



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL SUROCCIDENTE
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y
NUTRICIÓN. PRUNIAN



INFORME FINAL
**EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y DE ESTABILIDAD
GENÉTICA DE SIETE GENOTIPOS DE FRÍJOL
RIENDA (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), EN LA
REGIÓN SUROCCIDENTAL DE GUATEMALA.**

Ing. Agr. M.A. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador IIDESO

Ing. Agr. Carlos Arturo Esteban García
Investigador y Coordinador del proyecto

Mazatenango, Suchitepéquez, Junio de 2005.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN.
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL SUROCCIDENTE.
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y
NUTRICIÓN. PRUNIAN

**EVALUACIÓN
AGRONÓMICA Y
DE ESTABILIDAD
GENÉTICA DE
SIETE GENOTIPOS
DE FRÍJOL
RIENDA (*Vigna
sesquipedalis* L.
Fruwirth), EN LA
REGIÓN
SUROCCIDENTAL
DE GUATEMALA.**

Ing. Agr. M. A. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Coordinador I IDESO.

Ing. Agr. Carlos Arturo Esteban García.

Coordinador del proyecto.



MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
JUNIO, DE 2005.



Índice.

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. OBJETIVOS.....	6
V. REFERENTE TEORICO.....	7
1. Descripción del género <i>Vigna</i>	7
2. Clasificación botánica de <i>Vigna sesquipedalis</i> (L) Fruwirth.....	7
3. Anatomía de la vaina en estado de ejote del frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth.).....	7
3.1 Ejote.....	7
3.2 Vaina.....	8
4. Descripción del frijol Rienda.....	8
5. Algunas características relacionadas a la reproducción del frijol Rienda.....	8
5.1 Germinación.....	8
5.2 Malezas.....	9
5.3 Floración.....	9
5.4 Plagas y enfermedades.....	9
5.5 Distanciamientos de siembra.....	9
5.6 Uso de fertilizantes.....	10
5.7 Cosecha.....	10
5.7.1 Número de vainas por planta.....	10
5.8 Rendimiento del frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth).....	11
5.9 La necesidad de semillas de frijol Rienda.....	11
5.10 Importancia del análisis de la estabilidad genética.....	12
5.11 Información requerida para AMMI.....	13
VI. HIPÓTESIS.....	15
VII. METODOLOGÍA.....	16
1. Lugar de realización del estudio.....	16
2. Material experimental	17



	Continúa índice...	Pag.
3.	Manejo del experimento.....	19
3.1	Preparación del terreno.....	19
3.2	Trazo.....	19
3.3	Siembra.....	19
3.4	Control de plagas y enfermedades.....	19
3.5	Control de malezas.....	20
3.6	Tutoreado.....	20
3.7	Fertilización.....	20
3.8	Cosecha.....	20
4.	Análisis estadístico.....	20
4.1	Población.....	20
4.2	Muestra.....	20
4.3	Técnicas utilizadas.....	21
	4.3.1 Recolección de datos.....	21
	4.3.2 Análisis de datos.....	22
	4.3.4 Análisis combinado (en serie).....	23
	4.3.5 Análisis de estabilidad.....	23
VIII	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	25
1.	Evaluación de siete materiales genéticos de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwith) en 11 localidades de la zona Suroccidental de Guatemala.....	25
1.1	Peso de 100 vainas (en fresco)	25
1.2	Vainas por planta.....	28
1.3	Vainas por corte	32
1.4	Rendimiento.....	36



Continúa índice...

	Pag.
2. Identificación de los mejores materiales, según el estudio de estabilidad genética en rendimiento.....	41
2.1 Interacción genotipo x ambiente (G x A).....	41
2.2 Identificación de los mejores materiales genéticos de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth), basados en el estudio de estabilidad genética del rendimiento.....	42
3. Recomendación para la zona Suroccidental de Guatemala de los mejores materiales de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth)	48
IX CONCLUSIONES.....	49
X RECOMENDACIONES.....	50
XI BIBLIOGRAFÍA.....	51

**Indice de cuadros.**

Cuadro	Pag.
1 Concentración (en %) de los elementos nutritivos que contienen el ejote y hoja de <i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth).....	11
2 Ubicación geopolítica y altura de las 11 parcelas experimentales utilizadas.....	16
3 Ubicación geográfica y zona de vida en las que se ubicaron 11 parcelas experimentales, utilizadas en la evaluación.....	17
4 Nombre común, número de colecta y lugar de procedencia de los materiales de frijol Rienda evaluados.....	18
5 Algunas características agromorfológicas de los nueve materiales de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth) evaluados en esta investigación.	18
6 Peso de 100 vainas, en el cultivo de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth) para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.....	25
7 ANDEVA para la peso de 100 vainas para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.....	26
8 Prueba de medias de Tukey, para la variable peso de 100 vainas.....	27
9 Vainas por planta en el cultivo de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth) para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.....	28
10 ANDEVA para la variable vainas por planta, para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.....	29
11 Prueba de medias de Tukey, para la variable vainas por planta.....	30
12 Vainas por corte, en el cultivo de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth) para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.....	32
13 ANDEVA para la variable vainas por corte, para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.....	33
14 Pruebas de media de Tukey, para la variable número de vainas por corte..	34
15 Rendimiento (Kg/Ha), en el cultivo de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth) para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.....	36



Continúa índice de cuadros...

Cuadro		Pag.
16	ANDEVA para la variable rendimiento, para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.....	37
17	Pruebas de media de Tukey, para la variable Rendimiento (Kg/Ha).....	38
18	Resumen de los valores más altos reportados por variable de respuesta y localidad.....	40
19	Análisis de varianza combinado, del rendimiento (Kg/ha), de ocho materiales de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth) en 11 localidades de la zona Suroccidental de Guatemala.....	41
20	Prueba de medias de Tukey (1%), para el análisis combinado del rendimiento (Kg/ha) de ocho materiales de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth) en 11 localidades de la zona Suroccidental de Guatemala.....	42
21	Análisis AMMI (efectos aditivos e interacciones), para la variable rendimiento en ocho materiales genéticos de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth), en la Zona Suroccidental de Guatemala.....	43
22	Puntuaciones AMMI para el componente PCA1, por tratamientos (genotipos).....	44
23	Puntuaciones AMMI para el componente PCA1, por ambientes (localidades).....	46
24	Materiales de frijol Rienda (<i>Vigna sesquipedalis</i> L. Fruwirth), recomendados para la zona Suroccidental de Guatemala.....	48

Índice de figuras.

Figura		Pag.
1	Dimensiones de la unidad experimental.....	21
2	Medias de rendimiento (Kg/Ha) y puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1) por materiales evaluados (genotipos).....	45
3	Medias de rendimiento (Kg/Ha) y puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1) por localidades evaluadas (ambientes).....	47



RESUMEN

La finalidad de esta investigación, fue la de recomendar, en base a estabilidad genética (utilizando como variable respuesta el rendimiento) materiales genéticos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwith) para la región Suroccidental de Guatemala (Suchitepéquez, Retalhuleu y la parte costera de Quetzaltenango y San Marcos).

Los materiales de frijol Rienda utilizados para esta investigación, provinieron del banco de germoplasma del IIDESO (Instituto de Investigación y Desarrollo del Suroccidente), estos fueron colectados y evaluados desde el año 1997.

Dicha investigación fue ejecutada por el IIDESO y la Dirección General de Investigación, teniendo un período de duración de once meses.

Los objetivos específicos que se plantearon para esta investigación fueron: La evaluación agronómica (determinación de número de vainas por planta, vainas por corte etc.), de los siete materiales genéticos de frijol Rienda, la determinación de la estabilidad genética (empleando al rendimiento) de dichos materiales, según el estudio de estabilidad genética, utilizando el modelo de **Análisis de efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas, denominado AMMI** y por último la recomendación de los materiales genéticos de frijol Rienda, para la región, considerando para esto, la estabilidad genética reportada, y el rendimiento medio (expresado en Kg/ha de ejote o vaina) obtenido.

Dentro de los resultados mas importantes se tuvo: la media general de rendimiento para los ocho tratamientos de frijol Rienda (siete materiales genéticos y un testigo) fue de 6,126 Kg/ha. La localidad de cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez, reporto la media general de rendimiento más alta con 11,528 Kg/ha.

En el material QC-110, se reportó el índice más alto de estabilidad genotípica, con una puntuación AMMI de -9.85. En último lugar se reportó al material R-023, cuya puntuación AMMI fue de 57.37.

La parcela más neutral (de las 11 establecidas), reportó ser la ubicada en parcelamiento San José La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, con una puntuación AMMI de -5.26. Por el contrario, en la parcela establecida en cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez, se reportó el valor AMMI más alto con 43.48, con lo que se concluye que en esta se evidenció más, la interacción Genotipo * ambiente.

Considerando la información obtenida a través del análisis de estabilidad en el modelo AMMI, los materiales genéticos de frijol Rienda que se recomiendan establecer y producir para la región Suroccidental de Guatemala son: el material QC-110, (el cual reportó un AMMI de -9.85 y rendimiento de 7030 Kg/ha) y el material QC-006, (con un AMMI de -10.62 y un rendimiento de 7083 Kg/ha).



I. INTRODUCCIÓN.

Desde el año de 1997, el IIDESO (Instituto de Investigación y Desarrollo del Suroccidente), cuya sede se encuentra en el Centro Universitario del Suroccidente – CUNSUROC- y la Dirección General de Investigación, han venido desarrollando conjuntamente, proyectos de investigación relacionados al aprovechamiento de las diferentes especies de frijoles que se cultivan en la región Suroccidental de Guatemala, dicha región de estudio comprendió los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu y la región costera de Quetzaltenango y San Marcos.

A medida que se fueron efectuando dichas investigaciones, se determinó que dentro del amplio germoplasma obtenida, la presencia de una especie de frijol, que no pertenecía al género *Phaseolus*, siendo esta *Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth, cuyas particularidades en relación al tamaño y sabor de la vaina, y al número de cortes (mas de 12), que pueden realizarse, presentó ser una alternativa muy llamativa y beneficiosa, para pequeños agricultores de la región en donde se desarrollo la investigación.

Fue así, que en año 2004, se planteó la investigación denominada: “Evaluación agronómica y de estabilidad genética de siete genotipos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), en la región Suroccidental de Guatemala”, la cual tuvo como objetivos específicos la evaluación agronómica, identificación y recomendación (considerando para ello el estudio de estabilidad genética con base a al rendimiento) de los mejores materiales genéticos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), colectados y estudiados por el IIDESO.

La importancia de esta investigación, evidenció, la importancia de evaluar la estabilidad genética de los siete materiales de frijol Rienda, para que con ello, tener la certeza de que al liberar estos materiales (dicha etapa será efectuada por los agricultores y pequeños productores rurales), se obtenga un rendimiento continuo, no importando las características ambientales en las que sean cultivados.

Los resultados obtenidos en esta investigación, recomiendan los mejores materiales genéticos de frijol Rienda, los cuales pueden ser utilizados por los agricultores de la región Suroccidental de Guatemala (región en la cual se desarrollo dicho estudio), estando estos, seguros de que los rendimientos obtenidos (en “ejote” o vaina), superaran fácilmente los 6000 Kg/ha.



II. ANTECEDENTES.

Según Eberhart y Russell, citados por Valenzuela (1985), se debe definir puntual y fehacientemente, la fuerte influencia que ejercer el medio ambiente, sobre el comportamiento y desarrollo de variedades seleccionadas y mejoradas para que con ello, se pueda determinar su estabilidad y adaptabilidad ecológica.

Así también Eberhart y Russell citados por Valenzuela (1985), mencionan la enorme contribución del ambiente a la expresión fenotípica de un carácter, reconociendo explícitamente, que 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.

Por lo tanto, individuos que exhiben características promisorias en determinado ambiente, pueden resultar inadecuados en un ambiente diferente. (Eberhart y Russell citados por Valenzuela, 1985).

El Instituto de investigaciones y desarrollo del Suroccidente, con sede en el Centro Universitario Del Suroccidente, (ubicado en Mazatenango, Suchitepéquez), ha venido desde 1997, desarrollando conjuntamente con la DIGI, proyectos de investigación, el primero de ellos titulado "Búsqueda, colecta y caracterización de cultivares nativos de Fríjol nativo (*Phaseolus* spp y *Vigna* spp.), en la zona Suroccidental de Guatemala, la cual comprendió, los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez y la parte costera de Quetzaltenango y San Marcos.

Durante la ejecución de esa investigación, se colectaron y caracterizaron un total de 418 cultivares, distribuidos de la siguiente manera: 128 cultivares en el departamento de Retalhuleu, 121 en Suchitepéquez, 85 en la parte costera de Quetzaltenango y 84 en la parte baja del departamento de San Marcos. Otzoy et. al (1997)

Dentro de las especies colectadas y caracterizadas, se encontraron: fríjol de Vara (*Phaseolus vulgaris* L.) fríjol Ixtapacal, (*Phaseolus acutifolius* Gray.), fríjol Ixcumite (*Phaseolus acuiifolius* Gray.), fríjol Ixpanque, (*Phaseolus lunatus*) fríjol Arroz (*Phaseolus calcaratus* L.) fríjol Boloní (*Phaseolus vulgaris* L.), además, en dicha colecta, se obtuvieron cultivares pertenecientes a *Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth, los cuales son denominados entre los productores como: fríjol Rienda, Fríjol Chicote o fríjol Tripa de pollo.

De dicha especie (fríjol Rienda), se colectaron y caracterizaron, ocho cultivares provenientes del departamento de Retalhuleu, ocho del departamento de Suchitepéquez, 10 cultivares de la parte costera del departamento de Quetzaltenango y cinco cultivares del departamento de San Marcos, haciendo un total de 23 cultivares



Los cultivares de frijol Rienda, presentan características muy peculiares, la primera de ellas, es la longitud a la que pueden llegar las vainas, la cual varía y va desde los 0.3 m hasta los 1.2 m y la segunda es que del pedúnculo de donde se cosechó la vaina, crece un nuevo brote vegetativo que da origen, a una nueva flor, la cual forma nuevas vainas, esta segunda característica no se presenta en otras especies de frijoles, principalmente del género *Phaseolus* spp.

Agricultores encuestados, por López (1999) mencionan que el consumo del frijol Rienda, es generalmente en ejote (vainas en estado inmaduro), y no en grano, debido a que en este, el sabor que presenta el caldo es demasiado amargo.

En relación, a su crecimiento *Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth, presenta un crecimiento indeterminado trepador, por lo que para su producción, se hace necesario la implementación de tutores.

Seguidamente, Esteban y Guerra, (1999), determinaron un paquete tecnológico para el cultivo de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), en el cual se incluían los parámetros a seguir en lo relacionado a: fertilización, forma y posición del tutor y distanciamientos de siembra.

