

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS  
SANTO DOMINGO**

**“EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE 20 VARIEDADES Y LÍNEAS DE  
FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE GRANO ROJO Y AMARILLO  
EN EL VALLE DE INTAG, IMBABURA. 2007”**

**DARWIN JAVIER CEVALLOS VALLEJOS**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROPECUARIO.**

**SANTO DOMINGO – ECUADOR  
2008**

**“EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE 20 VARIEDADES Y LÍNEAS DE  
FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE GRANO ROJO Y AMARILLO  
EN EL VALLE DE INTAG, IMBABURA. 2007”**

**DARWIN JAVIER CEVALLOS VALLEJOS**

**REVISADO Y APROBADO**

**MAY. ESP. ING. RENÉ GONZÁLEZ.  
COORDINADOR DE CARRERA  
CARRERA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**Ing. XAVIER DESIDERIO  
DIRECTOR**

**Ing. ALFREDO VALAREZO  
CODIRECTOR**

**Ing. VINICIO UDAY  
BIOMETRISTA**

**CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL (EN  
MEDIO MAGNETICO) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES.**

**SECRETARIA ACADEMICA**

“EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE 20 VARIEDADES Y LÍNEAS DE  
FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE GRANO ROJO Y AMARILLO EN  
EL VALLE DE INTAG, IMBABURA. 2007”

DARWIN JAVIER CEVALLOS VALLEJOS

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN DEL INFORME TECNICO.

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. XAVIER DESIDERIO DIRECTOR	_____	_____
Ing. ALFREDO VALAREZO CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA  
SECRETARIA.

SECRETARIA ACADEMICA

## **DEDICATORIA**

La presente tesis va dedicada principalmente  
a mi padre Eduardo Cevallos y a mi  
madre Cecilia Vallejos, que pusieron  
toda su confianza y apoyo en mí para la  
realización y finalización de mi  
carrera universitaria, a mis hermanos  
y a mis familiares de los que siempre  
recibí palabras de aliento.

A todos los agricultores pertenecientes  
al valle de Intag, quienes con muchas adversidades tienen la  
dura tarea de producir parte del progreso de nuestro país.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente y de corazón el gran sacrificio realizado por mis padres y hermanos en estos cinco años de universidad y les doy gracias a mis padres por el apoyo durante la realización de este trabajo ya que me alentaron siempre y me permitieron seguir adelante.

Al Programa Nacional de Leguminosas del INIAP, por haberme permitido realizar este trabajo y por toda la colaboración brindada por el Ingeniero Eduardo Peralta líder del programa.

Al Ingeniero Angel Murillo, Esteban Falconí, Cristian Subía y Nelson Mazón, así como también al agrónomo José Pinzón por su asistencia técnica antes, durante y después de la realización del presente trabajo, igualmente a la Srta. Maria Antonieta Batallas y la Ingeniera Paola Estrella por todas las fuerzas de apoyo que siempre recibí.

Al Ingeniero Paúl Gualotuña y por medio de él a la fundación AYUDA EN ACCION – PRODECI por el apoyo económico y técnico durante la realización del presente trabajo.

Al Ingeniero Xavier Desiderio y al Ingeniero Alfredo Valarezo por el apoyo y los consejos brindados como director y codirector de tesis.

A si mismo agradezco la gran colaboración brindada por los miembros de la asociación de frejoleros del valle de Intag.

## CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE FRÉJOL.....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.3. Morfología.....	5
2.1.3.1. Raíz.....	5
2.1.3.2. Tallo.....	5
2.1.3.2.1. Habito de crecimiento.....	6
2.1.3.3. Hojas.....	7
2.1.3.4. Flor.....	8
2.1.3.5. Fruto.....	8
2.1.3.6. Semilla.....	9
2.1.3.4 Etapas fenológicas del cultivo.....	9
2.2. CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS ÓPTIMAS PARA EL CULTIVO....	10
2.2.1. Clima.....	10
2.2.1.1. Altitud.....	10
2.2.1.2. Temperatura.....	11
2.2.1.3. Precipitación.....	11
2.2.2. Suelo.....	11
2.2.2.1. pH.....	11
2.2.2.2. Textura.....	12
2.3. MANEJO DEL CULTIVO.....	12
2.3.1. Preparación del terreno.....	12
2.3.2. Siembra.....	13
2.3.3. Fertilización.....	13
2.3.4. Labores culturales.....	14
2.3.5. Control de plagas y enfermedades.....	14
2.3.6. Riego.....	16
2.3.7. Cosecha.....	17

