Según López (1999), en la zona costera de San Marcos, de los agricultores entrevistados, el 40% mencionó que no cuentan con un distanciamiento definido, mientras que el restante 60.5% reportó los siguientes distanciamiento: de 1 mts. x 1 mts., 0.5 mts.x 0.75 mts, 0.75 mts. x 1 mts.

6.3.6 Uso de Fertilizantes

Según López (1999), en la zona costera de San Marcos, la información indica que no se efectúan fertilizaciones en los cultivares de frijol; puesto que el 100% de agricultores no realiza fertilizaciones debido a quizá al alto costo de los insumos y a la poca área de siembra con que cuentan.

Según Otzoy et. al. (2000), en el experimento para determinar un plan de fertilización para el cultivo de frijol, se determinó que el plan que dió mejores resultados fue en el que aplicaron 5 qq/Mz de 20 – 20 – 0 a los 15 días después de la germinación, 5 qq/Mz de 15 – 15 – 15 a los 45 días después de la germinación y 1.5 Lt/Mz de fertilizante foliar a los 60 días después de la germinación, produciendo 15.27 qq/Mz de producto cosechado.

Castillo (2002), menciona una demanda nutrimental para *Vigna sesquipedalis* (L) Fruwirth que se presenta en cuadro 2, la cual recomienda usarla como dosis o necesidad de nutrientes.

Cuadro 2. Demanda nutrimental o dosis de mantenimiento de los nutrientes para frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), en kg/ha.

NUTRIENTE	DEMANDA NUTRIMENTAL
Nitrógeno	70.89
Fósforo	8.56
Potasio	66.43
Calcio	13.40
Magnesio	7.26

Fuente: Castillo, (2002)

6.3.7 Cosecha

Según Villeda (1994), para un correcto manejo de las faenas de cosecha se deben conocer las características de las vainas que influyen directa o indirectamente en la conservación y comercialización del producto.

El ejote Rienda estará listo para el corte cuando presente sus características de madures fisiológica y de tamaño óptimos para el consumo humano.

Para Villeda (1994), la calidad de un ejote en fresco es de suma importancia debido a que le da el valor como producto alimenticio, para consumo humano, y por lo tanto, debe observarse ciertas características entre ellas tenemos las siguientes: Forma: Alargado y cilíndrico, color de vaina: verde claro, dependiendo de los cultivares usados, vainas limpias y bien formadas, las semillas de las vainas no deben sobresalir notoriamente de la superficie, porque esto denotaría un sabor astringente y semillas duras, vainas frescas y lozanas, vainas libres de daños de plagas.

Los ejotes no deben de tener ninguna mancha, ya sea producida por insectos, enfermedades, raspaduras de la planta, o daños físicos, al ser cosechados y como se mencionó en el periodo óptimo de corte de consistencia del ejote debe ser carnosa, tierna, jugosa, y no debe tener fibra (Villeda 1994).

6.3.8 Rendimiento del Frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)

Según Rodas (2001), los materiales de frijol de rienda que han sido estudiados en el proyecto DIGI-CONSUROC, durante más de tres años, reportan producciones en ejote (no en semilla) que pueden superar a los 6,000 kilogramos por hectárea.

6.4 Importancia del análisis de la estabilidad genética

Según Valenzuela, J. (1985), citando a Márquez, desde el punto de vista lógico y convencional, algo estable es aquello que no cambia a través del tiempo y del espacio, pero que no obstante, según Eberhart y Russell, una variedad estable responde exactamente a las fluctuaciones ambientales y no interacciona con el ambiente.

Según Salguero, V. (1977), es importante en trabajos de fitomejoramiento conocer la influencia que ejerce el medio ambiente en el comportamiento de variaciones seleccionadas y mejoradas para determinar la estabilidad y adaptabilidad ecológica.

Camacho, citado por Salguero, V. (1977), menciona que la contribución del ambiente es la expresión fenotípica de un carácter, es un factor que requiere cuidadosa atención de parte del investigador dedicado al mejoramiento de plantas cultivadas, pues cuando la contribución ambiental representa una proporción considerable del valor fenotípico, el efecto de la selección se reduce y el progreso del mejoramiento resulta lento; bajo esta circunstancia,

individuos que exhiben características promisorias en determinado ambiente, pueden resultar inadecuadas en un ambiente diferente.

Córdoba, citado por Salguero, V. (1977), considera que si el medio ambiente ejerciera sólo un poco influencia sobre el comportamiento de todas las variedades evaluadas, no sería necesario conducir experimentos en varias localidades o años, un solo ambiente proveería la información adecuada del rango de adaptación de dichas variedades. Las pruebas del comportamiento cuando se analizan de la manera convencional, ofrecen la información sobre la interacción genotipo- ambiente, pero no dan una medida de la estabilidad de las variedades evaluadas.

Según Casanove, F., et al (s.f.), debido a la influencia de los factores ambientales sobre el rendimiento, los genotipos deben ser probados y comparados en diferentes ambientes usando alguna de las siguientes alternativas: 1) evaluación en número de sitios diferentes, representativos de las condiciones ambientales de las áreas de difusión de los cultivos bajo la prueba; 2) Evaluación en un mismo sitio durante varios años; 3) Evaluación en una combinación de las formas anteriores; y 4) Evaluación de alguna otra manera que permita comparar los cultivares bajo ambientes diferentes.

Eskridge y Johnson, citados por Casanove, F., et al (s.f.), mencionan que cuando la interacción genotipo ambiente es significativa, se ve reducida la utilidad de los promedios de los genotipos sobre todos los ambientes para la selección de los mismos. En esas situaciones es importante el estudio de la interacción genotipo – ambiente (G x A). Una importante consideración en muchos programas de mejoramiento vegetal, es la selección de cultivares que se comportan bien en un amplio rango de ambientes. Sin embargo, la selección de cultivares con adaptación amplia es difícil, dado que la respuesta fenotípica a cambios en el ambiente, usualmente difiere entre cultivares.

De acuerdo a lo anteriormente citado, se puede decir que el medio ambiente tiene influencia en la expresión fenotípica, por lo que se hace necesario conocer esta influencia, ya que si resulta significativa al ser evaluados los genotipos en distintos ambientes, la utilidad del promedio obtenido a través de todos los ambientes se ve reducido, debido a que no se conoce la estabilidad de los materiales evaluados. Por lo que en programas de mejoramiento vegetal es importante la selección de cultivares cuya interacción con el medio ambiente sea mínima o sea aquellos materiales que sean mas estables. De ésta manera se estará asegurando que el material seleccionado responderá de igual manera en distintos ambientes.

Carballo y Márquez, citados por Meléndez, J, (1987), mencionan que la interacción genotipo – medio ambiente es una fuente de variación investigada con el objetivo de idear metodologías de prueba, análisis y selección que permitan identificar poblaciones que debido a una menor interacción con el medio ambiente tengan mayor amplitud de adaptación o, en todo caso para delimitar áreas geográficamente en la cuales la adaptabilidad de determinadas variedades sea mayor.

6.5 Análisis de efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas (AMMI).

Crossa, et al, citados por Peña, A. (1,997), desarrollaron una metodología de análisis para determinar la estabilidad, primero es necesario efectuar un análisis de Regresión Lineal Simple, de Finlay – Wilkinson, se obtienen las medidas de rendimiento de los cultivares en los ambientes evaluados, los que se ordenan en orden descendente.

Auxiliado por un análisis de componentes principales (ACP), se genera un valor para cada genotipo en sus diferentes ambientes evaluados. Los valores anteriores son graficados en un eje de coordenadas cartesianas, siendo “Y” el valor de los ACP para los genotipos y en el eje “X” las medias de los rendimientos, y los mejores genotipos serán los que tengan mayor media que la media general y que estén cerca del valor “0” del valor de ACP.

Gómez, M. (1,996), citando a Gauch, H., et al, menciona que el modelo AMMI combina el típico análisis de Varianza (ANDEVA) para los efectos de la sumatoria de medias con el análisis de componentes principales (ACP) para dar una estructura multiplicativa con la interacción (que es como el residual del ANDEVA). AMMI es efectivo para:

- Entender la interacción genotipo con el ambiente.
- Aumentar la probabilidad de estimaciones en el rendimiento.
- Aumentar la probabilidad de éxito en genotipos con las más altas producciones.
- Aumentar la flexibilidad y eficiencia del diseño experimental.

Estas ventajas implican avances más grandes en selección, en Investigaciones de mejoramiento y recomendaciones más puntuales en investigaciones agronómicas. AMMI es ordinariamente un método estadístico utilizable cuando son importantes el efecto principal y la interacción.

Crossa, et al, citados por Peña, A. (1,997), menciona que los rendimientos en ensayos frecuentemente tienen efecto principal significativo y significativa interacción genotipo / ambiente (GE). La interacción complica a los agrónomos o fitomejoradores porque los rendimientos son poco predecibles en base a un simple efecto del genotipo principal y ambiente a otro. Los tradicionales análisis estadísticos son frecuentemente insatisfactorios en el manejo de resultados. El uso efectivo de los resultados de interacción pueden proporcionar importante información acerca del estudio que se está efectuando y puede aumentar la probabilidad de las estimaciones de los rendimientos.

Fuentes, M., y Quemé, W. (1,999), citando a Aguiluz, indican que AMMI, combina análisis de varianza (ANDEVA) y análisis de componentes principales (ACP) en una forma integrada. El modelo AMMI estima los factores aditivos de genotipo (G) y ambiente (A) usando ANDEVA y la interacción genotipo – ambiente (GxA) a través de ACP. Además el modelo AMMI basado en dos repeticiones es tan preciso en predicción como la media de tratamiento estimada en 8.61 repeticiones. El modelo AMMI, por facilitar el entendimiento de la interacción genotipo-ambiente y confiabilidad de la recomendación que genera, ha sido adoptado su uso en los últimos informes para evaluar la estabilidad de los híbridos de maíz del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA).

6.5.1 Información requerida para AMMI.

De acuerdo a Crossa, et al, citados por Peña, A. (1,997), para que el AMMI pueda aplicarse debe reunirse la siguiente información:

Los datos deben organizarse en una tabla de dos vías, como por ejemplo genotipos y localidades o tratamientos y localidades o más generalmente hileras y columnas, nunca en tablas de una entrada o de tres entradas. La parte del ANDEVA de AMMI es flexible, pero la parte del análisis de componentes principales, requiere una estructura de dos entradas. Sin embargo una tabla de tres entrada como localidades, genotipo y tiempo puede aprovecharse eficientemente como uno o más problemas de dos entradas (combinado por ejemplo localidades y tiempo para formar ambientes). Para propósito de modelo, el ensayo puede repetirse o no, pero si el error del cuadrado medio y la prueba de F se desconocen, entonces se necesitan repeticiones. Un eficiente uso del modelo AMMI puede tolerar trabajar con datos faltantes.

La información debe ser de un tipo, por ejemplo rendimiento, no se permite que una matriz de datos aparezca, en una misma hilera, diferentes datos y unidades, como concentración de nutrientes en el suelo, humedad y temperatura. Una mezcla provocará que las columnas en el modelo no tengan una media principal. También datos con rangos muy amplios en la hilera, típicamente encontrados como datos, crearán hileras con tan pequeña varianza, que serán prácticamente ignoradas en el análisis. También los datos deben ser de tipo cuantitativo, no datos abstractos asumidos y tampoco información cualitativa o categórica (por ejemplo, colores o nacionalidades). Una escala pequeña, por ejemplo, de cero a cinco para incrementar los niveles de daño de insectos, es aceptable cuando, incrementar los valores significa incrementar niveles de una sola cosa, en contraste con códigos de diferentes valores para diferentes entidades, como nacionalidades, que no tienen una relación lógica.

En resumen, la información para analizarla por AMMI tiene que ser de dos vías, con repeticiones o no, con dimensiones de un solo tipo. Una supervisión momentánea nos dirá, si la información a analizar reúne éstas características o no.

3. MARCO REFERENCIAL

7.1 Características del area de estudio

7.1.1 Localidad uno

La localidad uno, está ubicada en la aldea Encuentro Guaraquiche, del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula. Está ubicada a una altura de 553 msnm. Las coordenadas son las siguientes 14° 51' 97" Latitud norte y 89° 24' 06" Longitud oeste, respecto del meridiano de Greenwich (Instituto Geográfico Nacional de Guatemala, 1969). Basado en el sistema Holdrige, la aldea Encuentro Guaraquiche se encuentra ubicada en la zona de vida bosque seco subtropical (Cálido). Se registran temperaturas media de 27° C y mínimas de 10°C, con precipitación media de 963.7 mm. (Cruz, J., 1982). De acuerdo a Simmons (1959), estos suelos pertenecen a dos series: Subinal y Talquezal. Se encuentran desarrollados sobre materiales sedimentarios y metamórficos, existiendo suelos poco profundos sobre esquistos arcillosos y piedra caliza.