En el año 2001 Rodas, determinó que el número de cortes que pueden realizarse en algunos materiales de frijol Rienda, pueden llegar hasta 32, mientras que los rendimientos (en vainas cosechadas en estado inmaduro) pueden oscilar entre los 6000 y 6500 Kg/ha.

Así también en el 2001, Sosof, realizó una investigación, empleando el modelo AMMI, en donde evaluó estabilidad genética (con base al rendimiento), de 10 materiales genéticos de frijol de Vara (*Phaseolus vulgaris*) en cuatro localidades, ubicadas en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez y Quetzaltenango, determinando rendimientos hasta de 1,334.9 Kg/ha,

En esa investigación, Sosof (2001), determinó que el cultivar que presentó mayor estabilidad genotípica del rendimiento fue USAC-6, con una puntuación AMMI de -0.56 , mientras que el mejor cultivar, en cuanto a estabilidad y rendimiento, fue USAC-4, con una media general de 1,282.4 Kg/ha y una puntuación AMMI de -3.29 .

En relación a las localidades evaluadas, Sosof (2001), concluyó que las localidades de cantón San Antonio Ixtacapa y finca Patio de Bolas, contribuyeron en mayor medida a la interacción genotipo x ambiente, ya que presentaron las mayores puntuaciones AMMI, con valores de -23.6 y 22.0 , respectivamente.

Para el año 2003 Otzoy y Esteban, evaluaron la estabilidad genética de nueve cultivares de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) en cinco localidades, ubicadas en la zona que ocupa la etnia Maya-Chortí en el departamento de Chiquimula, la cual incluye a los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa, con la finalidad de presentar alternativas para paliar la difícil situación en torno al crónico problema de la seguridad alimentaria, que acarrea la mencionada región.



En dicha investigación se evaluaron nueve los cultivares de frijol Rienda, provenientes del banco de germplasma del IIDESO.

Según Otzoy y Esteban, (2003), dentro de los resultados más importantes que esa investigación, se encuentran, que el material QC-006, fue el que reportó el rendimiento más alto con 3551.80 Kg/ha. Así también, Otzoy y Esteban (2003), indican que el material M-053, fue el que presentó la mayor estabilidad genotípica del rendimiento (en Kg/ha), con una puntuación de -1.637. Con relación a la combinación ideal de estabilidad y rendimiento, el mejor material fue el M-048, en el cual se reportó un rendimiento 2621.47 Kg/ha y una puntuación AMMI de estabilidad de 2.110.

Por último y de acuerdo al análisis de estabilidad con base al rendimiento Otzoy y Esteban (2003), recomiendan, la producción en la zona que comprenden los municipios de Jocotán, Camotán y Olopa, Chiquimula, Guatemala, de los siguientes materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) : M-048, QC-110, y M-073.



III. JUSTIFICACIÓN.

Los proyectos de frijol DIGI-CUNSUROC, han venido desarrollando desde el año de 1997, en la región Suroccidental de Guatemala (Suchitepéquez, Retalhuleu, parte costera de Quetzaltenango y San Marcos), materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), cuyo alto rendimiento (con una media de más de 6,000 Kg/ha, en ejote), puedan representar una opción viable y efectiva, para que grupos de pequeños agricultores, que en la actualidad no cuentan con cultivos rentables y que demanden poca tecnología agrícola.

En la actualidad se cuenta con siete materiales genéticos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), los cuales a través de varias generaciones han sido seleccionados especialmente por el rendimiento que han reportado (por encima de los 6,000 Kg/ha en ejote) y por las características organolépticas que presentan en relación al manejo de valor agregado que se les puede dar (envasado industrial).

Sin embargo, la etapa que aún no se había evaluado, era la relacionada a la estabilidad que estos siete materiales de frijol Rienda, podían reportar a las condiciones ambientales propias de la región Suroccidental de Guatemala, en donde según de De la Cruz (1982), cuatro diferentes zonas de vida, cuyas características de precipitación, temperatura y humedad relativa varía en cada una de estas.

Por lo tanto, esta investigación se justifica desde el punto de vista que luego, de determinar la estabilidad genética de dichos materiales y que seguidamente a esto, se liberen el material reproductivo, el agricultor que cultive dichos materiales, obtendrá no sólo altos rendimientos sino que también, la certeza que estos serán también homogéneos en su producción.



IV. OBJETIVOS.

1. General.

Evaluar la estabilidad genética (en base a rendimiento en ejote) de siete materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) en la región Suroccidental de Guatemala.

2. Específicos.

- ❖ Evaluar agronómicamente, siete materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), en 11 localidades de la región Suroccidental de Guatemala.
- ❖ Determinar los mejores materiales genéticos, según el estudio de estabilidad genética en rendimiento.
- ❖ Recomendar materiales genéticos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), para la región Suroccidental de Guatemala.



V. REFERENTE TEÓRICO.

1. 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 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 ovulados, 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 ó 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 a cafés ladrillo. Standley (1978),

Alrededor de 40 especies conforman este género, siendo el lugar en donde más han proliferado, los trópicos de ambos hemisferios, en Centroamérica, algunas de ellas se han reportado algunas en su forma adaptada. Standley (1978),

2. Clasificación botánica de *Vigna sesquipedalis* (L) Fruwirth

Según Cronquist (1982), la clasificación botánica de esta leguminosa perteneciente al género *Vigna*, es la siguiente.

Reino	Vegetal
Sub-reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsidae
Sub clase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Vigna</i>
Especie	<i>Vigna sesquipedalis</i> (L) Fruwirth

3. Anatomía de la vaina en estado de ejote del fríjol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth.)

3.1 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 *leguminosae*.



3.2 Vaina.

Es considerada como una estructura tubular en la base foliar o del pecíolo que rodea al tallo parcial o completamente, (Moreno 1984).

Los ejotes, se pueden definir como vainas verdes, legumbre ú hortaliza en fresco, con sus propias características organolépticas que las hacen apetecibles para el consumo humano, (Moreno 1984).

4. Descripción del frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth).

Según Standley (1978), es nativa del Sur-Este de Asia, cultivada para ingerir tanto la semilla, como sus partes verdes (hojas, vainas y tallos). Ha sido establecida en forma ocasional en partes altas de Guatemala, hasta una altura aproximada de 1,000 msnm. En 1978 Standley reportaba que se cultivaba en los departamentos de Jutiapa y San Marcos.

Así también Standley (1978), menciona que el frijol *Vigna*, puede utilizarse como planta forrajera, que puede ser consumida por el ganado vacuno, en su máximo desarrollo vegetativo, presenta cierta similitud a *Phaseolus vulgaris*, presentando como característica muy peculiar, la longitud de sus vainas, (Standley, 1978)

Esta especie es comúnmente conocida como frijol "Rienda" y "Tripa de Gallina", teniendo un hábito de crecimiento del tipo indeterminado trepador. (Otzoy et. al, 1997)

5. Algunas características relacionadas a la reproducción del frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)

5.1 Germinación.

Según Chojolán (1999), el género *Vigna spp.* inicia su germinación entre el tercer y cuarto día de siembra. Tiene un crecimiento más rápido que otros géneros tales como: *Phaseolus vulgaris* L ; *Phaseolus calcaratus* Roxb; *Phaseolus lunatus* L. Así también, Chojolán (1999), reporta que la semilla utilizada en la reproducción de materiales de frijol Rienda en el departamento de Retalhuleu, 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. En el caso anterior la tasa es de un 20% anual.



5.2 Malezas.

Corzo (1995), reporta que las limpiezas en el ejote francés (cultivo muy parecido al *Vigna spp.*) pueden efectuarse manualmente o químicamente. Cuando se utiliza el control manual, la primera limpieza se puede realizar a los 15 ó 20 días después de la siembra, y la segunda a los 20 días después de la primera, con el cuidado de realizar la escarda lo más superficialmente posible para evitar cualquier tipo de daño a las raíces del cultivo. También puede efectuarse un control de malezas por medio de herbicidas, siendo la forma más efectiva para eliminar el problema.

5.3 Floración.

De acuerdo a Chojolán (1999), la etapa de floración en *Vigna sesquipedalis* inicia a partir de los 37 días, luego de la germinación, prolongándose por un tiempo de dos meses. Del lugar de donde se cortó la vaina, crece un nuevo brote vegetativo que da origen, a una nueva flor, la cual forma nuevas vainas. Las vainas pueden presentar coloraciones que van desde el Blanco, hasta el Amarillo intenso.

5.4 Plagas y enfermedades.

Según González (1998), en Suchitepéquez, los agricultores que cultivan pequeñas áreas de ejote rienda, indicaron que tenían problemas con zompopos (*Atta sp.* o *Myrmex sp.*) y babosas (*Limax flavus L.*), sin embargo no reportaron el ataque de enfermedades.

Contradictorio a González (1998), es lo reportado por López (1999), estableciendo este último que *Vigna sesquipedalis*, es atacado por plagas del follaje (masticadoras) como: El gusano Peludo (*Estigmene sp.*), diferentes especies de tortuguillas (*Diabrotica sp.*), gusano Minador (*Agromyza sp.*), del follaje (*Chupadoras*), así como también Chinchas (*Loxa sp.*) y ácaros (*Tetranychus spp.*).

Para López (1999), la principal plaga que se presenta en el desarrollo de *Vigna sesquipedalis* y que ocasiona daños principalmente a las vainas es una abeja de la familia **Aphidae**.

España (1997), menciona que el género *Vigna* presenta mayor tolerancia al Virus del Mosaico Dorado del frijol (VMD) y otros tipos de enfermedades fungosas en condiciones de infestación natural, reportando a su vez altos rendimientos (por arriba de los 5,000 Kg/ha).

5.5 Distanciamientos de siembra.

Según López (1999), en la zona costera de San Marcos, y Suchitepéquez de los agricultores entrevistados, el 40%, reportó que no cuentan con un distanciamiento definido, mientras que el restante 60% informó la utilización de los siguientes distanciamientos: de 1 m. al cuadro, 0.5 x 0.75 m. y 0.75 x 1 m.



5.6 Uso de fertilizantes.

Encuestas a agricultores productores de *Vigna sesquipedalis*, realizadas por López (1999), en la zona costera de San Marcos, determinaron que el 100% de estos, no fertilizaban las plantaciones de dicha especie, debido a dos razones. La primera el alto costo de los insumos y la segunda, a la poca extensión de siembra con que cuentan, siendo esta generalmente menos de 300 m².

5.7 Cosecha.

Según Villela (1994), para realizar adecuadamente la cosecha de ejote Francés (ejote que presenta características organolépticas similares al de frijol Rienda y que por lo tanto puede utilizarse como parámetro), se deben definir las características idóneas de las vainas que influyen directa o indirectamente en la conservación y comercialización del producto.

Así también, Villela (1994), define que el ejote Francés estará listo para el corte cuando presente sus características de madurez fisiológica y de tamaño óptimas para el consumo humano.

Para Villela (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, deben cuidarse ciertas normas y estándares de calidad, entre las cuales se presentan:

- Forma: Alargado o redondo.
- Color de la 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.

El largo y diámetro son esenciales en las normas de calidad del ejote francés. El color verde uniforme, es otra característica de calidad. Los ejotes no deben tener ninguna mancha, ya sea producida por insectos, enfermedades, o daños físicos, al ser cosechados. Y como se mencionó la consistencia del ejote debe ser carnosa, tierna, jugosa y no debe tener fibra. (Villela, 1994)

5.7.1 Número de vainas por planta.

Según López (1999) el frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) presenta un promedio de 67 vainas por planta, sin embargo, el rendimiento es compensado con el peso de cada vaina que supera hasta en un 100% al peso reportado en el ejote de *Phaseolus vulgaris* L..



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.

5.8 Rendimiento del frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth).

Según Rodas (2001) los materiales de frijol Rienda que han sido evaluados en el proyecto DIGI-CUNSUROC, durante más de tres años, reportan rendimientos en ejote que pueden superar los 6,000 Kg/ha.

5.9 La necesidad de semillas de frijol Rienda.

Desde los estudios explorativos iniciados por Otzoy et. al (1997) en la región Suroccidental sobre colecta de frijoles se observó que el frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), presenta similitudes anatómicas y morfológicas al frijol Negro o de Vara (*Phaseolus vulgaris*), aunque con la ventaja que prácticamente no era atacado por el Virus Mosaico Dorado (V.M.D.) u otro tipo de virus, los cuales si afectan y reducen considerablemente el rendimiento en *Phaseolus vulgaris*.

Agronómicamente el género *Vigna* tiene la particularidad de emitir flores, en repetidas ocasiones, es decir que la formación de nuevas vainas, 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 Kg/ha. (en vainas inmadura o ejote); o sea 17,100 libras por hectárea. (Otzoy et. al. 1997)

El precio de una libra (medida de peso que se utilizan en mercados cantonales de la región Suroccidental de Guatemala, para comercializar no solamente *Vigna sesquipedalis* si no innumerables productos de consumo humano) de frijol Rienda, puede variar de precio, oscilando entre Q.2.20 y Q.6.60. (Otzoy et. al. 1997). El cultivo puede cosecharse, luego de 65 días de sembrado. (Otzoy et. al, 1997)

Bressani , citado por Rodas (2001), indica que en algunos países asiáticos, las hojas de frijol Rienda, son ingeridas como alternativa alimenticia. A continuación en el cuadro uno, se presentan los contenidos bromatológicos de ejote y hoja.

Cuadro 1. Concentración (en %) de los elementos nutritivos que contienen el ejote y hoja de *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

N(%)	5-6	Cu (ppm)	7.00-30.00
P(%)	0.35-0.75	Fe (ppm)	50-300
K(%)	2.2-4.0	Zn (ppm)	20-200
Ca(%)	1.5-2.5	Mn (ppm)	50-300
Mg(%)	0.3-1.5		

Fuente: Rodas, (2001).



Con respecto a la información suministrada, en el cuadro uno, es importante recalcar el alto contenido de nutrientes (tanto macro como micro) que puede aportar el cultivo de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) y que se encuentran disponibles, tanto en la hoja como en la vaina.

5.10 Importancia del análisis de la estabilidad genética.

Según Valenzuela, J. (1,985), 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. (1,977), es importante en trabajos de fitomejoramiento conocer la influencia que ejerce el medio ambiente en el comportamiento de variedades seleccionadas y mejoradas para determinar su estabilidad y adaptabilidad ecológica.

Camacho, citado por Salguero, V. (1,977), menciona que la contribución del ambiente a 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 inadecuados en un ambiente diferente.