2.3.8. Trilla y almacenamiento.....	17
2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN FRÉJOL.....	18
2.4.1 Métodos de Mejoramiento en fréjol.....	18
2.4.1.1. Método por introducción y selección.....	18
2.4.1.2. Método por Hibridación.....	19
2.4.1.3. Método Poblacional.....	19
2.4.1.4. Método por cruzamiento.....	20
2.4.1.5. Mejoramiento por Mutaciones.....	20
2.4.2. Estabilidad del Rendimiento y Adaptabilidad.....	21
2.5. SITUACIÓN ACTUAL DEL FRÉJOL EN EL ECUADOR.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. UBICACIÓN POLÍTICA.....	24
3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	24
3.3. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS.....	24
3.4. MATERIALES.....	25
3.5. MÉTODOS.....	25
3.5.1. Factores en estudio.....	25
3.5.2. Procedimientos.....	27
3.5.2.1. Diseño Experimental.....	27
3.5.2.1.1. Tipo de Diseño.....	27
3.5.2.1.2. Número de repeticiones.....	27
3.5.2.2. Características de las unidades experimentales.....	27
3.5.2.2.1. Número.....	27
3.5.2.2.2. Área del ensayo.....	28
3.5.2.2.3. Parcela neta.....	28
3.5.2.2.4. Distancia de siembra.....	29
3.5.2.3. Análisis estadístico.....	29
3.5.2.3.1. Coeficiente de variación.....	30
3.5.2.3.2. Análisis funcional.....	30
3.5.2.4. Análisis económico.....	30
3.5.2.5. Datos a tomar y métodos de evaluación.....	31
3.5.2.5.1. Porcentaje de emergencia del cultivo (PEC).....	31
3.5.2.5.2. Días a la floración (DAF).....	31
3.5.2.5.3. Adaptación (vigor).....	31

3.5.2.5.4. Largo de raíz principal (LRP).....	32
3.5.2.5.5. Número de raíces basales (NRB).....	32
3.5.2.5.6. Número de raíces adventicias (NRA).....	32
3.5.2.5.7. Número de días al envainamiento (NDE).....	33
3.5.2.5.8. Evaluación de la severidad de enfermedades (RAE).....	33
3.5.2.5.9. Número de días a la madurez fisiológica (DMF).....	33
3.5.2.5.10. Altura de planta (AP).....	34
3.5.2.5.11. Adaptación (carga).....	34
3.5.2.5.12. Número de días a la cosecha en seco (DCS).....	34
3.5.2.5.13. Número de vainas por planta (NVP).....	35
3.5.2.5.14. Tamaño de vaina (TV).....	35
3.5.2.5.15. Granos por vaina (GV).....	35
3.5.2.5.16. Peso de 100 semillas (P100S).....	35
3.5.2.5.17. Rendimiento en grano en seco (RGS).....	36
3.5.2.6. Métodos Específicos del Manejo del Experimento.....	36
3.5.2.6.1. Preparación del Suelo.....	36
3.5.2.6.2. Diseño de Parcela.....	36
3.5.2.6.3. Siembra.....	36
3.5.2.6.4. Deshierba.....	37
3.5.2.6.5. Etiquetado.....	37
3.5.2.6.6. Control de plagas.....	37
3.5.2.6.7. Fertilización.....	37
3.5.2.6.8. Cosecha y trilla.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
4.1. Número de plantas emergidas.....	39
4.2. Días a la floración.....	42
4.3. Adaptación (vigor).....	45
4.4. Número de raíces basales.....	48
4.5. Número de raíces adventicias.....	52
4.6. Largo de raíz principal.....	55
4.7. Número de días al envainamiento.....	57
4.8. Roya.....	60
4.9. Antracnosis.....	63
4.10. Mustia.....	65

4.11. Mancha angular.....	67
4.12. Número de días a la madurez fisiológica.....	69
4.13. Altura de planta.....	72
4.14. Adaptación (carga).....	75
4.15. Número de días a la cosecha en seco.....	77
4.16. Número de vainas por planta.....	79
4.17. Tamaño de vaina.....	82
4.18. Granos por vaina.....	85
4.19. Peso de 100 semillas.....	88
4.21. Rendimiento por hectárea.....	91
V. CONCLUSIONES.....	95
VI. RECOMENDACIONES.....	98
VII. RESUMEN.....	101
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	102
IX. ANEXOS.....	108