7.1.2 Localidad dos

Dicha localidad estuvo ubicada en la aldea la Libertad, la cual se localiza en la parte Oeste del municipio de Camotán. Ubicado a una altura de 575 msnm a una latitud norte de 14° 52' 30" y a una longitud 89° 16' 31" respecto al meridiano de Greenwich (I. G. N G, 1969). Según De la Cruz (1982) la aldea la Libertad, se encuentra ubicada en una zona de vida bosque seco subtropical cálido, en donde la precipitación anual varía de 1,000 a 1500 mm. Con una media de 1,200 mm., la temperatura media anual es de 29 C°. En el área predominan suelos sobre materiales sedimentarios o metamórficos (II), que se caracterizan por ser suelos poco profundos sobre esquistos arcillosos y piedra caliza (B), en donde la erosión ha sido muy severa como consecuencia del cultivo en laderas. La textura del suelo superficial es franca y franca arcillosa, hasta profundidades de 26 cm.

Los subsuelos son de textura franco arcillosa, de color café claro a café amarillento; promediando hasta un metro de profundidad, entre estos suelos podemos mencionar al grupo subinal (Simmons, Ch.; Tarano, J.; Pinto, J., 1959)

7.1.3 Localidad tres

La localidad tres, está ubicada en la cabecera municipal de Camotán, del departamento de Chiquimula. Está ubicada a una altura de 406 msnm. Las coordenadas son las siguientes 14° 49' 43" latitud norte y 89° 23' 08" longitud oeste, respecto del meridiano de Greenwich (Instituto Geográfico nacional de Guatemala, 1969). Basado en el sistema Holdrige, la cabecera municipal de Camotán, se encuentra ubicada en la zona de vida bosque seco subtropical (Cálido). De acuerdo a la estación meteorológica tipo "B" ubicada en el municipio, la precipitación media anual es de 670 mm, la temperatura media es de 25.37° C y mínima de 13.8° C. La precipitación de significancia para la agricultura ocurre en los meses de mayo a noviembre (Cruz, J., 1982). En el área predominan suelos sobre materiales sedimentarios o metamórficos (II), que se caracterizan por ser suelos poco profundos sobre esquisto arcilloso y piedra caliza (B), en donde la erosión ha sido muy severa como consecuencia del cultivo en laderas. La textura del suelo superficial es franca y franca arcillosa, hasta profundidades de 26 cm. Los subsuelos son de textura franco arcillosa, de color café claro a café amarillento; promediando hasta un metro de profundidad, entre estos suelos podemos mencionar al grupo subinal (Simmons, Ch.; Tarano, J.; Pinto, J., 1959).

7.1.4 Localidad cuatro

La localidad 4, está ubicada en la aldea Matazano, del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula. Está ubicada a una altura de 843 msnm.

Las coordenadas son las siguientes 14° 51' 13" Latitud norte y 89° 24' 06" Longitud oeste, respecto del meridiano de Greenwich (Instituto Geográfico Nacional de Guatemala, 1969) Basado en el sistema Holdrige, la aldea Matazano se encuentra ubicada en la zona de vida bosque seco subtropical (Cálido). Se registran temperaturas entre 23°C y 32°C y mínimas entre 10°C y 21°C. Las precipitaciones anuales varían entre 470 y 1800 mm (Cruz, J., 1982). De acuerdo a Simmons (1959), estos suelos pertenecen a dos series: Subinal y Talquezal. Se encuentran desarrollados sobre materiales sedimentarios y metamórficos, existiendo suelos poco profundos sobre esquistos arcillosos y piedra caliza.

7.1.5 Localidad cinco

La localidad 5, está ubicada en la aldea Laguna de Cayur, del municipio de Olopa, del departamento de Chiquimula. Está ubicada a una altura de 1,360 msnm. Las coordenadas son las siguientes 14° 41' 55" Latitud norte y 89° 18' 34" Longitud oeste, respecto del meridiano de Greenwich (Instituto Geográfico Nacional de Guatemala, 1969). Basado en el sistema Holdrige, la aldea Laguna de Cayur se encuentra ubicada en la zona de vida bosque húmedo subtropical (Templado). Las precipitaciones anuales varían entre 1110 y 1399 mm. La temperatura media anual es 23°C (Cruz, J., 1982). De acuerdo a Simmos (1959), en el área los suelos son desarrollados sobre materiales volcánicos pertenecientes al grupo Ib e Ic. Los suelos del grupo Ib, son suelos poco profundos sobre materiales de color claro. Pudieran pertenecer a cualquier de las series: Jalapa, Jigua, Pinula o Zacapa. Los suelos de grupo Ic son suelos sobre materiales mixtos o de color oscuro en relieve escarpado. Estos suelos pertenecen a las series Jilotepeque y Mongoy.

7.2 Estudios de estabilidad genética

Peña, A. (1997), evaluó la estabilidad de 14 líneas de frijol Tepari (*Phaseolus acutifolius* Gray), en el progreso, aplicando el análisis de efecto principales aditivos e interacciones multiplicativas (modelo AMMI), mediante el cual obtuvo puntuaciones (scores) AMMI, con lo que determinó que los genotipos más estables fueron: L-246-19, L-35, L-30, L-242-38, L-246-9 y L-18, aunque no tuvieron mejor media que la media general (768 kg/ha), las puntuaciones AMMI obtenidos por dichos materiales fueron: -5, -3, -2, 3, 4 y -5 respectivamente, los cuales fueron los valores más cercanos a cero. Sus rendimientos, en kg/ha, fueron de 766, 748, 746, 704, 653 y 622 respectivamente, los cuales no fueron mayores que la media general, que fue de 768 kg/ha.

Fuentes, M., y Quemé, W. (1999), evaluaron híbridos de maíz de grano amarillo y blanco, en diferentes ambientes de Centro América, El Caribe, Colombia y Venezuela. Para la evaluación de los híbridos de maíz de grano amarillo, se utilizó un diseño de látice triple 5x5 y en el caso de los híbridos blancos, látice triple 6x7, todos los ensayos estuvieron constituidos por tres repeticiones. La variable rendimiento se analizó por localidad y a través de localidades. Se calculó la diferencia mínima significativa (DMS) al 1% de probabilidad, para la variable rendimiento. Para estimar la interacción genotipo – ambiente se efectuó el análisis de efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas (AMMI), utilizando el modelo descrito por Crossa et. al.

A través de ésta evaluación se determinó que entre los híbridos de grano amarillo evaluados, el modelo AMMI identificó como estables a C-333, C-805, X-1358K y SV-100, con puntuaciones (scores) AMMI de -0.08, -0.01, 0.03 y 0.09 respectivamente; rendimientos, toneladas poro hectárea (tha^{-1}) de: 4.69, 4.64, 5.60 y 4.96 respectivamente, con una media general de 4.89 tha^{-1} .

Entre los híbridos de grano blanco evaluados, el modelo AMMI identificó como estables a CMS 9530111, CB – HS – 9GM7, CB – HS – 9GM14, EXP – 9712, CX5810 y H – 59; con puntuaciones AMMI de 0.07, 0.03, -0.08, -0.02, -0.06 y -0.09 respectivamente y rendimientos (tha^{-1}) de 7.02, 6.36, 6.33, 6.13, 5.32 y 6.55 respectivamente, con una media general de 6.06 tha^{-1} .

7.3 Estudios efectuados en el género *vigna*

En el país *Vigna* se ha difundido en la región Suroccidental, cultivándose principalmente como huerto familiar, de tal forma que en Suchitepéquez se colectaron 19 cultivares, en Retalhuleu 26, en la parte costera de Quetzaltenango 19, y en la parte costera de San Marcos 24 (Otzoy et. al., 1999). En todos los casos de la colecta del Proyecto Frijol de e1997, se reportó que el consumo es en ejote, ya sea en tamalitos llamados “Chepes”, o bien, cocidos, en ensalada, y envueltos en huevo. Por observaciones de campo de Otzoy et. al. (1999), se concluye que a pesar de ser anatómica y morfológicamente parecido al frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.); este no es atacado por el Virus de Mosaico Dorado u otro tipo de virus, por lo que su resistencia genética es ideal para explotaciones comerciales.

Rodas (2001), evaluó 16 cultivares de frijol rienda para el consumo en ejote, en Cuyotenango, Suchitepéquez; cuya investigación estaba comprendida en la fase de evaluación de rendimiento del material genético de *Vigna sesquipedalis* recolectados en fases anteriores. Los resultados de rendimiento en ejote y número de cortes de los 16 cultivares evaluados se presentan el cuadro 3.

Cuadro 3. Rendimiento en ejote y número de corte en 16 cultivares de frijol rienda.

No.	CULTIVAR	RENDIMIENTO EN EJOTE (KG/HA)	# DE CORTES
1	S-042	4502.29	34
2	M-053	4727.68	31
3	S-121	5321.03	32
4	R-023	5166.34	34
5	QC-110	6287.5	34
6	M-043	5982.30	32
7	M-078	4415.31	31

8	QC06	4282.67	34
9	M-073	6734.45	33
10	R-048	3736.21	29
11	R-115	7772.8	30
12	QC-66	5627.09	31
13	QF-38	5443.20	33
14	QC-61	6389.33	33
15	S-130	5568.84	32
16	QF-14	4787.79	34

Fuente: Rodas (2001)

7.4 Características de los 9 genotipos de frijol rienda

En el cuadro 4, se presentan los nombres comunes, número de colecta y lugar de procedencia de los 9 genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis*) de la investigación.

Cuadro 4. Listado, nomenclatura y lugar de procedencia de los 9 genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis*) utilizados en la investigación.

NO.	NOMBRE COMUN DEL GENOTIPO	NUMERO DE COLECTA	LUGAR DE PROCEDENCIA
1	Rienda negro	M-073	Caserío María Linda, Malacatán, San Marcos
2	Colima café	R-023	Comunidad Carmen, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.
3	Riñón de suelo	QC-110	San Isidro, Coatepeque, Quetzaltenango.
4	Rienda negro	M-078	Caserío Alameda, El Tumbador, San Marcos
5	Rienda negro	M-053	Aldea la Industria, El Rodeo, San Marcos.
6	Frijol España	S-042	San Lorenzo, Suchitepéquez.
7	Rienda colorado	M-043	Caserío Santa Teresa, Catarina, San Marcos.
8	Chicote	S-121	San Pedro Cutzán, Chicacao, Suchitepéquez.
9	Colima negro	QC-06	El Refugio Coatepeque, Quetzaltenango.

Referencias:

M: Material colectado en San Marcos

S: Material colectado en Suchitepéquez

Q: Material colectado en Quetzaltenango

- QC: material colectado en Coatepeque, Quetzaltenango.

- QF: material colectado en Flores Costa Cuca, Quetzaltenango.

R: material colectado en Retalhuleu.

Fuente: Otzoy et. al., (1999).

En el cuadro 4, se presenta un listado de las características más importantes de las caracterizaciones realizadas por Otzoy et. al. (1999), a los 9 genotipos a evaluar.

Cuadro 5. Información general de la caracterización realizada a 9 genotipos de ejote rienda.

COLECTA	NOMBRE COMUN	DAG	DAA	DAF	CDF	HDC	VP
M-73	Rienda negro	4	37	46	Lila	Indeterminado trepador	51
R-23	Colima Café	4	39	17	Lila	Indeterminado trepador	16.5
QC-110	Riñón de suelo	5	31	18	Lila	Indeterminado postrado	18
M-78	Rienda negro	5	45	48	Lila	Indeterminado trepador	69
M-53	Rienda negro	6	45	40	Lila	Indeterminado trepador	43
S-42	Frijol España	7	47	21	Morado	Indeterminado trepador	14
M-43	Rienda Colorado	5	40	54	Lila	Indeterminado trepador	46
S-121	Chicote	6	50	30	Morado	Indeterminado trepador	28
QC-06	Colima negro	5	40	15	Crema	Indeterminado postrado	12

REFERENCIAS:

DAG- Días a germinación
DAA- Días a antesis
DAF- Días a floración
CDF- Color de la flor
HDC- Hábito de crecimiento
VP- Vainas por planta
Fuente: Otzoy, et. al., (1999).

De acuerdo al cuadro 3, se pueden observar las características que distinguen a cada uno de los 9 genotipos de frijol rienda, como lo es el número de colecta, nombre común, nombre científico, lugar de procedencia, días a germinación, días a antesis, duración de la floración, color de la flor, hábito de crecimiento y vainas por planta.

Según González (1998), los genotipos proceden de la recolección en las áreas que comprenden tres zonas de vida, según Holdridge:

Bosque Seco Subtropical, con temperaturas promedio de 30°C, con alturas desde cero hasta 60 msnm, con precipitaciones promedio de 855 mm anuales.

