

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO, ESTABILIDAD Y PALATABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Presentado a las autoridades de la División de Ciencia y Tecnología del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por:

**HEIDY VICTORIANA JACOBED YAC SACALXOT**

Previo a conferirle el título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

En el grado académico de:

**LICENCIADA**

Asesor:

**PhD. Fernando Aldana**

Quetzaltenango, Mayo de 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

Rector Magnífico:  
Secretario general:

Dr. Carlos G. Alvarado Cerezo  
Dr. Carlos Enrique Caméy Rodas

**CONSEJO DIRECTIVO**

Directora General del CUNOC  
Secretario Administrativo

MSc. María del Rosario Paz Cabrera  
MSc. Silvia del Carmen Recinos

**REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES**

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa  
Ing. Edelman Monzón López

**REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES**

Br. Luis Ángel Estrada García  
Br. Julia Hernández de Domínguez

**REPRESENTANTES DE LOS EGRESADOS**

Lic. Vilma Tatiana Cabrera Alvarado

**DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Lic. Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA**

Ing. Agr. MSc. Imer Vásquez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXÁMEN TÉCNICO PROFESIONAL**

**PRESIDENTE:**

Lic. Q.F. Aroldo Roberto Méndez **Sánchez**

**EXAMINADORES:**

Ing. Agr. Hugo Rodríguez  
Ing. Agr. MSc. Juan Bolaños  
Ing. Agr. MSc. Imer Vásquez

**SECRETARIO**

Ing. Agr. Imer Vásquez

**NOTA:** “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente investigación (Artículo 31 DEL Reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente. Y Artículo 19 de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango, mayo 2017

Quetzaltenango, Mayo de 2017

Honorable Consejo Directivo  
Honorable Autoridades de la División de Ciencia y Tecnología  
Honorable Mesa del Acto de Graduación y Juramentación

De conformidad con las normas que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del reglamento general de evaluación y promoción del estudiante del Centro Universitario de Occidente; tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO, ESTABILIDAD Y PALATABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.**

Como requisito para optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciada.

Atentamente.-

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**HEIDY VICTORIANA JACOBED YAC SACALXOT**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
AGRONOMÍA  
www.cytacunoc.org



Quetzaltenango, 05 de abril del 2017

Lic. Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez  
Director de la División de Ciencia y Tecnología  
Centro Universitario de Occidente

Apreciable director:

Por este medio hago de su conocimiento que he finalizado la asesoría respecto a la revisión del trabajo de graduación de la estudiante de Ingeniería Agronómica en Sistemas de Producción Agrícola HEIDY VICTORIANA JACOBED YAC SACALXOT, carnet 2556009090901 y Registro académico 201230882, titulado:


EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO, ESTABILIDAD Y PALATABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.

Me permito informarle que el trabajo en mención reúne los requisitos establecidos por la División de Ciencia y Tecnología del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su publicación, así mismo posee información muy valiosa, de mucha utilidad e interés para el sector académico y agrícola de Guatemala.

Sin otro particular, agradeciendo de antemano la atención brindada a la presente, me suscribo.

Atentamente.-

“ID Y ENSEÑADA TODOS”

  
PhD Fernando Aldana  
Colegiado No. 549  
ASESOR



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
[www.cytacunoc.org](http://www.cytacunoc.org)



Quetzaltenango 2 de mayo 2017.

Lic. Roberto Méndez  
Director División de Ciencia y Tecnología  
Centro Universitario de Occidente.

Distinguido Director:

En atención al nombramiento emitido por esa dirección, me es grato informarle que he concluido la revisión del trabajo de investigación de la estudiante **HEIDY VICTORIANA JACOBED YAC SACALXOT**, quien presentó la investigación titulada:

**“EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO, ESTABILIDAD Y PALATABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (Phaseolus vulgaris L.) EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO”.**

Por lo cual me permito manifestarle, que el presente estudio cumple con los requisitos establecidos por los normativos de los trabajos de graduación de la Tricentennial Universidad de San Carlos de Guatemala, además de ser un valioso aporte para el desarrollo de las comunidades rurales de nuestro país, en tanto brinda valiosa información con la aplicación de innovadora tecnología de punta.

Por lo que recomiendo su publicación.

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

Ing. Agr. MSc. Juan Alfredo Bolaños González.

REVISOR

Colegiado No. 2,777



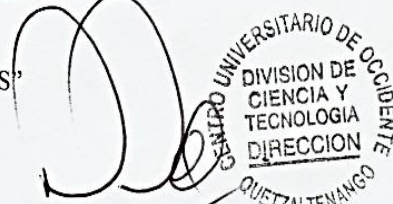
**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

*Centro Universitario de Occidente*  
*División de Ciencia y Tecnología*

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA** \_\_\_\_\_  
Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 003-AGR-2017 de fecha cinco de mayo del año dos mil diecisiete del (la) estudiante: HEIDY VICTORIANA JACOBED YAC SACALXOT con **Carné No.** 25560090901 **REGISTRO ACADÉMICO:** 201230882 emitida por el Coordinador de la Carrera de AGRONOMIA \_\_\_\_\_, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: **“EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO, ESTABILIDAD Y PALATABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (Phaseolus vulgaris L.) EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO.”**

Quetzaltenango, 05 de mayo de 2017.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez  
Director de División de Ciencia y Tecnología

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Ser supremo que me dotó de la sabiduría e inteligencia en la proporción necesaria, por brindarme la fortaleza, paciencia y tenacidad para alcanzar esta meta, todo se lo debo a Él.

### **A MIS PADRES**

Moisés Yac Colop porque desde mis primeros pasos en mi vida académica me enseñó a esforzarme para alcanzar mis metas y a luchar con integridad por mis sueños, por su apoyo espiritual, económico y moral. A mi madre María Sacalxot Sacalxot por enseñarme a luchar con entereza por mis sueños, por ser mi ejemplo de perseverancia, por mostrarme su amor, paciencia y dedicación; por su apoyo espiritual, moral y económico.

### **A MI HERMANA**

Betsabé Yac Sacalxot quien durante esta etapa de mi vida me acompañó como una gran amiga, por su enorme cariño y apoyo. Por sus abrazos y palabras de aliento en los momentos difíciles.

### **A MIS HERMANOS**

Samuel y Moisés quienes me apoyaron con su cariño, sus abrazos y sus tiernas palabras. Por inyectarme entusiasmo para seguir adelante.

### **A MIS ABUELOS**

Victoriana Colop y Samuel Yac quienes me brindaron su amor, sus oraciones y sus sabios consejos que me acompañaron siempre

e.



## AGRADECIMIENTOS

### AL CUNOC

Querida alma mater que abrió sus puertas para poder convertirme en una profesional al servicio de mi bella Guatemala.

### A MI FAMILIA

Por su enorme amor y apoyo incondicional en todo momento.

### A LOS AGRÓNOMOS

Willy Urizar y Rudy Rodríguez quienes me apoyaron durante mi vida universitaria abriendo puertas para contribuir con mi formación universitaria.

### A MIS CATEDRÁTICOS

PhD. Fernando Aldana por sus consejos y apoyo en la elaboración de mi trabajo de graduación. Ing. Agr. Juan Bolaños por su amistad y apoyo. PhD. Luis Sánchez por su amistad y apoyo.

### A MIS AMIGOS

Por su amistad y apoyo desinteresado e incondicional durante mi vida universitaria. Por los bellos recuerdos que perdurarán para siempre.

### A ADICH

A la Asociación de Desarrollo Integral Chiquirichapense por su gran apoyo, en especial a la contadora Romelia Sánchez.

### AL SEÑOR

Epifanio Melchor Marroquín y familia por su apoyo incondicional.

**EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO, ESTABILIDAD Y PALATABILIDAD DE SIETE GENOTIPOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**

.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en tres localidades: aldea La Victoria del municipio de San Juan Ostuncalco, aldea Los Duraznales del municipio de Concepción Chiquirichapa y aldea Pachaj del municipio de Cantel; todas del departamento de Quetzaltenango; en el periodo comprendido entre el mes de junio 2016 al mes de enero 2017. El principal propósito de este estudio consistió en generar información técnica que permita promover la producción y consumo del frijol arbustivo, para ello fue necesario evaluar el rendimiento de siete genotipos de frijol, luego identificar el comportamiento de los principales componentes del rendimiento, determinar la estabilidad (rendimiento) y evaluar la aceptabilidad sensorial de los frijoles por parte de los agricultores. Se estableció un ensayo de bloques completamente al azar en cada localidad en donde se evaluó siete genotipos de frijol arbustivo, siendo estos: Hunapú precoz, Altense precoz, Hunapú, Altense, Texel, Superchiva<sup>ACM</sup> y Biofort 2016. Los resultados indicaron que el genotipo con mayor rendimiento fue Hunapú precoz; los componentes que influyeron en rendimiento fueron: el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y la biomasa. El genotipo más estable en el rendimiento fue Altense precoz. El genotipo más aceptado fue Biofort 2016, seguido de Texel y Hunapú precoz para ello, se realizó un análisis sensorial de alimentos a través de una prueba hedónica, la cual consistió en que los panelistas consumieran el frijol e identificaran el genotipo y a través de ello establecieron el genotipo con mayor aceptabilidad. Actualmente no existe un genotipo que posea las tres cualidades juntas, es decir, estabilidad, alto rendimiento y aceptabilidad.

Palabras clave: componentes del rendimiento, genotipo, estabilidad, aceptabilidad, análisis sensorial, prueba hedónica.

## SUMMARY

The present investigation was carried out in three localities: village the Victory municipality of San Juan Ostuncalco, village Los Duraznales municipality of Concepción Chiquirichapa and village Pachaj municipality of Cantel all from the department of Quetzaltenango in the period comprised between the months of June 2016 to the month of January 2017. The main purpose of this study consisted in generating technical information that allows to promote the production and consumption of bush bean, for this it was necessary to evaluate the yield of seven bean genotypes, then identify the behavior of the main performance components, determine stability (yield) and evaluate the sensory acceptability of beans by farmers. A completely randomized block trial was established at each site evaluating seven genotypes of bush bean: Hunapú precoz, Altense precoz, Hunapú, Altense, Texel, Superchiva<sup>ACM</sup> y Biofort 2016. In addition, a sensorial analysis of food was carried out through a hedonistic test to identify the most acceptable genotype of the farmers and consumers. The results indicated that the genotype with the highest yield was Hunapú precoz; the components that influenced performance were: the number of pods per plant, the number of grains per pod and biomass. The most stable genotype was Altense precoz and the most accepted genotype was Biofort 2016, followed by Texel and Hunapú precoz. There is currently no genotype that possesses stability, high yield and acceptability.

Keywords: performance components, genotype, stability, acceptability, sensory analysis, hedonistic test.



## ÍNDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>1</b>  |
| 1.1. Antecedentes del problema .....  | 2         |
| 1.2. Planteamiento del problema.....  | 2         |
| 1.3. Justificación del estudio.....   | 3         |
| 1.4. Hipótesis de investigación .....   | 3         |
| 1.5. Objetivos .....  | 4         |
| 1.5.1. Objetivo general .....   | 4         |
| 1.5.2. Objetivos específicos.....   | 4         |
| <b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....   | <b>5</b>  |
| 2.1. Origen .....   | 5         |
| 2.2. Etapas de desarrollo .....   | 5         |
| 2.3. Importancia nutricional .....  | 7         |
| 2.4. Cultivo de frijol a nivel nacional .....   | 7         |
| 2.5. Factores bióticos y abióticos que intervienen en la producción de frijol.....    | 8         |
| 2.6. Componentes del rendimiento .....  | 8         |
| 2.7. Estabilidad de las plantas de frijol en diversos ambientes.....                  | 8         |
| 2.8. Análisis de estabilidad .....  | 9         |
| 2.9. Palatabilidad/aceptabilidad gustativa de los alimentos.....                      | 9         |
| <b>CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO</b> .....   | <b>11</b> |
| 3.1. Método de investigación utilizado .....  | 11        |
| 3.2. Contexto espacial y temporal de la investigación .....                           | 11        |
| 3.2.1. Localidad 1: aldea La Victoria, municipio de San Juan Ostuncalco .....         | 11        |
| 3.2.2. Localidad 2: aldea Los Duraznales, municipio de Concepción Chiquirichapa ..... | 11        |
| 3.2.3. Localidad 3: aldea Pachaj, Cantel.....   | 11        |
| 3.3. Variables de la investigación .....  | 12        |
| 3.4. Sujetos.....   | 12        |
| 3.4.1. Conformación del grupo experimental y de control y/o diseño experimental. .... | 12        |
| 3.4.2. Metodología para evaluar la estabilidad.....                                   | 14        |
| 3.4.3. Método general aplicado en la prueba hedónica .....                            | 15        |
| 3.5. Fuentes de información.....  | 16        |
| 3.6. Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de los datos. ....         | 17        |
| 3.7. Pasos del trabajo de campo .....   | 16        |
| <b>CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....                 | <b>18</b> |
| 4.1. Localidad Los Duraznales, municipio de Concepción Chiquirichapa. ....            | 18        |
| 4.1.1. Rendimiento.....   | 18        |
| 4.4.2. Prueba de medias .....   | 18        |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 4.4.3.  | Análisis de correlación entre los componentes de rendimiento .....  | 19        |
| 4.5.  | Localidad aldea Pachaj, municipio de Cantel. ....                   | <b>22</b> |
| 4.5.1.  | Rendimiento .....   | 22        |
| 4.5.2.  | Prueba de medias .....  | 22        |
| 4.5.3.  | Análisis de correlación entre los componentes de rendimiento .....  | 23        |
| 4.6.  | Localidad aldea La Victoria, municipio de San Juan Ostuncalco. .... | <b>26</b> |
| 4.6.1.  | Rendimiento. ....   | 26        |
| 4.6.2.  | Prueba de medias .....  | 26        |
| 4.6.3.  | Análisis de correlación entre los componentes de rendimiento .....  | 27        |
| 4.7.  | Análisis de estabilidad.....  | <b>29</b> |
| 4.8.  | Análisis de palatabilidad .....                                     | <b>30</b> |
| <b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> |   | <b>33</b> |
| <b>5.1. CONCLUSIONES.....</b>                           |   | <b>35</b> |
| <b>5.2. RECOMENDACIONES.....</b>                        |   | <b>34</b> |
| <b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>                             |   | <b>35</b> |
| <b>7. ANEXOS .....</b>                                  |   | <b>37</b> |
| 7.1.  | Conformación del diseño experimental.....                           | <b>37</b> |
| 7.2.  | Cronograma .....  | <b>40</b> |
| 7.3.  | Fotografías.....  | <b>41</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Contenido nutricional por cada 100 gramos de materia seca de frijol.....  | 7  |
| Cuadro 2. Producción nacional de frijol.....  | 8  |
| Cuadro 3. Tratamientos evaluados en cada localidad.....   | 13 |
| Cuadro 4. Interpretación de los parámetros de estabilidad del Método de Everhart & Russel<br>(1966).....  | 15 |
| Cuadro 5. Tipos de análisis para cada uno de los factores de evaluación.....  | 17 |
| Cuadro 6. Análisis de varianza de rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> de frijol arbustivo en Los Duraznales,<br>Concepción Chiquirichapa. ....   | 18 |
| Cuadro 7. Prueba de medias a través del método de Tukey al 5% para rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> en<br>Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa. ....                                  | 18 |
| Cuadro 8. Análisis de correlación de las medias de los tratamientos y repeticiones para<br>determinar la asociación entre rendimiento y sus componentes.....                                | 19 |
| Cuadro 9. Análisis de varianza del rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> de frijol arbustivo en Pachaj, Cantel. ....   | 22 |
| Cuadro 10. Prueba de medias a través del método de Tukey al 5% para rendimiento en kg*ha <sup>-1</sup><br>en Pachaj, Cantel. ....   | 22 |
| Cuadro 11. Análisis de correlación entre rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> y sus componentes en la<br>localidad Pachaj, Cantel. ....   | 23 |
| Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> en frijol arbustivo, en La Victoria,<br>San Juan Ostuncalco.....   | 26 |
| Cuadro 13. Prueba de medias por medio del método de Tukey al 5% para rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup><br>para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco. ....                         | 26 |
| Cuadro 14. Análisis de correlación entre rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> y sus componentes para la<br>localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco.....                                    | 27 |
| Cuadro 15. Análisis de estabilidad de los genotipos (tratamientos) en las tres localidades a través<br>de tres métodos: Finlay y Wilkinson, Eberhart y Russell, Coeficiente de variación. . | 30 |
| Cuadro 16. Análisis de varianza de la prueba hedónica realizada a los agricultores de las tres<br>localidades ubicadas en Concepción Chiquirichapa, Cantel y San Juan Ostuncalco. ....      | 31 |
| Cuadro 17. Separación de medias por el método de Tukey al 5% para la prueba hedónica .....  | 32 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Escala de caras para el grado de aceptabilidad de un alimento .....   | 16 |
| Figura 2. Gráfica de la relación entre biomasa y rendimiento en grano para la localidad Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa.....                           | 20 |
| Figura 3. Gráfica de la relación entre número de vainas y rendimiento en grano para la localidad Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa.....                  | 20 |
| Figura 4. Gráfica de la relación entre número de granos por vaina y rendimiento para la localidad Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa.....                 | 21 |
| Figura 5. Gráfica de la relación entre biomasa y rendimiento en kg.ha-1 para la localidad Pachaj, Cantel.....   | 24 |
| Figura 6. Gráfico de la relación entre número de vainas por planta y rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> para la localidad Pachaj, Cantel.....                   | 24 |
| Figura 7. Gráfica de la relación entre granos por vaina y rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> para la localidad Pachaj, Cantel.....                              | 25 |
| Figura 8. Gráfica de la relación entre biomasa y rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco.....                     | 28 |
| Figura 9. Gráfica de la relación entre número de vainas por planta y rendimiento en kg.ha-1 para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco.....             | 28 |
| Figura 10. Gráfica de la relación entre número de granos por vaina y rendimiento en kg/ha <sup>-1</sup> para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco..... | 29 |
| Figura 11. Diseño del área experimental .....   | 37 |
| Figura 12. Distanciamiento entre surcos.....  | 38 |
| Figura 13. Distanciamiento entre plantas.....   | 39 |



## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El frijol aporta nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo físico y mental de los niños y adultos, es considerado un alimento básico en la dieta que se consume diariamente. Para los guatemaltecos en general es un alimento cotidiano, pero para el Altiplano Occidental este grano básico ha ido desapareciendo de la alimentación diaria afectando principalmente la nutrición de la niñez. Además que dentro de los agroecosistemas de los agricultores este cultivo se ha ido desplazando poco a poco, debido a los bajos rendimientos que presentan los cultivares en asocio con maíz.

El propósito de esta investigación es promover e impulsar la producción y consumo de frijol en las familias del Altiplano Occidental, por lo tanto se realizó el presente estudio para determinar variedades de frijol tipo arbustivo altamente productoras, estables (rendimiento) y con aceptabilidad gustativa para los agricultores y consumidores. El estudio se realizó a la aldea Los Duraznales, municipio de Concepción Chiquirichapa, aldea La Victoria, municipio de San Juan Ostuncalco y la aldea Pachaj del municipio de Cantel del departamento de Quetzaltenango; en donde se evaluaron siete genotipos de frijol tipo arbustivo, que fueron: Altense, Hunapú, Texel, Superchiva<sup>ACM</sup>, Altense precoz, Hunapú precoz y Biofort 2016.

El genotipo que presentó mayor potencial de rendimiento en las tres localidades fue Hunapú precoz debido al amplio desarrollo del follaje y la influencia de los siguientes componentes del rendimiento: número de vainas por planta, número de granos por vaina y biomasa. El genotipo que presentó la mayor estabilidad de acuerdo a los parámetros de Finlay & Wilkinson fue Texel, pero este resultado se debió a que el genotipo mantiene bajos rendimientos en diversos ambientes y a la alta susceptibilidad a la roya, pero de acuerdo a los parámetros de Eberhart & Russel y el Coeficiente de Variación Altense precoz presentó mayor estabilidad debido a su potencial de rendimiento en ambientes ricos y un buen rendimiento en ambientes pobres, es decir que posee una baja interacción genotipo-ambiente por lo tanto, logra mantener sus rendimientos en diversos ambientes.

Por último, los genotipos Biofort 2016, Texel y Hunapú precoz en su orden fueron mayormente aceptados sensorialmente por los consumidores, de acuerdo a la prueba hedónica que se realizó en los agricultores de las tres localidades.

### **1.1. Antecedentes del problema**

Los países del tercer mundo o subdesarrollados poseen altos índices de desnutrición, debido a la ausencia de seguridad alimentaria y nutricional; debido a factores sociales, ambientales y económicos.

Según la Unicef, Guatemala ocupa el quinto lugar a nivel mundial en casos de desnutrición crónica infantil y destaca que el problema genera más preocupación en las áreas rurales del país. Para los municipios de San Juan Ostuncalco, Concepción Chiquirichapa y Cantel del departamento de Quetzaltenango, el porcentaje de desnutrición oscila entre el 45 hasta el 83.33% en las comunidades rurales de estos lugares, según datos recopilados por la institución Save the Children, Quetzaltenango.

A pesar de que el 90% de los habitantes de estos municipios se dedican a la agricultura, la seguridad alimentaria de las familias se ve afectada seriamente porque dentro de los agroecosistemas los cultivos de frijol han presentado bajos rendimientos por lo tanto los agricultores de San Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa han ido desplazando el cultivo de frijol y lo han sustituido por el cultivo de papa, además que los cultivos han presentado inestabilidad en el rendimiento. Debido a esto, la disponibilidad del grano ha ido disminuyendo y por ende su consumo, afectando seriamente la dieta de las familias.

El Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá-INCAP ha realizado investigaciones a través de análisis sensoriales en diversos alimentos, las metodologías que esta institución ha desarrollado se han aplicado específicamente en granos; lo que ha permitido identificar las preferencias por ciertos alimentos, en este caso se han realizado estudios en variedades de frijol que han permitido identificar la preferencia.

### **1.2. Planteamiento del problema**

En las comunidades rurales del país el cultivo de frijol es parte del sistema milpa; desde luego el consumo de grano es común, pero no en todas las áreas rurales persiste este cultivo; por diversas razones de tipo ambiental, económico y social.

En las áreas rurales del municipio de San Juan Ostuncalco, Concepción Chiquirichapa y Cantel la producción y consumo de frijol ha disminuido de forma alarmante, porque el cultivo de este grano se está eliminando gradualmente de los agroecosistemas por presentar bajos rendimientos, ataque de plagas y enfermedades, agregando la importancia cultural y económica sobre el cultivo de papa específicamente para el área mam; por lo tanto los agricultores están intensificando este cultivo sustituyendo los granos básicos, tal como el maíz y el frijol.

La poca disponibilidad de grano por las bajas en la producción y los altos precios en el mercado han afectado principalmente a los agricultores de escasos recursos económicos, porque han optado por disminuir la cantidad de consumo de frijol y en casos extremos han determinado la eliminación de este alimento dentro de su dieta. Esto ha causado que la población no tenga una dieta balanceada y el bajo consumo de frijol ha traído enfermedades como la anemia y la desnutrición.

Para que un tipo de frijol sea aceptado por un agricultor se debe tomar en cuenta características gustativas, es decir, que le sean de agrado al paladar, de esa manera el agricultor producirá y consumirá las cantidades de frijol necesarias para su familia, realizando pruebas de aceptabilidad de variedades de frijol en las zonas mencionadas con anterioridad.

### **1.3. Justificación del estudio**

Es indispensable impulsar el cultivo de frijol en el área rural de los municipios de San Juan Ostuncalco, Concepción Chiquirichapa y Cantel para retomar la producción de este cultivo a través de la identificación de genotipos con alto potencial de rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades, en este caso, debido al ciclo corto de los frijoles arbustivos se propone rotarlo con el cultivo de papa, fortaleciendo de esa manera la producción.

Una buena producción permitirá aumentar la disponibilidad de este grano básico disminuyendo la compra en el mercado, beneficiando principalmente a los agricultores de escasos recursos económicos. El rendimiento es indispensable, pero lo ideal es identificar genotipos que presenten estabilidad (rendimiento) en diversos ambientes. Además es importante realizar pruebas de aceptabilidad de los genotipos de frijol que en este caso el Instituto de Ciencia y Tecnología- ICTA ha seleccionado y mejorado para conocer el agrado de este alimento por parte de la población; para que en los procesos de mejoramiento se tomen en cuenta las preferencias gustativas de los agricultores porque de esa manera se impulsa cultivarlo y por ende elevar su productividad y calidad nutritiva, de lo contrario los esfuerzos serán irrelevantes.

Cuando un alimento es de agrado para el agricultor este tiende a adoptarlo y consumirlo frecuentemente, es por eso que existen pruebas de aceptabilidad de un alimento que permite identificar bajo condiciones controladas y homogéneas el nivel de agrado, en este caso, a los diferentes genotipos de frijol.

### **1.4. Hipótesis de investigación**

H1: Al menos uno de los siete genotipos de frijol mostrará mayor rendimiento en kilogramos por hectárea.

H2. Por lo menos uno de los componentes de rendimiento; número de granos por vaina, número de granos por vaina, biomasa y peso de 100 semillas influirá en el rendimiento de alguno de los siete genotipos evaluados.

H3: Al menos uno de los siete genotipos de frijol presentará mayor estabilidad.

H4: Por lo menos uno de los siete genotipos de frijol presentará mayor aceptabilidad gustativa para los agricultores.

## 1.5. **Objetivos**

### 1.5.1. Objetivo general

Generar información técnica que permita promover la producción y consumo de frijol arbustivo en el Altiplano Occidental de Guatemala.

### 1.5.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el potencial de rendimiento en kilogramos por hectárea de siete genotipos de frijol en tres localidades del departamento de Quetzaltenango.
2. Identificar el comportamiento de los principales componentes del rendimiento de los siete genotipos evaluados en las tres localidades del departamento de Quetzaltenango.
3. Determinar la estabilidad de los siete genotipos de frijol mediante los parámetros de Finlay y Wilkinson, Everharth y Russell y el Coeficiente de Variación.
4. Evaluar la aceptabilidad gustativa de cada uno de los genotipos de frijol evaluados en las tres localidades del departamento de Quetzaltenango.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Origen**

México ha sido aceptado como el más probable centro de origen, o al menos, como el centro de diversificación genética primaria; el cultivo de frijol era conocido por lo menos unos 5 000 años antes de la era cristiana. (Aldana, 2010).

### **2.2. Etapas de desarrollo**

#### **2.2.1. Fase vegetativa**

Se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar y termina cuando aparecen los primeros botones florales; en esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción. (Fernández, Gepts, & López, 1986)

1. Germinación: emerge en primer lugar la radícula, la cual se alarga para convertirse en raíz primaria; sobre ella, cerca de la superficie del suelo aparecen raíces secundarias y terciarias. Posteriormente se alarga el hipocótilo y los primeros cotiledones se pueden observar en la superficie. (Fernández, Gepts, & López, 1986)
2. Emergencia: se inicia cuando los cotiledones del 50% de las plántulas del cultivo aparecen al nivel del suelo. Después de la emergencia, el hipocótilo se endereza y crece hasta alcanzar su tamaño máximo; las hojas primarias, ya formadas en el embrión de la semilla, crecen y se despliegan. Los primeros órganos de la parte aérea se vuelven verdes; en ciertas variedades aparece una pigmentación rosada o morada, especialmente en el hipocótilo. (Fernández, Gepts, & López, 1986)
3. Hojas primarias: se inicia cuando se despliegan las primeras hojas del 50% de las plantas del cultivo. Las hojas primarias son simples (unifoliadas) y opuestas (ambas colocadas en el mismo nudo, el segundo del tallo principal); cuando están completamente desplegadas, se colocan generalmente en posición horizontal. Al comienzo de esta etapa, la yema terminal del tallo principal se puede distinguir entre las dos hojas primarias. (Fernández, Gepts, & López, 1986)
4. Primera hoja trifoliada: esta etapa inicial al desplegarse la primera hoja trifoliada en el 50% de las plantas del cultivo. Tanto el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada como el peciolo de esta última son todavía cortos; al comienzo, la primera hoja trifoliada se encuentra debajo de las hojas primarias. También se puede observar en esta etapa la segunda hoja trifoliada de tamaño muy reducido todavía; los cotiledones se han secado completamente, y por lo regular se han desprendido. (Fernández, Gepts, & López, 1986)
5. Tercera hoja trifoliada: cuando el 50% de las plantas del cultivo ha desplegado su tercera hoja trifoliada, esta etapa se considera iniciada; en ese momento, dicha hoja se encuentra todavía debajo de la segunda hoja trifoliada.

En la axila de cada hoja (incluso de las primarias y de los cotiledones) se encuentra una tríada de yemas que pueden originar estructuras vegetativas y/o reproductivas; generalmente, las yemas de los nudos que están por debajo de la tercera hoja trifoliada se desarrollan como ramas.

El tipo de ramificación principalmente el número y la longitud de las ramas dependen de factores como el genotipo y las condiciones de cultivo, entre otros. La primera rama que se desarrolla forma su primer nudo con su hoja trifoliada desplegada cuando el tallo principal tiene en promedio tres o cuatro hojas trifoliadas ya desplegadas. (Fernández, Gepts, & López, 1986)

### 2.2.2. Fase reproductiva

Inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha; a pesar de ser esta fase eminentemente reproductiva.

1. Pre-floración: es cuando inicia la fase reproductiva, se inicia cuando en el 50% de las plantas aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos según sea el hábito de crecimiento. Al finalizar la prefloración, los pedúnculos de los racimos se alargan y la corola aparece entre las bractéolas, adquiriendo la pigmentación característica de la variedad. (Fernández, Gepts, & López, 1986)
2. Floración: cuando está abierta la primera flor en el 50% de las planta del cultivo, se ha iniciado la etapa. La primera flor abierta corresponde al primer botón formado; por lo tanto, en las variedades de tipo determinado la floración empieza en el último nudo (nudo apical) del tallo principal y continúa en forma descendente, mientras que en las variedades indeterminadas empieza en la parte baja de la planta y continúa en forma ascendente. Las ramas siguen el mismo orden de floración que el tallo principal, es decir, descendente en las variedades de determinadas y en las indeterminadas inicia en la primera inserción y continúa en las siguientes. (Fernández, Gepts, & López, 1986)
3. Formación de la vaina: después de la fecundación de la flor, la corola se marchita y la vaina empieza a crecer. Cuando aparece la primera vaina en el 50% de las plantas del cultivo se considera iniciada la etapa; en ese momento la corola puede estar desprendida o puede colgar aun del extremo inferior de las vainas. La etapa finaliza cuando las vainas han alcanzado su máxima longitud, y sólo entonces comienza definitivamente el crecimiento de los granos. (Fernández, Gepts, & López, 1986)
4. Llenado de vainas: la etapa empieza cuando el 50% de las plantas del cultivo la primera vaina cesa de alargarse y empieza a llenarse debido al crecimiento de las semillas; esto se puede comprobar mirando las vainas por el lado de las suturas: se observan los abultamientos correspondientes a las semillas en crecimiento. Al final de la etapa, las semillas comienzan a pigmentarse, comenzando alrededor del hilum; luego la pigmentación se extiende a toda la testa. En las variedades determinadas el desarrollo vegetativo del tallo principal termina antes de la floración, mientras que en las indeterminadas termina en esta etapa. En esta etapa también se da inicio a la defoliación de las plantas. (Fernández, Gepts, & López, 1986)

5. Maduración: se inicia cuando la primera vaina del 50% de las plantas de un cultivo cambia su color verde por amarillo o pigmentado; las hojas, empezando por las inferiores, adquieren un color amarillo y se caen.