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pagina</b>
Cuadro 1. Etapas fenológicas del cultivo de fréjol.....	9
Cuadro 2. Principales plagas que atacan al fréjol y su combate.....	15
Cuadro 3. Enfermedades comunes en el fréjol y su control.....	16
Cuadro 4. Superficie cultivada de fréjol arbustivo y voluble.....	25
Cuadro 5. Zonas productoras de fréjol arbustivo en el Ecuador.....	23
Cuadro 6. Características de genotipos de fréjol evaluados en el Valle de Intag – Imbabura,2007.....	26
Cuadro 7. Esquema del análisis de varianza.....	29
Cuadro 8. Análisis de varianza para número de plantas emergidas de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	39
Cuadro 9. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para número de plantas emergidas (NPE) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	40
Cuadro 10. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de plantas emergidas de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	42
Cuadro 11. Análisis de varianza para días a la floración de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	43
Cuadro 12. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para días a la floración (DAF) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	43
Cuadro 13. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para días a la floración de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	45
Cuadro 14. Promedios para vigor de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	46
Cuadro 15. Promedio para vigor de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	47
Cuadro 16. Análisis de varianza para número de raíces basales de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	48

Cuadro 17. Promedios para número de raíces basales (NRB) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	49
Cuadro 18. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de raíces basales de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	51
Cuadro 19. Análisis de varianza para número de raíces adventicias de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	52
Cuadro 20. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para número de raíces adventicias (NRA) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	53
Cuadro 21. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de raíces adventicias de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	55
Cuadro 22. Promedios para largo de raíz principal de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	56
Cuadro 23. Promedio para largo de raíz principal de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	57
Cuadro 24. Análisis de varianza para número de días al envainamiento de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	58
Cuadro 25. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para número de días al envainamiento (NDE) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	59
Cuadro 26. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de días al envainamiento de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	60
Cuadro 27. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para roya de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	61
Cuadro 28. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para roya de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	62
Cuadro 29. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para antracnosis de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	63

Cuadro 30. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para antracnosis de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, valle de Intag – Imbabura, 2007.....	64
Cuadro 31. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para mustia de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	65
Cuadro 32. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para mustia de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	66
Cuadro 33. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para mancha angular de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	67
Cuadro 34. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para mancha angular de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	68
Cuadro 35. Análisis de varianza para número de días a la madurez fisiológica de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	69
Cuadro 36. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para número de días a la madurez fisiológica (DMF) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	70
Cuadro 37. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de días a la madurez fisiológica de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	71
Cuadro 38. Análisis de varianza para altura de planta de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	72
Cuadro 39. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para altura de planta (AP) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	73
Cuadro 40. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para altura de planta de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	74
Cuadro 41. Promedios para carga de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	75
Cuadro 42. Promedio para carga de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	76

Cuadro 43. Análisis de varianza para número de días a la cosecha en seco de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	77
Cuadro 44. Promedios para número de días a la cosecha en seco (DCS) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	78
Cuadro 45. Promedio para número de días a la cosecha en seco de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	79
Cuadro 46. Análisis de varianza para número de vainas por planta de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	80
Cuadro 47. Promedios para número de vainas por planta de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	81
Cuadro 48. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de vainas por planta de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	82
Cuadro 49. Análisis de varianza para tamaño de vaina de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	83
Cuadro 50. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para tamaño de vaina (TV) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	84
Cuadro 51. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para tamaño de vaina de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	85
Cuadro 52. Análisis de varianza para granos por vaina de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	86
Cuadro 53. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para granos por vaina (GV) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	86
Cuadro 54. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para granos por vaina de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	88
Cuadro 55. Análisis de varianza para peso de 100 semillas de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	89

Cuadro 56. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para peso de 100 semillas (P100S) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	90
Cuadro 57. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para peso de 100 semillas de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	91
Cuadro 58. Análisis de varianza para RGS kg/ha de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	92
Cuadro 59. Promedios para RGS kg/ha de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	92
Cuadro 60. Promedio para RGS kg/ha de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.....	94