Bosque Húmedo Subtropical Cálido, con temperaturas promedio de 27°C, con alturas que van de 60 a 100 msnm y precipitaciones promedio de 1,160 mm anuales.

Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido, con una temperatura promedio que oscila entre 20° C y 24° C, alturas que van de 100 a 1200 msnm, y precipitaciones que van de 1500 a 3500 mm anuales (De la Cruz 1982).

4. METODOLOGÍA

8.1 Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones, siendo el modelo estadístico el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

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

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

donde:

Y_{ij} = Valor del carácter estudiado en la prueba con el i -ésimo material en la j -ésima repetición.

μ = Media general alrededor de la cual oscilan los valores de todas las observaciones

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

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

8.2 Análisis Combinado en Serie

Para determinar con mayor grado de exactitud el comportamiento de los genotipos evaluados, se realizó un análisis combinado (en serie) de la variable rendimiento de las cuatro localidades donde se establecieron los ensayos. Dicho análisis se realizó como un diseño de Bloques al Azar por medio del programa SAS, empleando las mismas bases de datos (Hoja electrónica de Excel) utilizado para el ANDEVA por localidades.

En donde:

$$Y_{ijk} = U + L_i + B_{ij} + T_k + (LT)_{ik} + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = Características observadas en la localidad i , en el bloque j , en el tratamiento k .

U = Efecto de la media general.

- L_i = Efecto de la localidad i.
 B_{ij} = Efecto del bloque j dentro de la localidad i.
 T_k = Efecto de el tratamiento k y la localidad i.
 $(LT)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el tratamiento k y la localidad i.
 E_{ijk} = Error de la unidad experimental ijk.
i = 1,2,3 localidades.
j = 1,2,3 repeticiones.
k = 1,2, 10 tratamientos.

8.3 Tratamientos

No.	GENOTIPO
1.	S-042
2.	M-053
3.	S-121
4.	R-023
5.	QC-110
6.	M-043
7.	M-078
8.	QC-06
9.	M-073
10.	Testigo (<i>Phaseolus spp.</i> ,)

8.4 Variables de respuesta

Para el Análisis de varianza se tomaron como variables de respuesta las siguientes: rendimiento en ejote kg./ha, número de vainas/planta, peso en gr. de cien vainas, número de cortes y vainas por corte.

El análisis combinado en serie se utilizó la variable rendimiento en kilogramos por hectárea.

Las variables de respuesta utilizadas para el análisis de correlación fueron: número de vainas/plantas, peso en gr. de cien vainas, vainas por corte, altura de plantas y días a floración.

-Rendimiento en vainas:

Se determinó en kg/ha, cosechando los dos surcos centrales.

-Número de vainas por planta:

Se contabilizaron las vainas de las plantas que se cosechó en la parcela neta.

-Peso de 100 vainas:

Se tomaron al azar muestras de 100 vainas y se obtuvo el peso en kg, en la parcela neta.

-Numero de cortes:

Se contabilizaron el número total de cortes de vainas cosechados en la parcela neta.

-Número de vainas por corte:

Se cuantificó el número de vainas en todos los cortes efectuados en la parcela neta.

-Días a floración:

Se cuantificó los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas mostraron emergencia de flores, en la parcela neta.

-Altura de planta:

Se midió desde el nivel del suelo hasta la altura máxima de la planta, al comienzo de la madurez fenológica, se tomaron en cuenta las plantas de los dos surcos centrales.

8.5 Manejo del experimento.

La tecnología utilizada en la producción de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwith) fue la obtenida en el proyecto de investigación "Generación de paquetes tecnológicos para frijol rienda (*Phaseolus vulgaris*) y frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), en la zona suroccidental de Guatemala. Dicho proyecto fue cofinanciado por la DIGI y el CUNSUROC, en el año 1999.

8.5.1 Preparación del terreno.

Se trabajó con labranza mínima (no se realizaron trabajos de mecanización), consistiendo esta únicamente en una limpia manual (empleando machete y azadón) y aplicando el herbicida de contacto paraquat a razón de 125cc/bomba de 16 litros. Seguidamente se realizó un “plato” de 0.5 m. de diámetro, lugar en donde se realizó la siembra.

8.5.2 Trazo.

Se delimitó el área de trabajo de la siguiente forma: Las dimensiones totales del experimento en cada una de las cinco localidades fueron de 35.10 m. de largo por 18.0 m. de ancho. Cada bloque tuvo un largo de 35.10 m. por 5.40 m. de ancho, dentro de los cuales se ubicaron cada una de las unidades experimentales. Entre cada uno de los bloques se dejó un distanciamiento de 0.9 metros. En la figura tres se presenta visualizaciones de dicha actividad.

8.5.3 Siembra.

Se utilizaron tres semillas por postura, a un distanciamiento de noventa centímetros entre plantas y noventa centímetros entre surco, sembrándose estas a una profundidad aproximada de 1.5 cm.

8.5.4 Control de plagas.

Se realizó un control especialmente para evitar problemas con zompopos (*Atta spp.*), esto durante los primeros 10 días.

8.5.5 Control de malezas.

El control de malezas se llevó tanto en forma manual, (empleando un intervalo entre cada una de estas de 10 días), como en forma química, (utilizando especialmente el herbicida de contacto paraquat) usando una dosificación de 125 cc. de ingrediente activo por bomba de aspersión de 16 litros.

8.5.6 Tutoreado.

Los tutores colocados tuvieron una longitud aproximada de 2.50 m., siendo colocados en una posición inclinada, se colocó un tutor por postura.

8.5.7 Fertilización.

Los materiales se fertilizaron a los 10 días después de la germinación con un fertilizante 20-20-0 fórmula química, aplicando una dosis de 324.30 kilogramos por hectárea, a los 30 días se efectuó la segunda fertilización empleando la misma dosis y fertilizante por último a los 60 días se realizó una aplicación de fertilizante foliar empleando 2.0 litros por hectárea.

8.5.8 Cosecha.

La cosecha en las diferentes parcelas, se inició cuando en las primeras plantas de la parcela experimental, el tamaño de la vaina, supero aproximadamente los 0.40 metros.

8.6 Análisis estadístico.

8.6.1 Población

Fueron nueve materiales genéticos de frijol de rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth).

8.6.2 Muestra

Las plantas que se utilizaron como muestra para cada una de las unidades experimentales de las cinco localidades evaluadas, se presenta a continuación en la figura uno.

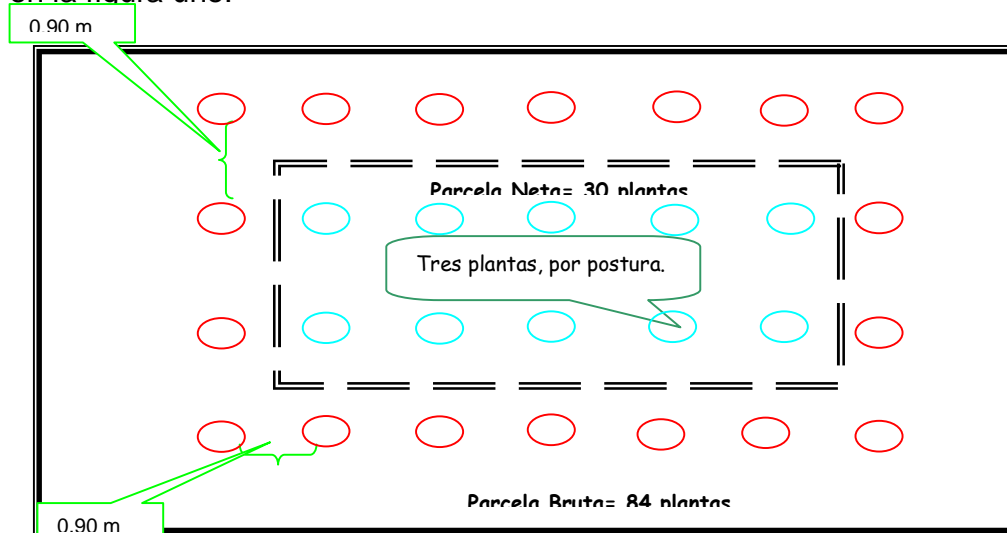


Figura 1. Dimensiones de la unidad experimental.

8.7 Técnicas utilizadas

8.7.1 Recolección de datos

En cada localidad, se tomaron los componentes primarios del rendimiento (vainas por corte, peso de 100 vainas, número de cortes, número de vainas por corte, y rendimiento en Kgs./Ha).

8.7.2 Análisis de la información:

El rendimiento, así como las variables número de vainas por planta, peso de 100 ejotes, altura de planta, número de cortes, número de vainas por corte y días a floración, se les realizó un análisis de Varianza (ANDEVA) para un diseño de bloques al Azar.

Para realizar el ANDEVA de las variables número de vainas por planta y días a floración, los valores obtenidos fueron transformados mediante la fórmula:

$$\sqrt{X+1}$$

Donde "X" corresponde al valor observado en el campo.

El ANDEVA para cada localidad se calculó por medio de programa SAS (Statistical Analysis System ó Sistema de Análisis Estadístico). Para lo cual, se tabularon los datos de las variables, ordenados en base a localidad, genotipo y repetición. Estos datos fueron tabulados en hojas electrónicas del Programa Microsoft + Excel.

Luego de la tabulación y ordenamiento de datos, en el programa Microsoft Excel, éstos fueron copiados al programas SAS, por medio del cual se realizaron el análisis estadístico de datos.

8.7.3 Prueba múltiple de medias

En los casos en los que exista diferencia significativa (5%) o altamente significativa (1%) entre los tratamientos de acuerdo al ANDEVA de cada localidad, se realizaron una comparación múltiple de medias, para lo cual se efectuaron la prueba de Tukey con el fin de determinar el mejor tratamiento (genotipo) por localidad.

El comparador de Tukey se calculará de la forma siguiente (reyes O. 1990)

$$W = q\alpha (P, n_2) S X_{(media)}$$

$$S X_{(media)} = \sqrt{(S^2/n)}$$

donde:

W = Valor utilizado para probar la significancia de la diferencia observada entre medias de rendimiento.

$S X_{(media)}$ = Error estándar de la media.

S^2 = Varianza del error experimental.

n = Número de repeticiones.

q = Valor tabular, que es un valor de *t*.

α = Nivel de significancia.

P = Número de tratamientos

n_2 = Grados de libertad del error experimental.

8.7.4 Análisis de estabilidad

Para estimar la interacción genotipo - ambiente en base a rendimiento, se realizó el análisis de Efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas (AMMI) para lo cual se ingresaran los datos, de cada una de las repeticiones y localidades al programa estadístico MSTAT- C mediante el cual se llevó a cabo en análisis AMMI.

El modelo estadístico que se utilizó es el descrito por Cross, et al, citados por Fuentes y Quemé (1999) dicho modelo es el siguiente.

En donde:

$$y_{ge} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum_{n=1}^N \lambda_n y_{gn} \zeta_{en} + \rho_{ge}$$

donde:

y_{ge} = Rendimiento promedio de un genotipo g en ambiente e.

μ = Media general.

α_g = Desviaciones de las medias de los genotipos.

β_e = Desviaciones de las medias de ambientes.

N = Número de ACP retenidos en el modelo.

λ_n = Valor singular para el ACP.

ζ_{en} = Valores de los vectores para cada ambiente (ACP).

ρ_{ge} = Residual.

8.7.5 Análisis de Correlación.

Al rendimiento, así como a las variables número de vainas por planta, peso de 100 vainas, altura de planta, y días de floración, se les efectuó un análisis de correlación por medio del método del producto-momento de Pearson para, determinar si existe correlación entre las variables evaluadas y del rendimiento. De acuerdo a Little, T y Hills, J. (1978), la formula para determinar el coeficiente de correlación (r), por el método de producto-momento, es la siguiente:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

donde:

r= coeficiente de correlación.

8.7.6 Instrumentos para recoger o medir las observaciones.

Para rendimiento se utilizó una boleta para ordenar la información, siendo esta: nombre del material, media de ejotes por planta, media de vainas por

planta, media de peso de 100 vainas (en fresco), media del número de cortes, media del número de vainas por corte etc., para obtener dicha información se utilizó una balanza, todo este procedimiento, se efectuó en cada una de las cinco localidades estudiadas.

5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1 Rendimiento

En el cuadro 6, se presentan los resultados obtenidos al analizar la variable Rendimiento (expresado en kilogramos por hectárea), en donde la media reportada por los nueve genotipos de frijol Rienda fue de 2,062.90 kilogramos por hectárea.

Cuadro 6. Medias de rendimiento (Kg/Ha), en el cultivo de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) por localidades.