Todas las partes de la planta se secan y en particular las semillas, cuyo contenido de agua baja hasta llegar a un 15%; las semillas toman entonces su color final y la planta está lista para la cosecha. (Fernández, Gepts, & López, 1986)

### 2.3. Importancia nutricional

El atributo nutricional más importante de las leguminosas es su efecto suplementario sobre las dietas compuestas por cereales, que generalmente son utilizadas en Centro América y el Caribe, dietas compuestas por frijol-arroz, frijol-trigo, frijol-maíz, pero dicho efecto está limitado por la deficiencia de aminoácidos azufrados y por los llamados factores anti-nutricionales (Cárdenas, Gómez, Díaz, & Camarena, 2005). Para los guatemaltecos el frijol es importante para la dieta, contiene entre el 15 y 27% de proteína, el de color negro es el preferido. (Carillo, 1998)

Cuadro 1. Contenido nutricional por cada 100 gramos de materia seca de frijol

| Contenido        | Cantidad        |
|------------------|-----------------|
| Energía          | 22 gramos       |
| Grasa            | 1.6 gramos      |
| Carbohidratos    | 60.8 gramos     |
| Ceniza           | 3.6 gramos      |
| Calcio           | 8.6 miligramos  |
| Fósforo          | 247 miligramos  |
| Hierro           | 7.6 miligramos  |
| Tiamina          | 0.5 miligramos  |
| Rivoflavina      | 0.19 miligramos |
| Niacina          | 2.1 miligramos  |
| Vitamina C       | 3 miligramos    |
| Retinol equival. | 2 microgramos   |

Fuente: INCAP

### 2.4. Cultivo de frijol a nivel nacional

En Guatemala, la siembra de este producto es básicamente para satisfacer las necesidades nacionales. El cultivo se establece en tres ciclos; la primera se realiza entre mayo y junio, cuya cosecha se obtiene en agosto, septiembre. La segunda, de agosto a septiembre, y se cosecha en noviembre y diciembre.

#### 2.4.1. Producción nacional

Para el año agrícola 2013/2014, la producción de frijol fue 4,966.7 miles de quintales. La producción del grano se incrementó en un 2.7%, en relación con la del año 2012/2013. (Ministerio de Agricultura, 2014)

Cuadro 2. Producción nacional de frijol.

| Año agrícola* | Área cosechada<br>(manzanas) | Producción<br>(quintales) | Rendimiento<br>(qq/mz) |
|---------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|
| 2011/2012     | 339,200                      | 4,704,200                 | 13.90                  |
| 2012/2013 p/  | 345,400                      | 4,836,800                 | 14.00                  |
| 2013/2014 e/  | 347,200                      | 4,966,700                 | 14.30                  |

Fuente: Agro en Cifras 2013, DIPLAN-MAGA

\*Corresponde el periodo de mayo a abril del año siguiente

p/ Cifras preliminares

e/ Cifras estimadas

### 2.5. Factores bióticos y abióticos que intervienen en la producción de frijol

La producción de cualquier cultivo se verá afectada por dos factores. Los factores bióticos son aquellos en los que el hombre puede tener influencia de alguna manera, por ejemplo, la semilla (variedades ó cultivares), plagas (insectos, malezas, roedores, aves, microorganismos benéficos y perjudiciales), mientras que en los factores abióticos el hombre no puede modificarlos a menos que sea un ambiente controlado (invernadero), por ejemplo, la temperatura, la humedad relativa, la precipitación pluvial, las heladas, también pueden estar; tipo y profundidad de suelo, disponibilidad de nutrientes esenciales, viento, fuego, salinidad, luz, longitud del día, terreno y pH (la medida de acidez o alcalinidad de suelos y aguas). (Marcano, 2004)

(Escalante & Rodríguez, 2001) Señalan que el crecimiento de un cultivo es afectado por un grupo complejo de factores ambientales, los de mayor impacto son la precipitación pluvial, la radiación solar y la temperatura estacional. La relación entre el crecimiento y el rendimiento de un cultivo, estará en función del clima en el que se desarrolle el cultivo, considera también que el agua es el factor más importante de los tres.

### 2.6. Componentes del rendimiento

De acuerdo a varios investigadores en el caso de los frijoles los componentes primarios del rendimiento son: número de vainas por planta, número de granos por vaina, biomasa y peso de 100 semillas. Los principales componentes que llegan a influenciar en el rendimiento son el número de vainas por planta, número de granos por vaina y biomasa, estos pueden verse favorecidos o afectados por las condiciones ambientales y el suelo. El peso de la semilla no se asocia tanto con el rendimiento. La correlación es un proceso analítico importante para conocer la asociación del rendimiento y sus componentes. En un estudio realizado por Kohashi se encontró que existe una correlación positiva entre el rendimiento y el número de vainas por planta, biomasa y número de granos por vaina, mientras que el peso de las semillas demostró una correlación negativa.

### 2.7. Estabilidad de las plantas de frijol en diversos ambientes

La mayoría de los programas de fitomejoramiento intentar producir variedades estables en su producción, particularmente para rendimiento en grano que resultan importantes para los agricultores cuando adoptan nuevos cultivares.



La interacción genotipo por ambiente (G\*A) representa una de las principales dificultades encontradas en los procesos de selección, lo que puede ocasionar que los mejores genotipos en una localidad no sean los mejores en otras localidades.

Esto dificulta el proceso de recomendación de cultivares para una amplia gama de ambientes, siendo necesaria la selección de genotipos para un ecosistema o sistema de producción específico.

Cuando los efectos de la interacción Genotipo\*Ambiente son limitados o despreciables en los sitios con similares respuestas genotípicas se pueden identificar mega ambientes que se pueden definir como fracciones del área de cultivo de una especie que muestra condiciones ambientales homogéneas y que causa que ciertos genotipos se desempeñen similarmente.

Las interacciones genotipo-ambiente pueden ser utilizadas desde el punto de vista descriptivo ya que permiten señalar nichos ambientales propicios para una mayor productividad y recomendar variedades y ayudar a localizar sitios de prueba cruciales para la selección de germoplasma.

### **2.8. Análisis de estabilidad**

Camacho, citado por Salguero, V. (1977), menciona que la contribución del ambiente es la expresión fenotípica de un carácter, pues cuando la contribución ambiental representa una proporción considerable del valor fenotípico, el efecto de la selección se reduce y el progreso del mejoramiento resulta lento; bajo esta circunstancia, individuos que exhiben características promisorias en determinado ambiente, pueden resultar inadecuadas en un ambiente diferente. (Salguero, 1977)

Las pruebas del comportamiento cuando se analizan de la manera convencional, ofrecen la información sobre la interacción genotipo-ambiente, pero no dan una medida de la estabilidad de las variedades evaluadas. (Salguero, 1977)

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 la 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. (Meléndez, 1987)

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

### **2.9. Palatabilidad/aceptabilidad de los alimentos**

El análisis sensorial utiliza los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensorias y la aceptabilidad de los productos alimenticios. Por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos.

### 2.9.1. Pruebas orientadas al consumidor

Incluyen pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas (grado en que gusta un producto). Estas pruebas se consideran pruebas del consumidor, ya que se llevan a cabo con personas (paneles) consumidores no entrenados. Se les puede pedir que indiquen directamente su satisfacción, preferencia o aceptación de un producto, para ello a menudo se emplean pruebas hedónicas para medir indirectamente el grado de preferencia y aceptabilidad.

### 2.9.2. Pruebas hedónicas

Están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo.” Indicando el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

Toda prueba que incluye paneles sensoriales debe llevarse a cabo en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados.

### 2.9.3. Análisis de los datos

Para analizar los datos, las categorías se convierten en puntajes. Estos puntajes se tabulan y analizan utilizando un análisis de varianza, para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes. Una vez detectada una diferencia significativa pueden hacerse pruebas de comparación múltiple o la prueba de medias por el método de Tukey para determinar cuáles son las medias del tratamiento que difieren entre sí.

## CAPITULO III: CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Método de investigación utilizado

- 3.1.1. Método inductivo: este método permite que a partir de casos específicos se llegue a principios generales, es decir, que va de lo específico a lo general. A partir de los resultados de una prueba en campo se pueden dar recomendaciones generales. Este método es muy utilizado en investigaciones agrícolas para determinar rendimiento, entre otras variables.

### 3.2. Contexto espacial y temporal de la investigación

El estudio se desarrolló en tres localidades del departamento de Quetzaltenango, siendo:

- 3.2.1. Localidad 1: aldea La Victoria, municipio de San Juan Ostuncalco: se localiza geográficamente a 14°52'26" Latitud Norte y 91°41'18" Longitud Oeste. Colinda al Norte con Cajolá, al Sur con aldea Varsovia, al Este con aldea La Unión y, al Oeste con aldea Espumpujá, las tres aldeas del municipio de San Juan Ostuncalco. Está a una elevación de 2,501 msnm. La época de lluvias es de mayo a octubre y la época seca de noviembre a abril. La curva de pluviosidad muestra dos máximos, uno en junio (con el 21% del total de la precipitación) y otro en septiembre (con 19.0% del total). (Ruiz, 2008)
  - a. Suelos: son de tipo IV; de la serie Quetzaltenango y su fase quebrada, son profundos, en relieves casi planos o bolsones entre las montañas, presentan una acumulación de ceniza (capa pomácea) y probablemente depositada durante el tiempo en que se formó el volcán Santa María.
  - b. Antecedentes del lugar: las tierras son ocupadas principalmente para la agricultura, dedicadas al cultivo de papa y hortalizas.
- 3.2.2. Localidad 2: aldea Los Duraznales, municipio de Concepción Chiquirichapa: está a una elevación de 2,465 msnm, Latitud Norte 14°51'20" y Longitud Oeste 91°37'26". Limita al Norte con la cabecera municipal, al Sur con el municipio de La Esperanza, al Este con el municipio de San Mateo y al Oeste con aldea Tuipox, del mismo municipio.
  - a. Suelos: la topografía es inclinada-ondulada. Predomina el suelo con clase II que se refiere a suelos que requieren prácticas de conservación especiales. (SEGEPLAN, 2010)
  - b. Antecedentes del lugar: desde hace varias décadas las áreas son utilizadas principalmente para la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), rotando con la producción de hortalizas.
- 3.2.3. Localidad 3: aldea Pachaj, Cantel: está a una elevación de 2,380 msnm, se ubica a 14°49'49" Latitud Norte y a 91°27'00." Longitud Oeste. En los márgenes del riachuelo Pualjá, al Este del río Samalá, al Norte del llano de Urbina, al Oeste de la sierra Chuatroj y al Sur con la carretera interamericana ruta al Pacífico.
  - a. Suelos: posee una topografía inclinada ondulada. Pertenecen a la categoría II que son suelos aptos para la agricultura, pero que necesita obras de conservación.
  - b. Antecedentes del lugar: el área ha descansado por un año, teniendo una cobertura de pastos.

3.2.4. Contexto temporal de la investigación: se realizó del mes de junio del año 2016 al mes de enero del año 2017. Ver cronograma en Anexos. Inciso 8.2.

### 3.3. Variables de la investigación

#### 3.3.1. Independientes

- a. Componentes del rendimiento.
- b. Estabilidad
- c. Palatabilidad

#### 3.3.2. Dependientes

- a. Rendimiento de grano en  $\text{kg/ha}^{-1}$

#### 3.3.3. Definición conceptual operativa e instrumental de las variables

1. Rendimiento de grano en  $\text{kg/ha}^{-1}$ : se evaluó el rendimiento en grano de cada uno de los genotipos. Se colectaron las plantas de las parcelas netas en cada unidad experimental para evitar que haya pérdidas del rendimiento, todas las vainas cosechadas se colocaron sobre costales de nylon, se secaron uniformemente hasta que llegó al 14% de humedad. Se separaron los granos de frijol del resto del material vegetal. Se pesó el grano en una balanza.
2. Componentes del rendimiento: se realizó un conteo del número de vainas por planta, el número de granos por vaina, además se pesó 100 semillas en una balanza analítica y la biomasa de todas las plantas de la unidad experimental en etapa de cosecha. Esto permitió determinar la influencia que poseen en el rendimiento.
3. Estabilidad de los genotipos: se identificaron los genotipos más estables en los diferentes ambientes y se determinó los ambientes ricos, pobres e intermedios a través del método de Everhart & Russel, el método de Finlay y Wilkinson y el Coeficiente de Variación.
4. Palatabilidad: se realizó una prueba hedónica que determinó los genotipos con mayor aceptabilidad para los consumidores.

### 3.4. Sujetos

#### 3.4.1. Conformación del grupo experimental y de control y/o diseño experimental.

##### 3.4.1.1. Diseño en bloques completamente al azar

Este tipo de diseño se utilizó debido a las condiciones heterogéneas de los terrenos. Se trabajaron siete tratamientos agrupados en tres bloques. El bloque formó una unidad experimental más homogénea para comparar cada uno de los tratamientos. Los cuales se asignaron aleatoriamente.

Modelo estadístico de bloques completamente al azar

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Variable respuesta

$u$  = Media general del experimento  
 $T_i$  = Efecto del  $i$  .....ésima variedad de frijol negro  
 $B_j$  = Efecto del  $j$  .....ésimo bloque  
 $E_{ij}$  = Error experimental.

3.4.1.2. Tratamientos: se evaluaron siete genotipos de frijol arbustivo que constituyen los siete tratamientos.

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en cada localidad

| Tratamiento | Descripción                    |
|-------------|--------------------------------|
| 1           | ICTA Altense                   |
| 2           | ICTA Hunapú                    |
| 3           | ICTA Texel                     |
| 4           | ICTA Superchiva <sup>ACM</sup> |
| 5           | ICTA Altense precoz            |
| 6           | ICTA Hunapú precoz             |
| 7           | Biofort 2016                   |

Fuente: elaboración propia.

1. ICTA Altense: grano de color negro, hábito de crecimiento tipo indeterminado arbustivo, flor morada. Es tolerante a enfermedades como Ascochita (*Ascochyta sp.*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus*) y al picudo de la vaina (*Apion godmani*), se adapta bien a altitudes entre 1,800 y 2,300 metros sobre el nivel del mar, tiene una altura de 60 a 70 centímetros, vainas de color crema, con tonalidades ligeras de color morado, promedio de 6 granos por vaina. El ciclo es de 120 días y con un rendimiento de 38qq/mz. (ICTA, 1996)
2. ICTA Hunapú: grano de color negro, hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, es tolerante a enfermedades como la Roya (*Uromyces appendiculatus*), Ascochita (*Ascochyta sp.*) y Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), se adapta a altitudes de 1500 a 2300 msnm, flor de color morado, presenta una altura de 50 centímetros, vainas de color morado, tiene alrededor de 10 a 15 vainas por planta y un promedio de siete granos por vaina. Ciclo de 120 a 135 días, y con un rendimiento de 25 a 38 qq/mz (ICTA, 1996)
3. ICTA Texel: grano de color negro, crecimiento de tipo arbustivo postrado, es tolerante a enfermedades como Ascochita (*Ascochyta sp.*) y Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), se adapta a altitudes entre 1500 a 2300 msnm, flor de color morado, altura de 60 a 70 centímetros, vainas de color blanca, tiene alrededor de 12 vainas por planta y seis semillas por vaina, tiene un ciclo de 90 a 100 días y posee un rendimiento promedio de 38qq/Mz. (ICTA, 1996)
4. ICTA Superchiva<sup>ACM</sup>: grano de color negro, planta de crecimiento arbustivo indeterminado tallo erecto sin aptitud para trepar, guía corta. Resistente a Aschochita (*Ascochyta sp.*) y moderadamente tolerante a La Roya (*Uromyces appendiculatus*), tiene una adaptación entre 1800 a 2400 msnm. Flor de color morado, vaina de color beige.