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Tipos de Hábito de crecimiento del fréjol.....	7
Figura 2. Ubicación geográfica de Peñaherrera, Imbabura.....	24
Figura 3. Fotografía de la localidad de Peñaherrera.....	110
Figura 4. Fotografía de días a floración.....	110
Figura 5. Fotografía de la evaluación de raíces.....	111
Figura 6. Fotografía de la evaluación de enfermedades.....	111
Figura 7. Fotografía de días a madurez fisiológica.....	112
Figura 8. Fotografía de la medición de la altura de plantas.....	112
Figura 9. Fotografía de las variedades y líneas listas para cosecharse.....	113
Figura 10. Fotografía del conteo de número de vainas por planta.....	113
Figura 11. Fotografía de la medición del tamaño de vaina.....	114
Figura 12. Fotografía del registro de número de granos por vaina.....	114
Figura 13. Fotografía de la determinación del peso de 100 semillas.....	115
Figura 14. Fotografía de la preparación del suelo.....	115
Figura 15. Fotografía del replanteo de parcelas.....	116
Figura 16. Fotografía de la siembra del ensayo.....	116
Figura 17. Fotografía de la primera deshierba del ensayo.....	117
Figura 18. Fotografía del tema de la investigación y etiquetas de los tratamientos.....	117
Figura 19. Fotografía del control de plagas.....	118
Figura 20. Fotografía de la cosecha, Secado y trilla manual.....	118

## I. INTRODUCCIÓN

El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.), por la superficie cultivada, es la tercera leguminosa más importante a nivel mundial, superado solamente por la soya (*Glycine max* L. Merr) y el maní (*Arachis hipogea* L.). Los principales centros de producción se encuentran en los países de América Latina y el Caribe (Singh, 1999).

El fréjol es fuente de proteínas, hierro vegetal, fibra, ácido fólico, tiamina, potasio, magnesio, y zinc y además contribuye a la prevención y el tratamiento de patologías tales como: la diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer, tanto por su aporte de micronutrientes (particularmente ácido fólico y magnesio) como por su alto contenido de fibra, aminoácidos azufrados, taninos, fitoestrógenos y aminoácidos no esenciales (USDA, 2000).

En el Ecuador, el fréjol común es considerado la leguminosa para consumo humano directo más importante, no solamente por la superficie cultivada, sino también por ser un cultivo que garantiza la “Seguridad y Soberanía Alimentaria” de miles de familias de pequeños productores y consumidores (INIAP, 2001). La producción de fréjol en Ecuador es una de las principales actividades económicas realizadas en los valles de las provincias de Carchi, Imbabura y Loja. De la misma manera, es un cultivo de importancia en las estribaciones de cordillera de las provincias de Imbabura, Chimborazo y Bolívar, (Peralta *et al.*, 1995). La superficie cultivada en Ecuador supera las 120 000 ha por año, de las cuales cerca del 90 % están ubicadas principalmente en la región Sierra (SICA-MAG-INEC, 2002).

La zona de Intag ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi, presenta una gran diversidad de microclimas, situación que ha hecho posible el cultivo de una amplia gama de productos agrícolas. Uno de estos cultivos es el fréjol común, el que constituye una de las principales fuentes de ingresos económicos para cerca del 95 % de los agricultores de esta zona. En este valle se siembran anualmente entre 1 500 a 2 000 ha de fréjol arbustivo en el ciclo Mayo – Septiembre (Vallejos, 2004).

No existen referencias del apoyo a los productores locales para mejorar el potencial productivo del cultivo con la introducción de nuevas variedades o cultivares de fréjol. Siendo el presente estudio el primer esfuerzo para llenar ese vacío, para ello se procedió a identificar genotipos de fréjol que, al ser evaluados en esta zona, presenten un comportamiento superior con relación a las variedades locales o que tradicionalmente son cultivadas. Los genotipos de fréjol arbustivo evaluados corresponden a diferentes clases comerciales por color de grano como: rojo moteado y amarillo, que a su vez sean más resistentes al ataque de enfermedades y productivamente mejores. Los genotipos evaluados provienen del Programa de Leguminosas del INIAP.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

## **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la adaptabilidad de 20 variedades y líneas promisorias de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) generadas por el INIAP en la zona de Intag.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar los niveles de resistencia a las principales enfermedades de las línea(s) o variedades promisorias de fréjol arbustivo, en la zona de Intag.
- Evaluar los componentes del rendimiento de las líneas promisorias o variedades de fréjol arbustivo en la zona en estudio.
- Seleccionar las mejores variedades y líneas promisorias de fréjol arbustivo en la zona de Intag por su comportamiento agronómico y adaptabilidad.
- Aportar al mejoramiento de la productividad del cultivo de fréjol en la zona de Intag.