Trat	Nombre	MEDIA					Media General
		L1	L2	L3	L4	L5	
1	S-042	1430.4	1799.8	1007.4	2163.2	1378.9	1554.94
2	M-053	1722.4	1846.0	983.0	1729.8	1433.3	1542.90
3	S-121	1936.6	1706.9	994.7	1861.2	1597.8	1619.44
4	R-023	2990.8	2193.7	1374.7	1887.3	1771.4	2043.58
5	QC-110	2412.2	2411.5	1307.8	2036.8	1876.1	2008.88
6	M-043	1640.2	2948.2	1418.4	2908.9	3009.1	2384.96
7	M-078	3037.6	3147.7	1742.8	3172.2	2006.0	2621.26
8	QC-06	3551.8	2097.4	1968.8	3191.4	2892.3	2740.34
9	M-073	1681.2	2127.5	2116.5	2229.4	1815.0	1993.92
10	TESTIGO	2732.3	2433.1	1559.4	1646.5	2218.3	2117.92
Media General		2313.6	2271.2	1447.4	2282.7	1999.8	2062.90
Desviación Stand.		664.0	448.0	372.1	588.4	517.3	
Varianza		440898	2000707	138473	34.6156	267621	
Valor máximo		3551.8	3147.7	2116.5	3191.4	3009.1	
Valor Mínimo		1430.4	1799.80	983.0	1729.8	1378.90	

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

Los valores de rendimiento presentado en el cuadro 6, y que fueron obtenidos en la parcela de la aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, establecieron que la media reportada por los nueve genotipos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) fue de 2,313.60 kilogramos por hectárea. También se determinó que los mejores genotipos fueron el QC-06 con 3,551.80, Kg/Ha. el M-078 con 3,037.51 Kg/Ha. y el R-023 con 2,990.83 Kg/Ha.

Mientras que para la parcela de la aldea la Libertad, Camotán, los valores reportados -en el cuadro 6- determinaron una diferencia de 1,140.78 kilogramos por hectárea entre el genotipo que ocupó el primer lugar, el M-078 (el cual reportó 3,147.68) y el último lugar, ocupó este por el genotipo S-121 con 1,706.90 kilogramos por hectárea.

En la parcela establecida en Camotán, Camotán, los rendimientos obtenidos que destacan, fueron los reportados por el genotipos M-073, con 2,116.50 kilogramos por hectárea, mientras que el genotipo M-053, solamente reportó 983.01 kilogramos por hectárea, lo que marca una diferencia entre estos genotipos de 1,133.49 kilogramos por hectárea.

Analizando esta variable, determinaron que la media, reportada por los nueve genotipos de frijol Rienda establecidos en la parcela de la aldea el Matasano, Jocotán, fue de 2,282.70 kilogramos por hectárea, mientras que el testigo reportó solamente 1,646.47, lo que representa una diferencia de 706.88 kilogramos por hectárea.

En relación a los observado en la aldea Laguna de Cayur, olopa, los rendimientos, obtenidos, ubicaron al genotipo M-043 con la media más alta siendo esta de 3,009.15 kilogramos por hectárea. La media mas baja se reportó en el genotipo S-042 con 1,378.91 kilogramos por hectárea, lo que equivale a una diferencia de 1,630 kilogramos por hectárea.

En el cuadro 7 se observa que, de acuerdo al ANDEVA de la variable rendimiento (kg/ha), existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos, en las cinco localidades evaluadas, lo cual indica que estadísticamente y a un nivel de significancia de 1%, al menos uno de los tratamientos, en éstas localidades, fue diferente a los demás. Debido a esto se realizó la prueba de medias de Tukey, para determinar cuáles fueron los mejores tratamientos en cada localidad, mismos que se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 7. ANDEVA para la variable rendimiento, por localidades.

C.M.											
F.V.	GL	L1	Sig.	L2	Sig.	L3	Sig.	L4	Sig.	L5	Sig.
Trat	9	144777		61522.0		43783.0		94318.0		8026.	
Bloques	2	1409.0	**	9595.0	**	8852.0	**	1346.0	**	1253.0	**
Error	18	3738.0		10164.0		2672.0		3803.0		6932.0	
Total	29	149926		72646.0		46544.0		99468.0		88445.0	
% C.V.		6.23		10.47		8.42		6.37		9.92	

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

NS= No Significativo. **= Altamente significativo

Cuadro 8. Prueba de medias de Tukey, para la variable rendimiento.

Tr.	nombre	Media										Media Gral.
		L1		L2		L3		L4		L5		
1	S-042	1430.4	E	1799.8	c	1007.4	d	2163.2	bc	1378.9	c	1554.94
2	M-053	1722.4	e	1846.0	c	983.0	d	1729.8	bc	1433.3	c	1542.90
3	S-121	1936.6	de	1706.9	c	994.7	d	1861.2	bc	1597.8	bc	1619.44
4	R-023	2990.8	b	2193.7	bc	1374.7	cd	1887.3	bc	1771.4	bc	2043.58
5	QC-110	2412.2	cd	2411.5	abc	1307.8	cd	2036.8	bc	1876.1	bc	2008.88
6	M-043	1640.2	e	2948.2	ab	1418.4	cd	2908.9	a	3009.1	a	2384.96
7	M-078	3037.6	ab	3147.7	a	1742.8	abc	3172.2	a	2006.0	bc	2621.26
8	QC-06	3551.8	a	2097.4	c	1968.8	ab	3191.4	a	2892.3	bc	2740.34
9	M-073	1681.2	e	2127.5	bc	2116.5	a	2229.4	b	1815.0	bc	1993.92
10	Test.	2732.3	bc	2433.1	abc	1559.4	bc	1646.5	c	2218.3	b	2117.92

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula. NS= No Significativo. **= Altamente significativo

Con la prueba de medias de Tukey, presentada anteriormente en el cuadro 8, se visualizó que los 10 materiales evaluados, en la localidad de Encuentro Guaraquiche se distribuyeron en cinco grupos, el primero de ellos (por ende el que reporta las medias de rendimiento más altas), en la aldea Encuentro Guaraquiche lo conformaron los genotipos QC-06 y M-078, los cuales reportaron medias de 3551.79 y 3037.52, respectivamente, lo que al final presentó una media de 3294.6 kilogramos por hectárea.

En este sentido es importante comparar el rendimiento promedio obtenido en Chiquimula en los dos mejores genotipos (QC-06 y M-078) con el rendimiento promedio de Ejote Francés a nivel nacional, el cual es según Rodas citando a Villela, (2001), de 5118.37 kilogramos por hectárea, o sea que dichos genotipos de frijol Rienda producen 1823.70 kilogramos menos lo que representa una reducción del 35.63%, pero aún así hubo producción, pese a las condiciones adversas agronómicas de la localidad.

A su vez los genotipos QC-06 y M-078, reportaron en evaluaciones efectuadas por Rodas (2001) en la zona Suroccidental de Guatemala, un rendimiento de 4282.67 kilogramos por hectárea y 4415.31 Kilogramos por hectárea respectivamente, lo que supone una disminución de 730.88 kilogramos por hectárea en relación al rendimiento obtenido por el QC-06 en esta parcela, mientras que para el genotipo M-078 la diferencia fue mayor, al reportar 1377.80 kilogramos menos.

Lo anterior se puede atribuir a diferentes factores, sin embargo el de mayor peso pudiera ser la precipitación pluvial, ya que según Rodas (2001), el lugar en donde se realizó la evaluación en la zona Suroccidental de Guatemala, reporta una precipitación pluvial media anual de 3718 mm mientras que la reportada en la parcela de Guaraquiche Centro es de aproximadamente 1200 mm. (I.G.N., 1969)

Los resultados de la prueba de medias de Tukey, (resumida en el cuadro 8), determinaron para la parcela ubicada en la aldea la Libertad, Camotán la conformación de tres grupos, en el primero se encontraron el M-078, el M-043 el Testigo y el QC-110, reportándose en estos una media de 2735.20 kilogramos por hectárea. El segundo grupo estuvo formado por los genotipos R-023 y el M-073, la media en este caso fue de 2160.23 kilogramos por hectárea. Por último el tercer grupo reportó una media general de 1862.52 kilogramos por hectárea, dicho grupo fue formado por los genotipos QC-006, M-053 S-042 y S-121.

En la parcela establecida en Camotán, Camotán, la prueba de medias de tukey para la variable rendimiento, determinó la formación de cuatro grupos, en el primero se ubicaron los genotipos M-073, QC-06 y M-078, los tres reportaron una media de 1942.63 kilogramos por hectárea. El testigo, conformó el segundo grupo con 1559.40 kilogramos por hectárea. Los genotipos M-043, R-023 y QC-110, formaron el tercer grupo, en estos la media reportada fue de 1366.86 kilogramos por hectárea. El cuarto grupo se integró con los genotipos S-042, S-121 y M-053, en total estos reportaron, una media de 995.02 kilogramos por hectárea, o sea que la diferencia entre la media reportada por el primer grupo y el cuarto fue de 947.60 kilogramos por hectárea.

El análisis de la prueba de medias, realizada a la variable rendimiento en la parcela ubicada en la aldea el Matasano, Jocotán, definió la formación de dos grupos, además de un genotipo aislado, que en este caso fue el testigo. El primer grupo se formó con los genotipos QC-06, el M-078 y el M-043, la media reportada en conjunto por dichos genotipos fue de 3090.63 kilogramos por hectárea.

El segundo grupo (que fue el más numeroso), se integró con los genotipos M-073, S-042 , QC-110, R-023, S-121 y M-053, para dicha agrupación la media general fue de 1894.57 kilogramos por hectárea, por último, se ubicó el testigo, con una media de 1646.47 kilogramos por hectárea, o sea con 1444.16 kilogramos por hectárea menos en relación a la media del primer grupo.

Los valores resultantes de la prueba de media Tukey, determinan que la parcela establecida en la aldea Laguna de Cayur, Olopa, que el genotipo M-043, estadísticamente fue superior a los restantes nueve, reportando una media de 3009.15 kilogramos por hectárea, dato que contrasta significativamente con lo reportado por los genotipos M-053 y S-042, los cuales fueron ubicados estadísticamente en el último lugar, reportando ambos una media conjunta de 1406.12 kilogramos por hectárea.

9.2 Interacción Genotipo x ambiente (GxA)

En el cuadro 21 se presenta el análisis combinado de la variable rendimiento, mediante el cual se determinó la interacción genotipo x ambiente.

Cuadro 9. Análisis de varianza combinado, del rendimiento (kg/ha), en cinco localidades.

F.V.	GL	SC	C.M.	
Localidad	4	16125958.30667	4031489.57667	**
Bloque	10	460271.6667	46027.16667	**
Genotipo	9	24149165.47333	2683240.60815	**
Genotipo x ambiente	36	18760432.36000	521123.1286	**
Error	90	2464021.66667	27378.0185	
TOTAL	149	61959849.47333	415837.916	
% C.V.			8.5	

Referencia:

**= Altamente significativo, al 1%.

Como se observa en el cuadro 9, de acuerdo al 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.

Esta diferencia altamente significativa de la interacción GxA, indica que los distintos genotipos de frijol rienda evaluados, fueron influenciados de manera diferente por efecto del medio ambiente. Debido a que se encontraron diferencias dignificativas entre tratamientos (genotipos), se llevó a cabo una prueba de medias de tukey, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Prueba de media de Tukey, para en análisis combinado del rendimiento (kg/ha).

Trat.	nombre	Media **
8	QC-06	2740.34 a
7	M-078	2621.26 a
6	M-043	2384.96 ab
10	Test.	2117.92 ab
4	R-023	2043.58 ab
5	QC-110	2008.88 ab
9	M-073	1993.92 ab
3	S-121	1619.44 abc
1	S-042	1554.94 abc
2	M-053	1542.90 abc

Referencia:

**=Altamente significativo

El mejor genotipo fue el QC-06, el cual presentó el mayor rendimiento, con un valor de 2740.34 kg/ha. En comparación a los rendimientos en sus lugares de origen, reportados por Rodas (2001), el genotipo QC-06 reportó un rendimiento de 4282.67 kg/ha, este mismo reportá para región Chortí 1592.39 kg/ha menos. Esto se debe principalmente a las diferencias de precipitación que existen en sus lugares de origen a las precipitaciones que se reportan para el área donde se efectuó la investigación. Le siguen, en orden de importancia los genotipos M-078 y M-043, con rendimientos de 2621.26 y 2384.96 kg/ha respectivamente. El genotipo M-078 en el mismo estudio efectuado por Rodas (2001), reporta 4415.31 kg/ha, 1794.05 kg/ha más que el reportado en este estudio.

9.3 Identificación de los mejores genotipos, según el estudio de estabilidad genética en rendimiento.

El Modelo de efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas), conocido por sus siglas en inglés como (Additive Mean Multiplicative Interactions) fue el modelo utilizado para determinar la estabilidad genética en base a rendimiento de los nueve genotipos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth). Los resultados de dicho análisis se presentan a continuación en el cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis AMMI, para la variable rendimiento en frijol rienda.