Córdova, citado por Salguero, V. (1,977), considera que si el medio ambiente ejerciera sólo una poca influencia sobre el comportamiento de 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 de 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:

- ❖ **Evaluación en número de sitios diferentes, representativos de las condiciones ambientales de las áreas de difusión de los cultivos bajo prueba.**
- ❖ **Evaluación en un mismo sitio durante varios años.**
- ❖ **Evaluación en una combinación de las formas anteriores**
- ❖ **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 (GxA). 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 ésta 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 reducida, 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 se mínima o sea aquellos materiales que sean más estables. De esta manera se estará asegurando que el material seleccionado responderá de igual manera en distintos ambientes.

Carballo y Márquez, citados por Meléndez, J. (1,987), 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 las cuales la adaptabilidad de determinadas variedades sea mayor.

5.11 Que es AMMI, y la información requerida para este modelo.

Una forma de analizar la estabilidad genética de plantas, es a través del paquete estadístico denominado AMMI, (Aditives Mean Multiplication Interactive) cuyas siglas en Inglés significan: Análisis de efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas.

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 (PCA), requiere una estructura de dos entradas. Sin embargo una tabla de tres entradas como localidades, genotipo y tiempo puede aprovecharse eficientemente (combinado por ejemplo localidades y tiempo para formar ambientes). Para propósitos 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. (Peña, 1997)

La información debe ser de un tipo, por ejemplo rendimiento, no se permite que en 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 0 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. (Peña, 1997)

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. (Peña, 1997)



VI. HIPÓTESIS.

Ho: Los siete materiales de frijol Rienda, no presentarán estabilidad genética en rendimiento, para la región Suroccidental de Guatemala.

Ha: Por lo menos un material de frijol Rienda presentará mayor estabilidad genética en rendimiento, para la región Suroccidental de Guatemala.



VII. METODOLOGÍA.

1. Lugar de realización del estudio.

Los siete materiales genéticos de frijol Rienda, (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), fueron evaluados en 11 localidades, ubicadas estas, en la región Suroccidental de Guatemala, la cual comprende los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, y la zona costera de Quetzaltenango y San Marcos. A continuación en el cuadro dos, se detallan las localidades en donde se establecieron parcelas experimentales.

Cuadro 2. Ubicación geopolítica y altura de las 11 parcelas experimentales utilizadas.

#	Comunidad	Municipio	Departamento	Altura (msnm)
1	Cantón Chacalté Sís	Cuyotenango	Suchitepéquez	325
2	Línea C4, Parc. la Máquina	San Andrés Villa Seca	Retalhuleu	75
3	Cantón Aparicio	Cuyotenango	Suchitepéquez	270
4	Finca el Faro	El Palmar	Quetzaltenango	975
5	Finca El Tambor	San Felipe	Retalhuleu	710
6	Malacatán	Malacatán	San Marcos	702
7	Parc. San Juan El Húmedo	Champerico	Retalhuleu	07
8	Génova	Génova	Quetzaltenango	300
9	Aldea San Francisco Pecul	Pueblo Nuevo	Suchitepéquez	1216
10	Aldea San Luis	San Sebastián	Retalhuleu	418
11	Finca San Carlos Morales	San Martín Zapotitlán	Retalhuleu	502

De acuerdo al cuadro dos, en el departamento de Retalhuleu, se establecieron cinco de las 11 parcelas experimentales de las que constituyó la investigación, representando un 45.45% de dicho total. En relación a Suchitepéquez, en dicho departamento se implementaron tres ensayos de campo, significando un 27.27%. En el área que comprende la zona costera de Quetzaltenango, se trabajó con dos parcelas, contribuyendo con un 18.18% del total de parcelas y por último el ensayo establecido en Malacatán, representó la única parcela localizada en parte baja del departamento de San Marcos.

Así también las alturas en las que se situaron las 11 parcelas, variaron enormemente, desde 07 msnm en la parcela establecida en el parcelamiento San Juan el Húmedo, Champerico, Retalhuleu, hasta los 1216 msnm, altura en la cual se implementó la parcela de la aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.

Las ubicaciones geográficas (latitud y longitud) y las zonas de vida (estas últimas de acuerdo a De la Cruz, 1982), en las que se ubicaron las 11 parcelas experimentales, se resumen a continuación en el cuadro tres.



Cuadro 3. Ubicación geográfica y zona de vida en las que se ubicaron las 11 parcelas experimentales.

Loc.	Latitud	Longitud	Zona de Vida
1	14°31'58.8"	91°34'57.2"	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido
2	14°17'38.77"	91°37'56.01"	Bosque Húmedo Sub-Tropical cálido
3	14°25'12.3"	91°32'16.42"	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido
4	14°41'32"	91°39'40"	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido
5	14°37'50.1"	91°39'02.2"	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido
6	14°54'00.9"	92°04'38"	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido
7	14°16'37.05"	91°38'45.6"	Bosque Seco Sub-tropical cálido
8	14°27'42.3"	91°45'52.31"	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido
9	14°35'02.3"	91°31'43.4"	Bosque Montano Bajo
10	14°32'45.7"	91°37'53.1"	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido
11	14°35'59.9"	91°36'29.4"	Bosque Muy Húmedo Sub-tropical cálido

Utilizando la clasificación de zonas de vida, de De la Cruz (1982), más del 72% de las localidades, fueron establecidas en la zona de vida, Bosque Muy Húmedo Sub-Tropical Cálido, esto debido a que el área que comprende dicha zona de vida, es la más representativa de la región Suroccidental de Guatemala, ya que esta forma una faja, que recorre toda la zona Suroccidental de Guatemala (a lo largo) y en relación al ancho de esta, se reportan secciones de hasta 30 Km.), además de ello también se implementó una parcela en el Bosque húmedo Sub-tropical cálido, así como también en el Bosque Seco Sub-Tropical cálido, y por último en el Bosque Montano Bajo, en este último la parcela estuvo ubicada a una altura de 1216 msnm.

2. Material experimental.

Los siete materiales genéticos de frijol Rienda evaluados, fueron seleccionados, de acuerdo al rendimiento (expresado en Kg/ha.) en vainas cosechas en "fresco" o "en estado inmaduro", según Rodas (2001), los siete materiales de frijol Rienda, provinieron del banco de germoplasma del Proyecto DIGI-CUNSUROC.

Además se utilizó como testigo, un cultivar local de frijol Rienda, cuyo material reproductivo (semilla), fue obtenido en la aldea Sequivilla, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango. A continuación en el cuadro cuatro, se presentan, los nombres comunes, la nomenclatura de colecta y el lugar de procedencia de los siete materiales de frijol Rienda, así como del material testigo.



Cuadro 4. Nombre común, número de colecta y lugar de procedencia de los materiales de frijol Rienda evaluados.

No.	Nombre común del cultivar	Nomenclatura de colecta	Lugar de colecta
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-048	Caserío Alameda, El Tumbador, San Marcos
5	Rienda colorado	M-043	Caserío Santa Teresa, Catarina, San Marcos
6	Chicote	S-121	San Pedro Cutzán, Chicacao, Suchitepéquez
7	Colima negro	QC-006	El Refugio Coatepeque, Quetzaltenango
8	Fríjol Tripa de Pollo	Testigo	Aldea Sequivilla, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango

Fuente. Rodas, (2001).

A continuación en el cuadro cinco, se presentan algunas características agromorfológicas de los materiales de frijol Rienda, presentados en el cuadro anterior.

Cuadro 5. Algunas características agronómicas de los siete materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) evaluados en esta investigación.

#	Material	Días a antesis	Duración de floración	Color de La flor	Hábito de crecimiento	Vainas por planta
1	M-073	37	46	Crema	Indeterminado Trepador	51
2	R-023	40	15	Crema	Indeterminado trepador	48
3	QC-110	31	18	Lila	Indeterminado trepador	18
4	M-048	15	48	Lila	Indeterminado trepador	46
5	M-043	40	54	Lila	Indeterminado trepador	46
6	S-121	50	30	Morado	Indeterminado trepador	28
7	QC-006	40	15	crema	Indeterminado trepador	51
8	Testigo					

Fuente: Rodas (2001)



3. Manejo del experimento.

La tecnología utilizada, para el manejo agronómico de los materiales de frijol Rienda, fue la establecida por Esteban y Guerra (1999), en el proyecto de investigación “Generación de paquetes tecnológicos para frijol nativo de Vara (*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. Algunos aspectos de la misma se presentan a continuación.

3.1 Preparación del terreno.

Se trabajó con labranza mínima, consistiendo esta, únicamente en una limpia manual (empleando machete y azadón) y aplicando el herbicida de contacto paraquat (Gramoxone), utilizando una dosis de 125 cc. en una bomba de aspersión con capacidad de 16 litros de agua. Seguidamente se realizó una limpia de de 0.5 m. de diámetro, en donde luego se realizó la siembra.

3.2 Trazo.

Se delimitó el área de trabajo de la siguiente forma: Las dimensiones totales del experimento en cada una de las 11 localidades fueron de: 28.8 m. de largo por 13.5 m. de ancho. Cada bloque tuvo un largo de 28.8 m. por 2.70 m. de ancho, dentro de los cuales se ubicaron cada una de las ocho unidades experimentales. Entre cada uno de los bloques se dejó un distanciamiento de 0.9 m.

3.3 Siembra.

Se utilizaron cuatro semillas por postura (para asegurar un porcentaje aceptable de germinación), sembrándose éstas, a una profundidad aproximada de dos cm.

3.4 Control de plagas y enfermedades.

Se realizó un control fitosanitario, para reducir y/o evitar problemas con hongos del suelo, esto, empleando el fungicida ethidiazole (Banrot), con una dosificación de 25 cc. por bomba de aspersión de 16 l. de agua. Además, durante los primeros 10 días, se realizó un control de hormigas cortadoras de hojas “Zompopos” (*Atta* spp.).



3.5 Control de malezas.

El control de malezas se llevó tanto, en forma manual (“limpias”), utilizando intervalo entre cada una de estas de 10 días, así como también en forma química, empleando en este caso el herbicida de contacto paraquat (Gramoxone), usando una dosificación de 125 cc. de ingrediente activo por bomba de aspersión de 16 l. de agua.

3.6 Tutoreado.

Los tutores utilizando, tuvieron una longitud aproximada de 2.50 m., siendo incrustados en el suelo, en una posición inclinada.

3.7 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 Kg/ha., a los 30 días se efectuó la segunda fertilización empleando el mismo fertilizante y dosificación, por último a los 60 días se realizó una aplicación de fertilizante foliar empleando 2.0 litros por hectárea.

3.8 Cosecha.

La cosecha (en las diferentes parcelas), se inició, cuando las primeras vainas producidas en las plantas ubicadas en la parcela de desarrollaron. Dichas vainas presentaban un largo de aproximado de 0.40 a 0.6 m.

4. Análisis estadístico.

- 4.1 Población.** Fueron siete materiales genéticos de frijol de rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), los cuales fueron colectados y caracterizados agromorfológicamente, por el proyecto de frijoles nativos DIGI-CUNSUROC, así también se utilizó un cultivar como testigo.
- 4.2 Muestra:** Las plantas muestreadas y la ubicación de las mismas, dentro de la parcela neta -en cada una de las unidades experimentales-, de las 11 localidades evaluadas, se visualizan a continuación en la figura uno.

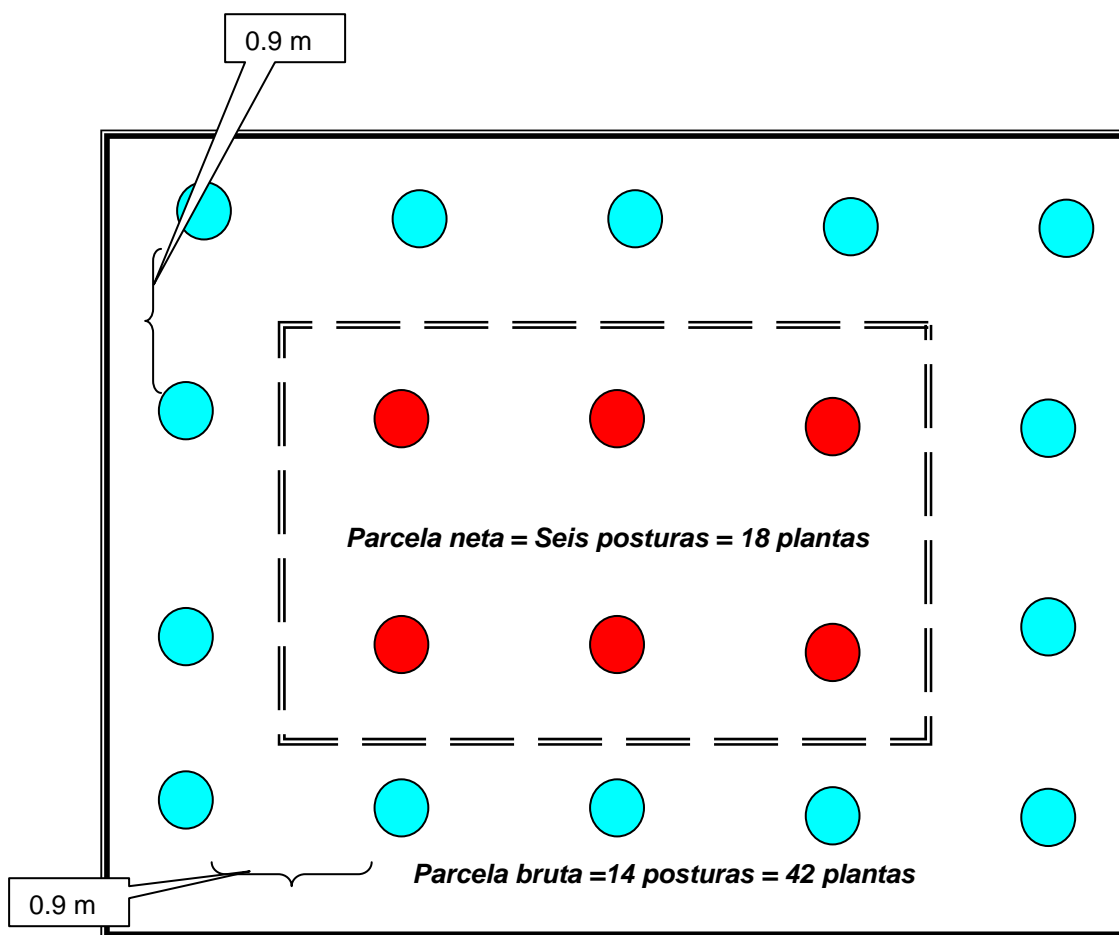


Figura 9. Dimensiones de la unidad experimental.
Fuente. Proyecto DIGI-CUNSUROC (2004).

Cada unidad experimental, tuvo un área aproximada de 9.72 m^2 , por lo que cada bloque o repetición (que estuvo integrado por ocho unidades experimentales) presentó un área neta de 77.76 m^2 , mientras que en cada uno de los ensayos (11 en total) se reportó un área total de 311.04 m^2 .