Tiene una altura de 85 cms, tiene alrededor de 15 a 25 vainas por planta. Posee entre cinco y seis semillas por vaina, tiene un rendimiento de 20 a 25 qq/Mz, su ciclo es de 120 a 135 días. Se adapta a condiciones variables de fertilidad del suelo y responde muy bien a la materia orgánica. (Agrícola-ICTA, 2011)

5. ICTA Altense precoz: introducida a Guatemala en el año 2004, por el cruzamiento entre ICTA ALTENSE X SEQUIA 15. Grano de color negro opaco, tipo de crecimiento indeterminado arbustivo. Es tolerante a Ascochita (*Ascochyta sp.*), moderadamente a roya (*Uromyces appendiculatus*) y al virus del mosaico dorado (VMDF). Se adapta muy bien a regiones del altiplano guatemalteco con altitudes de 1800 a 2400 msnm. Flor de color morado, altura de 45 cms, tiene alrededor de 18 a 20 vainas por planta y seis semillas por vaina. Rinde alrededor de 30 a 35 quintales por manzana. Su ciclo es de 120 a 135 días después de la siembra. (Linares, 2011)
6. ICTA Hunapú precoz: grano de color negro opaco, hábito de crecimiento es indeterminado arbustivo, es tolerante a Ascochita (*Ascochyta sp.*) y moderadamente tolerante a Roya (*Uromyces appendiculatus*). Adaptación entre 1500 a 2300 msnm, alcanza una altura de 50 centímetros, flor de color lila y vaina morada. Tiene alrededor de 20 a 25 vainas por planta y 5 a 6 semillas por vaina, tiene un rendimiento de 30 a 40qq/Mz. Su ciclo es de 95 a 115 días.
7. Frijol ICTA Biofort 2016: fue seleccionada en el altiplano guatemalteco de la línea de frijol arbustivo nombrado EPR 2014. Ha mostrado alto contenido de hierro, más de 85 ppm, estabilidad. Tiene un hábito de crecimiento indeterminado tipo arbustivo, contiene alta resistencia a enfermedades. Se adapta 1500 a 2400 msnm, el color de la vaina es crema con estrías moradas, el color de la flor es morada, su ciclo de producción es de 130 días después de la siembra, tiene un rendimiento de 42 qq/Mz (ICTA, 2015)

3.4.1.3. Dimensiones del área experimental: del área total, repeticiones, unidad experimental, área bruta y área neta.

Ver anexos. Inciso 7.1

3.4.2. Metodología para evaluar la estabilidad

La interacción G X A (G: genotipo, A: ambiente) ha sido estudiada y caracterizada por medio de varios modelos estadísticos: a) análisis de la varianza, b) regresiones sobre medias ambientales (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966). El análisis de la varianza permitió determinar el efecto del genotipo, el ambiente y de la interacción genotipo-ambiente de los datos de los genotipos repetidos en diferentes localidades.

La interacción genotipo-ambiente del análisis de varianza es particionada en sumas de cuadrado debido a la regresión y a las desviaciones de la regresión (Eberhart & Russel, 1966).

Según estos autores tanto el coeficiente de regresión como las desviaciones de la recta de la regresión "S<sup>2</sup>d" deben tomarse en cuenta para identificar genotipos estables, y sugiere que un genotipo  $b=1$  y  $s^2d=0$  puede ser definido como estable. El cuadro 4 es una referencia de clasificación de los genotipos.

Cuadro 4. Interpretación de los parámetros de estabilidad del Método de Everhart & Russel (1966)

| Parámetro      | Interpretación   |
|----------------|--|
| $B_{li} = 1$   | Estabilidad media. Si tiene un promedio alto: adaptabilidad general; promedio bajo: pobre adaptabilidad. |
| $B_{li} > 1$   | Genotipos sensibles. Adaptación a ambientes favorables.  |
| $B_{li} < 1$   | Resistencia a cambios ambientales.<br>Adaptación a malos ambientes.                                      |
| $B_{li} = 0$   | Estabilidad absoluta. Si tiene un promedio alto: genotipo ideal.   |
| $S^2_{di} = 0$ | Buena estabilidad  |
| $S^2_{di} > 0$ | Mala estabilidad   |

Fuente: modelo de Everhart & Russel

### 3.4.3. Método general aplicado en la prueba hedónica utilizando una escala de intervalo

1. Preparación de las muestras: se prepararon siete muestras que representaron los siete genotipos de frijol. Cada muestra tuvo 227 gramos. La preparación se estandarizó a través de la siguiente manera:

- 1.1. Peso determinado del frijol al inicio de la prueba.
- 1.2. Volumen de agua para remojo.
- 1.3. Volumen de agua para cocción.
- 1.4. Tiempo de remojo.
- 1.5. Tamaño y dimensiones del recipiente de cocción.
- 1.6. Temperatura y tiempo de cocción.
- 1.7. Tiempo de reposo antes de servirse.
- 1.8. Temperatura a la que se sirve.

2. Selección de los panelistas: para realizar la prueba se seleccionaron 28 agricultores (14 mujeres, 14 hombres) quienes calificaron las siete muestras; lo probaron dos veces para emitir una calificación.

3. Tarea de los panelistas (participantes): evaluaron muestras de frijol donde indicaron cuanto les agradó cada muestra en una escala de nueve puntos. Para ello los panelistas marcaron una categoría en la escala que va desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”

4. Presentación de las muestras: se utilizaron platos, ordenados aleatoriamente; todas las muestras se presentaron al mismo tiempo.

5. Proceso de calificación de las muestras: los panelistas (degustadores) solo recibieron las instrucciones necesarias y no se permitió que dialogaran entre ellos.

6. Escala de intervalo: se utilizó la escala de caras para mayor facilidad de los agricultores.

Figura 1. Escala de caras para el grado de aceptabilidad de un alimento



Fuente: (B.M. Watts, 1992)

### 3.5. Fuentes de información

- a. Primarias: todos los datos de rendimiento y estabilidad se recopilaron en campo a través del conteo (vainas y granos por vaina) y el peso en balanza manual y analítica del grano (peso de 100 semillas, biomasa, rendimiento de la parcela neta).

### 3.6. Pasos del trabajo de campo

- 3.6.1. Práctica de labranza: la preparación del suelo se realizó a través del barbecho utilizando el azadón a una profundidad de 25 centímetros, demoliendo terrones para dejar un suelo bien suelto.
- 3.6.2. Manejo de rastrojo: todo el material vegetal que se encontró en el área del ensayo se incorporó al suelo con el propósito de aumentar el nivel de materia orgánica.
- 3.6.3. Material vegetal experimental: genotipos de frijol arbustivo.
- 3.6.4. Distanciamiento: entre surcos 0.40 metros y entre plantas 0.25 metros.
- 3.6.5. Método de siembra: se realizó manualmente utilizando un azadón, donde se abrieron agujeros para depositar 3 semillas de frijol.
- 3.6.6. Fertilización: en la primera fertilización (momento de la siembra) se aplicó 4 onzas de bocashi por postura. A los 30 días después de la siembra se aplicó 8 onzas de la mezcla de orina y estiércol de cabra.
- 3.6.7. Riego: se obtuvo de la precipitación pluvial.
- 3.6.8. Programa fitosanitario
  - Control de malezas: se realizó un control manual con azadón a los 15, 35 y 60 días durante el ciclo del cultivo.
  - Control de enfermedades: el control se realizó en la etapa de crecimiento vegetativo y floración con el propósito de mantener la plantación en condiciones adecuadas para un buen desarrollo del follaje y un adecuado brote floral.



Se aplicó el método preventivo de extracto de apazote (*Dysphania ambrosioides*) y cola de caballo (*Equisetum arvense*) para evitar el ataque de patógenos.

- Control de insectos: el control se realizó en pre-floración para evitar el ataque a los brotes florales, especialmente del picudo de la vaina, perjudicando la cantidad de vainas por planta. Se aplicó un método preventivo de orina de cabra a una proporción de 1:6 (una parte de orina por seis de agua) y también se aplicó un extracto de chile (*Capsicum annuum*) y ajo (*Allium sativum*) a una proporción de 1:3 (una de extracto por tres de agua).

### 3.7. Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de los datos.

3.7.1. Unidades de muestreo: los elementos de interés fueron el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, biomasa y el peso en grano de la parcela neta.

3.7.2. Muestreo simple: se tomaron los datos de las plantas de la parcela neta de cada unidad experimental, es decir, se muestreo cada tratamiento y repetición.

#### 3.7.3. Pasos del muestreo

- a. Cuando las plantas completaron la madurez fisiológica se recolectó el número de vainas y número de granos por vaina en cada planta por tratamiento y repetición.
- b. Durante la cosecha se pesaron en una balanza manual todas las plantas de cada unidad experimental para obtener los datos de biomasa.
- c. Luego de la cosecha se escogieron 100 semillas por tratamiento y repetición y se pesaron en una balanza analítica.
- d. A la vez se pesó los granos de las plantas que pertenecieron a la parcela neta y a partir de ello se escogieron 140 gramos para obtener el porcentaje de humedad.

### 3.7. Técnicas de análisis de los datos

Cuadro 5. Tipos de análisis para cada uno de los factores de evaluación

| Factor   | Tipo de análisis   | Descripción   |
|--|--|---|
| Rendimiento                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadístico</li> <li>• Análisis de varianza</li> <li>• Separación de medias.</li> </ul>     | Se realizó ANDEVA al 5% de significancia y si procede una separación de medias.                                 |
| Componentes del rendimiento                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadístico</li> <li>• Correlación y regresión</li> </ul>                                   | Se realizó para determinar el nivel de asociación entre el rendimiento y sus componentes.                       |
| Estabilidad                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadístico</li> <li>• Método de Eberhart&amp; Russel, Coeficiente de variación.</li> </ul> | Se determinó la interacción genotipo-ambiente, y los datos de la regresión lineal y desviación de la regresión. |
| Prueba hedónica para aceptabilidad de variedades | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadístico</li> <li>• Análisis de varianza</li> <li>Prueba de medias</li> </ul>            | Se determinó la aceptación para cada variedad por parte de los panelistas.                                      |

Fuente: elaboración propia. Se analizó los datos en el software Infostat 2.0

## CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1. Localidad Los Duraznales, municipio de Concepción Chiquirichapa.

4.1.1. Rendimiento: de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 6), se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos; con un Coeficiente de Variación de un 10% que se considera aceptable. De acuerdo a los parámetros permisibles para las investigaciones en frijol se acepta un Coeficiente de Variación de hasta el 23%. Para la Fuente de Variación Bloques no se encontró diferencia estadística significativa

Cuadro 6. Análisis de varianza de rendimiento en kg/ha<sup>-1</sup> de frijol arbustivo en Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa.

| F.V.                | G.L.         | S.C.     | C.M.    | F. Cal | F. Tab  |
|---------------------|--------------|----------|---------|--------|---------|
| <b>Tratamientos</b> | 6            | 27842304 | 4640384 | 61.84  | 3.00 ** |
| <b>Bloques</b>      | 2            | 65136    | 32568   | 0.43   | 3.88 NS |
| <b>Error</b>        | 12           | 900384   | 75032   |        |         |
| <b>Total</b>        | 20           | 28807824 |         |        |         |
| <b>C.V.</b>         | <b>9.78%</b> |          |         |        |         |

\*\* : Alta significancia estadística.

NS: No hay significancia estadística.

Fuente: datos de campo, Heidy Yac 2016.

4.4.2. Prueba de medias: en base al análisis de varianza se realizó una separación de medias por medio del método de Tukey para identificar los tratamientos que difieren entre sí.

Cuadro 7. Prueba de medias a través del método de Tukey al 5% para rendimiento en kg/ha<sup>-1</sup> en Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa.

| Tratamiento                        | Media   | Tukey 5% |
|------------------------------------|---------|----------|
| Hunapú precoz                      | 4600    | A        |
| Altense precoz                     | 4195.83 | A        |
| Hunapú                             | 3158.33 | B        |
| Texel                              | 2587.5  | BC       |
| Altense                            | 2045.83 | CD       |
| Biofort 2016                       | 1541.67 | D        |
| Superchiva <sup>ACM</sup>          | 1470.83 | D        |
| <b>Comparador de Tukey: 782.83</b> |         |          |

Fuente: datos de campo. Heidy Yac, 2016.

Los tratamientos Hunapú precoz con 4600 kg/ha<sup>-1</sup> y Altense precoz con 4195 kg/ha<sup>-1</sup> presentaron los mejores rendimientos. Posteriormente se ubicaron los tratamientos Hunapú con 3158 kg/ha<sup>-1</sup> y Texel con 2587 kg/ha<sup>-1</sup>. Seguidamente se se encontró a Altense con 2045 kg/ha<sup>-1</sup>; Biofort 2016 con 1541 kg/ha<sup>-1</sup> y Superchiva<sup>ACM</sup> 1470 kg/ha<sup>-1</sup> con los más bajos rendimientos.

#### 4.4.3. Análisis de correlación entre los componentes de rendimiento

La correlación permitió identificar el grado de asociación entre dos variables; en este caso del rendimiento con biomasa, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas. Este análisis determinó la influencia de cada componente en el rendimiento. Un coeficiente de correlación de 0.5 a 1 indica una alta asociación y un coeficiente menor a 0.5 indica una baja asociación entre variables. Para rendimiento y biomasa se obtuvo una correlación de  $r=0.95$ , para rendimiento y número de vainas por planta se obtuvo una correlación de  $r=0.97$ ; y para rendimiento y número de granos por vaina se obtuvo una correlación de  $r=0.94$  lo que indicó que estos tres componentes influyeron en el rendimiento. Por último entre rendimiento y peso de 100 semillas se obtuvo una correlación de  $r=0.38$  por lo tanto, este componente no influyó en el rendimiento.

Cuadro 8. Análisis de correlación de las medias de los tratamientos y repeticiones para determinar la asociación entre rendimiento y sus componentes.

| Tratamientos              | Rendimiento<br>kg.ha <sup>-1</sup> | Biomasa<br>kg.ha <sup>-1</sup> | No. De<br>vainas/planta | No. De<br>granos/vaina | Peso de 100<br>semillas (Grs) |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Altense                   | 2045.83                            | 4173.39                        | 20                      | 5                      | 35.16                         |
| Hunapú                    | 3158.33                            | 5524.4                         | 23                      | 5                      | 33.52                         |
| Texel                     | 2587.5                             | 5081.26                        | 22                      | 5                      | 29.56                         |
| Superchiva <sup>ACM</sup> | 1470.83                            | 3541.91                        | 18                      | 4                      | 25.26                         |
| Altense precoz            | 4195.83                            | 5605.95                        | 24                      | 6                      | 31.56                         |
| Hunapú precoz             | 4600                               | 6224.09                        | 25                      | 6                      | 33.43                         |
| Biofort 2016              | 1541.66                            | 4054.54                        | 19                      | 4                      | 32.16                         |
| <b>CORRELACIÓN</b>        |                                    | <b>0.95**</b>                  | <b>0.97**</b>           | <b>0.94**</b>          | <b>0.38 NS</b>                |

\*\* : Correlación significativa al nivel de 0.01

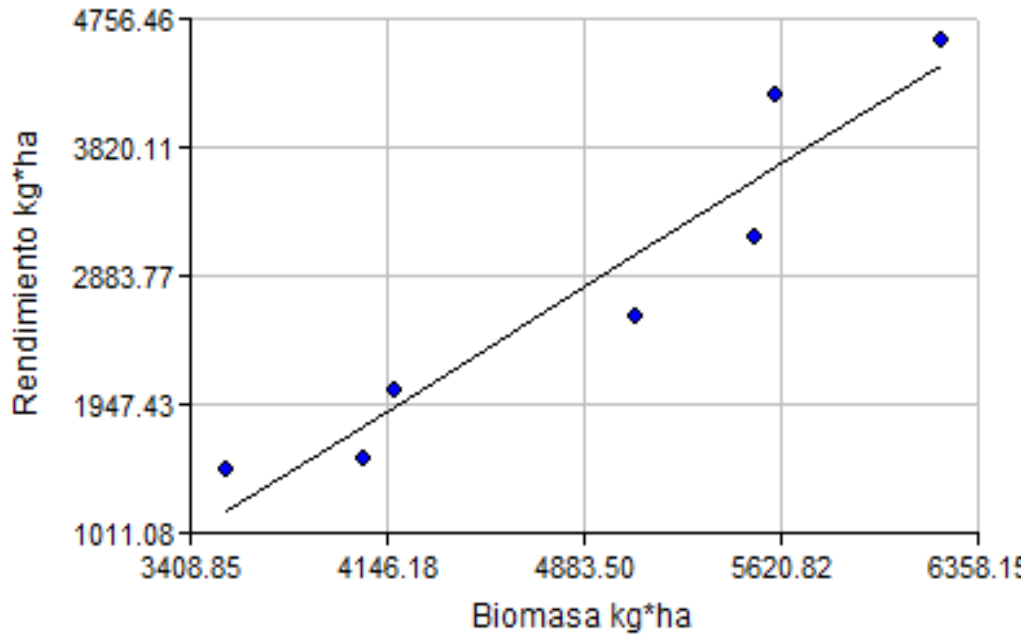
NS: no hay significancia estadística.

Fuente: datos de campo; Heidy Yac 2016.

El análisis de correlación permite realizar predicciones acerca del comportamiento del rendimiento de acuerdo a la influencia de sus componentes, es decir, que la biomasa de la planta influyó en el rendimiento, el número de vainas por planta también influyó en rendimiento y el número de granos por vaina a su vez también influyó en rendimiento, por lo tanto, cuanto más biomasa, más número de vainas por planta y más granos por vaina se desarrolló en la planta más rendimiento en grano por kilogramos por hectárea se obtuvo.