F.V.	GL	SC	C.M.	
Localidad	4	16125958.30667	4031489.57667	**
Bloque	10	460271.6667	46027.16667	**
Genotipo	9	24149165.47333	2683240.60815	**
Genotipo x ambiente	36	18760432.36000	521123.1286	**
PCA 1	12	9488044.56303	790670.38	**
PCA 2	10	3482678.922212	348267.8922	**
Residual	14	5789708.87485	413550.634	**
Error	90	2464021.66667	27378.0185	
TOTAL	149	61959849.47333	415837.916	
% C.V.			8.5	

Referencia:

**= Altamente significativo, al 1%,

De acuerdo a los valores presentados por AMMI, en el cuadro 11, la interacción genotipo x ambiente (GxA), presentó una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), comportamiento similar, se presentó en las localidades (ambientes), así como en relación a los genotipos (tratamientos).

Además el cuadro 11, determina que la descomposición de la suma de cuadrados (S.C.) totales, que existió un alto efecto de genotipos, ya que la suma de cuadrados de este, representó el 38.98% de la suma de cuadrados total.

En relación al efecto ambientes y de interacción GxA, estos constituyeron en su orden, el 26.027% y 30.28% de la suma de cuadrados total, respectivamente.

Además, se puede observar en dicho cuadro (11) que, de los componentes principales, PCA1 y PCA2, obtenidos a partir del efecto de la interacción G x A, el primer componente principal PCA1 fue altamente significativo (1%), y explica el 50.57% de la interacción. Mientras que el segundo componente principal PCA2, fue también altamente significativo (1%), aunque con la diferencia que explicó solamente el 18.56% de la interacción. Entre ambos componentes principales, se explicó el 69.13% de la interacción G x A.

Al explicar el 50.57% de la interacción G x A, el primer componente principal (PCA1), fue el que se utilizó para determinar las puntuaciones (score) AMMI, tanto para cada uno de los tratamientos (genotipos), así como para las localidades (ambientes), dichas puntuaciones se observa en el cuadro 12.

Cuadro 12. Puntuaciones AMMI para el componente PCA1, por tratamientos (genotipos) y localidades (ambientes).

Trat	Nombre	Rend. kg/ha	Puntuación AMMI	Loc	Rend. Kg/ha	Puntuación AMMI
4	R-023	2043.07	18.895	L1	2313.40	36.76
8	QC-006	2739.80	14.32	L3	1446.83	-1.363
10	TEST.	2117.46	11.20	L5	1999.43	-9.931
5	QC-110	2008.33	3.807	L2	2270.63	-11.710
7	M-078	2621.47	2.110	L4	2282.133	-13.757
3	S-121	1619.07	1.763			
2	M-053	1542.67	-1.637			
1	S-042	1555.40	-10.425			
9	M-073	1993.20	-11.195			
6	M-043	2384.40	-28.84			
Media		2062.49		Media	2062.49	

Referencias de localidades (ambientes):

L1 = Aldea Encuentro Guarquiche Centro, Jocotán Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea el Matasano, Jocotán Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

Como se observa en el cuadro 12, y de acuerdo a las puntuaciones o scores que produce el modelo AMMI, el tratamiento dos (M-053) fue el que presentó mayor estabilidad, con una puntuación AMMI de -1.637 , siendo esta la más cercana a cero. Considerando esta regla, los genotipos que siguieron al M-053, fueron en su orden S-121, con una puntuación AMMI de 1.763 , el M-078 con 2.110 de puntuación AMMI y el QC-110 con 3.807 de puntuación AMMI.

De los nueve genotipos de frijol rienda evaluados, el tratamiento ocho, (QC-06), fue en el que se obtuvo mayor rendimiento, al reportar una media de 2740.34 kilogramos por hectárea, esto considerando las cinco localidades evaluadas, aunque en relación a la puntuación AMMI, se ubicó hasta en el séptimo lugar con 14.32 .

Analizando la situación referente a las cinco localidades evaluadas (ambientes), en el cuadro 24, también se presenta que las localidades tres y cinco, ubicadas esta en Camotán, Camotán y la aldea Laguna de Cayur Olopa, interactuaron levemente con los materiales de frijol rienda evaluados, lo anterior se establece debido a las puntuaciones que en dichas localidades se obtuvo que en su orden fueron -1.363 y -9.931 .

Con relación al rendimiento obtenido en las cinco localidades evaluadas, se determinó que la parcela ubicada en la aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula, fue la mejor, al reportarse en esta un rendimiento de 2313.60 kilogramos por hectárea, siguiéndole, el rendimiento obtenido en la parcela ubicada en la aldea El Matasano, Jocotán, el cual fue de 2282.13 kilogramos por hectárea.

A continuación en la figura 2, se visualiza, la relación existente entre los rendimientos obtenidos en los tratamientos evaluados (considerando el testigo y los nueve genotipos de frijol rienda) y las puntuaciones AMMI, originadas del primer Componente Principal (PCA1).

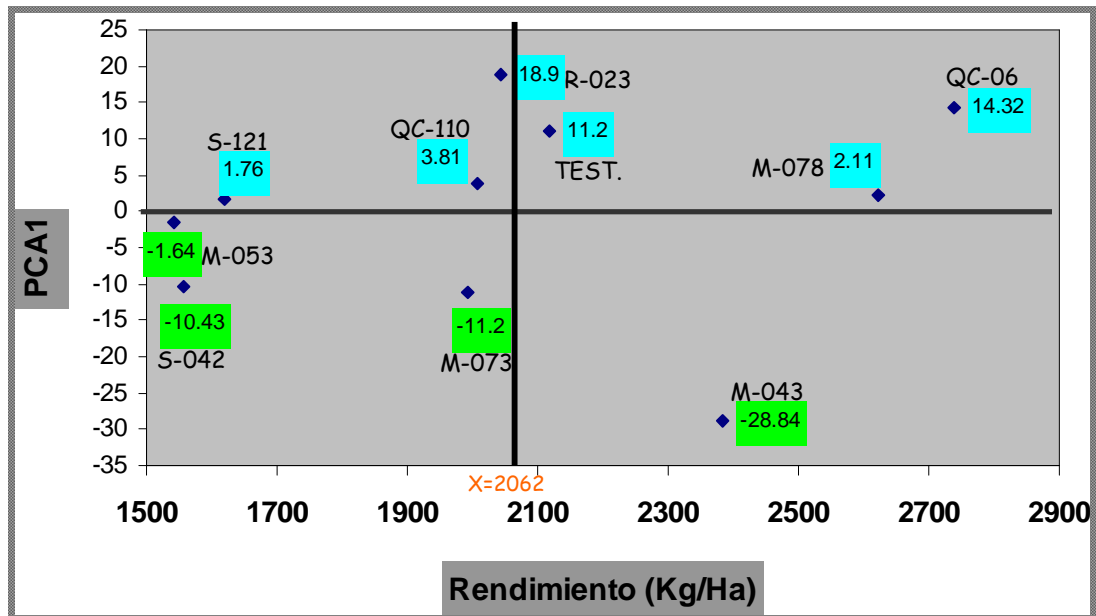


Figura 2. Medias de rendimiento (Kg/Ha) y puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1) de los 10 genotipos, evaluados.

Para determinar al mejor genotipo, en relación a la estabilidad que se presenta, en la figura 2, se debe de considerar que el genotipo más estable fue en el que la puntuación AMMI (Interacción G x A), considerada en valor absoluto (positivo ó negativo), sea más cercana a cero. Lo que significa que un material genético es mucho más estable que otro, a medida que se ubique en forma más paralela a la línea horizontal (eje x) cuyo valor por lógica fue cero (0).

Debido a esto, en la figura 2, se observa que los genotipos cuyos valores del primer componente principal (PCA1), se ubican en una posición distante del cero (línea horizontal), tipificadas en relación al valor absoluto que reportaron, participaron con un mayor porcentaje en la interacción G x A, en este aspecto se pueden incluir los genotipos de frijol rienda M-043, R-023 y QC-06, por lo que se puede concluir que estos son los más inestables de los nueve tratamientos de frijol rienda evaluados.

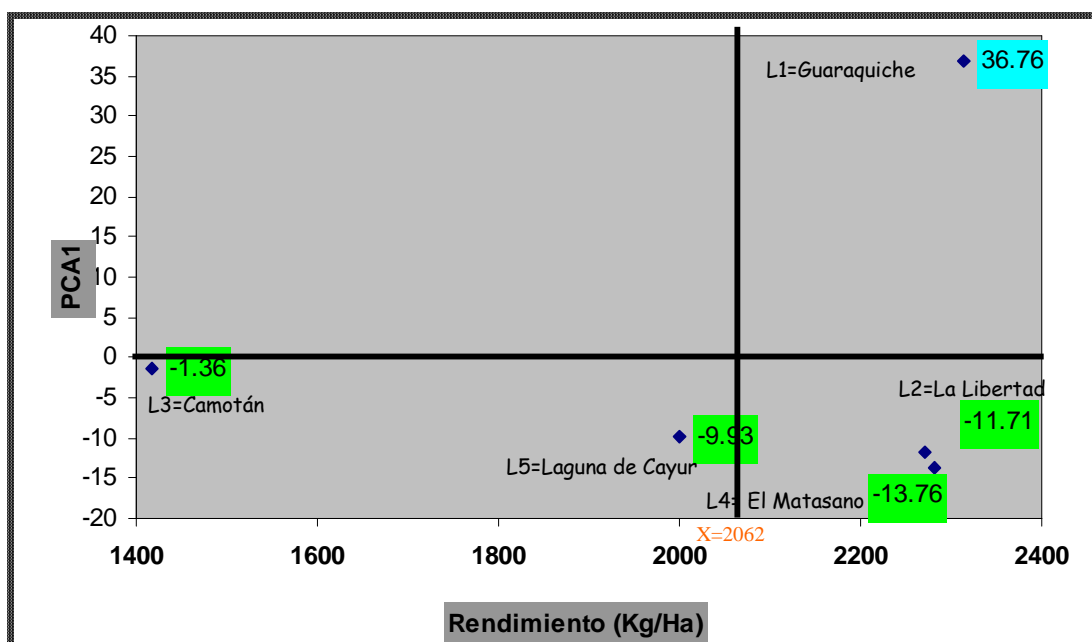
Los valores visualizados en la figura 2, determinaron en relación al rendimiento obtenido, que los genotipos QC-006, M-078 y M-043 y el testigo, fueron en ese orden los tratamientos que superaron la media general la cual fue de 2062 kilogramos por hectárea. Individualmente cada uno de estos cuatro genotipos reportaron 2739.80 kg/ha, 2621.47 Kg/Ha. 2384.40 Kg/Ha y 2117.46 Kg/Ha respectivamente.

Así también se determinó que el genotipo M-053, el cual reportó un valor para el PCA1 de -1.637, es el más estable, (por estar más cercano al cero). Continuando con dicha tendencia, se ubicaron los genotipos S-121, el cual reportó una puntuación AMMI, de 1.76, luego el genotipo M-078 con 2.11 de puntuaciones AMMI, y en cuarto lugar se ubicó, el genotipo QC-110 con 3.81 puntuaciones AMMI.

Tomando en cuenta que el mejor genotipo es aquel que presente mayor media que la media general y cuya puntuación AMMI (PCA1) esté más cercana a cero, se puede decir que el mejor genotipo es el M-078, ya que presentó la puntuación AMMI más cercana a cero (2.11), y un rendimiento de 2,621.47 kg/ha, el cual es 558.98 kilogramos por hectárea mayor que la media general (la cual es de 2062.49).

Le sigue, en orden de importancia, el genotipo QC-110 reportando un AMMI de 3.807, y una media de rendimiento de 2008.33 (o sea 54.16 kg/ha. menos que la media general), que al final, presentó la puntuación AMMI más cercanas a cero y una media de rendimiento menor que la media general, ambos expresados en Kg/Ha, la cual se considera aceptable.

A continuación en la figura 3, se visualiza, el rendimiento medio de cada una de las cinco localidades (ambientes) evaluadas, relacionando estos con las puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1).



Referencias:

L1=Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2=Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3=Camotán, Camotán, Chiquimula. L4=Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5=Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.
 Figura 3. Medias de rendimiento (Kg/Ha) y puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1) por localidades evaluadas (ambientes).

Las parcelas que estuvieron ubicadas en los municipios de Jocotán y Camotán, siendo estas Encuentro Guaraquiche, El Matasano y La Libertad presentaron valores de puntuación AMMI, más altos (36.76, -13.76 y -11.71 respectivamente), así también reportaron las mayores diferencias en las respuestas relacionadas al rendimiento (evaluado en kilogramos por hectárea) de los 10 tratamientos evaluados, contribuyendo por lo tanto en mayor medida a la interacción GxA, esto debido a que sus valores PCA1 se situaron en los

puntos más alejados de cero (observar la línea horizontal). Por tal motivo, éstas localidades son muy útiles para evaluar materiales genéticos.