El trabajo de investigación tubo una duración de 4 meses, iniciando en Mayo del 2007 y culminando en Agosto del mismo año.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE FRÉJOL

#### 2.1.1. Origen

Allard (1960) manifiesta que México ha sido aceptado como el más probable centro de origen, o al menos, como el centro de diversificación primaria. El cultivo de fréjol era conocido por lo menos unos 5 000 años antes de la era cristiana.

Sin embargo de acuerdo a Voysest (2000), en Perú los restos más antiguos encontrados, según la prueba de carbono 14, reflejan una antigüedad de  $7\ 680 \pm 280$  a  $10\ 000 \pm 300$  años a.C., donde se encontró aproximadamente 30 especímenes de fréjol de grano rojo - marrón oscuro, rojo oscuro y moteados, de diversas formas.

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica

Según Zimmermann (1988), la clasificación taxonómica del fréjol es

**REINO:** Plantae

**DIVISION:** Magnoliofitas

**CLASE:** Magnoliopsida (Dicotiledóneas)

**ORDEN:** Fabales

**FAMILIA:** Papilionaceae (Leguminosas)

**GENERO:** *Phaseolus*

**ESPECIE:** *vulgaris* LINNEO

**NOMBRE CIENTIFICO:** *Phaseolus vulgaris* L

### **2.1.3. Morfología**

#### **2.1.3.1. Raíz**

En los primeros estados de crecimiento, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual luego se convierte en la raíz principal o primaria, a partir de la cual aparecen las raíces secundarias y luego, de éstas las terciarias (Debouck *et al.*, 1984). La raíz de la planta de fréjol es fibrosa y presenta gran cantidad de nodulaciones, debido a la simbiosis bacteriana localizada en la corteza de las ramificaciones laterales (Ortubey y Aguilera, 1994).

#### **2.1.3.2. Tallo**

El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular. Puede ser erecto, semiprostrado o prostrado, se origina del meristema apical del embrión de la semilla (Debouck *et al.*, 1984). El tallo en la planta madura es aristado o cilíndrico y posee la médula hueca, cuya pared externa puede ser pubescente o lisa (Ruiz y Rincón, 1966). Al inicio de la fase reproductiva de la planta el tallo termina en una

inflorescencia (racimo) cuyas inserciones se desarrollan primero en flores y después en vainas (Debouck *et al.*, 1984).

#### **2.1.3.2.1. Hábito de crecimiento**

Shoohoven (1987) define este concepto morfoagronómico como el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final. Así mismo clasifica lo clasifica de acuerdo al tipo de desarrollo de la parte terminal de tallo. Y su clasificación es la siguiente:

##### **Hábito determinado:**

Ia: tallo y ramas fuertes y erectos.

Ib: tallo y ramas débiles.

##### **Hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas erectos:**

IIa: sin guías.

IIb: con guías y habilidad para trepar.

##### **Hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas débiles rastreros:**

IIIa: guías cortas sin habilidad para trepar.