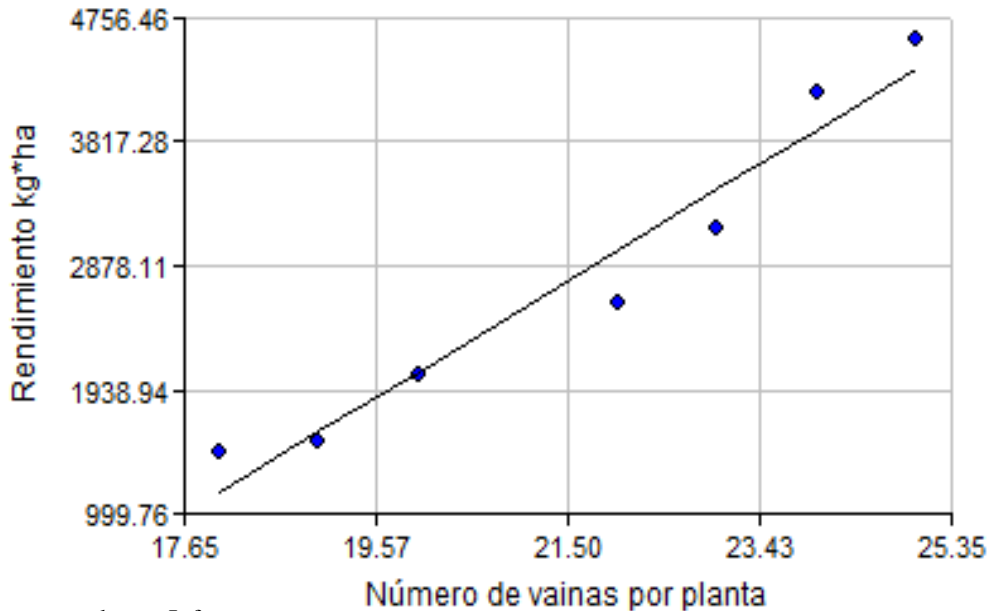
En la siguiente gráfica (Figura 2) se visualizó que para las variables rendimiento (y) y biomasa (x) existió una correlación de 0.95, es decir que existió una relación positiva porque a medida que la variable X aumentó la variable Y aumentó paralelamente. Fisiológicamente se asocia a la biomasa con una mayor producción de fotoasimilados que se translocan a las vainas y semillas, que por ende incrementan considerablemente el rendimiento.

Figura 2. Gráfica de la relación entre biomasa y rendimiento en grano para la localidad Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa.



Fuente: datos procesados en Infostat.

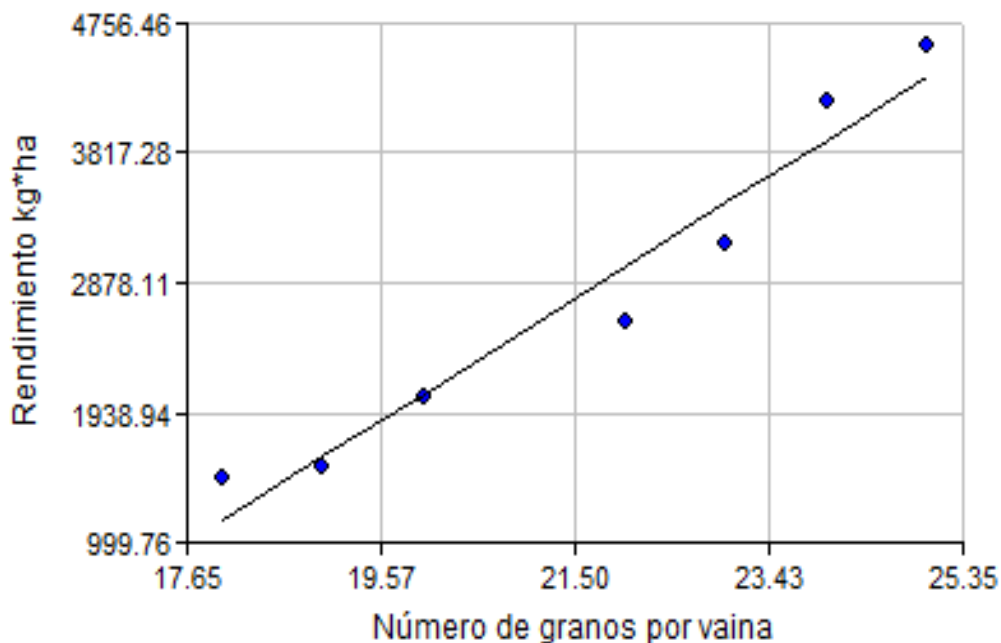
Figura 3. Gráfica de la relación entre número de vainas y rendimiento en grano para la localidad Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa.



Fuente: datos procesados en Infostat.

De acuerdo a la gráfica anterior (Figura 3) existió una alta correlación (0.97) positiva, que fue de entre número de vainas por planta (X) y rendimiento de grano en kilogramos por hectárea (Y), esto significa que cuando aumentó la variable X existió una influencia significativa en la variable Y, es decir que cuanto más número de vainas existió en la planta el rendimiento en grano aumentó considerablemente.

Figura 4. Gráfica de la relación entre número de granos por vaina y rendimiento para la localidad Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa.



Fuente: datos procesados en Infostat.

Según la gráfica anterior (Figura 4) entre las variables número de granos por vaina (X) y rendimiento en kilogramos por hectárea (Y) existió una correlación de 0.94, es decir una alta correlación positiva, por lo tanto, el aumento de la variable X y la variable Y se relacionó paralelamente. Entonces cuando el número de granos por vaina aumentó el rendimiento ascendió significativamente.

#### 4.4.4. Discusión de resultados

- El genotipo que presentó mayor rendimiento de grano en kilogramos por hectárea fue Hunapú precoz debido a que en la localidad Los Duraznales, municipio de Concepción Chiquirichapa presentó un adecuado desarrollo durante el ciclo del cultivo, es decir, mayor follaje, un número elevado de brotes florales y por ende un número mayor de vainas por planta. Esta localidad es considerada un ambiente rico porque los genotipos se desarrollaron en las condiciones óptimas para mostrar un alto potencial en el rendimiento.
- Los componentes biomasa, número de vainas por planta y número de granos por vaina se desarrolló en un ambiente rico (condiciones ambientales adecuadas) por lo que favoreció que el genotipo Hunapú precoz presentó mayor biomasa, más número de vainas por planta y mayor número de granos por vaina por lo que se obtuvo un mayor rendimiento.
- Los genotipos presentaron mayor número de granos por vaina, es decir, que durante el desarrollo fenológico de la planta, específicamente en el llenado de la vaina, las condiciones ambientales y nutricionales permitieron que este llenado fuera efectivo porque presentaron hasta seis granos de frijol por vaina, de esa manera este componente contribuyó a aumentar el rendimiento.

#### 4.5. Localidad aldea Pachaj, municipio de Cantel.

4.5.1. Rendimiento: de acuerdo al análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 9, se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos, con un Coeficiente de Variación de 8% que se considera bastante aceptable de acuerdo a los parámetros permisibles. En frijol se acepta un Coeficiente de Variación de hasta el 23% por lo tanto el Coeficiente obtenido se encuentra dentro del rango. Para la Fuente de Variación Bloques no se encontró diferencia estadística significativa

Cuadro 9. Análisis de varianza de rendimiento en kg/ha<sup>-1</sup> de frijol arbustivo en Pachaj, Cantel.

| F.V.                | G.L.         | S.C.    | C.M.      | F. Cal | F. Tab  |
|---------------------|--------------|---------|-----------|--------|---------|
| <b>Tratamientos</b> | 6            | 5232892 | 872148.68 | 66.72  | 3.00**  |
| <b>Bloques</b>      | 2            | 40548   | 20274     | 1.55   | 3.88 NS |
| <b>Error</b>        | 12           | 156860  | 13071.66  |        |         |
| <b>Total</b>        | 20           | 5430300 |           |        |         |
| <b>C.V.</b>         | <b>8.38%</b> |         |           |        |         |

\*\* : Alta significancia estadística.

NS: no hay significancia estadística.

Fuente: datos de campo, Heidy Yac 2016.

4.5.2. Prueba de medias: para visualizar la diferencia que existe entre tratamientos se realizó una separación de medias a través del método de Tukey al 5%. A continuación se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Prueba de medias a través del método de Tukey al 5% para rendimiento en kg/ha<sup>-1</sup> en Pachaj, Cantel.

| Tratamiento               | Media   | Tukey 5% |
|---------------------------|---------|----------|
| Hunapú precoz             | 2162.5  | A        |
| Altense precoz            | 1795.83 | B        |
| Hunapú                    | 1774.17 | B        |
| Texel                     | 1170.83 | C        |
| Altense                   | 945.83  | CD       |
| Biofort 2016              | 916.66  | CD       |
| Superchiva <sup>ACM</sup> | 781.16  | D        |

Comparador de Tukey: 326.74

Fuente: datos de campo, Heidy Yac 2016

De acuerdo a la prueba de medias el genotipo Hunapú precoz presentó el mayor rendimiento con 2162.2 kilogramos por hectárea, seguidamente los genotipos Altense precoz con 1795.83 kg/ha<sup>-1</sup> y Hunapú con 1774.17 kg/ha<sup>-1</sup>, luego el genotipo Texel con 1170.83 kg/ha<sup>-1</sup>. Altense estuvo entre los genotipos con los más bajos rendimientos con 945.83 kg/ha<sup>-1</sup>, Biofort con 916.66 kg/ha<sup>-1</sup> y Superchiva<sup>ACM</sup> con 781.16 kg/ha<sup>-1</sup> que presentó el más bajo rendimiento.

#### 4.5.3. Análisis de correlación entre los componentes de rendimiento

El análisis de correlación fue indispensable para determinar si existe asociación entre el rendimiento y sus diferentes componentes. El coeficiente de correlación indica que de 0.5 a 1 existe una alta correlación y un coeficiente menor a 0.5 una baja o nula correlación. Entre rendimiento y biomasa se obtuvo una correlación de  $r=0.88$ , entre rendimiento y número de vainas por planta se obtuvo una correlación de  $r=0.97$ , entre rendimiento y número de granos por vaina se obtuvo una correlación de  $r=0.92$ ; que indica que estos tres componentes influyeron en el rendimiento. Entre rendimiento y peso de 100 semillas no se encontró correlación alguna.  $r=0.46$ ; es decir, una baja asociación, por lo que no influyó en el rendimiento.

Cuadro 11. Análisis de correlación entre rendimiento en  $\text{kg/ha}^{-1}$  y sus componentes en la localidad Pachaj, Cantel.

| Tratamientos              | Rendimiento<br>(kg/ha) | Biomasa<br>(kg/ha) | No. De vainas<br>por planta | No. De granos<br>por vaina | Peso de 100<br>semillas (Grs.) |
|---------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Altense                   | 945.83                 | 2614.47            | 12                          | 4                          | 30.63                          |
| Hunapú                    | 1774.17                | 2689.38            | 23                          | 5                          | 23.2                           |
| Texel                     | 1170.83                | 2765.14            | 16                          | 5                          | 24.4                           |
| Superchiva <sup>ACM</sup> | 781.17                 | 1873.74            | 9                           | 4                          | 22.83                          |
| Altense precoz            | 1795.83                | 3143.94            | 22                          | 6                          | 29.1                           |
| Hunapú precoz             | 2162.5                 | 3533.67            | 24                          | 6                          | 34.8                           |
| Biofort 2016              | 916.67                 | 2061.45            | 12                          | 4                          | 27.83                          |
| <b>CORRELACIÓN</b>        |                        | <b>0.88**</b>      | <b>0.97**</b>               | <b>0.92**</b>              | <b>0.46 NS</b>                 |

\*\* : Correlación significativa al nivel de 0.01

NS: Correlación no significativa al nivel de 0.05

Fuente: datos de campo, Heidy Yac 2016.

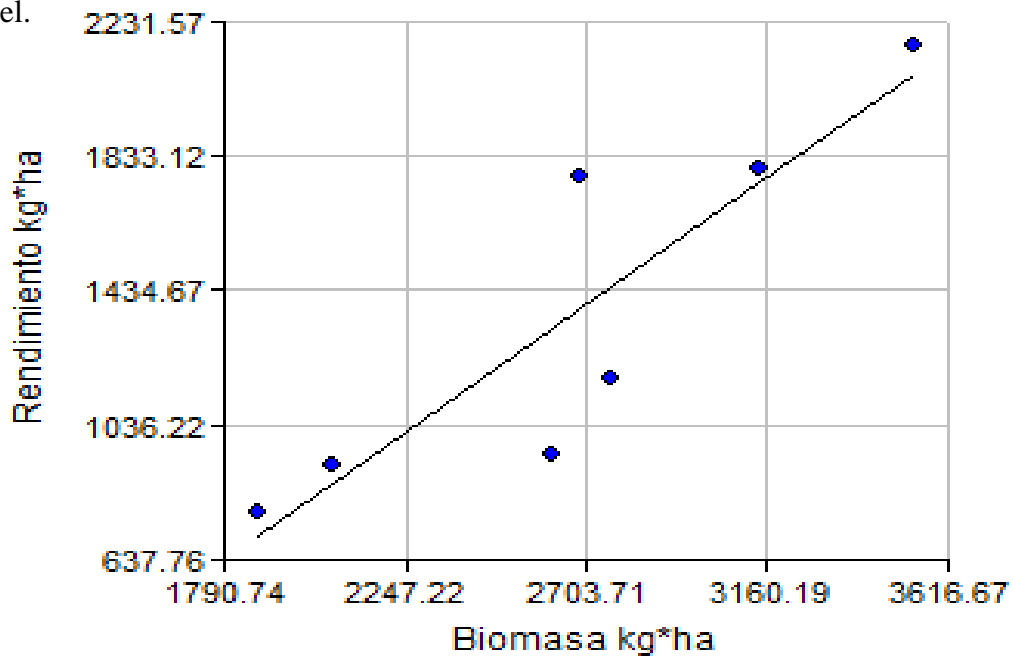
El análisis de correlación indicó que la biomasa influyó positivamente en el rendimiento, es decir que cuanto más biomasa existió se obtuvo mayor rendimiento. El coeficiente de correlación entre número de vainas por planta indicó que existe una asociación positiva, ya que entre más vainas por planta se desarrolló más rendimiento se obtuvo. Para el componente número de granos por vaina se obtuvo una alta correlación, por lo tanto entre más granos por vaina más rendimiento se obtuvo.

El componente peso de 100 semillas no afectó ni favoreció el rendimiento de grano en kilogramos por hectárea.

De acuerdo a la siguiente gráfica (Figura 5) la variable biomasa (X) y la variable rendimiento (Y) presentaron una alta asociación. La correlación fue de 0.88, es decir que mientras la variable biomasa aumentó la variable rendimiento aumento de forma paralela. Una alta biomasa se asocia con mayor producción de fotoasimilados que se translocan a las vainas y semillas incrementando el rendimiento.