La situación en la cual se ubican las parcelas mencionadas anteriormente, las hacen ideoneas al momento de evaluar variables como producción o rendimiento y/o estabilidad en otros tipos de genotipos, ya sea de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) u otra especie, especialmente leguminosas. Estas localidades se pueden considerar con condiciones favorables, por lo cual se puede decir que los genotipos evaluados pueden expresar sus mejores características de rendimiento. Para la localidad uno y cuatro el mejor genotipo es el QC-06 con un rendimiento de 2740.34 kg/ha y para la localidad dos el M-078 con un rendimiento 2621.26 kg/ha.

También es importante puntualizar que dichos ambientes, reportaron el mayor potencial de producción, con rendimientos de 2313.40 y 2282.13 kg/ha, respectivamente.

Analizando la situación de las parcelas ubicadas, en Camotán, Camotán, y Laguna de Cayur, Olopa, la información presentada en la figura 3, determinó que las mismas interaccionaron levemente con los genotipos evaluados, por lo que estas pueden tipificarse de neutrales, o sea que estas no produjeron diferencias en los rendimientos de los genotipos, esto se puede determinar al observar la puntuación AMMI (la cual fue de -1.36 y -9.93 respectivamente) que se encuentran cercanas a cero. Estas localidades se pueden considerar como las menos favorecidas por las condiciones agroclimáticas, por lo que para éstas los mejores genotipos fueron para la localidad tres el M-073 con un rendimiento de 2621.26 kg/ha y para la localidad cinco el M-043 con un rendimiento de 2384.96 kg/ha.

9.4 Resumen de los mejores genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), para la región que comprenden los municipios de Camotán, Olopa y Jocotán, del departamento de Chiquimula.

De acuerdo a la información presentada en el cuadro 13, y considerando el análisis de estabilidad a través del modelo AMMI, se presenta los mejores genotipos de frijol rienda para la zona que comprenden los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa, del departamento de Chiquimula los siguientes genotipos de Frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth).

Cuadro 13. Resumen de los mejores genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), para la región que comprenden los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa, Chiquimula, Guatemala.

Trat	Nombre	Rendimiento Kilogramos por hectárea	Puntuación AMMI
7	M-078	2,621.47	2.110
5	QC-110	2,008.33	3.807

Los valores presentados en el cuadro 13, determinan que los mejores genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) para la región que comprenden los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa, Chiquimula Guatemala, fueron: en primer lugar el genotipo M-078, el cual presentó una puntuación AMMI de 2.11 y a su vez un rendimiento de 2621.47 Kg/Ha, el cual superó en 558.97 Kg/Ha a la media reportada para los diez genotipos evaluados.

En esta situación es importante aclarar que el genotipo M-078 agronómicamente no interactúa con el ambiente, por lo que es el mejor para la región en la cual se desarrolló la investigación (municipios de Jocotán, Camotán y Olopa), porque sus rendimientos se mantendrán sostenibles a pesar de las condiciones climáticas imperantes que se presenten en dicha región, lo que a la postre le traerá beneficios directos a los agricultores que reproduzcan estos.

En segundo lugar el genotipo QC-110, el cual aunque reportó 54.17 kilogramos por hectárea menos que la media general, presentó una puntuación AMMI, muy cercana a cero (exactamente 3.807), la cual lo confirma como un genotipo estable.

9.5 Número de vainas por planta.

A continuación en el cuadro 14, se presentan las medias por tratamiento, de la variable número de vainas por planta, obtenidas en cada una de las cinco localidades evaluadas (en el capítulo, de anexos, se observan los resultados obtenidos en cada localidad y para cada una de las repeticiones y tratamientos evaluados).

Cuadro 14. Número de vainas por planta, en el cultivo de frijol rienda por localidades.

Trat	Denomin.	MEDIA					Media General
		L1	L2	L3	L4	L5	
1	S-042	34.38	46.42	29.58	57.58	34.25	40.44
2	M-053	40.56	47.25	29.17	46.25	35.25	39.70
3	S-121	45.85	43.67	29.92	51.75	36.42	41.52
4	R-023	71.33	56.33	37.00	50.50	43.25	51.68
5	QC-110	55.50	62.08	35.50	53.92	45.00	50.40
6	M-043	39.03	81.25	39.00	77.50	71.25	61.61
7	M-078	72.83	81.67	46.83	84.50	48.42	66.85
8	QC-06	82.25	53.83	53.08	84.75	71.50	69.08
9	M-073	39.83	54.92	57.25	59.50	44.83	51.27
10	TESTIGO	67.42	62.67	44.00	43.67	57.50	55.05

Media General	54.89	59.00	40.13	60.99	48.77	52.76
Desviación Stand.	17.27	13.39	9.94	15.51	13.76	
Varianza	298.2	179.3	98.76	240.7	189.4	
Valor máximo	82.25	81.67	57.25	84.75	71.50	
Valor Mínimo	34.38	43.67	29.17	43.67	34.25	

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

De acuerdo a la información presentada en el cuadro 14, la media general, más alta, se obtuvo en la parcela ubicada en la aldea El Matasano, Jocotán, con un valor de 61 vainas por planta. Mientras que en la localidad ubicada en Camotán, Camotán, se obtuvo el menor el número de vainas por planta, con un valor de 40 vainas por planta.

El valor máximo de vainas por planta en las cinco localidades y de los 10 tratamientos evaluados, fue obtenido en el genotipo QC-06 con 85 vainas por planta, dicho valor se obtuvo en la parcela ubicada en la aldea el Matasano, Jocotán, dicho genotipo también reportó los valores más altos en las parcelas ubicadas en aldea Laguna de Cayur, Olopa, (con 71.50 vainas por planta) y aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, reportándose en este caso 82.25 vainas por planta.

Como se puede observar en el cuadro 14, el número de vainas por planta, varió en cada una de las localidades y tratamientos, estos resultados se deben a que esta variable se comporta de igual forma que el rendimiento, por lo que se ve influenciada por las distintas condiciones ambientales.

En la cinco localidades evaluadas, en términos generales el genotipo QC-06, reportó la media más alta, esto con un valor de 69 vainas por planta, mientras que el genotipo M-053, reportó el valor más bajo, con 39 vainas por planta.

La media general, en relación a la producción total de vainas en las cinco localidades fue de 53.0 vainas por planta.

Como se observa en el cuadro siete, de acuerdo al ANDEVA realizado a la variable número de vainas por plantas, en las cinco localidades evaluadas, existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Lo cual indicó que, estadísticamente y al 1% de significancia, al menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás.

Cuadro 15. ANDEVA para la variable número de vainas por planta, por localidades.

C.M.											
F.V.	GL	L1	Sig.	L2	Sig.	L3	Sig.	L4	Sig.	L5	Sig.
Trat	9	35.909		19.1412		15.213		24.8960		20.666	
Bloques	2	0.3742	**	0.1685	**	0.408	**	0.3138	**	0.036	N.S.
Error	18	1.3233		2.688		1.198		1.1456		3.715	
Total	29	37.607		21.9982		16.820		26.355		24.417	
% C.V.		3.668		5.02		4.06		3.23		6.42	

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guara quiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

NS= No Significativo. **= Altamente significativo

En relación a los coeficientes de variación obtenidos, estos no superaron el 10%, lo que indica que la toma de datos en relación a esta variable de respuesta se efectúa adecuadamente.

Debido a que, estadísticamente, se encontraron diferencias entre tratamientos, se realizó la prueba de medias de Tukey, por localidad, para determinar cuales fueron los mejores tratamientos en cada una de estas. Estos se presentan a continuación en el cuadro 16.

Cuadro 16. Prueba de medias de Tukey, para la variable número de vainas por planta.

tr.	Nombre	Media										Media Gral.
		L1		L2		L3		L4		L5		
1	S-042	34.38	d	46.42	b	29.58	d	57.58	b	34.25	c	40.44
2	M-053	40.56	d	47.25	b	29.17	d	46.25	bc	35.25	c	39.70
3	S-121	45.85	d	43.67	b	29.92	d	51.75	bc	36.42	bc	41.52
4	R-023	71.33	a	56.33	ab	37.00	cd	50.50	bc	43.25	bc	51.68
5	QC-110	55.50	bc	62.08	ab	35.50	cd	53.92	bc	45.00	bc	50.40
6	M-043	39.03	d	81.25	a	39.00	cd	77.50	a	71.25	a	61.61
7	M-078	72.83	a	81.67	a	46.83	ab	84.50	a	48.42	ab	66.85
8	QC-06	82.25	a	53.83	b	53.08	ab	84.75	a	71.50	a	69.08
9	M-073	39.83	d	54.92	b	57.25	a	59.50	b	44.83	bc	51.27
10	Test.	67.42	abc	62.67	ab	44.00	bc	43.67	c	57.50	ab	55.05

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

Con relación a la parcela ubicada en la aldea Encuentro Guaraquiche Centro, Jocotán, los valores presentados en el cuadro 16, determinaron, que a un nivel de significancia del 1%, los tratamientos, estadísticamente se agruparon en tres grupos, siendo el mejor el compuesto por los genotipos: QC-06 con 82.25 vainas por planta, M-078 con 72.83 vainas por planta, R-023 con 71.33 vainas por planta y el testigo con 67.42 vainas por planta, lo que representa una media de 75.47 vainas por planta.

En el caso de la parcela establecida en la aldea la Libertad, Camotán, los resultados de la prueba de medias determinaron la conformación de dos grupos, el primero aglomeró los genotipos M-078, M-043, el Testigo, QC-110 y el R-023, los cuales presentaron una media conjunta de 69 vainas por planta, mientras que el otro grupo conformado por el M-073, QC-06, M-053 el S-042 y S-121, reportaron una media de 49.0 vainas por planta o sea en promedio 20 vainas por planta menos.

En lo que respecta a la parcela ubicada en Camotán, Camotán, la prueba de medias presentada en el cuadro ocho, definió que los genotipos M-073, QC-06 y M-048, se agruparon en el primer grupo, reportando estos la media más alta con 52 vainas por planta, mientras que el último grupo (en donde solamente se encuentre la D), los genotipos S-121, M-053 y S-042, reportaron como media general solamente 30 vainas, o sea un diferencia de aproximadamente 22 vainas.

Los valores obtenidos de la prueba de medias, para la parcela experimental de la aldea El Matasano, Jocotán, determinan que el primer grupo, el cual fue integrado por los genotipos M-078, QC-06 y M-043, reporto una media general de 82.25 vainas por planta, dicho dato, casi duplica lo reportado en el testigo, el cual al reportar 43.67 vainas por planta, ocupó el último lugar.

Por último, para la parcela establecida en la aldea Laguna de Cayur, Olopa, los resultados presentados en el cuadro ocho, determinan que la prueba de medias efectuada a los valores obtenidos de la variable vainas por planta, establecieron que estadísticamente los mejores genotipos fueron el QC-06, el M-043, el Testigo y el M-078, reportando todos estos una media de 62.17 vainas por planta, mientras que los genotipos que presentaron en promedio la media más baja fueron el M-053 y el S-042, siendo dicha media 34.75 vainas por planta.

Así también, los genotipos QC-06, M-043 y M-078, reportaron una media de 62.17 vainas por planta, sin embargo, Rodas (2001) reporta que dichos genotipos reportaron diferentes resultados con respecto a esta variable, ya que en conjunto se estableció una media de 147 vainas por planta, superando por más de 84.83 vainas por planta a lo reportado en la aldea Laguna de Cayur, Olopa.

9.6 Peso de 100 vainas, en kilogramos (en fresco).

La variable peso de 100 vainas, para las cinco localidades evaluadas, se presenta a continuación en el cuadro 17.

Cuadro 17. Peso de 100 vainas, en kilogramos (en fresco), en el cultivo de frijol rienda por localidades.

Trat	Nombre	MEDIA					Media General
		L1	L2	L3	L4	L5	
1	S-042	0.70	0.724	0.612	0.709	0.751	0.6992
2	M-053	0.842	0.794	0.628	0.733	0.810	0.7614
3	S-121	0.736	0.720	0.697	0.739	0.682	0.7148
4	R-023	0.804	0.769	0.729	0.718	0.678	0.7396
5	QC-110	0.718	0.701	0.733	0.700	0.777	0.7258
6	M-043	0.841	0.820	0.716	0.842	0.833	0.8104
7	M-078	0.788	0.818	0.738	0.782	0.712	0.7676
8	QC-06	0.853	0.709	0.794	0.801	0.830	0.7974
9	M-073	0.698	0.733	0.761	0.716	0.669	0.7154
10	TESTIGO	0.727	0.714	0.703	0.658	0.606	0.6816
Media General		0.7707	0.750	0.7111	0.7398	0.7348	0.7413
Desviación Stand.		0.056	0.045	0.043	0.053	0.077	
Varianza		0.003	0.0020	0.0019	0.0028	0.0059	
Valor máximo		0.853	0.82	0.794	0.842	0.833	
Valor Mínimo		0.698	0.701	0.612	0.658	0.606	

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

De acuerdo al cuadro 17, en la aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, el mayor peso reportado por 100 vainas se obtuvo en el genotipo QC-06, con 0.853 kilogramos, mientras que la media más baja se obtuvo en el genotipo M-073, con 0.698 kilogramos.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en la parcela la Libertad, Camotán, los genotipos M-043 (con 0.820 kilogramos) y el M-078 (con 0.818 kilogramos), reportaron las medias más altas, en promedio los nueve genotipos de rienda reportaron una media de 0.754 kilogramos, en contraposición de los 0.714 kilogramos que reportó el testigo.