4.3 Técnicas utilizadas.

4.3.1 Recolección de datos.

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



4.3.2 Análisis de datos.

Al rendimiento, así como las variables, número de vainas por planta, peso de 100 vainas, 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 vainas por corte 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 del 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.

De acuerdo a Reyes, 1990, el modelo estadístico de diseño es el siguiente:

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

En donde:

- Y_{ij} = Valor del carácter estudiado en la prueba con la i-ésima variedad en la j-ésima repetición.
- μ = Media general alrededor de la cual oscilan los valores de todas las observaciones.
- α_i = Efecto del tratamiento i.
- β_j = Efecto del bloque j.
- ε_{ij} = Error experimental, variación debida al azar o variación de muestreo (causas no pertinentes) y es considerado σ^2 (varianza).

4.3.4 Análisis combinado (en serie).

Para determinar el comportamiento de los materiales genéticos de frijol Rienda evaluados, se realizó un análisis combinado (**en serie**) de la variable rendimiento en las 11 localidades de las que constituyó la evaluación. Dicho análisis se realizó como un diseño en bloques al azar, por medio del programa SAS, empleando la misma base de datos (hoja electrónica de Excel) utilizada para el ANDEVA por localidades.

El modelo estadístico del diseño fue el siguiente:

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



En 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 del tratamiento k .
 L_{tik} = Efecto de la interacción entre el tratamiento k y la localidad i .
 E_{ijk} = Error de la unidad experimental ijk .
 i = 1,2,3,4 localidades.
 j = 1,2,3 repeticiones.
 k = 1,2,, 11 tratamientos.

4.3.5 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 ingresaron los datos, de cada una de las repeticiones y localidades, al programa estadísticos MSTAT-C, mediante el cual se llevó a cabo el análisis AMMI.

El modelo estadístico que se utilizó fue el descrito por Crossa, *et al*, citados por Fuentes y Quemé (1,999).

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

En donde:

- γ_{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 PCA retenidos en el modelo
 λ_n = Valor singular para el PCA
 γ_{gn} = Valores de vectores de los genotipos para cada PCA.
 δ_{en} = Valores de los vectores para cada ambiente (PCA)
 ρ_{ge} = Residual

De la salida del análisis AMMI, se obtuvieron puntuaciones (scores) AMMI, para cada genotipo, las cuales determinaron, los genotipos que presentaron menor interacción con el ambiente (en función del rendimiento) ó sea mayor estabilidad genética. Siendo más estable, aquel genotipo cuya puntuación total (negativas o positiva), fue más cercana a cero.

Finalmente, para facilitar la observación del comportamiento de las variedades a través de todas las localidades, las puntuaciones de cada genotipo y sus respectivos rendimientos, fueron graficados en un plano de coordenadas cartesianas, siendo "Y" el valor de la puntuaciones de cada genotipo y "X" las medias de rendimiento del genotipo, en este caso, los mejores genotipos fueron los que tuvieron mayor media que la media general y cuyas puntuaciones se ubicaron más cercanas a cero.



VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

1. Evaluación agronómica de siete materiales genéticos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) en 11 localidades de la zona Suroccidental de Guatemala.

Cuatro, fueron los componentes de producción, que se determinaron para la obtención de este objetivo, siendo estos: peso de 100 vainas (en fresco), vainas por planta, vainas por corte y rendimiento en vainas inmaduras (ejotes), expresado en Kg/ha.

1.1 Peso de 100 vainas (en fresco).

A continuación en el cuadro seis, se presentan las medias (por material genético), de la variable peso de 100 vainas, reportadas en las 11 localidades evaluadas.

Cuadro 6. Peso de 100 vainas, en el cultivo de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.

Trat	Denom	Media de localidades											X
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
1	M-053	805	779	758	832	838	860	849	876	859	715	838	821
2	S-121	914	805	714	783	832	850	846	865	752	745	901	830
3	R-023	844	722	827	819	823	799	774	780	875	832	882	816
4	QC-110	1034	846	764	826	907	833	929	829	925	777	758	857
5	M-048	865	726	829	799	848	843	834	758	836	801	742	808
6	QC-006	1007	814	844	793	877	946	828	901	653	870	844	852
7	M-073	1047	823	776	890	921	948	919	919	725	714	1030	885
8	Testigo	895	736	799	860	836	874	838	757	710	822	869	818
Media General		930	782	792	826	860	869	852	836	792	791	858	835
Desv. Standart		92	48	38	36	37	53	50	65	95	48	90	27
Valor Máximo		1047	846	844	890	921	948	929	919	925	870	1030	896
Valor Mínimo		805	722	714	783	823	799	774	757	710	714	742	730

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
 L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
 L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
 L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
 L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
 L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
 L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
 L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
 L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
 L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán.

La información presentada en el cuadro seis, determinó que la media general más alta, por localidad, se reportó en la parcela de El Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez, con un valor de 930 g. por cada 100 vainas cosechadas. En contraposición a esto, en la parcela ubicada en el parcelamiento la Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, se obtuvo una media general más baja con 782 g. por cada 100 vainas cosechadas.



En las 11 localidades y ocho tratamientos evaluados, (siete materiales genéticos y un testigo) el valor más alto fue reportado, en el material genético M-073 con 1047 g. dicho valor se obtuvo en la parcela granja docente El Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez. Mientras el valor más bajo fue reportado, en el material testigo, en la parcela de aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.

A continuación en el cuadro siete, se presenta el Análisis de Varianza, para la variable peso de 100 vainas, en las 11 localidades evaluadas.

Cuadro 7. ANDEVA para la peso de 100 vainas para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.

FV	Trat	Bloques	Error	Total	Significancia	Coef. Var.
GL	7	3	21	31		
CUADRADO MEDIO						
L1	33491.1	10202.0	3048.7	46741.7	****	5.94
L2	9277.4	166.7	773.3	10217.4	****	3.56
L3	5811.4	2818.7	1385.5	10015.6	****	4.7
L4	4783.4	6792.0	1020.0	8622.1	****	3.8
L5	5454.9	2450.0	2751.2	10656.1	N.S.	6.1
L6	11162.9	8657.3	2626.3	22446.5	N.S.	5.9
L7	10179.4	3992.7	4308.9	18481	N.S.	7.7
L8	16885.4	334.7	2953.9	20174	****	6.5
L9	35877.5	2279.3	2542.2	40699	****	6.37
L10	6321.4	942.7	1940.7	10541.4	N.S.	5.57
L11	32048.0	4982.7	4480.5	41511.2	****	7.81

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
L6= Malacatán, San Marcos.

****= Altamente significativa

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhuleu.

N.S.= No Significativa

Los resultados del análisis de Varianza, presentado en el cuadro siete, en la variable peso de 100 vainas, determinaron que en las parcelas L5 (finca el Tambor, San Felipe, Retalhuleu), L6 (Malacatán, San Marcos), L7 (parcelamiento San Juan el Húmedo, Champerico, Retalhuleu) y L10 (aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu), no se presentaron diferencias entre los tratamientos, por lo que se concluye que en estas parcelas los ocho tratamientos fueron estadísticamente iguales.

En las restantes siete localidades, si se reportaron diferencias significativas (al 1% de significancia) entre los materiales evaluados, lo que significa que más de uno de dichos materiales es diferente a los demás (superior o inferior).



En ninguno de los 11 ensayos de campo, el coeficiente de variación superó el 8%, reportándose un promedio 6.09% en las 11 parcelas, lo anterior confirma que tanto para la toma de datos, así como el manejo de las parcelas experimentales los procedimientos fueron bien ejecutados

Para determinar cuales fueron los mejores tratamientos, -debido a que se encontraron diferencias altamente significativas entre los diferentes materiales genéticos de frijól Rienda-, se realizó una prueba de medias de Tukey, por localidad, la cual se presenta a continuación en el cuadro ocho.

Cuadro 8. Prueba de medias de Tukey, para la variable peso de 100 vainas.

Trat	Denom												X
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
1	M-053	C	ABCD	AB	AB	N.S	N.S.	N.S.	AB	ABC	N.S.	AB	821
2	S-121	ABC	ABC	B	B				AB	BCD		AB	830
3	R-023	BC	D	A	AB				AB	AB		AB	816
4	QC-110	A	A	AB	AB				AB	A		B	857
5	M-048	BC	CD	A	AB				AB	ABC		B	808
6	QC-006	AB	AB	A	B				AB	D		AB	852
7	M-073	A	A	AB	A				A	BCD		A	885
8	Testigo	ABC	BCD	AB	AB				B	CD		AB	818
Media general		930	782	792	826	860	869	852	836	792	791	858	

Referencias:

- L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
- L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
- L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
- L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
- L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
- L6= Malacatán, San Marcos.

- L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
- L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
- L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
- L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
- L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhueu.
- N.S.= No significativo (No existen diferencias entre tratamientos.)

Los resultados de la prueba de medias de Tukey, visualizados en el cuadro ocho, determinaron, que en la granja docente El Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez, se, los materiales M-073, QC-100, QC-006, S-121 y el material Testigo, estadísticamente fueron iguales, siendo superiores al resto de los materiales. reportando una media general de 979.4 g. por cada 100 vainas cosechadas.

Así también la prueba de medias, determinó que, para la parcela experimental parcelamiento la Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, el grupo que se ubicó en primer lugar, estuvo integrado por los materiales M-053, S-121 QC-110, QC-006 y M-073, reportándose en estos una media general de, 769 g. marcándose una diferencia de 47 g. en relación al material R-023, el cual con 722 g. se ubicó en el último lugar.

En relación a la parcela, cantón Aparicio Cuyotenango, Suchitepéquez, se concluyó que estadísticamente todos los materiales (a excepción del S-121) son iguales, reportándose en estos una media general de 800 g. por cada 100 vainas cosechadas, mientras que en el material aislado (S-121), se obtuvo una media de 714 g. estableciéndose entre estos una diferencia de 86 g.



En tanto en la localidad cuatro (finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango), se determinó la conformación de dos grupos, el primero (el más grande), compuesto por los materiales M-053, R-023, QC-110, M-048, M-073 y el material testigo, en el cual se reportó, una media de 837 g. El segundo grupo, fue formado por los materiales S-121 y el QC-006, en estos la media reportada fue de 813 g. por cada 100 vainas cosechadas en fresco.

El comportamiento observado para esta variable, en el ensayo establecido en la finca la Fama, Colomba, Quetzaltenango, determinó que estadísticamente todos los materiales genéticos de frijol Rienda son iguales, exceptuando al material testigo, el cual reportó la media más baja con 757 g.

En la parcela ubicada en la aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez, el principal grupo que se formó, estuvo integrado por los materiales M-053, R-023, QC-110 y M-048, en los cuales la media general fue de 874 g.

Por último, en la parcela experimental de finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán, se determinó que estadísticamente todos los materiales (no considerando a QC-110 y M-048) son iguales, reportándose en estos una media de 894 g. por cada 100 vainas cosechadas en fresco. Mientras que en los dos materiales que estadísticamente forman un segundo grupo, se determinó una media de 750 g. lo que establece una diferencia de 144 g. entre dichos grupos.

1.2 Vainas por planta.

Los resultados obtenidos al evaluar la variable, vainas por planta en las 11 localidades consideradas, se presenta a continuación en el cuadro nueve.

Cuadro 9. Vainas por planta en el cultivo de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.

Trat	Denom	Media de localidades											X
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
1	M-053	62.63	50.29	73.98	64.33	69.17	70.58	55.92	72.58	108.0	42.22	49.92	65.42
2	S-121	67.33	47.63	70.88	49.67	61.67	66.83	54.13	84.92	69.71	61.47	60.81	65.91
3	R-023	64.04	49.17	78.46	79.58	56.79	74.38	73.46	82.88	66.08	91.61	81.19	72.51
4	QC-110	86.98	54.71	68.67	108.46	94.92	75.67	58.17	131.33	97.75	58.28	75.08	85.14
5	M-048	68.04	58.83	71.19	66.54	55.63	76.50	51.92	85.29	62.63	62.03	56.81	65.04
6	QC-006	86.00	60.79	69.00	102.54	111.08	102.17	89.17	91.00	95.17	84.81	70.78	87.50
7	M-073	89.58	58.67	71.54	109.96	59.54	108.08	89.54	102.96	69.97	49.64	49.44	78.06
8	Testigo	75.96	52.71	65.77	72.71	70.42	60.25	56.46	94.29	62.67	54.33	56.44	65.65
Media General		75.07	54.10	71.18	85.47	72.34	79.31	66.09	93.16	78.96	66.42	62.58	73.15
Desv. Standart		11.07	4.94	3.81	18.73	20.0	16.86	15.77	17.80	18.24	18.46	11.80	9.32
Valor Máximo		89.58	60.79	73.98	109.96	111.08	108.08	89.54	131.33	108.0	91.61	81.19	87.50
Valor Mínimo		62.63	47.63	65.77	49.67	55.63	60.25	51.92	72.58	62.63	42.22	49.44	65.42

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhuleu.



La información recopilada en el cuadro nueve, determinó que la media general más alta, reportada por localidad, se obtuvo en la parcela ocho, establecida en finca La Fama, Colomba, Quetzaltenango con 93.16 vainas por planta. La media más baja fue obtenida en la parcela ubicada en el parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, con 54.10 vainas por planta, dándose una diferencia de 39.84 vainas por planta.

Así también, el valor medio más alto obtenido por un material en las 11 localidades evaluadas, se reportó en el material QC-110, con 131.33 vainas por planta, en la parcela ubicada en la finca La Fama, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, mientras que el valor medio más bajo fue reportado en material M-053, con 42.22 vainas por planta, esto en el ensayo establecido en la granja docente El Zahorí, Cuyotenango Suchitepéquez, marcándose una diferencia de 89.11 vainas por plana.

Antes de realizar el análisis de varianza, los resultados resumidos y presentados en el cuadro nueve, fueron transformados, utilizando la fórmula $(x+1)^{1/2}$, dicho ANDEVA, determinó si existieron o no diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, este se presenta a continuación en el cuadro 10.

Cuadro 10. ANDEVA para la variable vainas por planta, para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.

FV	Trat	Bloques	Error	Total	Significancia	Coef. Var.
GL	7	3	21	31		
CUADRADO MEDIO						
L1	1.593	0.099	0.022	1.714	****	1.72
L2	0.458	9.7	0.633	10.791	N.S.	10.87
L3	0.191	2.468	0.536	3.195	N.S.	8.65
L4	4.005	0.018	0.151	4.174	****	4.21
L5	5.02	0.496	0.357	5.873	****	7.07
L6	3.345	0.334	0.185	3.864	****	4.82
L7	3.509	0.249	0.261	4.019	****	6.29
L8	3.085	0.152	0.202	3.439	****	4.66
L9	3.981	0.329	0.057	4.367	****	2.68
L10	5.017	0.155	0.226	5.398	****	5.84
L11	2.126	0.451	0.306	2.883	****	6.98

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,

L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu

L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.