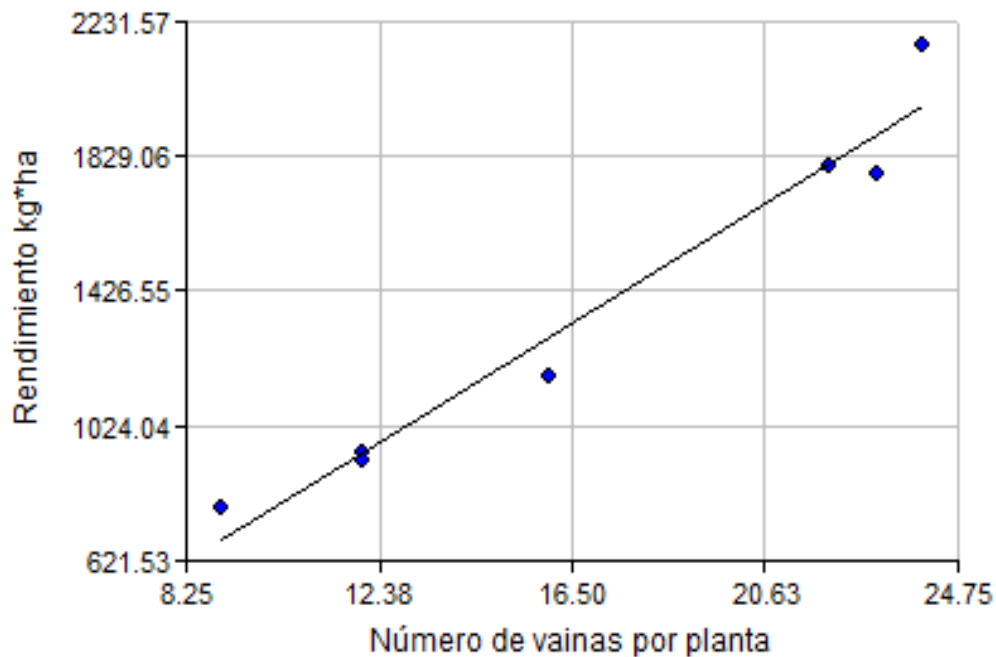
En la gráfica siguiente (Figura 6) se puede visualizar que existió una correlación altamente significativa (0.97), lo que indica que la variable número de vainas por planta (X) se asoció con la variable rendimiento (Y) de forma positiva, lo que quiere decir que entre más número de vainas se obtuvo, el rendimiento fue mayor.

Figura 5. Gráfica de la relación entre biomasa y rendimiento en kg.ha-1 para la localidad Pachaj, Cantel.



Fuente: datos procesados en Infostat.

Figura 6. Gráfico de la relación entre número de vainas por planta y rendimiento en kg/ha-1 para la localidad Pachaj, Cantel.

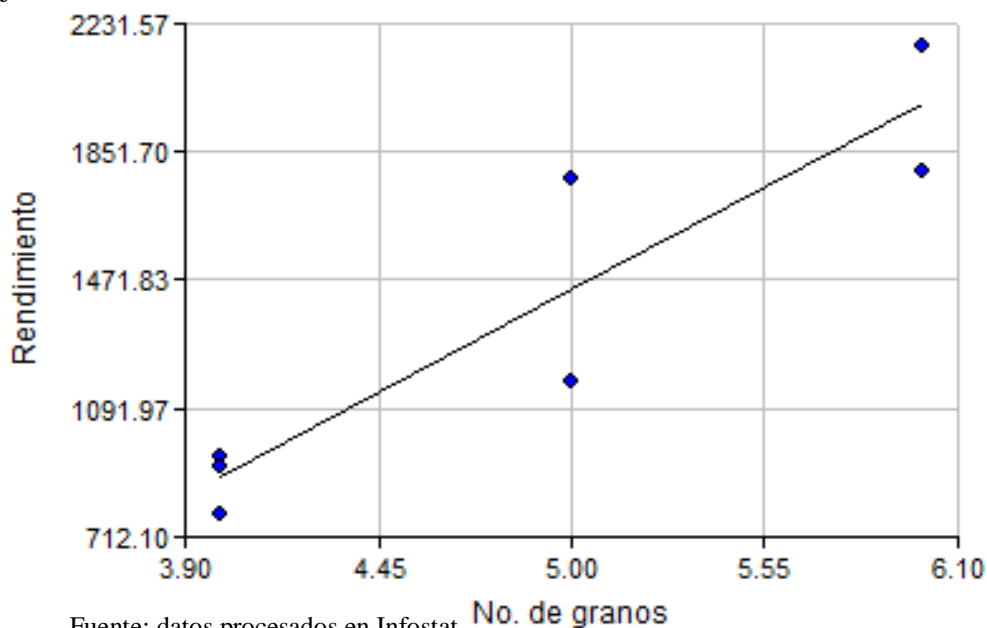


Fuente: datos procesados en Infostat.



Según la gráfica siguiente (Figura 7) la variable número de granos (X) y la variable rendimiento (Y) obtuvieron una alta correlación positiva (0.92), es decir que mientras la variable X aumentó la variable Y también aumentó de forma paralela. Lo que indicó que mientras más número de granos por vaina existió el rendimiento aumentó considerablemente.

Figura 7. Gráfica de la relación entre granos por vaina y rendimiento en  $\text{kg/ha}^{-1}$  para la localidad Pachaj, Cantel.



Fuente: datos procesados en Infostat.

#### 4.5.4. Discusión de resultados.

- En la localidad de Pachaj, Cantel el genotipo que presentó mayor rendimiento de grano en kilogramos por hectárea fue Hunapú precoz debido a un buen desarrollo durante la fenología, asegurando que los componentes biomasa, número de vainas por planta y número de granos por vaina mostraran alta correlación con el rendimiento, garantizando que el genotipo alcance el mayor rendimiento en esta localidad.
- De acuerdo al análisis de correlación que se realizó para los componentes del rendimiento se menciona que entre más granos por vaina, más vainas por planta y más biomasa haya existido el rendimiento fue mayor.
- Las condiciones ambientales fueron adecuadas para el desarrollo fenológico de las plantas de frijol, por tal razón, los diversos componentes contribuyeron a expresar un potencial de rendimiento considerable.

#### 4.6. Localidad aldea La Victoria, municipio de San Juan Ostuncalco.

4.6.1. Rendimiento: de acuerdo al análisis de varianza que se presenta en el cuadro 12, existió alta diferencia significativa entre los tratamientos con un Coeficiente de Variación de 9% que se considera aceptable de acuerdo al rango establecido en frijol; con un Coeficiente de Variación de hasta el 23%; entre Bloques no se presentó diferencia estadística significativa.

Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento en kg/ha<sup>-1</sup> en frijol arbustivo, en La Victoria, San Juan Ostuncalco.

| F.V.         | G.L.  | S.C.    | C.M.     | F. Cal | F. Tab  |
|--------------|-------|---------|----------|--------|---------|
| Tratamientos | 6     | 1991613 | 331935.5 | 53.58  | 3.00**  |
| Bloques      | 2     | 348     | 174      | 0.02   | 3.88 NS |
| Error        | 12    | 74329   | 6194.08  |        |         |
| Total        | 20    | 2066290 |          |        |         |
| C.V.         | 9.47% |         |          |        |         |

\*\* : Alta significancia estadística.

NS: no hay significancia estadística.

Fuente: datos de campo, Heidy Yac 2016

4.6.2. Prueba de medias: para visualizar la diferencia estadística entre tratamientos se realizó una separación de medias a través del método de Tukey al 5%. A continuación se presentan los resultados:

Cuadro 13. Prueba de medias por medio del método de Tukey al 5% para rendimiento en kg/ha<sup>-1</sup> para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco.

| Tratamiento               | Media   | Tukey 5% |
|---------------------------|---------|----------|
| Hunapú precoz             | 1486.11 | A        |
| Altense precoz            | 958.33  | B        |
| Hunapú                    | 854.78  | BC       |
| Texel                     | 775     | BCD      |
| Altense                   | 673.61  | CDE      |
| Biofort 2016              | 619.21  | DE       |
| Superchiva <sup>ACM</sup> | 450     | E        |

Comparador de Tukey: 224.92

Fuente: datos de campo, Heidy Yac 2016.

En esta localidad los tratamientos se agruparon de la siguiente manera: en el grupo A se ubicó a Hunapú precoz con 1486 kg/ha<sup>-1</sup>, en el grupo B se ubicó Altense precoz con 958.33 kg/ha<sup>-1</sup>, Hunapú con 854.78 kg/ha<sup>-1</sup> se ubicó en el grupo B Y C, Texel con 775 kg/ha<sup>-1</sup> se ubicó en el grupo B, C Y D, Altense con 673.61 kg/ha<sup>-1</sup> se ubicó en el grupo C, D y E. Biofort con 619.21 kg/ha<sup>-1</sup> se ubicó en el grupo D y E; y por último Superchiva<sup>ACM</sup> con 450 kg/ha<sup>-1</sup> se ubicó en el grupo D con el más bajo rendimiento.

#### 4.6.3. Análisis de correlación entre los componentes de rendimiento

La correlación permitió identificar el grado de asociación entre las variables. Entre los parámetros permitidos en este tipo de análisis fue que un Coeficiente de 0.5 a 1 indica una alta asociación y un Coeficiente menor a 0.5 indica una baja asociación. Por lo tanto, entre rendimiento y biomasa se obtuvo una correlación de  $r=0.88$ , entre rendimiento y número de vainas por planta se obtuvo una correlación de  $r=0.92$ , entre número de granos por vaina y rendimiento se obtuvo una correlación de  $r=0.85$ . Entre peso de 100 semillas y rendimiento se obtuvo una correlación de  $r=0.35$  por lo que indica una baja asociación, es decir que este componente no influyó en el rendimiento.

Cuadro 14. Análisis de correlación entre rendimiento en  $\text{kg/ha}^{-1}$  y sus componentes para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco.

| Tratamientos              | Rendimiento (Kg/ha) | Biomasa (Kg/ha) | No. De vainas por planta | No. De granos por vaina | Peso de 100 semillas |
|---------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Altense                   | 673.61              | 1878.79         | 8                        | 4                       | 22.23                |
| Hunapú                    | 854.78              | 2310.6          | 11                       | 5                       | 28.1                 |
| Texel                     | 775                 | 1962.12         | 9                        | 5                       | 26.76                |
| Superchiva <sup>ACM</sup> | 450                 | 1387.2          | 4                        | 4                       | 23.26                |
| Altense precoz            | 958.33              | 2461.28         | 12                       | 6                       | 27.9                 |
| Hunapú precoz             | 1486.11             | 2578.28         | 14                       | 6                       | 29.63                |
| Biofort 2016              | 619.21              | 1722.22         | 6                        | 4                       | 21.63                |
| <b>CORRELACIÓN</b>        |                     | <b>0.88**</b>   | <b>0.92**</b>            | <b>0.85**</b>           | <b>0.35</b>          |

\*\* : Correlación significativa al nivel de 0.01

\* : Correlación significativa al nivel de 0.05

NS: Correlación no significativa.

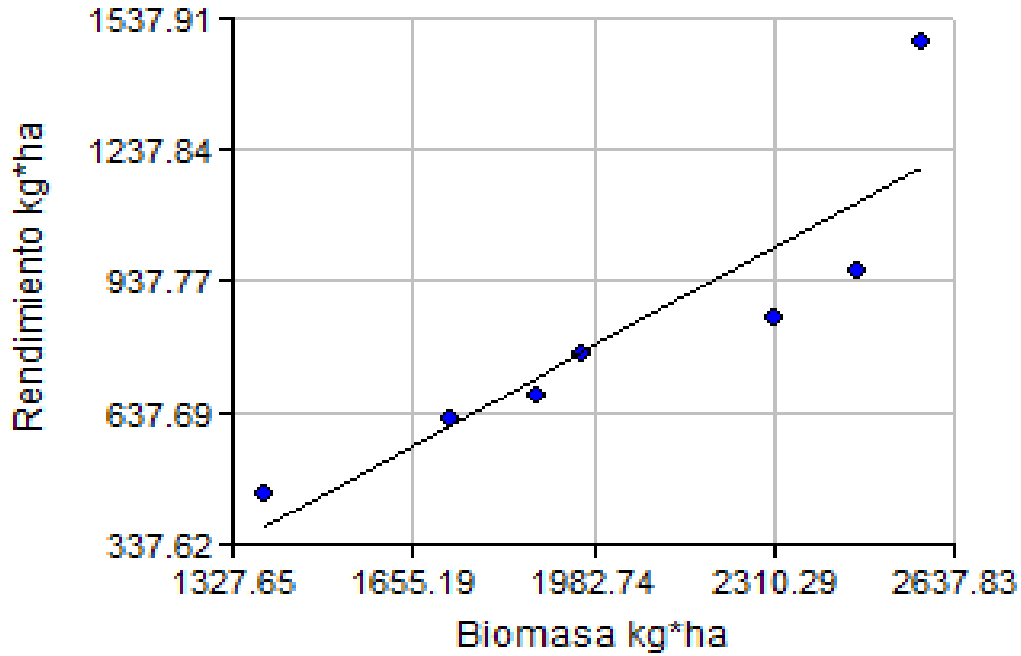
Fuente: datos de campo, Heidy Yac 2016.

El análisis de correlación indicó que la biomasa influyó positivamente en el rendimiento, es decir que cuanta más biomasa existió se obtuvo mayor rendimiento. El coeficiente de correlación entre número de vainas por planta indicó que existe una asociación positiva, ya que entre más vainas por planta se desarrolló más rendimiento se obtuvo. Para el componente número de granos por vaina se obtuvo una alta correlación, por lo tanto entre más granos por vaina más rendimiento se obtuvo. El componente peso de 100 semillas no afectó ni favoreció el rendimiento de grano en kilogramos por hectárea.

De acuerdo a la gráfica siguiente (Figura 8), la variable biomasa (X) y la variable rendimiento (Y) presentaron una alta asociación. La correlación fue 0.88, es decir que presentó una correlación positiva indicando que mientras la variable biomasa aumentó la variable rendimiento aumento de forma paralela. Una alta biomasa se asocia con mayor producción de fotoasimilados que se translocan a las vainas y semillas incrementando el rendimiento.

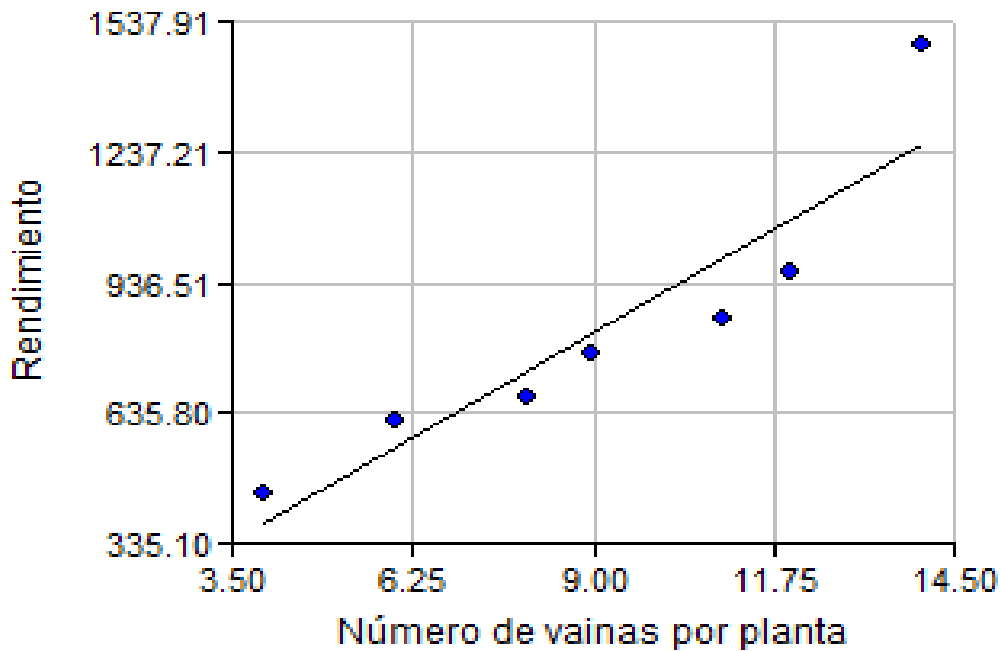
Además, de acuerdo a la gráfica siguiente (Figura 9) la variable número de vainas por planta (X) y la variable rendimiento (Y) se asociaron positivamente, presentando una correlación de 0.92, es decir que mientras más vainas se obtuvo por planta se presentó mayor rendimiento en grano.

Figura 8. Gráfica de la relación entre biomasa y rendimiento en  $\text{kg/ha}^{-1}$  para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco.