La situación que se presentó en relación a esta variable, en la parcela ubicada en Camotán, Camotán, determinó que los valores obtenidos de los nueve tratamientos de frijol Rienda, reportaron una media de 0.711, mientras que la media del testigo fue de 0.703, o sea una diferencia de 0.09 kilogramos.

En relación a lo obtenido en la aldea el Matasano, Jocotán, la media más alta fue reportada por el genotipo M-043 con 0.842 kilogramos, mientras que la más baja se presentó en el testigo con 0.658 kilogramos, presentándose entre estos una diferencia de 0.184 kilogramos. La media general de todos los genotipos de frijol Rienda fue de 0.748 kilogramos, o sea 0.09 kilogramos más que el valor reportado en el testigo.

Por último, en la aldea Laguna de Cayur, Olopa, se reportó que la media más alta fue el M-043 con 0.833 kilogramos, mientras que la media más baja se presentó en el testigo con 0.606 kilogramos, lo que representa una diferencia de 0.227 kilogramos.

Con los datos resumidos y presentados en el cuadro 17, se procedió a realizar el análisis de varianza para dicha variable, el cual se presenta a continuación en el cuadro 18.

Cuadro 18. ANDEVA para la variable peso de 100 vainas, por localidades.

C.M.											
F.V.	GL	L1	Sig.	L2	Sig.	L3	Sig.	L4	Sig.	L5	Sig.
Trat	9	0.1031	**	0.0574	**	0.0831	**	0.0791	**	0.1699	**
Bloques	2	0.0039		0.0131		0.0031		0.0128		0.0050	
Error	18	0.0340		0.0141		0.0166		0.0174		0.0147	
Total	29	0.1411		0.0847		0.1029		0.1094		0.1898	
% C.V.		4.15		3.73		5.53		4.21		3.91	

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Camotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

NS= No Significativo. **= Altamente significativo

Como se observa en el cuadro 18 y de acuerdo al ANDEVA realizado a la variable peso de 100 vainas, se determinó que en las cinco localidades evaluadas, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo que se realizó una prueba de medias de Tukey, para determinar cuales fueron los mejores tratamientos en ésta localidad, como se observa en el cuadro 19.

El coeficiente de variación más alto reportado en las cinco localidades, fue de 5.53, lo que significó que la toma de datos en relación a esta variable (peso de 100 vainas) fue realizada en forma correcta.

Cuadro 19. Prueba de medias de Tukey, para la variable peso de 100 vainas (en kilogramos).

tr.	Nombre	Media										Media Gral.
		L1		L2		L3		L4		L5		
1	S-042	0.70	a	0.724	ab	0.621	c	0.706	bc	0.751	abcd	0.6992
2	M-053	0.842	a	0.794	ab	0.628	bc	0.733	abc	0.810	ab	0.7614
3	S-121	0.736	a	0.720	ab	0.697	abc	0.739	abc	0.682	cde	0.7148
4	R-023	0.804	a	0.769	ab	0.729	ab	0.718	bc	0.676	cde	0.7396
5	QC-110	0.718	a	0.70	b	0.733	ab	0.70	bc	0.777	abc	0.7258
6	M-043	0.841	a	0.820	a	0.716	abc	0.842	a	0.833	a	0.8104
7	M-078	0.788	a	0.818	a	0.738	a	0.782	ab	0.712	bcd	0.7676
8	QC-06	0.853	a	0.709	b	0.794	a	0.801	ab	0.830	a	0.7974
9	M-073	0.698	a	0.733	ab	0.761	a	0.716	bc	0.669	de	0.7154
10	Test.	0.727	a	0.715	b	0.703	abc	0.658	c	0.606	e	0.6816

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

La prueba de medias de Tukey, para la parcela establecida en la aldea la Libertad, Camotán resumida en el cuadro 19, conformó dos grupos, determinando estadísticamente los genotipos M-043, M-078, M-053, R-023, M-073 S-042 y S-121, fueron iguales, reportando estos, una media total de 0.768 kilogramos por cada 100 vainas. El segundo grupo se conformó de los genotipos QC-06, QC-110 y el Testigo, reportando estos una media de 0.708 kilogramos, o sea 60 gramos menos en promedio que el primer grupo.

La agrupación de genotipos que se observa en el cuadro 19, determinó para la parcela establecida en Camotán, Camotán, que tanto el genotipo M-053 (que reporta 0.628 kilogramos) así como el S-042 (con 0.612 kilogramos) fueron los dos tratamientos que estadísticamente fueron diferentes a los ocho restantes (en cuyo grupo también se incluye al testigo), dicho grupo presentó en general una media en peso de 100 vainas de 0.734 kilogramos.

La información que se reporta en el cuadro 19, estimó, para la parcela establecida en la aldea el Matasano, Jocotan, la formación de dos grupos y un individuo aislado. El primer grupo, que se conformó por los genotipos M-043, QC-06, M-078, S-121 y M-053, reportó una media de 0.7794 kilogramos, la media del segundo grupo fue de 0.710 kilogramos, por último el genotipo aislado reportó una media de 0.658 kilogramos, o sea que el testigo produjo en relación a la media del primer grupo 0.121 kilogramos menos y 0.052 kilogramos.

Estadísticamente los mejores genotipos (de acuerdo a la prueba de Tukey) para la parcela establecida en la aldea laguna de Cayur, son los que conforman el primer grupo, siendo estos el M-043, QC-06, M-053, QC-110 y el S-042, obteniéndose de estos una media general de 0.800 kilogramos, situación contraria se presentó con el testigo, el cual solamente reportó una media de 0.606, lo que marcó una diferencia con la media de los materiales del primer grupo de 0.194 kilogramos

9.7 Vainas por corte.

En el cuadro 20, se presentan el resumen de los valores obtenidos al evaluar la variable, vainas por corte.

Cuadro 20. Vainas por corte, en el cultivo de frijol rienda por localidades.

Trat	Nombre	MEDIA					Media General
		L1	L2	L3	L4	L5	
1	S-042	26.48	27.77	25.86	33.21	24.42	57.55
2	M-053	37.39	28.41	22.39	24.28	23.50	27.19
3	S-121	28.88	27.48	22.59	27.21	20.25	25.28
4	R-023	32.68	34.29	26.20	26.35	28.89	29.68
5	QC-110	38.41	35.48	29.07	29.89	28.60	32.29
6	M-043	41.96	48.85	27.78	46.84	40.71	41.23
7	M-078	44.27	51.99	33.31	42.25	34.39	41.24
8	QC-06	43.01	32.41	39.86	44.30	45.20	40.96
9	M-073	31.00	34.98	40.49	35.94	32.69	35.02
10	TESTIGO	47.10	41.78	29.33	29.11	38.33	37.13
Media General		37.12	36.34	29.69	33.93	31.70	33.78
Desviación Stand.		6.0	8.07	6.26	8.04	7.65	
Varianza		36.04	65.24	39.10	64.75	58.47	
Valor máximo		44.27	51.99	40.49	46.84	45.20	
Valor Mínimo		26.48	27.77	22.39	24.28	20.25	

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

Los valores expresados en el cuadro 20, determinaron que para la variable, vainas por corte, en la aldea Encuentro Guaraquiche Centro, Jocotan, el valor más alto fue el obtenido en el testigo el cual fue de 47.10 vainas por corte, lo que contrastó con las 26.48 vainas reportadas en el tratamiento uno (S-042).

En lo referente a la parcela ubicada en la aldea la Libertad, Camotán, la información reportada por el cuadro 20, determinó que el rango de resultados obtenidos en esta variable va desde las 52 vainas por corte, (obtenidas en el genotipo M-078), hasta las 28 vainas por corte que se reportaron en el genotipo S-042, significando esto una diferencia de 24 vainas por corte.

Las medias generales de las vainas por corte que cada uno de los tratamientos reportó, en la parcela ubicada en Camotán, Camotán, establecieron que la media más alta se presentó en el tratamiento nueve con 40.49 vainas por corte mientras que la más baja en el S-121 con 22.59, o sea una marcada diferencia de aproximadamente 18 vainas por corte.

La parcela experimental establecida en la aldea el Matasano, Jocotán, reportó una media general de vainas por corte, de los nueve tratamientos de frijol rienda de 34.0 vainas por corte, superando por aproximadamente cinco vainas, el dato reportado por el testigo que fue de 29 vainas por corte.

En la parcela establecida en la aldea Laguna de Cayur, las medias generales de las vainas por corte que cada uno de los tratamientos reportó, como la más alta a la del genotipo QC-06 con 45.20 vainas por corte, mientras que la más baja en el S-121 con 20.25, es decir una diferencia entre estos de aproximadamente 25 vainas por corte.

En el cuadro 21, se presenta el ANDEVA, para los valores modificados mediante la transformación $(x+1)^{1/2}$ de la variable número de vainas por corte. En este análisis se determinó que estadísticamente existieron diferencias altamente significativas (1%) entre los tratamientos.

Cuadro 21. ANDEVA para la variable vainas por corte, por localidades.

		C.M.									
F.V.	GL	L1	Sig.	L2	Sig.	L3	Sig.	L4	Sig.	L5	Sig.
Trat	9	9.0454		12.585		8.5812		12.4373		13.5473	
Bloques	2	0.0201	**	0.6058	**	0.1899	**	0.1490	**	0.5303	**
Error	18	1.4422		1.5939		1.6718		2.11074		1.7431	
Total	29	10.5078		14.7854		10.4431		14.6971		15.820	
% C.V.		4.60		4.90		5.53		5.84		5.49	

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

NS= No Significativo. **= Altamente significativo

Debido que entre los tratamientos se presentaron diferencias altamente significativas, se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey, para determinar cuál de las medias es la mejor y por ende establecer el mejor material con respecto a esta variable, los resultados se presentan en el cuadro 22.

Cuadro 22. Pruebas de media de Tukey, para la variable número de vainas por corte.

tr.	Nombre	Media										Media Gral.
		L1		L2		L3		L4		L5		
1	S-042	26.48	e	27.77	ab	25.86	b	33.21	abcd	24.42	cd	57.55
2	M-053	37.39	abcde	28.41	ab	22.39	b	24.28	d	23.50	cd	27.19
3	S-121	28.88	de	27.48	b	22.59	b	27.21	d	20.25	d	25.28
4	R-023	32.68	bcde	34.29	ab	26.20	b	26.35	d	28.89	bcd	29.68
5	QC-110	38.41	abcd	35.48	ab	29.07	ab	29.89	bcd	28.60	bcd	32.29
6	M-043	41.96	abc	48.85	ab	27.78	ab	46.84	a	40.71	ab	41.23
7	M-078	44.27	ab	51.99	a	33.31	ab	42.25	abc	34.39	abc	41.24
8	QC-06	43.01	abc	32.41	ab	39.86	a	44.30	ab	45.20	a	40.96
9	M-073	31.00	cde	34.98	ab	40.49	a	35.94	abcd	32.69	abc	35.02
10	Test.	47.10	a	41.78	ab	29.33	ab	29.11	cd	38.33	ab	37.13

Referencias de localidades:

L1 = Aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, Chiquimula. L2 = Aldea La Libertad, Camotán, Chiquimula. L3 = Camotán, Camotán, Chiquimula. L4 = Aldea El Matasano, Jocotán, Chiquimula. L5 = Aldea Laguna de Cayur, Olopa, Chiquimula.

NS= No Significativo. **= Altamente significativo

La prueba de media de Tukey realizada a la variable vainas por corte (cuyo resumen se presentada en el cuadro 22), determinó que en la parcela ubicada en la aldea Encuentro Guaraquiche, Jocotán, se formaron cinco grupos, siendo el mayor y el que reporta la media más alta el testigo con 47.10 vainas por corte, en el último lugar se ubicó el genotipo S-042 con solamente 26.48 vainas por corte 41.01

Dicha prueba de media (resumidas), determinó que para la parcela establecida en la aldea la Libertad, Camotán, se formaron den dos grupos en el primeros estuvieron nueve tratamientos exceptuando al genotipo S-121, en el primer grupo se reportó una media de 37 vainas por corte, mientras que en el genotipo aislado (el S-121), la media fue de 27 vainas por corte.