L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.

L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.

L6= Malacatán, San Marcos.

****= Altamente significativa

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.

L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.

L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.

L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.

L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhuleu.

N.S.= No Significativa

De acuerdo al ANDEVA presentado en el cuadro 10, en la variable vainas por planta, determinó que solamente en las localidades dos y tres, no se encontraron diferencias entre los tratamientos evaluados, en las restantes nueve localidades, si se reportaron diferencias altamente significativas entre los materiales genéticos de frijol Rienda.



Respecto a los porcentajes de los coeficientes de variación, en estos se reportó una media general de 5.79%, siendo el más alto el obtenido en la localidad de parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Suchitepéquez, con 10.87%.

Por lo anterior, en nueve de las 11 localidades, se realizó una prueba de medias, de Tukey, para determinar cuales de los materiales genéticos son estadísticamente superiores al resto. El resumen de dichas pruebas se presentan a continuación el cuadro 11.

Cuadro 11. Prueba de medias de Tukey, para la variable vainas por planta.

Trat	Denom												X
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
1	M-053	C	N.S.	N.S.	B	BC	B	B	C	A	C	B	65.42
2	S-121	C			B	C	B	B	BC	B	BC	B	65.91
3	R-023	C			B	C	B	AB	BC	B	A	A	72.51
4	QC-110	A			A	AB	B	B	A	A	AB	AB	85.14
5	M-048	BC			B	C	B	B	BC	B	BC	B	65.04
6	QC-006	A			A	A	A	A	BC	A	AB	AB	87.50
7	M-073	A			A	C	A	A	AB	B	C	B	78.06
8	Testigo	B			B	BC	B	B	BC	B	C	B	65.65
Media general		75.07	54.10	71.18	85.47	72.34	79.31	66.09	93.16	78.96	66.42	62.58	

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
 L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
 L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
 L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
 L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
 L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
 L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
 L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
 L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
 L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhuleu.
 N.S.= No significativo (No existen diferencias entre tratamientos.)

Los resultados de las prueba de media, para la variable vainas por planta, que se presenta anteriormente en el cuadro 11, determinaron para la localidad uno (granja docente El Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez) la conformación de tres grupos estadísticamente diferentes, el primero integrado por los materiales QC-110, QC-006 y M-073, reportándose en estos una media de 87.52 vainas por planta. Dentro del segundo grupo se incluyeron los materiales M-048 y el testigo, obteniéndose de estos una media de 72 vainas por planta, mientras que el tercer grupo estuvo integrado por los materiales M-053, S-121 y R-023, con una media general de 64.67 vainas por planta.

En la localidad cuatro (finca el Faro, El Palmar, Quetzaltenango), los ocho tratamientos se dividieron estadísticamente en dos grupos, en el primero se situaron los materiales QC-110, QC-006 y M-073, reportándose en estos una media de 106.99 vainas por planta, mientras que en el segundo grupo los materiales con lo conformaron fueron: el M-053, S-121, R-023, M-048 y el testigo, en dicho grupo la media general fue de 66.57 vainas por planta, lo que representa una diferencia de 40.42 vainas entre dichas agrupaciones.

Situación similar a la presentada en la localidad uno (finca el Tambor, San Felipe, Retalhuleu), se obtuvo en la localidad cinco, en donde a través de la prueba de medias se determinó, que para la variable vainas por planta, los materiales de frijol Rienda se agruparon en tres grupos, el primero formado por el QC-006 y QC-110, en el cual se reportaron 103 vainas por planta, los materiales M-053 y el testigo, se incluyeron en el segundo grupo, en este la



media fue de 69.80 vainas por planta, y por ultimo en el tercer grupo se situaron el S-121, R-023, M-048 y el M-073, con una media general de 58.41 vainas por planta. Los resultados evidencian una diferencia de 44.59 vainas por planta entre el primer grupo y el tercero.

En la parcela experimental ubicada en Malacatán, San Marcos, se determinó que los materiales QC-006 y M-073, conformaron un primer grupo, reportándose en estos una media de 105.12 vainas por planta, mientras que los restantes seis tratamientos se incluyeron, dentro del segundo grupo, en total estos reportaron una media de 70.71 vainas por planta, produciéndose una diferencia entre el primer y segundo grupo de 34.39 vainas por planta.

En relación a la parcela siete (parcelamiento, San Juan el Húmedo, Champerico, Retalhuleu), en esta el comportamiento fue similar al observado en la parcela seis, ya que estadísticamente los materiales formaron dos grupos, en el primero se ubicaron, el R-023, QC-006, y M-073, en estos se obtuvieron 84.05 vainas por planta, en el segundo grupo, se incluyeron el resto de los materiales evaluados, reportándose en esta agrupación una media de 55.32, lo que establece una diferencia de 28.73 vainas entre dichos grupos.

Tres fueron las agrupaciones que se formaron (en relación a la variable de vainas por planta) en la localidad ocho (establecida en la Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango), la primera de ellas, constituida por los materiales QC-110 y M-073, reportándose en estos una media conjunta de 117.14 vainas por planta, en la segunda, se incluyen los materiales S-121, R-023, M-048, QC-006 y el testigo, 87.01 vainas por planta, y en último lugar solamente se presentó el material M-053 con un valor de 72.58 vainas por planta.

En el ensayo de campo establecido en la aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez, los tratamientos evaluados, estadísticamente conformaron dos grupos, el primero de ellos constituido por los materiales M-053, QC-110 y QC-006, la media de estos fue de 100.30 vainas por planta, mientras que en el segundo grupo, el cual estuvo compuesto por el resto de los materiales (cinco en total) la media reportada fue de 66.21 vainas por planta, lo que representa una diferencia entre el primer y segundo grupo de 34.09 vainas por planta.

El comportamiento que se evidenció, (de acuerdo a los resultados observados en el cuadro 11) en la parcela ubicada en la aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu, definió que estadísticamente, los tratamientos evaluados se distribuyeron en tres grupos, el primero de ellos conformado por los tratamientos QC-006, R-023 y QC-110 reportando estos una media de 78.23 vainas por planta, en el segundo grupo se ubicaron los materiales S-121, M-048, reportándose en estos una media de 61.75 vainas por planta, por último en el tercer grupo se integró por los materiales M-053, M-073 y el testigo, en estos tres la media reportada fue de 48.72 vainas por planta, lo que significa que entre el primer grupo y el tercero, se presentó una diferencia de 29.51 vainas por planta.

De acuerdo a la prueba de Tukey, en la evaluación efectuada en la finca San Carlos Morales, San Martín Zapotitlán, los materiales R-023, QC-110 y QC-006 son estadísticamente iguales, produciendo estos una media conjunta de 75.68 vainas por planta, así también el resto de los materiales (cinco en total) presentan medias que los catalogan como similares, en este caso la media reportada por estos es de 54.69 vainas por planta, estableciéndose entre estos dos grupos una diferencia de 21 vainas por planta.



1.3 Vainas por corte.

A continuación en el cuadro 12, se presenta el resumen de los valores obtenidos al evaluar la variable vainas por corte.

Cuadro 12. Vainas por corte, en el cultivo de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.

Trat	Denom	Media de localidades											X
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
1	M-053	34.16	60.5	98.64	64.33	46.11	47.06	47.93	43.55	64.80	47.50	74.88	57.21
2	S-121	36.76	57.15	94.50	79.67	41.11	44.56	46.39	50.95	41.83	69.16	91.21	59.39
3	R-023	34.93	59.0	104.61	79.85	37.86	49.58	62.96	49.763	39.65	103.69	121.79	67.52
4	QC-110	47.43	65.65	91.56	108.46	62.94	50.44	49.86	78.80	58.65	95.94	112.63	74.76
5	M-048	37.11	70.60	94.92	66.54	37.08	51.00	44.50	51.18	37.58	69.78	85.21	58.68
6	QC-006	46.91	72.95	92.0	102.54	74.06	68.11	76.43	54.60	57.10	95.41	106.17	76.93
7	M-073	48.86	70.40	95.39	109.96	39.69	72.06	76.75	61.78	55.84	55.84	74.17	67.88
8	Testigo	41.43	63.25	87.69	72.71	46.94	40.17	48.39	41.83	61.13	61.13	84.96	56.92
Media General		40.95	64.92	94.91	85.47	48.23	52.87	56.65	54.05	74.73	74.73	93.88	64.91
Desv. Standart		6.04	5.93	5.07	18.73	13.34	11.25	13.51	11.76	20.77	20.77	17.70	8.02
Valor Máximo		48.86	72.95	104.61	109.96	74.06	72.06	76.75	78.80	64.80	103.69	121.79	76.93
Valor Mínimo		34.16	57.15	87.69	61.33	37.08	40.17	44.50	41.83	37.58	47.50	74.17	56.92

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
 L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
 L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
 L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
 L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
 L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
 L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
 L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
 L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
 L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhuleu.

De acuerdo a los resultados resumidos en el cuadro 12, la parcela ubicada en el cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez, reportó la media general más alta en relación al número de vainas por corte, reportando 94.91 vainas por planta, dicha media superó en un 43.15% a lo reportado en la parcela establecida en la granja docente El Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez, en donde solamente se obtuvo una media general de 40.95 vainas por corte.

El valor medio máximo obtenido por un material en las 11 localidades fue de 109.96 vainas por planta, este fue obtenido en el material M-073, en la parcela de finca el Faro, El Palmar, Quetzaltenango, por el contrario, el valor medio más bajo se produjo en la parcela establecida en granja docente El Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez, en la cual el material M-053, solamente reportó 34.16 vainas por corte, lo que marca una considerable diferencia de 75.18 vainas por planta, entre dichos valores.

A continuación en el cuadro 13, se presenta el ANDEVA, para los valores modificados mediante la transformación $(x+1)^{1/2}$ de la variable número de vainas por corte, con la finalidad de determinar si los materiales evaluados son iguales o estadísticamente presentan diferencias entre ellos.



Cuadro 13. ANDEVA para la variable vainas por corte, para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.

FV	Trat	Bloques	Error	Total	Significancia	Coef. Var.
GL	7	3	21	31		
L1	0.863	0.054	0.012	0.929	****	1.69
L2	0.558	11.68	0.764	13.002	N.S.	10.91
L3	0.274	3.29	0.729	4.293	N.S.	8.76
L4	4.005	0.018	0.151	4.174	****	4.21
L5	3.288	0.419	0.249	3.956	****	7.18
L6	2.22	0.222	0.123	2.565	****	4.81
L7	3.166	0.27	0.244	3.68	****	6.55
L8	1.84	0.089	0.120	2.049	****	4.92
L9	2.366	0.197	0.034	2.597	****	2.67
L10	5.177	0.19	0.286	5.557	****	6.21
L11	3.189	0.696	0.467	4.352	****	7.06

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,

L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu

L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.

L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.

L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.

L6= Malacatán, San Marcos.

****= Altamente significativa

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.

L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.

L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.

L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.

L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhueu.

N.S.= No Significativa

Los resultados del análisis de Varianza, presentado en el cuadro 13, determinó que solamente en las parcelas establecidas en el parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, y la de cantón Aparicio, Cuyotenango Suchitepéquez, los ocho tratamientos de frijol Rienda, reportaron valores estadísticamente iguales, aunque, en las restantes localidades, si se determinaron diferencias altamente significativas (al 1% de significancia).

Debido a esto, en las nueve parcelas en las que se determinó, que existieron diferencias entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey, para determinar cuál de las medias es estadísticamente la mejor, los resultados se presentan en el cuadro 14.

Con relación al porcentaje de coeficiente de variación, el valor más alto fue el obtenido en el parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu con un 10.91%. La media de los 11 valores fue de 5.91%



Cuadro 14. Pruebas de media de Tukey, para la variable número de vainas por corte.

Trat	Denom												X
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
1	M-053	C	N.S.	N.S.	B	BC	B	B	C	A	C	B	57.21
2	S-121	C			B	C	B	B	BC	B	BC	B	59.39
3	R-023	C			B	C	B	AB	BC	B	A	A	67.52
4	QC-110	A			A	AB	B	B	A	A	AB	AB	74.76
5	M-048	C			B	C	B	B	BC	B	BC	B	58.68
6	QC-006	A			A	A	A	A	BC	A	A	AB	76.93
7	M-073	A			A	C	A	A	AB	B	C	B	67.88
8	Testigo	B			B	BC	B	B	BC	B	C	B	56.92
Media general		40.95	64.92	94.91	85.47	48.23	52.87	56.65	54.05	74.73	74.73	93.88	64.91

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
 L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
 L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
 L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
 L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
 L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
 L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
 L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
 L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
 L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhuleu.
 N.S.= No significativo (No existen diferencias entre tratamientos.)

Las pruebas de media de Tukey, realizadas a la variable vainas por corte, (cuyo resumen se presentó en el cuadro 14), determinaron en el ensayo de campo establecido en la granja docente El Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez, la formación de tres grupos. El primero de estos, conformado por los materiales QC-110, QC-006 y M-073 con una media de 47.73 vainas por corte, en segundo lugar solamente se consideró al material testigo, reportándose en este un valor de 41.43 vainas por corte, mientras que para el tercer grupo, el cual estuvo compuesto por los materiales M-053, S-121, R-023 y M-048, la media total fue de 35.74 vainas por corte.

Con respecto a la parcela ubicada en la finca el Faro, El Palmar, Quetzaltenango, la conformación de los materiales, determinó un comportamiento similar al observado en el parcela uno, pues nuevamente los materiales QC-110, QC-006 y M-073, fueron iguales entre sí y a su vez superiores al resto, aunque en este caso la media reportada fue de 107 vainas por planta, el resto de los tratamientos evaluados, conformaron un segundo grupo, en donde la media total fue de 87.4 vainas por corte.

Los resultados, referentes a lo obtenido en la parcela, de finca El Tambor, San Felipe Retalhuleu, establecieron que los ocho tratamientos se combinaron para constituir tres grupos estadísticamente diferentes, en primero se ubicaron el QC-110 y el QC-006, reportando una media de 68.5 vainas por corte, en el segundo la media fue de 46.52 vainas por corte, en este los materiales que lo integraron, fueron el M-053 y el testigo, en el tercer grupo, se incluyeron los materiales S-121, R-023, M-048 y M-048, con una media general de 31.15 vainas por corte, lo que evidencia que entre el grupo uno y tres la diferencia entre vainas por corte producidas, fue de 37.35.



En relación a la parcela de Malacatán, San Marcos, se definió que estadísticamente, los mejores tratamientos fueron el QC-006 y el M-073, con una media conjunta de 70.1 vainas por corte, el resto de los materiales evaluados (que entre ellos son estadísticamente iguales), reportaron una media de 47.13 vainas por corte, dándose una diferencia entre los primeros dos y el resto de 22.9 vainas por corte.