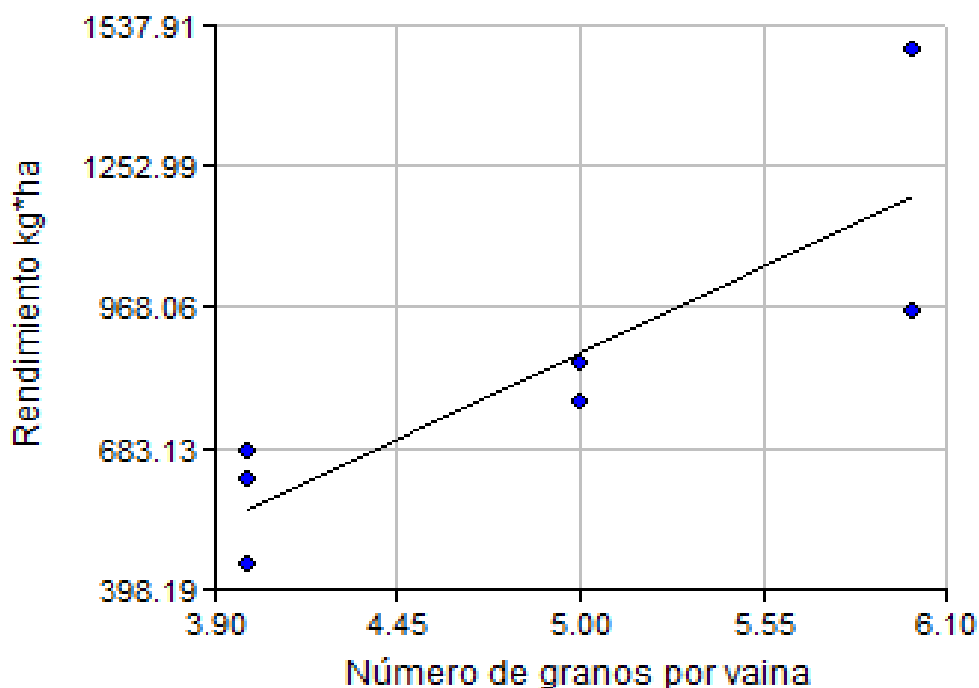
Fuente: datos procesados en Infostat.

Figura 9. Gráfica de la relación entre número de vainas por planta y rendimiento en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco.



Fuente: datos procesados en Infostat.

Figura 10. Gráfica de la relación entre número de granos por vaina y rendimiento en kg/ha<sup>-1</sup> para la localidad La Victoria, San Juan Ostuncalco.



Fuente: datos de campo procesados en Infostat.

Según la gráfica anterior (Figura 10) se obtuvo un coeficiente de correlación alto (0.85) lo que indicó que existe una alta asociación entre las variables. Entre la variable número de granos por vaina (X) y la variable rendimiento (Y) existió una correlación positiva, por lo tanto entre más granos por vaina se obtuvo mayor rendimiento se presentó.

#### 4.6.4. Discusión de resultados

- En la localidad de Pachaj, Cantel el genotipo que presentó mayor rendimiento de grano en kilogramos por hectárea fue Hunapú precoz debido a un buen desarrollo durante la fenología, asegurando que los componentes biomasa, número de vainas por planta y número de granos por vaina mostraran alta correlación con el rendimiento, garantizando que el genotipo alcance el mayor rendimiento en esta localidad.
- De acuerdo al análisis de correlación que se realizó para los componentes del rendimiento se menciona que entre más granos por vaina, más vainas por planta y más biomasa haya existido, el rendimiento fue mayor.

#### 4.7. Análisis de estabilidad

En estabilidad se busca genotipos con un área geográficamente amplia que mantengan los rendimientos ya sea bajo condiciones óptimas y de estrés. Es por ello que en las tres localidades: San Juan Ostuncalco, Concepcion Chiquirichapa y Cantel se evaluaron estos parámetros con el objetivo de encontrar genotipos estables bajo diversas condiciones. Tomando los datos de rendimiento promedio en las tres localidades y los parámetros de estabilidad de Finlay&Wilkinson, Everhart&Russel y el coeficiente de variación se identificaron a los genotipos más estables.

Cuadro 15. Análisis de estabilidad de los genotipos (tratamientos) en las tres localidades a través de tres métodos: Finlay y Wilkinson, Eberhart y Russell, Coeficiente de variación.

| Tratamientos              | LC1<br>Conce | LC2<br>Cantel | LC3<br>SJ. Ost. | TOTAL        | MEDIA | F&W  | E&R   | C.V.  |
|---------------------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|-------|------|-------|-------|
| Altense                   | 2046         | 946           | 674             | 3665         | 1222  | 0.71 | 6155  | 6.42  |
| Hunapú                    | 3158         | 1774          | 855             | 5787         | 1929  | 1.13 | 54432 | 12.09 |
| Texel                     | 2588         | 1171          | 775             | 4533         | 1511  | 0.93 | 5595  | 4.95  |
| Superchiva <sup>ACM</sup> | 1471         | 781           | 450             | 2702         | 901   | 0.51 | 1859  | 4.78  |
| Altense precoz            | 4196         | 1796          | 958             | 6950         | 2317  | 1.65 | 924   | 1.31  |
| Hunapú precoz             | 4600         | 2163          | 1486            | 8249         | 2750  | 1.61 | 17156 | 4.76  |
| Biofort 2016              | 1542         | 917           | 619             | 3078         | 1026  | 0.46 | 1444  | 3.70  |
| <b>TOTAL</b>              | <b>19600</b> | <b>9547</b>   | <b>5817</b>     | <b>34964</b> |       |      |       |       |

Referencia. F&W: Finlay y Wilkinson: <1= rinde bien en ambientes pobres.

1= estable

>1= rinde bien en ambientes ricos.

E&R: Eberhart y Russell: estabilidad con el valor más bajo.

C.V.: Coeficiente de variación: estabilidad con el valor más bajo.

De acuerdo al parámetro de Finlay & Wilkinson el genotipo que presentó más estabilidad fue Texel (cercano a uno). La estabilidad de Texel se debió a su bajo potencial de rendimiento y alta susceptibilidad a la roya. Los genotipos Altense, Superchiva y Biofort 2016 rindieron bien en ambientes pobres, pero no mostraron potencial en ambientes ricos. Para los genotipos Hunapú, Altense precoz y Hunapú precoz rindió bien en ambientes ricos, pero no mantuvo su rendimiento en ambientes pobres.

Según los parámetros de Everhart & Russel y el Coeficiente de Variación el genotipo más estable fue Altense precoz. Este genotipo presentó potencial de rendimiento, además de estabilidad, es decir, que rindió en ambientes pobres y tiene potencial en ambientes ricos. Biofort 2016 también presentó estabilidad.

#### 4.8. Análisis de palatabilidad

##### 4.8.1. Proceso de la prueba hedónica

4.8.1.1. Preparación de las muestras: para iniciar con el proceso de prueba hedónica para determinar aceptabilidad en las variedades de frijol, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Peso determinado del frijol: 227 gramos.
2. Volumen de agua para remojo: 2 litros.
3. Volumen de agua para cocción: 5 litros.
4. Tiempo de remojo: 9 horas.
5. Volumen recipiente de cocción: 5 litros.
6. Temperatura y tiempo de cocción: las siete variedades se cocieron a 75<sup>0</sup> C. Las variedades difieren en el tiempo de cocción: Superchiva<sup>ACM</sup> se coció en 1 hora 25 minutos. Hunapú, Altense, Texel y Biofort 2016 se cocieron en 1 hora 40 minutos. Altense precoz se coció en 1 hora 58 minutos y Hunapú precoz se coció en 2 horas con 21 minutos.
7. Tiempo de reposo antes de servirse: 1 hora.

8. Temperatura a la que se sirve: 10<sup>0</sup> C.
  9. Cantidad de panelistas: 30.
- 4.8.2. Prueba hedónica para medir el nivel de agrado o desagrado de las variedades de frijol arbustivo: se realizó este tipo de prueba para determinar el grado de aceptabilidad de los agricultores (panelistas) respecto a siete muestras (tratamientos) del frijol negro cocido, para ello se utilizó una escala de caras para el grado de aceptabilidad de un alimento, esta escala va desde les “gusto mucho” o “les disgusto mucho”. Siendo esta una prueba orientada al consumidor se tomó una muestra aleatoria del grupo para conformar el panel de consumidores, con ello se logró hacer inferencias relacionadas con ese grupo, quienes pueden ser posibles consumidores del frijol.
- Validez de la prueba hedónica: se seleccionaron diez agricultores de cada localidad para hacer un total de treinta agricultores que representan una muestra poblacional aceptable para este tipo de prueba. Durante esta prueba son considerados panelistas sin entrenamiento.
  - Calificación de las muestras: los panelistas evaluaron las siete muestras de frijol negro cocido probándolos de una a dos veces. Cada panelistas probó las diversas muestras y calificó mediante la boleta de estala de caras para el grado de aceptabilidad de un alimento, de acuerdo al agrado o desagrado que le provocó cada muestra de frijol.
  - Puntajes de las muestras: después de que todos los panelistas calificaron las muestras, la escala de caras se convirtieron en puntajes numéricos. Los puntajes se tabularon y analizaron utilizando un análisis de varianza.
  - Selección de los datos: se pueden analizar las repuestas de cada panelista, pero es importante optimizar la información para que esta sea concisa y representativa de la población. Para ello se realizó un promedio de los puntajes hedónicos para las siete variedades de frijol negro cocido; con lo cual se trabajaron todos los datos representados en seis panelistas. En el análisis se obtuvo un Coeficiente de variación de 18% lo que se considera bastante aceptable para este tipo de pruebas.

Cuadro 16. Análisis de varianza de la prueba hedónica realizada a los agricultores de las tres localidades ubicadas en Concepción Chiquirichapa, Cantel y San Juan Ostuncalco.

| F.V.         | G.L.   | S.C.  | C.M.  | F Cal | F. Tab  |
|--------------|--------|-------|-------|-------|---------|
| Tratamientos | 6      | 80.28 | 13.38 | 40.14 | 2.36 ** |
| Panelistas   | 6      | 1.71  | 0.28  | 0.85  | 2.36 NS |
| Error        | 36     | 12    | 0.33  |       |         |
| Total        | 48     | 94    |       |       |         |
| C.V.         | 18.37% |       |       |       |         |

\*\* : Alta significancia estadística.

NS: no hay significancia estadística.

Fuente: datos de campo, Heidy Yac, 2016.

4.8.3. Prueba de medias: para visualizar la diferencia entre tratamientos se realiza una separación de medias a través del método de Tukey al 5%

Cuadro 17. Separación de medias por el método de Tukey al 5% para la prueba hedónica

| Tratamiento               | Media | Tukey 5% |
|---------------------------|-------|----------|
| Biofort 2016              | 4.71  | A        |
| Texel                     | 4.57  | A        |
| Hunapú precoz             | 4.43  | A        |
| Superchiva <sup>ACM</sup> | 2.71  | B        |
| Hunapú                    | 2.14  | BC       |
| Altense precoz            | 1.86  | BC       |
| Altense                   | 1.57  | C        |

Comparador de Tukey: 0.95

Fuente: datos de campo, Heidy Yac, 2016.

De acuerdo a la separación de medias los genotipos evaluados se agruparon en cuatro grupos. El grupo A representó mayor aceptabilidad por los panelistas, quienes fueron los genotipos Biofort 2016, Texel y Hunapú precoz. En el grupo B con una aceptabilidad media se encontró al genotipo Superchiva. En el grupo BC se ubicaron Hunapú y Altense precoz con baja aceptabilidad. Por último el grupo C se conformó únicamente por Altense quien presentó muy baja aceptabilidad por parte de los panelistas.

#### 4.8.4. Discusión de los resultados:

- En evaluaciones sensoriales las muestras deben prepararse siguiendo un método estandarizado para eliminar la posibilidad de los efectos de la preparación. Es por eso que para este estudio de análisis sensorial a través de una prueba hedónica se cocieron y prepararon diferentes tipos de frijol, para lo cual se controlaron diversos factores como: el volumen de agua, tanto de remojo como de cocción para un peso determinado de frijol, tiempo de remojo, tamaño y dimensiones del recipiente de cocción, temperatura y tiempo de cocción, tiempo de reposo antes de servirse y temperatura a la que se sirvió, para cuidar y garantizar que ninguno de estos factores hayan influido en la evaluación sensorial.
- La escala de intervalo denominada escala de caras para evaluar aceptabilidad de un alimento permitió ordenar las muestras de acuerdo a la magnitud de una sola característica del producto, en este caso, el nivel de agrado de los diferentes frijoles. Los dibujos de la escala fueron útiles para los panelistas con dificultad para leer y/o comprender el idioma español. Esta escala logró registrar la aceptabilidad de los diversos genotipos de frijol.
- La prueba hedónica es un tipo de prueba orientada al consumidor que permitió tomar una muestra aleatoria del grupo poblaciones, quienes conformaron el panel de consumidores, esto permitió hacer inferencias relacionadas con ese grupo; y que pueden ser considerados como posibles productores y consumidores de las variedades de frijol.



## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

1. La variedad Hunapú precoz presentó mayor rendimiento en kilogramos por hectárea para las tres localidades; aldea Los Duraznales, municipio de Concepción Chiquirichapa; aldea Pachaj, municipio de Cantel; aldea La Victoria, municipio de San Juan Ostuncalco, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa uno que literalmente establecía que al menos no de los siete genotipos de frijol mostrará mayor rendimiento en kilogramos por hectárea.
2. La biomasa, el número de vainas por planta y el número de granos por vaina fueron componentes del rendimiento que mostraron un alto coeficiente de correlación lo que indicó que existió la influencia de éstos en el rendimiento en kilogramos por hectárea, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa dos que literalmente establecía que por lo menos uno de los componentes influiría en el rendimiento de alguno de los siete genotipos evaluados.
3. La variedad Altense precoz de acuerdo a los parámetros de estabilidad de Everhart & Russel y el Coeficiente de variación presentó la mayor estabilidad, es decir, rinde bien en ambientes pobres y mostró alto potencial de rendimiento en ambientes ricos; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa tres que literalmente establecía que al menos uno e los siete genotipos de frijol presentará mayor estabilidad.
4. No existe un genotipo que demuestre alto potencial de rendimiento, estabilidad en el ambiente y aceptabilidad sensorial, es decir, que ninguno reúne las tres características deseables para que un genotipo sea altamente aceptable por los agricultores.
5. Los panelistas de las tres localidades, siendo estos; aldea Los Duraznales del municipio de Concepción Chiquirichapa; aldea Pachaj del municipio de Cantel y aldea La Victoria del municipio de San Juan Ostuncalco demostraron mayor palatabilidad por los genotipos Biofort 2016, Texel y Hunapú precoz, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa cuatro que establecía que por lo menos uno de los siete genotipos será mayormente palatable por los agricultores.
6. La prueba hedónica para determinar palatabilidad, es decir, aceptabilidad sensorial de las variedades de frijol permitió identificar las necesidades preferenciales de los agricultores por ciertos genotipos, lo que contribuye a la producción y consumo de este grano básico en las diferentes localidades.

## **5.2. Recomendaciones**

1. Para los agricultores de los municipios de Concepción Chiquirichapa (parte baja), San Juan Ostuncalco (parte baja) y Cantel que desean cultivar frijol negro; es aconsejable utilizar semilla de la variedad Hunapú precoz porque presentó el más alto potencial de rendimiento.
2. El genotipo Altense precoz mostró un buen rendimiento y estabilidad por lo que se considera favorable utilizar esta semilla en las tres localidades; ya sea en ambientes ricos y en ambientes pobres porque mantendrá su rendimiento estable.
3. El análisis de estabilidad de acuerdo a los parámetros de Everhart & Russel, Finlay y Wilkinson y el Coeficiente de Variación permite identificar genotipos que tengan baja interacción con el ambiente y demuestren un alto rendimiento en ambientes pobres y ambiente ricos, por lo tanto es necesario incluir este tipo de análisis en futuras investigaciones para encontrar genotipos estables.
4. La prueba hedónica para evaluar el grado de aceptabilidad de los diferentes genotipos de frijol fue una herramienta muy valiosa para identificar las preferencias de los agricultores por cierto genotipo. Es por ello que se recomienda incluir en futuras investigaciones análisis sensoriales de este tipo y/o de otro ya sea en variedades de frijol u otros productos agrícolas.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AGRÍCOLA, I. D. (1992). Recomendaciones técnicas agropecuarias para los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla. Guatemala: ICTA.
- AGRÍCOLA-ICTA, I. D. (2011). Producción de frijol. *Phaseolus vulgaris L.* Guatemala: ICTA. Obtenido de ICTA: <http://icta.gob.gt/>
- ALDANA, L. F. (2010). Manual de producción comercial y de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). Guatemala: PROETTAPA-MAGA.
- CABI. (1998). Commonwealth Agriculture Bureau Internacional. Obtenido de Crop protection compendium.
- CÁRDENAS, Q. H., GÓMEZ, B. C., DÍAZ, N. J., & CAMARENA, M. F. (2005). Evaluación de la calidad de la proteína de 4 variedades de frijol. Perú.
- CARILLO, E. (1998). Evaluación bajo invernadero de la eficiencia de cepas nativas de *Rhizobium phaseoli* en la fijación de nitrógeno atmosférico. Universidad Rafael Landívar: Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas.
- CARRILLO, R. (2006). Evaluación de seis materiales de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) bj manejo tradicional de cultivo en tres localidades. Guatemala: USAC. Obtenido de Biblioteca Tesis USAC.
- ESCALANTE, J. A., & RODRÍGUEZ, G. M. (2001). Producción de frijol en dos épocas de siembra en Iguala, Guerrero. Obtenido de [www.chapingo.mx/terra/contenido/19/4/art309-315.pdf](http://www.chapingo.mx/terra/contenido/19/4/art309-315.pdf)
- ESCOTO, G. (2004). El cultivo de frijol (en línea). Obtenido de Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria: [www.sag.gob.hn/dicta/paginas/guia\\_frijol.htm](http://www.sag.gob.hn/dicta/paginas/guia_frijol.htm)
- FERNÁNDEZ, F. C., GEPTS, P., & LÓPEZ, M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT.
- ICTA. (2015). Nuevas variedades de frijol. . Guatemala : ICTA.
- ICTA, I. d. (1996). ICTA ALTESE, ICTA HUNAPÚ, dos nuevas variedades de frijol para el Altiplano de Guatemala. Guatemala: ICTA.
- LINARES, D. G. (2011). Colaboración en el desarrollo del plan operativo 2010 de la Estación Experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología-ICTA, Chimaltenango. Chimaltenango: USAC.