Los resultados, referentes a lo obtenido en la parcela Camotán, Camotán, determinaron la formación de dos grupos estadísticos el primero conformado por los genotipos M-073, QC-06, M-078, Testigo, QC-110 y M-043, reportándose en estos una media general de 33.31 vainas por corte. El segundo grupo formado fue el de los genotipos R-023, S-042 S-121 y M-053, en donde la media general fue de 24.26 vainas por corte, o sea una diferencia de aproximadamente nueve vainas menos.

La situación que se presentó (de acuerdo al cuadro 22) en la parcela de la aldea el Matasano, Jocotán, definió que estadísticamente, los tratamientos evaluados se distribuyeron en cuatro grupos, el primero de ellos conformado por los tratamientos M-043, QC-06, M-078, M-073 y S-042, reportando estos una media de 40.508 vainas por corte, el segundo fue un genotipo aislado, en este caso el QC-110, con una media de 29.89, la misma situación se presentó con el testigo (el tercer grupo), el cual reportó 29.11 vainas por corte.

El comportamiento de dicha variables (vainas por corte), para la parcela establecida en la aldea Laguna de Cayur, Olopa, reportó como los mejores genotipos al QC-06, M-043, Testigo, M-078 y M-073, cuya media general fue de 38.26 vainas por corte, mientras que contrariamente el genotipo con la media más baja fue el S-121 con 20.25 vainas por corte, lo que representa una 18 vainas menos por corte, entre dicho genotipo y los que conforman el primer grupo.

9.8 Correlación de las variables evaluadas.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, en las cinco localidades (ambientes), de los componentes primarios del rendimiento y de las variables, días a floración y altura de planta, se calcularon los coeficientes de correlación lineal (r), entre estas variables y el rendimiento, por el método de producto-momento r de Pearson, con la finalidad de determinar la influencia que éstas

variables tienen sobre el rendimiento final. La información descrita anteriormente se presenta a continuación en el cuadro 23.

Cuadro 23. Coeficiente de correlación lineal (r), entre el rendimiento y las variables evaluadas.

Variable	Vainasxcorte		Vainasxplanta		Peso 100 vainas		Días a flor.		Altura	
Rendimiento	0.7928	**	0.832	**	0.487	N.S.	0.009	N.S.	0.61	N.S.

Referencia:

N.S., ** = No significativo, significativo al 1%.

De acuerdo a los valores presentados en el cuadro 23, existió una correlación positiva, altamente significativa (1%) de las variables número de vainas por corte y vainas por planta con coeficientes de correlación (r) de 0.7928, y 0.832 de los cuales la correlación encontrada entre el número de vainas por planta y el rendimiento se considera alto, por lo cual tiene mayor importancia.

Esto coincide con lo reportado por Duarte y Adams, citados por Cardona, J. (1,991), quienes comprobaron que existen altas correlaciones positivas entre el rendimiento y el número de vainas por planta, por lo tanto indican que se debe tratar de seleccionar por el número de vainas por planta y no a través de otros componentes, para lograr una mejora efectiva del rendimiento.

Así también, Sosof, J. (1,999), indica que en frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) existe una correlación positiva alta (0.9723) entre el rendimiento y el número de vainas por planta, y de acuerdo al tipo de tendencia según el diagrama de dispersión presentó un modelo de regresión lineal.

Un caso similar se presenta con Sosof, R. (2001), el cual determinó una correlación positiva alta entre vainas por planta y vainas (0.8) evaluando en este caso 10 materiales nativos de otra leguminosa, siendo esta de Frijol de Vara (*Phaseolus vulgaris* L.)

Es importante luego de toda la información recaba en relación al rendimiento y de los componentes principales que conforman este (número de ejotes por planta, peso de 100 vainas, número de cortes y número de vainas por corte), de las cinco parcelas evaluadas, resumir cuales fueron los genotipos que reportaron los valores más altos, (en relación a dichas variables) y en que ambientes (localidades) se obtuvieron estos. Esta información se presenta a continuación en el cuadro 24.

Cuadro 24. Resumen de los valores más altos reportados por variable de respuesta y localidad .

#	Localidad	Variable							
		1 *		2 *		3 *		4 *	
		Val.	Gen.	Val.	Gen.	Val.	Gen.	Val.	Gen.
1	Guaraquiche	82.2	QC-06	0.85	QC-06	47.1	Test.	3551.8	QC-06
2	La Libertad	81.7	M-078	0.82	M-043	52.0	M-078	3147.7	M-078
3	Camotán	57.2	M-073	0.79	QC-06	40.5	M-073	2116.5	M-073
4	El Matasano	84.5	M-078	0.84	M-043	46.8	M-043	3191.4	QC-06
5	Laguna de Cayur	71.5	QC-06	0.83	M-043	45.2	QC-06	3009.1	M-043
MEDIA		75.4		0.83		46.3		3003.3	

Referencias:

1=Número de vainas por planta. 2=Peso de 100 vainas. 3=Número de vainas por corte. 4=Rendimiento (Kg/Ha).

10. CONCLUSIONES.

1. Se acepta la hipótesis alternativa (Ha) planteada para la presente investigación, ya que al menos uno de los genotipos presentó estabilidad genética.
2. De acuerdo a la prueba de medias Tukey, para el análisis combinado del rendimiento, el genotipo QC-06 fue el mejor, con un rendimiento medio de 2740.34 kg/ha, seguido por los genotipos M-078 y M-043, con rendimientos medios de 2621.26 y 2384.96 kg/ha respectivamente.
3. El genotipo QC-06 fue el mejor, en lo que respecta al número de vainas por planta, con una media general de 69.08 vainas por planta, seguido por los genotipos M-078 y M-043, con una media general de 66.85 y 61.61 vainas por planta respectivamente.
4. El genotipo M-053, fue el que presentó la mayor estabilidad genotípica del rendimiento (en Kg/Ha), con una puntuación de -1.637 , considerándose esta como la más cercana a cero.
5. En relación a la combinación ideal de estabilidad y rendimiento, el mejor genotipo fue el M-078, en el cual se reportó un rendimiento 2621.47 Kg/Ha y una puntuación AMMI de estabilidad de 2.110.
6. En cuanto a localidades (ambientes) se refiere, las ubicadas en las aldeas Encuentro Guaraquiche, El Matasano y La Libertad, fueron las que más

contribuyeron en relación a la interacción del genotipo x ambiente, al reportar puntuaciones AMMI de 36.76, -13.76 y -11.71 respectivamente.

7. Al reportar una puntuación AMMI de -1.36 y -9.93 respectivamente, las localidades ubicadas en Camotán, Camotán y La Laguna de Cayur; Olopa, pueden catalogarse como neutrales, pues de los valores absolutos de los ambientes evaluados, fueron los más cercanos a cero.
8. Existió una correlación positiva, altamente significativa (1%) entre rendimiento (Kg/Ha) y las variables número de vainas por corte, y vainas por planta con coeficientes de correlación (r) de 0.7928, y 0.832.

11. RECOMENDACIONES.

1. Evaluar los genotipos M-078, QC-110 y M-073 en parcelas semicomerciales de 0.044 a 0.088 ha. (1 a 2 cuerdas), con la finalidad de validar los resultados obtenidos en esta investigación, para luego proceder y producir y liberar semilla, o en su defecto, llevar a cabo la transferencia de semilla a una institución gubernamental o privada.
2. Considerar la utilización de las parcelas ubicadas en las aldeas Encuentro Guaraquiche, El Matasano, Jocotán Chiquimula y La Libertad, Camotán, en futuras investigaciones relacionadas a la estabilidad del rendimiento, debido a que éstas contribuyen en mayor medida a la interacción genotipo x ambiente, dando como resultado, que las diferencias entre rendimientos se acentúen en mayor porcentaje.
3. En proceso de selección, cuando se trate de mejorar el rendimiento, tomar en cuenta la variable número de vainas por planta, la cual presentó un coeficiente de correlación alto, que además, se considera altamente significativo.
4. Realizar evaluaciones relacionadas, estabilidad genética en base a resistencia a la sequía, de los genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) que fueron seleccionados en esta investigación, siendo estos M-078, QC-110 y M-073.
5. Contactar a productores (agricultores de la región), que se encuentren interesados en la reproducción de los genotipos de frijol rienda seleccionados, en este estudio.

6. Investigar los posibles canales de producción y comercialización del material reproductivo (semilla) que pueda liberarse, en los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa.

12. BIBLIOGRAFÍA.

Acosta, JA; Sánchez, I. 1985. Adaptación y estabilidad de diferentes materiales de frijol, *Phaseolus vulgaris* L., en la región temporalera del norte centro de México. Revista agricultura técnica en México 11 (2): 114 p.

Azurdia, CA; Martínez, A. 1983. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. Tikalia 2 (2): 5-16.

Chojolán, T. 1999. Recolección y caracterización de materiales nativos de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L), provenientes del departamento de Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Mazatenango, GT, USAC-CONSUROC. 166 p.

Corzo, J. 1995. Ejote francés; guía de producción manejo, post cosecha, mercadeo. Guatemala, gremial de exportadores de productos no tradicionales. p. 1 – 39

Cronquist, A. 1982. Botánica básica. Trad. AM Ambrosio. México, CECSA. 848 p.

Cruz, J. 1982. Clasificación de las zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. 83 p.

España, E. 1997. Búsqueda, recolección, caracterización y evaluación de cultivares nativos de frijol de la región Suroccidental de Guatemala; Mazatenango, GT, USAC-CONSUROC. 23 p.

Esteban, C; Guerra, F. 2000. Paquete tecnológico para cultivares de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) en la zona suroccidental de Guatemala. Mazatenango, GT, USAC-CONSUROC. 50 p.

Fuentes, M; Queme, W. 1999. Evaluación de híbridos de maíz de grano amarillo y blanco en diferentes ambientes de Centro América, El Caribe, Colombia y Venezuela. Guatemala, ICTA. 14 p.

González, C. 1998. Recolección y caracterización de 82 cultivares de frijol (*Phaseolus* spp. y *Vigna* spp.), provenientes del departamento de Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Mazatenango, Suchitepéquez, GT, USAC-CONSUROC. 156 p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1969. Diccionario geográfico de Guatemala, 1 disco compacto, 8 mm.

López, C. 1999. Caracterización de 83 cultivares de frijol (*Phaseolus* spp.) y (*Vigna* spp.) de la zona costera del departamento de San Marcos. Tesis Ing. Agr. Mazatenango, Suchitepéquez, GT, USAC-CONSUROC. p. 10-274.

Meléndez, J. 1987. Evaluación de rendimiento y estabilidad de siete líneas y dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en seis localidades de la Franja Transversal del Norte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 62 p.

Moreno, P. 1984. Glosario botánico ilustrado. México, CECSA, 300 p.

Otzoy, M; España, E; De León, C; López, C. 1997. Búsqueda, recolección, caracterización y evaluación de cultivares de frijol nativo de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) de la región Sur-Occidental de Guatemala. Mazatenango, GT, USAC-CONSUROC. 258 p.

Peña, A. 1997. Evaluación de catorce líneas de frijol tepari (*Phaseolus acutifolius* Gray) en tres localidades de El Progreso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 123 p.

Reyes, P. 1990. Diseño de experimentos aplicados. 3 ed. México, Trillas. 348 p.

Rodas, R. 2001. Determinación del número y período óptimo de corte de ejote en fresco de 16 cultivares de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), bajo condiciones de la granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Mazatenango, Suchitepéquez, GT, USAC-CONSUROC. p. 25-26p.

Salguero, V. 1977. Estimación de los parámetros de estabilidad para medir el rango de adaptación de 4 híbridos y 6 variedades de maíz (*Zea mays* L.), en el sur oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 71 p.

Sosof, J. 1999. Evaluación de la resistencia al virus del mosaico dorado (VMD) de 16 materiales de frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) en granja Zahorí, Cuyotenango Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 86 p.

Sosof, J. 2001. Estabilidad genética de 10 cultivares de frijol criollo de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) en cuatro localidades de la región suroccidental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Mazatenango, Suchitepéquez, GT, USAC-CONSUROC. p. 25-26p.

Simmons, CS; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. P Tirado-Sulsona. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra. 1,000 p.

Standley, PC; Steyermark, JA. 1978. Flora of Guatemala. EE.UU., Chicago Natural History Museum, Fieldam Botany. 24, pt. 4; p. 317-335, 363-366.

Valenzuela, J. 1985. Parámetros de estabilidad para el rendimiento de variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L., en cuatro fechas de siembra. Revista agricultura técnica en México 11 (2):114 p.

Villela, R. 1994. El cultivo del ejote francés. Guatemala, MAGA, Proyecto de Desarrollo Agrícola G De G / AID 520-0274 USAID. p. 1 – 34.