En tanto, el comportamiento observado de los tratamientos de la parcela parcelamiento San Juan el Húmedo, Champerico, Retalhuleu, determinó como los mejores materiales al QC-006, M-073, y R-023, entre los tres, reportaron una media de 72 vainas por corte, en un segundo grupo, se ubicó el resto de los materiales evaluados, en los cuales se obtuvo una media de 47.50 vainas por corte, lo que implica que los tratamientos del primer grupo, superaron a los del segundo, en más de 24 vainas por corte.

Las pruebas de Tukey, determinaron para el ensayo de campo en la Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango, la formación de tres grupos, en el primero de estos se situaron el QC-110 y el M-073, con una media de 70.3 vainas por corte, así también, en segundo lugar se ubicaron los materiales S-121, R-023, M-048, QC-006 y el testigo, en estos la media general reportada, fue de 49.66 vainas por corte, y en último lugar se consideró al material M-053 con una media de 43.55 vainas por planta.

En la localidad nueve (aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez), los ocho tratamientos se ordenaron en dos grupos, en el primero, se ubicaron, el M-053, QC-110 y Qc-006, con una media general de 60.18 vainas por corte, el resto de los materiales (que conformaron la segunda agrupación), reportó una media general de 47.21 vainas por corte.

Para la parcela de aldea San Luis, San Sebastián Retalhuleu, se determinaron tres diferentes grupos, en el primero se consideran los materiales R-023, QC-110 y ,QC-006 con una media de 98.35 vainas por corte, en el segunda agrupación se situaron los materiales, S-121 y M-048, en estos la media reportada fue de 84.1 vainas por planta, los restantes tres materiales conforman el tercer grupo, en este caso la media obtenida fue de 54.82 vainas por planta.

En relación a la última parcela ubicada en la finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán, Retalhuleu, se determinó que los tratamientos R-023, QC-110, QC-006 resultaron ser diferentes (estadísticamente hablando) al resto, pues mientras que en estos, se reportó una media de 113.53 vainas por corte, en los restantes cinco, la media fue de 82.1 vainas por planta, lo que establece que el primer grupo, es superior en más de 31 vainas por corte al segundo.



1.4 Rendimiento

En el cuadro 15, se presentan los resultados obtenidos al analizar la variable rendimiento de vainas cosechadas en estado inmaduro o “fresco” (expresado en Kg/ha).

Cuadro 15. Rendimiento (Kg/ha), en el cultivo de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.

Trat	Denom	Media de localidades											X
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
1	M-053	4504	3382	10707	3923	4961	5202	3914	5040	7785	4522	5391	5394
2	S-121	4834	3189	12496	4877	4423	4896	3809	5888	5044	7087	6573	5738
3	R-023	4608	3313	14268	4886	4072	5451	5272	5739	4750	9242	8749	6395
4	QC-110	6250	3710	10939	6674	6780	5542	4085	9648	7058	8574	8101	7030
5	M-048	4901	3963	11853	4085	4000	5497	3566	6149	4519	6703	6162	5579
6	QC-006	6168	4081	11517	6317	7973	6749	6255	6679	6896	7664	7615	7083
7	M-073	6435	3951	10443	6762	4272	7201	6325	7723	5018	5353	5340	6257
8	Testigo	5475	3605	10431	4463	5054	4291	3971	7106	4526	5856	6108	5535
Media General		5397	3649	11582	5248	5192	5600	4650	6746	5700	6875	6755	6126
Desv. Standart		792	333	1305	1163	1436	948	1132	1441	1320	1607	1264	672
Valor Máximo		6435	4081	14268	6762	7973	7201	6325	9648	7785	9242	8749	14268
Valor Mínimo		4504	3189	10431	3923	4072	4291	3566	5040	4519	4522	5340	3189

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
 L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
 L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
 L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
 L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
 L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
 L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
 L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
 L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
 L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhuleu.

Las medias de rendimiento (expresado en Kg/ha.) presentadas en el cuadro 15, permiten observar, que la localidad, en la cual los ocho tratamientos evaluados reportaron la media más alta, fue la de cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez, reportándose en esta 11582 Kg/ha. en contraposición a los observado en la parcela establecida en el parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, en donde el rendimiento alcanzó solamente una media de, 3649 Kg/ha.

El material R-023, reportó en la localidad de cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez, el valor medio máximo obtenido por un material con de 14268 Kg/ha. El valor medio mínimo se obtuvo en el material S-121 con 3189 Kg/ha., esto se determinó en la parcela ubicada, en el parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca.

La media más alta de los ocho materiales evaluados en las 11 localidades fue reportado en el material QC-006 con 7083 Kg/ha, mientras que con 5394 Kg/ha, el material M-053 reportó la media más baja con.



En el cuadro 16, se presenta el ANDEVA de la variable rendimiento (Kg/ha), el cual se realizó en forma individual en cada localidad.

Cuadro 16. ANDEVA para la variable rendimiento, para 11 localidades, en el Suroccidente de Guatemala.

FV	Trat	Bloques	Error	Total	Significancia	Coef. Var.
GL	7	3	21	31		
CUADRADO MEDIO						
L1	2555419	153259	36928	2745606	****	3.57
L2	984050	6420906	1378097	8783053	N.S.	30.57
L3	6270464	18472448	6249508	30992420	N.S.	21.82
L4	5408165	23936	193621	5625722	****	8.38
L5	8250779	812501	519476	9882759	****	13.88
L6	3595611	523349	289152	4408112	****	9.60
L7	5146596	297451	358293	5802340	****	12.89
L8	7780791	855467	380623	9016881	****	9.26
L9	6967159	550997	93172	7611328	****	5.35
L10	10330862	478549	723499	11532910	****	12.37
L11	6281563	139605	927128	7348296	****	14.23

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
 L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
 L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
 L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
 L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
 L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
 L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
 L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
 L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
 L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhueu.

El análisis de Varianza, realizado en la variable rendimiento (expresado en Kg/ha) y presentado en el cuadro 16, determinó, que existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos, en nueve de las 11 localidades evaluadas, siendo las únicas donde no se presentó este comportamiento las parcelas establecidas en el parcelamiento la Maquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, y en el canton Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.

En las nueve localidades, en las que si se detectaron diferencias significativas entre los materiales de frijol Rienda, se realizó una prueba de medias de Tukey, para determinar cuales fueron los mejores tratamientos de cada localidad, esto se presenta a continuación en el cuadro 17. La media del coeficiente general para las 11 localidades fue 12.90%.



Cuadro 17. Pruebas de media de Tukey, para la variable Rendimiento (Kg/ha).

Trat	Denom												X
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
1	M-053	C	N.S.	N.S.	B	BC	BC	B	D	A	C	B	5394
2	S-121	C			B	C	C	B	BCD	B	ABC	AB	5738
3	R-023	C			B	C	BC	AB	CD	B	A	A	6395
4	QC-110	A			A	AB	BC	B	A	A	AB	AB	7030
5	M-048	C			B	C	BC	B	BCD	B	BCD	AB	5579
6	QC-006	A			A	A	AB	A	BCD	A	ABC	AB	7083
7	M-073	A			A	C	A	A	B	B	CD	B	6257
8	Testigo	B			B	BC	C	B	BC	B	CD	AB	5535
Media general		5397	3649	11582	5248	5192	5600	6746	6746	5700	6875	6755	6126

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
 L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
 L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
 L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
 L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
 L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
 L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
 L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
 L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
 L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhueu.
 N.S.= No significativo (No existen diferencias entre tratamientos.)

Para la variable rendimiento, los resultados de las pruebas de media, presentados en el cuadro 17, determinaron para la localidad uno (granja docente El Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez) la formación de tres grupos estadísticamente diferentes, el primero integrado por los materiales QC-110, QC-006 y M-073, con un rendimiento promedio de 6284 Kg/ha, el material testigo, fue el único que se incluyó del grupo dos, reportando este una media de 5475 Kg/ha. y por último en el tercer grupo se consideraron los materiales M-053, S-121, M-048 y R-023, con una media general de 4712 Kg/ha., de acuerdo a ello, la diferencia entre el rendimiento obtenido en los materiales del grupo uno, sobrepasa en 1572 Kg/ha. a los materiales incluidos en el grupo tres.

En la finca el Faro, El Palmar, Quetzaltenango (localidad cuatro), los ocho tratamientos conformaron dos grupos, en el primero se situaron los materiales QC-110, QC-006 y M-073, reportándose en estos una media de 6584 Kg/ha., mientras que en el segundo grupo (el cual incluyo al resto de los materiales), la media general reportada fue de 4447 Kg/ha., por lo tanto los materiales del primero grupo superaron en 2137 Kg/ha. a los del segundo grupo.

El comportamiento observado en la localidad cinco, (finca el Tambor, San Felipe, Retalhuleu), determinó, que para la variable rendimiento, los tratamientos se formaron tres agrupaciones, en la primera se incluyeron QC-110 y QC-006, en estos la media reportada fue de 7377 Kg/ha., los materiales M-053 y el testigo, se ubicaron en la segunda agrupación, en esta la media reportada fue de 5008 Kg/ha. y por último en el tercer grupo se situaron el S-121, R-023, M-048 y el M-073, con una media general de 4192 Kg/ha. Es importante remarcar, la diferencia entre el rendimiento obtenido en el primer grupo y en el tercero, que en este caso, sobrepasa los 3,185 Kg/ha.



En la localidad seis (Malacatán, San Marcos), los ocho tratamientos se dividieron en tres grupos, en el primero, se ubicaron, QC-006 y el M-073 con una media general de 6975 Kg/ha., en la segunda agrupación, se ubicaron los materiales M-053, R-023 Qc-110 y M-048 obteniéndose en estos una media general de 5423 Kg/ha., mientras que en el último grupo se incluyeron los materiales S-121 y el testigo, en este caso la media reportada fue de 4594 Kg/ha.

El análisis de los ocho tratamientos, (en relación a la variable rendimiento), definió para la parcela de parcelamiento San Juan el Húmedo, Champerico Retalhuleu, la formación de dos grupos, los materiales R-023, QC-006, M-073, se incluyeron en el primero de estos, con una media total de 5951 Kg/ha., en el segundo grupo se situó el resto de lo tratamientos, obteniéndose un rendimiento de 3869 Kg/ha.

En relación al ensayo establecido en Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, la prueba de medias determinó que el material QC-110 es estadísticamente superior a los demás, al reportar 9648 Kg/ha.

Los valores obtenidos para la prueba de medias, de Tukey en la parcela de aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez, establecieron la conformación de dos grupos, estadísticamente diferentes, en el primero de ellos se situaron los materiales M-053, QC-110, y M-048 con una media general de 7246 Kg/ha. Los otros cinco tratamientos se aglutinaron en el segundo grupo, en donde la media general fue de 4771 Kg/ha. Los resultados anteriores determinaron, que la media reportada para el primer grupo, supero en más de 2775 Kg/ha., a lo obtenido en el grupo dos.

Con respecto al ensayo ubicado en aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu, se determinó que estadísticamente, los materiales R-023 S-121, QC-110, y QC-006 son iguales, reportando estos una media general de 8142 Kg/ha., en contraposición a esto el material M-053, al reportar 4522 Kg/ha., ocupó el último lugar, por ello dicho material, fue superado en más 3620 Kg/ha., por la media conjunta obtenida en los materiales que se ubicaron en el primer grupo.

Las diferencias reportadas, en los valores obtenidos para esta variable, en la localidad 11 (finca San Carlos Morales, San Martín Zapotitlán), establecieron la conformación de dos grupos, el primero (el más grande), compuesto por los materiales S-121, R-023, QC-110, M-048, QC-006 y el material testigo, reportando en conjunto una media general de 7218 Kg/ha., los otros dos materiales (el M-053 y M-073) rindieron solamente 5365 Kg/ha.. La media obtenida en el primer grupo, reportó un incremento de 1853 Kg/ha. sobre la media reportada para el segundo grupo.

A continuación en el cuadro 18, se presentan los valores más altos obtenidos en cada una de las cuatro variables de respuesta propuestas.



Cuadro 18. Resumen de los valores más altos reportados por variable de respuesta y localidad.

Local.	Peso de 100 vainas		Vainas por planta		Vainas por corte		Rendimiento	
	Valor	Material	Valor	Material	Valor	Material	Valor	Material
L1	1047	M-047	89.58	M-073	48.86	M-073	6435	M-073
L2	846	QC-110	60.79	QC-006	72.95	QC-006	4081	QC-006
L3	844	QC-006	73.98	M-053	104.61	R-023	14268	R-023
L4	890	M-073	109.96	M-073	109.96	M-073	6762	M-073
L5	921	M-073	111.08	QC-006	74.06	QC-006	7973	QC-006
L6	948	M-073	108.08	M-073	72.06	M-073	7201	M-073
L7	929	QC-110	89.54	M-073	76.75	M-073	6325	M-073
L8	919	M-073	131.33	QC-110	78.80	QC-110	9648	QC-110
L9	925	QC-110	108.0	M-053	64.80	M-053	7785	M-053
L10	870	QC-006	91.61	R-023	103.69	R-023	9242	R-023
L11	1030	M-073	81.19	R-023	121.79	R-023	8749	R-023

Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitépéquez,
L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitépéquez.
L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitépéquez.
L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhueu.

Los valores presentados en el cuadro 18, determinaron que para la variable peso de 100 vainas cosechadas en “fresco”, el material M-073, reportó, haber sido en cinco de las 11 localidades evaluadas el que obtuvo el valor más alto, significando esto un 45.45% del total, aunque el valor más alto fue obtenido por el material M-047, en la localidad de granja docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitépéquez. En tres de las 11 parcelas, en el material QC-110 se obtuvo el valor más alto, representando esto un 27.27% del total.

En relación a la variable vainas por planta, nuevamente el material M-073, evidenció ser superior a los demás (en torno a los valores más altos por variable) al ser primero en cuatro de las 11 localidades, representado un 36.36% del total. Con dos valores cada uno, se ubicaron en segundo lugar los materiales QC-006, R-023 y M-053, significando un 18.18%.

El análisis en torno a la evaluación de la variable vainas por corte, definió por tercera ocasión, que el material M-073, como el mejor material, al establecer el valor más alto en cuatro de las once localidades evaluadas, lo que equivale a un 36.36%, seguidamente se ubicó al material R-023, el cual reportó en tres de las 11 localidades el valor más alto, siendo igual a un 27.27%, en dicho material además se reportó el valor más alto de todas las localidades con 121.79 vainas por material.