MARCANO, J. (20 de Abril de 2004). Factores limitantes y ley del mínimo (en línea). Obtenido de Educación Ambiental: [www.Jmarcano.com/nociones/minimo.html](http://www.Jmarcano.com/nociones/minimo.html)

MELÉNDEZ, J. (1987). Evaluación de rendimiento y estabilidad de siete líneas y dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en seis localidades de la Franja Transversal del Norte. Guatemala: USAC.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACIÓN. Y.-M. (2014). Situación del frijol a abril 2014. Guatemala: MAGA.

RUIZ, F. J. (2008). Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productiva y propuestas de inversión. Guatemala: USAC.

SALGUERO, V. (1977). Estimación de los parámetros de estabilidad para medir el rango de adaptación de 4 híbridos y 6 variedades de maíz (*Zea mays* L.), en el sur oriente de Guatemala. Guatemala: USAC.

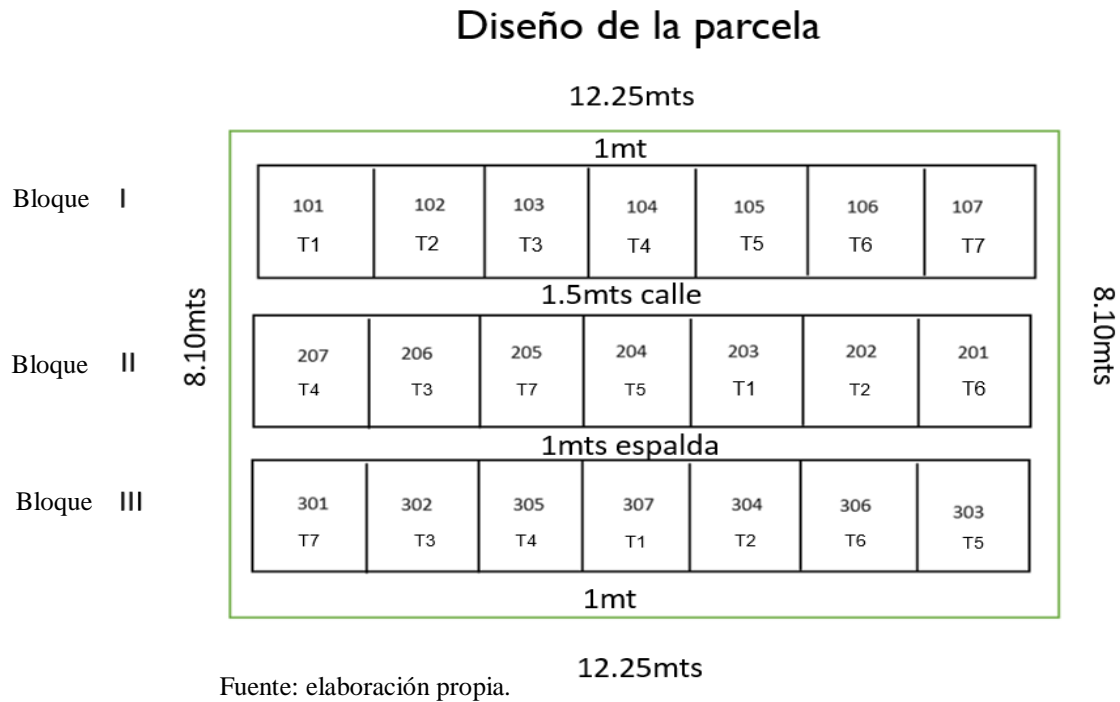
SEGEPLAN. (2010). Plan de desarrollo. Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango. Guatemala: Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia.

WATTS, B.M., YLIMAKI, G.L., JEFFERY, L.E., ELÍAS, L.G. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de investigaciones para el Desarrollo. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Ottawa, Ontario, Canadá.

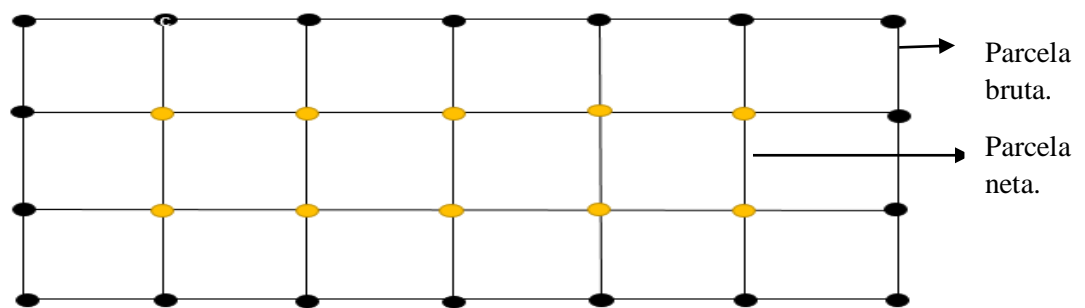
## 7. ANEXOS

### 7.1. Conformación del diseño experimental

Figura 11. Diseño del área experimental

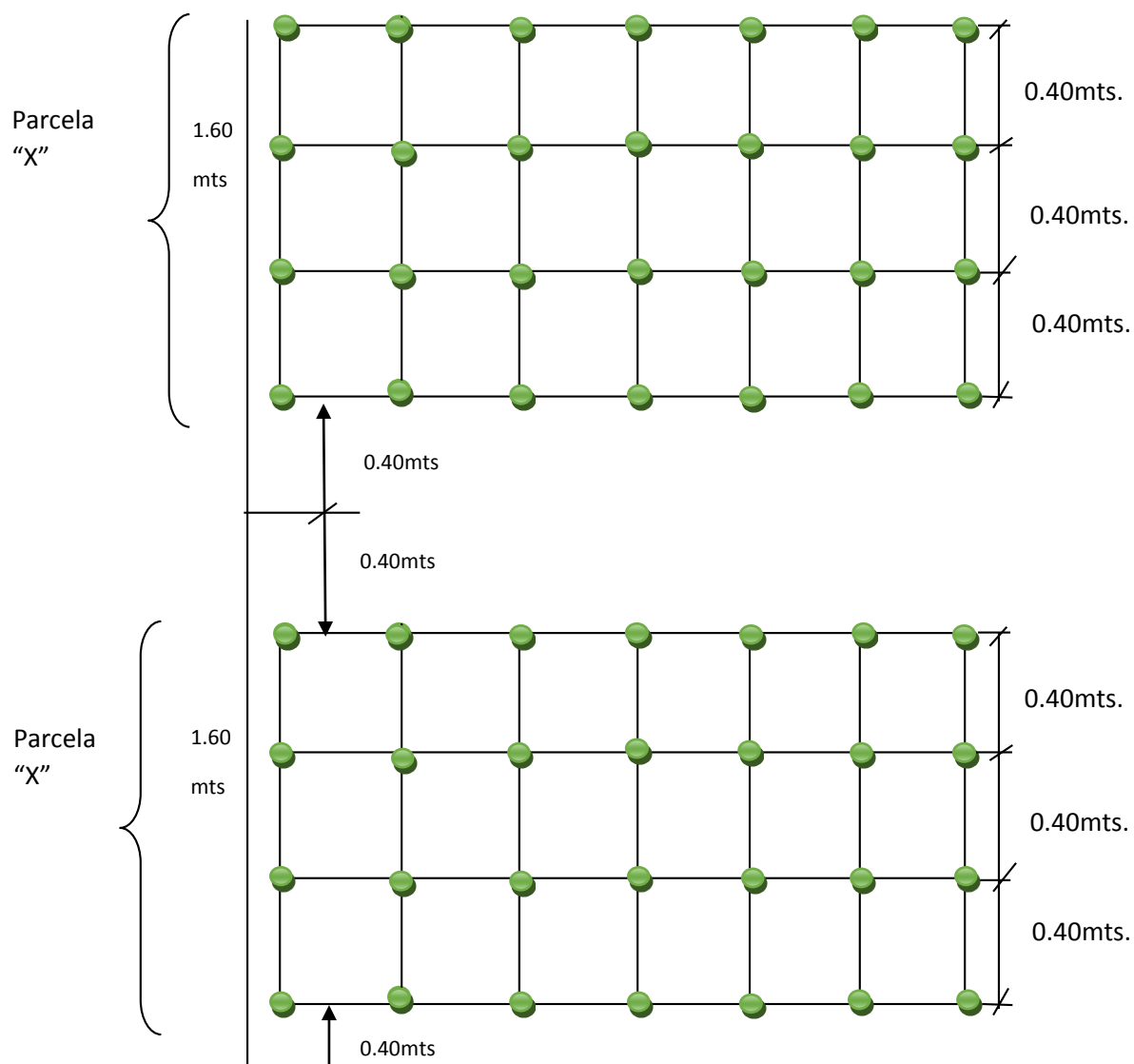


## Área de cosecha



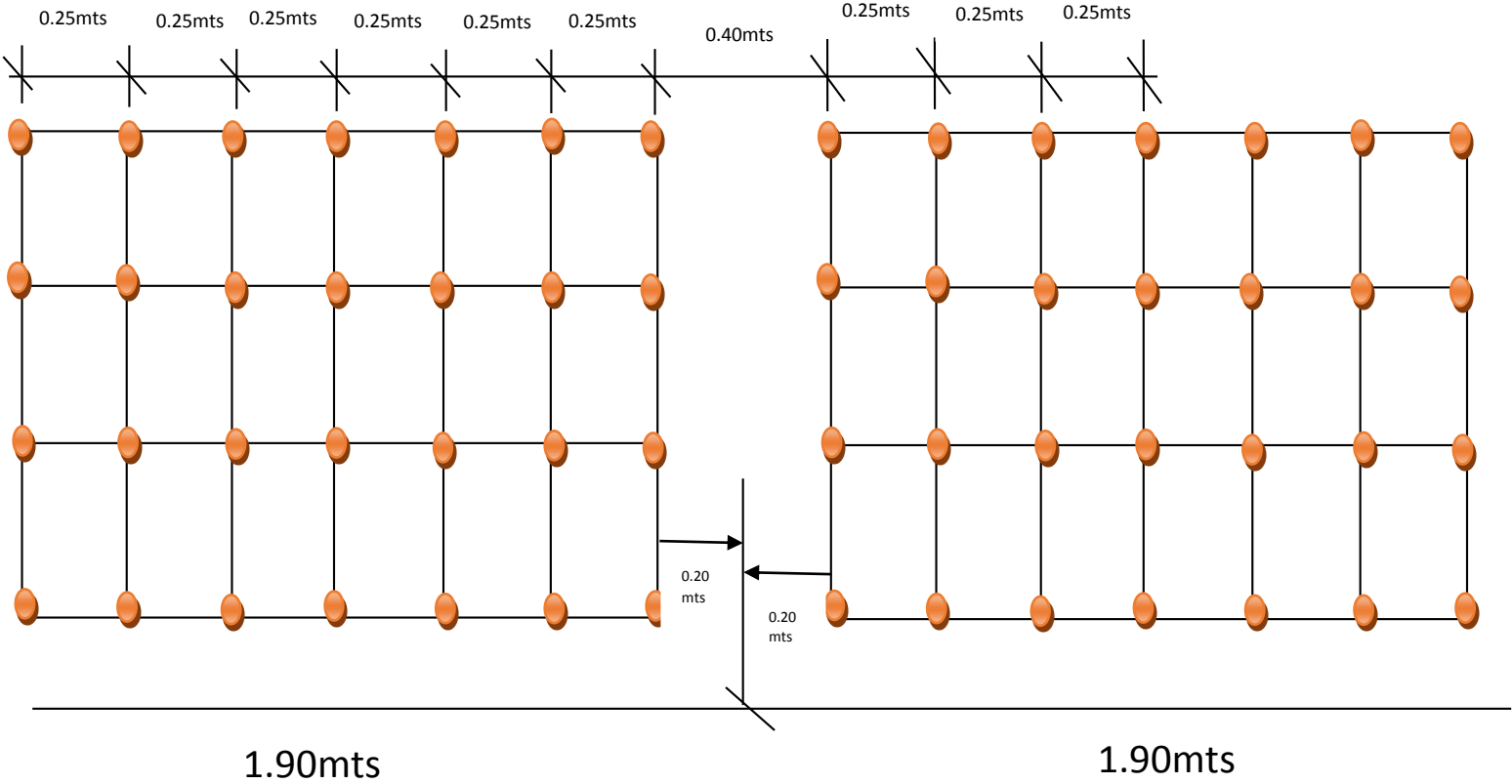
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Distanciamiento entre surcos



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Distanciamiento entre plantas.



Fuente: elaboración propia.

7.2. Cronograma

| Actividades                             | Año 2016 |       |       |        |       |      |      |      | 2017  |     |
|---|----------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|-------|-----|
|   | Mayo     | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Oct. | Nov. | Dic. | Enero | Feb |
| Barbecho                                |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Trazo del diseño experimental           |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Siembra                                 |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Fertilización                           |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Control de malezas                      |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Control fitosanitario                   |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Muestreo y toma de datos en campo       |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Cosecha                                 |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Toma de datos (peso de la parcela neta) |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Prueba hedónica                         |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |
| Elaboración del documento final         |          |       |       |        |       |      |      |      |       |     |

Fuente: elaboración propia.



### 7.3. Fotografías

Fotografía 1. Preparación del suelo para la siembra de los ensayos de frijol.



Fuente: Heidy Yac. Aldea La Victoria, San Juan Ostuncalco, junio 2016.

Fotografía 2. Control manual de malezas y rotulación de los genotipos.



Fuente: Heidy Yac. Aldea Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa, junio 2016.

Fotografía 3. Control de plagas insectiles a través de un extracto de chile y ajo.



Fuente: Heidy Yac. Aldea La Victoria, San Juan Ostuncalco, junio 2016.

Fotografía 4. Muestreo en campo. Conteo de número de vainas.



Fuente: Betsy Yac. Aldea Pachaj, Cantel, noviembre 2016.

Fotografía 5. Cosecha y peso de la biomasa.



Fuente: Betsy Yac. Aldea Los Duraznales, Concepción Chiquirichapa, noviembre 2016

Fotografía 6. Cálculo de % de humedad, peso de semillas y parcela neta.



Fuente: William De León. ICTA Labor Ovalle, Olintepeque, diciembre 2016.

Fotografía 7. Preparación de las muestras (variedades de frijol) para realizar prueba hedónica.



Fuente: Heidy Yac. Aldea Pachaj, Cantel, enero 2017.

Fotografía 8. Aplicación de la prueba hedónica en los agricultores de las tres localidades.



Fuente: Betsy Yac. Aldea La Victoria, San Juan Ostuncalco, enero 2017.