Un comportamiento similar se presentó, en el rendimiento, pues en el material M-073, se obtuvo el valor más alto, en cuatro de las once localidades evaluadas, representando un 36.36%, así también el material R-023 se volvió a ubicar en segunda posición reportando ser el mejor en tres de las 11 localidades, significando en porcentaje un 27.27. Con 14268 Kg/ha., el anteriormente mencionado material genético de frijól Rienda, presentó el rendimiento más alto.



2. Identificación de los mejores materiales, según el estudio de estabilidad genética en rendimiento.

2.1 Interacción Genotipo x Ambiente (G x A).

El análisis combinado de la variable rendimiento, a través del cual, se determinó la interacción entre el genotipo y el ambiente, se presenta a continuación en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis de varianza combinado, del rendimiento (Kg/ha), de ocho materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) en 11 localidades de la zona Suroccidental de Guatemala.

F.V.	GL.	S.C.	C.M	Prob,	Sig.
Localidad	10	1346057852.398	134605785.24	0.0000	***
Bloque	33	112203554.656	3400107.717		
Genotipo	7	138984869.179	19854981.311	0.0000	***
Genotipo x Ambiente	70	310190652.102	4431295.030	0.0000	***
Error	231	204907375.594	887044.916		
Total	351	2112344303.929			
% Coeficiente de variación			15.37		

Referencia:

F.V.= Fuente de variación.

C.M= Cuadrado medio.

GL.= Grados de libertad.

Prob= Probabilidad

S.C.= Suma de Cuadrados.

*** = Altamente significativo (al1%)

De acuerdo al análisis combinado, presentado en el cuadro 19, se determinó que existió una diferencia altamente significativa (al 1% de significancia) tanto para las localidades evaluadas (ambientes) así como los diferentes tratamientos (materiales genéticos de frijol Rienda). Además, se evidenció la alta interacción que se presentó entre genotipo (material) x ambiente (localidades) (G x A). Dicha diferencia, indica que los ocho tratamientos (siete materiales y un cultivar) de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), estuvieron influenciados por el medio ambiente, a diferentes niveles. El coeficiente de variación que se obtuvo al efectuar el análisis combinado fue de 15.37%, lo que define que los ensayos fueron ejecutados en forma adecuada.

Por lo tanto, y debido a las diferencias altamente significativas determinadas entre tratamientos (materiales de frijol Rienda), se realizó una prueba de medias de Tukey, cuyos resultados se resumen en el cuadro 20.



Cuadro 20. Prueba de medias de Tukey (1%), para el análisis combinado del rendimiento (Kg/ha) de ocho materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) en 11 localidades de la zona Suroccidental de Guatemala

Trat.	Material	Media	Signficancia
6	QC-006	7083	A
4	QC-110	7030	A B
3	R-023	6395	A B C
7	M-073	6257	B C D
2	S-121	5738	C D E
5	M-048	5579	C D E
8	Testigo	5535	D E
1	M-053	5394	E

Referencias: Comparador Tukey = 818.19

Los resultados de la prueba de medias para la variable rendimiento, descritos en el cuadro 20, indican que estadísticamente, los materiales QC-006, QC-110 y R-023, son iguales, conjugándose estos tres, para un rendimiento general de 6836 Kg/ha., ocupando la primera posición, en segundo lugar se ubicó el material M-073 con un rendimiento de 6257 Kg/ha., en tercer lugar se encuentran los materiales S-121 y M-048, el material Testigo, ocupó la cuarta posición con 5535 Kg/ha. y en último lugar se ubicó el material M-053 con 5394 Kg/ha. Es importante resaltar la diferencia que existió entre los materiales ubicados en primer lugar y el que ocupó la última posición, y que fue de 1442 Kg/ha..

2.2 Identificación de los mejores materiales genéticos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), basados en el estudio de estabilidad genética del rendimiento.

Los resultados del análisis de estabilidad genética en base a rendimiento de ocho materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), utilizando el modelo de efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas, cuya traducción al Idioma Inglés es Additive Means Multiplicative Interactions, se presentan a continuación en el cuadro 21.



Cuadro 21. Análisis AMMI (efectos aditivos e interacciones), para la variable rendimiento en ocho tratamientos de frijól Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), en la zona Suroccidental de Guatemala.

F.V.	GL	SC	C.M.	PROB.	SIG.
Localidad	10	1346057852.39773	134605785.23977	0.000000	***
Bloque	33	112203554.65625	3400107.71686	0.000000	***
Genotipo	7	138984869.17898	19854981.31128	0.000000	***
Genotipo x ambiente	70	310190652.10227	4431295.03003	0.000000	***
PCA 1	16	139758405.11894	8734900.31993	0.000000	***
PCA 2	14	65802096.34415	4700149.73887	0.000000	***
Residual	40	104630150.63919	2615753.76598	0.000000	***
Error	231	204907375.59375	887044.91599	0.000000	***
TOTAL	351	2112344303.92898	6018074.93997	0.000000	***

Referencia:

F.V.= Fuente de variación.

C.M.= Cuadrado medio.

PCA1= Componente principal uno.

GL.= Grados de libertad.

Prob= Probabilidad

PCA2= Componente Principal dos

S.C.= Suma de Cuadrados.

*** = Altamente significativo (al1%)

Fuente: Elaboración del autor por el autor. (2,005)

Los resultados del análisis AMMI, presentado en el cuadro 21, evidencian que existió una diferencia altamente significativa para la interacción genotipo x ambiente (GxA), (al $P < 0.01$), similar situación se presentó en lo relacionado a los materiales de frijól Rienda (tratamientos), así como para las diferentes localidades evaluadas (ambientes).

Así también, la información presentada en dicho cuadro, determinar de acuerdo a la descomposición de la suma de cuadrados (S.C.) totales, que existió un efecto ambiental grande, ya que la suma de cuadrados por localidad (ambientes), representó el 63.72% de la suma de cuadrados total. En tanto que los efectos genotípicos significaron un 14.68% y la interacción GxA, solamente un 6.58% de la suma de cuadrados total.

Continuando con la información presentada en el cuadro 21, se observa, que de los componentes principales (PCA1 y PCA2), los cuales surgen del efecto de la interacción G x A (genotipo por ambiente), el PCA1 fue altamente significativo (al 1%), explicando a su vez el 45.05 % de la interacción. Con respecto al PCA2, este también reportó una alta significancia (al 1%) representando el 21.21% de la interacción. El porcentaje de explicación de dichos componentes en la interacción Genotipo x ambiente ascendió al 66.26%.

Debido a que el primer componente principal (PCA1), explicó en mayor proporción (45.05%) la interacción G x A, éste componente se utilizó para determinar las puntuaciones (scores) AMMI, tanto de cada uno de los tratamientos, como de las localidades, tal como se observan en los cuadros 22 y 23.



Cuadro 22. Puntuaciones AMMI para el componente PCA1, por tratamientos (genotipos).

Trat	Nombre	Rend. Kg/ha	Puntuación AMMI
3	R-023	6395	57.37
2	S-121	5738	19.65
5	M-048	5579	12.87
4	QC-110	7030	-9.85
6	QC-006	7083	-10.62
8	Testigo	5535	-12.58
1	M-053	5394	-21.88
7	M-073	6257	-34.94
		6126.0	

De acuerdo a las puntuaciones o scores AMMI, presentados en el cuadro 22, el tratamiento cuatro, fue el que presentó mayor estabilidad, con una puntuación AMMI de -9.85 , la cual fue la más cercana a cero. Seguido por los tratamientos seis, ocho y cinco, con puntuaciones AMMI de -10.62 , -12.58 y 12.87 , respectivamente.

El mayor rendimiento obtenido en relación a las 11 localidades evaluadas, fue reportado en el tratamiento seis (material QC-006), con 7083 Kg/ha y una puntuación AMMI de -10.62 , mostrando una mayor interacción con el medio ambiente, o sea, menor estabilidad.

La información presentada en el cuadro 22, sirvió de base para aceptar la hipótesis alternativa (H_a), planteada para ésta investigación, pues de acuerdo a dicho cuadro, existió al menos un material genético de frijol Rienda, en el cual se reportó mayor estabilidad genética del rendimiento, en relación al siete restantes, dicho tratamiento es cuatro (QC-110), el cual presentó una puntuación AMMI de -9.86 , siendo esta la más cercana a cero.

Para una mejor interpretación de los resultados presentados en el cuadro 22, a continuación en la figura dos, se visualiza el comportamiento de los tratamientos en relación a la información suministrada por el PCA1

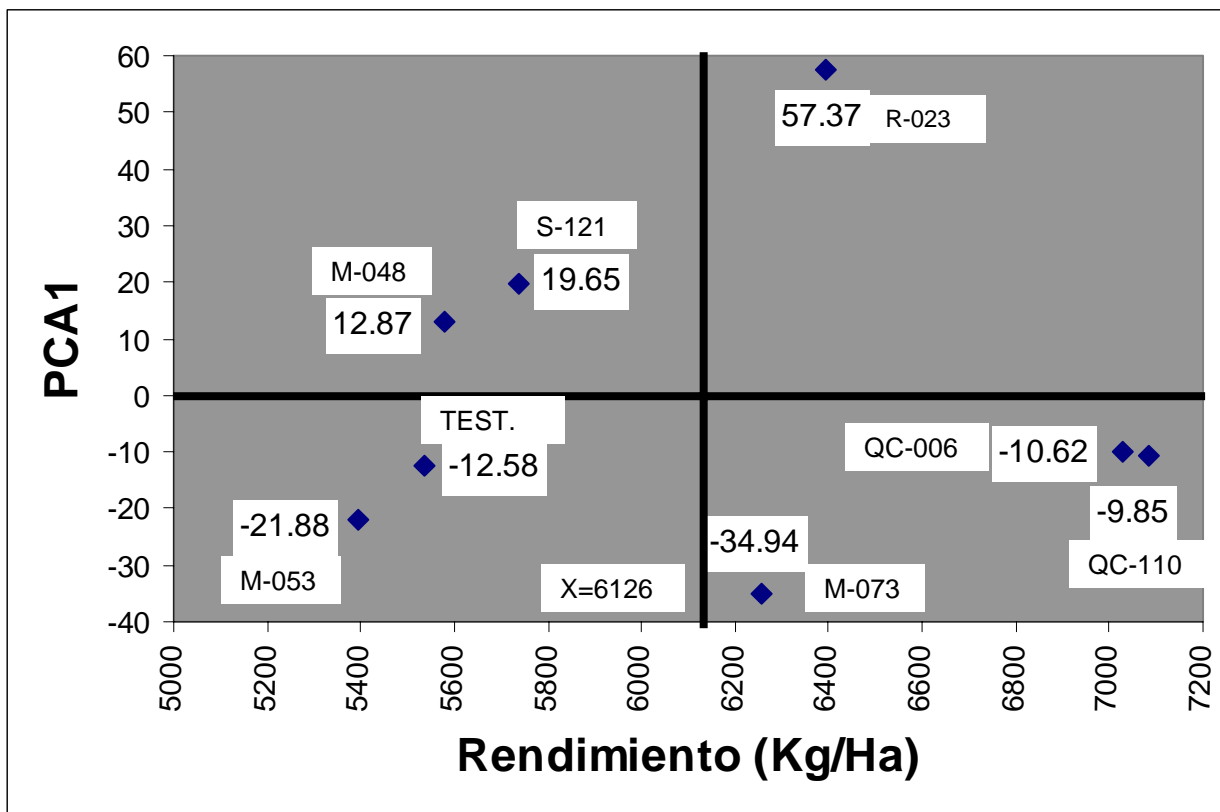


Figura 2. Medias de rendimiento (Kg/ha) y puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1) por materiales evaluados (genotipos).

Fuente: Proyecto DIGI-CUNSUROC, (2004).

Para interpretar, los resultados visualizados en la figura dos, se debe considerar que el material genético de frijol Rienda, más estable fue aquel cuya puntuación AMMI (interacción genotipo por ambiente), considerada en valor absoluto (positivo ó negativo), fuera más cercana a cero, lo que significa, que el material de frijol Rienda más estable es aquel que se encuentre más cercano a la línea horizontal de la gráfica, cuyo valor es cero.

Por lo tanto en la figura dos, se observa que los materiales con valores de PCA1 alejados de cero (línea horizontal), consideradas en valor absoluto, contribuyeron en mayor medida a la interacción G x A, tal es el caso R-023 y M-073, en cuyo caso los scores AMMI, reportados fueron en su orden 57.37 y -34.94 respectivamente.

Por el contrario y de acuerdo a la gráfica uno, los materiales de frijol Rienda, que reportaron la estabilidad más alta con un valor PCA1 de -9.85 y -10.62, respectivamente fueron los materiales QC-110 y QC-006, ya que estos son los más cercanos al cero.

A continuación en el cuadro 23, se presentan las puntuaciones AMMI, para las cada una de las 11 localidades evaluadas.



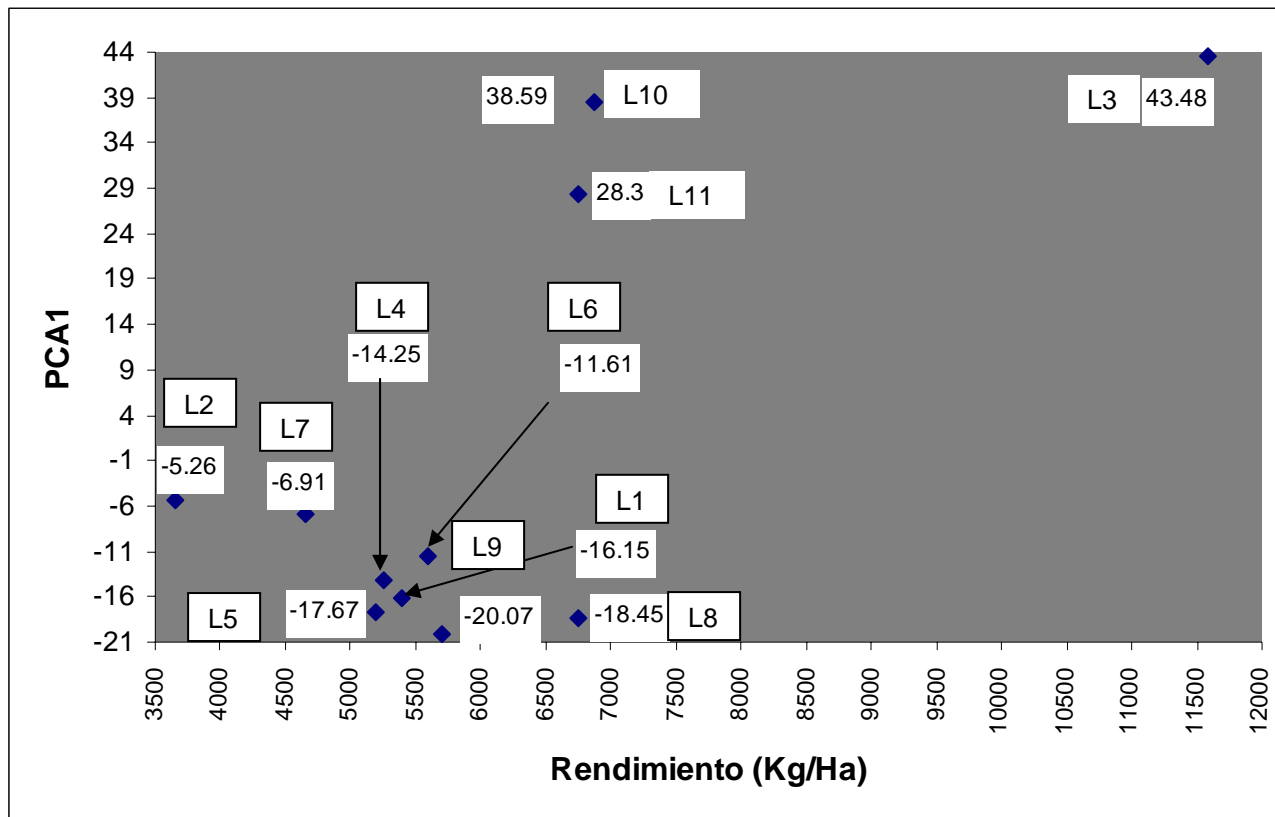
Cuadro 23. Puntuaciones AMMI para el componente PCA1, por ambientes (localidades).

Loc.	Ubicación	Rend. Kg/ha	Puntuación AMMI
3	Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez	11582	43.48
10	Aldea San Luis, San Sebastián Retalhuleu	6875	38.59
11	Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotitlán, Retalhuleu	6755	28.30
2	Parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu	3649	-5.26
7	Parcelamiento San Juan El Húmedo, Champerico, Retalhuleu	4650	-6.91
6	Malacatán San Marcos,	5600	-11.61
4	Finca El Faro, El Palmar Quetzaltenango	5248	-14.25
1	Granja Docente, El Zahorí, Cuyotenango, Suchitépquez	5397	-16.15
5	Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu	5192	-17.67
8	Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango	6746	-18.45
9	Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez	5700	-20.07
Media			

De acuerdo al análisis AMMI, que se presenta en el cuadro 23, se determinó que las localidades ubicadas en los parcelamientos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, y San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu respectivamente interaccionaron en menor escala con los ocho tratamientos de frijol Rienda, por lo que se consideran como los más neutrales, esto se manifiesta en relación a los scores AMMI que reportaron, siendo estos -5.26 y -6.91 respectivamente.

En relación, al rendimiento reportado en estas, las localidades ubicadas en Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez y aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu, se ubican con los más altos rendimientos al reportar 11582 y 6875 Kg/ha respectivamente

Para facilitar la observación del comportamiento de los materiales genéticos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) a través de todas las localidades, se presenta la figura tres, donde se observa el rendimiento medio de cada cultivar, a través de localidades, en función de las puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1).



Referencias:

L1= Granja Docente Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez,
L2= Parc. La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu
L3= Cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez.
L4= Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango.
L5= Finca El Tambor, San Felipe, Retalhuleu.
L6= Malacatán, San Marcos.

L7= Parcelamiento San Juan El Húmedo Champerico, Retalhuleu.
L8= Colomba, Costa Cuca, Quetzaltenango.
L9= Aldea San Francisco Pecul, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.
L10= Aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu.
L11= Finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán Retalhuleu.

Figura 3. Medias de rendimiento (Kg/ha) y puntuaciones AMMI del primer componente principal (PCA1) por localidades evaluadas (ambientes).

Fuente: Proyecto DIGI-CUNSUROC, (2004).

Los altos valores de PCA1 reportados para las localidades de Cantón Aparicio, Cuyotenango Suchitepéquez (43.38), aldea San Luis, San Sebastián, Retalhuleu (38.59), y finca San Carlos Morales, San Martín Zapotilán, Retalhuleu (28.30), dan cuenta de que en dichas parcelas, se reportaron las mayores diferencias en las respuestas del rendimiento, de los ocho tratamientos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), lo que significa que contribuyeron en mayor medida a la interacción genotipo por ambiente, debido que a su puntuación AMMI es grande, o sea sus valores PCA1 se encuentran más alejados de cero (línea horizontal).

Dichos valores de PCA1, determinaron, el considerar a estas localidades aptas para evaluar materiales genéticos de frijol Rienda. Sumado a esto, es importante también el enmarcar que en dichas parcelas se obtuvieron los valores promedio de rendimiento más, los cuales en su orden fueron de 11582, Kg/ha. 6875 Kg/ha y 6755 Kg/ha, respectivamente.



Otro aspecto importante de analizar, en la información suministrada por la figura 11, es que los valores PCA1 obtenidos en las localidades de parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu (-5.26), parcelamiento San Juan El Húmedo, Champerico, Retalhuleu(-6.91) y Malacatán San Marcos (-11.61), definieron que dichas parcelas experimentales, fueron en donde se dio el nivel de interacción más bajo (entre los ocho materiales de frijol Rienda evaluados), por lo que estas tres parcelas pueden catalogarse como estadísticamente "neutrales", pues al establecer en ellas los materiales de frijol Rienda, estos no produjeron mayores diferencias entre sus respectivos rendimientos, dicha afirmación se puede comprobar al observar que las puntuaciones AMMI son las más cercanas al cero.

3. Recomendación para la zona Suroccidental de Guatemala, de los mejores materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth).

De acuerdo a la información presentada en el cuadro 24 y considerando el análisis de estabilidad a través del modelo AMMI, se recomiendan para la zona Suroccidental de Guatemala, los siguientes materiales genéticos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)

Cuadro 24. Materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), recomendados para la zona Suroccidental de Guatemala.

Trat	Nombre	Rendimiento Kilogramos por hectárea	Puntuación AMMI
4	QC-110	7030	-9.85
6	QC-006	7083	-10.62
5	M-048	5579	12.87
8	Testigo	5535	-12.58

Fuente: Proyecto DIGI-CUNSUROC (2,004)

Considerando, que el mejor material de frijol Rienda, (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), es aquel que presente una media (en base a rendimiento) superior a la media general (que en este caso fue de 6126 Kg/ha.) y que a su vez, presente las puntuaciones AMMI, más cercanas al cero la información resumida en el cuadro 24, recomienda, para su establecimiento en la zona Suroccidental de Guatemala a los materiales QC-110, cuyo rendimiento de 7030 Kg/ha., supero en 904 Kg/ha. a la media general y a su vez, reportó la puntuación AMMI, más alta con -9.85, seguidamente se ubicó el material QC-006, en cuyo caso el rendimiento reportado fue de 7083 Kg/ha., con lo cual supero en 957 Kg/ha., a la media general, obteniéndose en este también la segunda puntuación AMMI, más alta con -10.62.

Es importante mencionar el comportamiento observado en los materiales M-048 y el testigo. En el primero de los casos, dicho material reporta una puntuación AMMI, de 12.87 lo cual lo ubica como, el cuarto mejor material, desde el punto de vista de estabilidad, aunque su media de rendimiento lo ubica 547 Kg/ha. por debajo de la media general.



IX. CONCLUSIONES.

1. En los ocho tratamientos evaluados, el material de frijol Rienda QC-006, reportó la media general más alta (en relación al rendimiento) con 7,083 Kg/ha., superando en 957 Kg/ha., a la media total reportada, este fue seguido por el material QC-110 con 7,030 Kg/ha., superando en 904 Kg/ha. a la media general total.
2. En las 11 localidades evaluadas, la localidad de cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez, reportó la media general de rendimiento más alta, con 11,582 Kg/ha., significando un 47.11% superior a la media general, que fue de 6,126 Kg/ha.
3. El índice más alto de estabilidad genotípica en base a rendimiento (expresado en Kg/ha.) fue reportado en el material QC-110, con una puntuación AMMI de -9.85 , considerándose esta como la más cercana a cero. Con un score de -10.62 se ubicó en segundo lugar el material QC-006. Mientras que en último lugar se presentó el material R-023, con una puntuación AMMI de 57.37.
4. Debido a la puntuación AMMI de -5.26 (la más cercana al cero), obtenida en la parcela establecida en el parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, esta pudo considerarse como la más neutral de las 11 parcelas evaluadas. Por el contrario, la parcela establecida en cantón Aparicio, Cuyotenango, Suchitepéquez, determinó ser, en la que más se desarrolló la interacción del genotipo x ambiente, reportándose en esta un valor AMMI de 43.48.
5. De acuerdo a la información suministrada por el análisis de estabilidad del modelo AMMI (considerando la variable rendimiento), los materiales genéticos de frijol Rienda que se recomiendan establecer en la zona Suroccidental de Guatemala son: el material QC-110, con una puntuación AMMI de -9.85 y rendimiento de 7030 Kg/ha, (que sobrepasa a la media general en más de 900 Kg/ha.), en segundo lugar se recomienda material QC-006, el cual reportó una puntuación AMMI de -10.62 y un rendimiento de 7083 Kg/ha.
6. Como otras opciones, se recomiendan establecer, los materiales M-048 (con score AMMI de 12.87 y rendimiento de 5579 Kg/ha) y el material testigo cuya puntuación AMMI fue de -12.58 y de 5535 Kg/ha.
7. Los resultados obtenidos (basándose en el análisis AMMI, a la variable rendimiento), confirman la hipótesis alternativa (H_a) propuesta para este estudio, ya que en más de uno de los materiales (genotipos) de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) se reportó estabilidad genética.



X. RECOMENDACIONES.

1. Como resultado del comportamiento observado en el material testigo, (se ubicó en tercer lugar en relación al análisis de estabilidad AMMI), es necesario determinar las características agromorfológicas de este, así como también la respuesta del mismo al ataque de plagas y enfermedades.
2. Determinar el comportamiento que presenten los materiales M-048 y el material testigo, en situaciones especialmente extremas, tales como zonas altamente húmedas o áridas.
3. En dado caso, en la zona Suroccidental de Guatemala, se realizarán futuras investigaciones cuya temática, fuera la estabilidad genética (empleando como variable de respuesta al rendimiento), se aconseja la implementación de ensayos de campo en el parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, y parcelamiento San Juan el Húmedo, Champerico, Retalhuleu, debido a que en estos ambientes, aumenta interacción genotipo x ambiente, lo cual implica, que las diferencias entre rendimientos sean más valederas.
4. Para la zona Suroccidental de Guatemala, se aconseja reproducir los materiales de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwith) denominados QC-006 y QC-110.



XI. BIBLIOGRAFÍA.

Casanove, F.; Balzarini, M.; Crossa, J. s.f. El análisis de estabilidad no – paramétrico de Nassar y Hühn. Folleto mimeografiado. 9 p.

Chojolán, T. 1999. Recolección y caracterización de materiales nativos de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L), provenientes del departamento de Retalhuleu. Tesis Ingeniero Agrónomo. Mazatenango, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Suroccidente.

Corzo, J. 1995. Ejote francés. Guía de producción manejo, post cosecha, mercadeo. Guatemala, Gua., Gremial de exportadores de productos no tradicionales. p. 1 – 39

Cronquist T, A. 1982. Botánica básica. Trad. Antonio Marino Ambrosio. Distrito Federal, Mex., Continental.

De la Cruz, J. 1,982. Clasificación de las zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Gua. Instituto Nacional Forestal.

España, E. 1997. Informe mensual abril 1997. Proyecto: "Búsqueda, recolección, caracterización y evaluación de cultivares nativos de frijol de la región Suroccidental de Guatemala". Mazatenango, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Centro Universitario de Sur Occidente. 23 p.

Esteban, C. Guerra F. 1999. Informe final Proyecto "Paquete tecnológico para cultivares de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) en la zona Suroccidental de Guatemala. Mazatenango, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Centro Universitario de Sur Occidente. 50 p.

Fuentes M. ; Quemé, W. 1,999. Evaluación de híbridos de maíz de grano amarillo y blanco en diferentes ambientes de Centro América, El Caribe, Colombia y Venezuela. Guatemala, Gua. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. 14 p.

González, C. 1998. "Recolección y caracterización de 82 cultivares de frijol (*Phaseolus* spp. y *Vigna* spp.), provenientes del Departamento de Suchitepéquez." Tesis de Ingeniero Agrónomo. Mazatenango, Suchitepéquez, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Suroccidente. 156 p.

López, C. 1999. "Caracterización de 83 cultivares de frijol (*Phaseolus* spp.) y (*Vigna* spp.) de la zona costera del departamento de San Marcos". Tesis Ingeniero Agrónomo. Mazatenango, Suchitepéquez, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente, p. 10-274.

Meléndez J. 1,987. 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 de Ing. Agr. Guatemala, Gua. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de agronomía. 62 p.



- Moreno, P. 1984. Glosario botánico ilustrado. Distrito Federal, Mex., Continental. 300 p.
- Otzoy, M.; España E.; De León C.; López C. 1997 Informe final "Búsqueda, recolección, caracterización y evaluación de cultivares de frijol nativo de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) de la región Sur-Occidental de Guatemala. Mazatenango, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Centro Universitario de Sur-Occidente
- Otzoy, M.; Esteban C. 2003. Evaluación agronómica y de la estabilidad genética, de nueve genotipos de frijol Rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth), en el departamento de Chiquimula, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Centro Universitario de Suroccidente. 102 p.
- Peña A. 1,997. Evaluación de catorce líneas de frijol Tepari (*Phaseolus acutifolius* Gray) en tres localidades de El Progreso. Tesis de Ing. Agr. Guatemala, Gua. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de agronomía. Instituto de investigaciones agronómicas. 123 p.
- Reyes P. 1990. Diseño de experimentos aplicados. 3ra. ed. Distrito Federal, Mex., 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 Ingeniero Agrónomo. Mazatenango, Suchitepéquez, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente, p. 25-26p.
- Salguero V. 1,977. 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 Ingeniero Agrónomo Guatemala, Gua. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de agronomía. 71 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 Ingeniero Agrónomo. Mazatenango, Suchitepéquez, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente, p. 25-26p.
- Standley y Steyermark. 1978. Flora of Guatemala. Chicago Natural History Museum. E.U.A. Fieldam Botany. Vol. 24 pt.IV. p. 317-335 y 363-366.
- Valenzuela, J. 1,985. Parámetros de estabilidad para el rendimiento de variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L., en cuatro fechas de siembra. Revista agricultura técnica en México, (Mex.) Vol. 11 (2). Secretaría de agricultura y recursos hidráulicos. Instituto de investigaciones agrícolas. 114 p.
- Villela R. 1994. El cultivo del ejote francés. Guatemala, Gua., Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Proyecto de Desarrollo Agrícola G De G / AID 520-0274 USAID. p. 1 – 34.