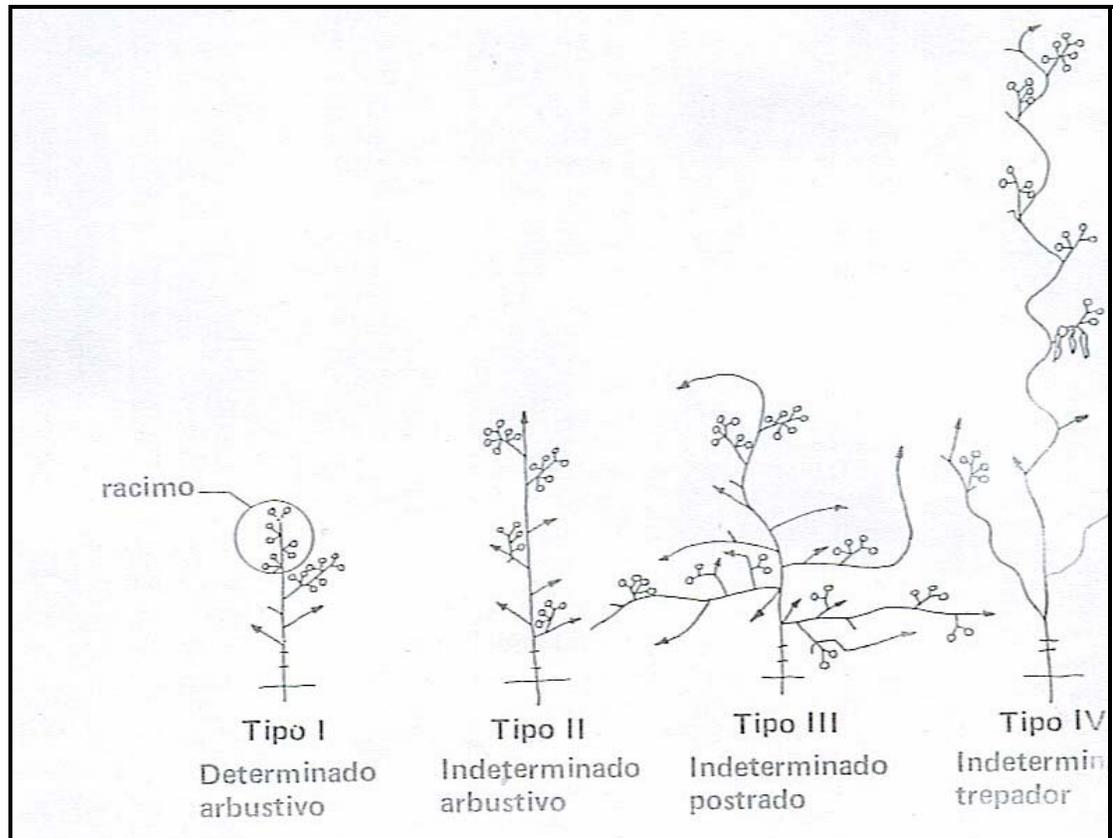
IIIb: guías largas con capacidad para trepar.

**Hábito de crecimiento voluble**, con tallo y ramas débiles, largos y torcidos:

IVa: vainas distribuidas por toda la planta.

IVb: vainas concentradas en la parte superior de la planta.

No siempre se usa la subdivisión de cada hábito de crecimiento en a y b.



**Figura 1. Tipos de Hábito de crecimiento del fréjol**

### **2.1.3.3. Hojas**

La planta de fréjol posee hojas simples y compuestas, insertadas en los nudos del tallo y ramas, las hojas simples sólo aparecen en el primer estado de crecimiento de la planta y se acomodan en el segundo nudo del tallo; las hojas compuestas son trifoliadas

de diversos tamaños (Ortube y Aguilera, 1994). Los folíolos de las hojas son acuminados y asimétricos, de forma alargada a triangular. Las hojas siempre están asociadas con estípulas presentes en los nudos, a nivel de las hojas primarias son bífidas.

#### **2.1.3.4. Flor**

La flor es hermafrodita, zigomorfa, papilionácea, de colores variados; los órganos masculinos y femeninos se encuentran encerrados en una envoltura floral, ofreciendo pocas posibilidades para el cruzamiento entre variedades; la polinización ocurre uno o dos días antes de la apertura de las envolturas florales (Debouck *et al.*, 1984). La flor comprende dos estados de desarrollo: botón floral y flor abierta, el primero presenta una envoltura de bracteolas de forma ovalada o redonda, al abrirse la flor estas bracteolas cubren solo el cáliz. La flor presenta simetría bilateral, y su morfología favorece la autopolinización (Ortube y Aguilera, 1994).

#### **2.1.3.5. Fruto**

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen de un ovario comprimido. Las valvas se unen por dos suturas: una dorsal y otra ventral. Los óvulos, futuras semillas están adheridos alternadamente a la sutura ventral y por ende alternan en las dos valvas (Debouck *et al.*, 1984).

### 2.1.3.6. Semilla

La semilla se origina de un óvulo campilotropo, no posee albumen, por lo que sus reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. En base a materia seca el 9 % representa la testa o cubierta, los cotiledones representan un 90 %, siendo el 1 % correspondiente al embrión (Debouck *et al*, 1984). La semilla en el fréjol común tiene diferentes formas desde esférica hasta casi cilíndrica, su coloración externa también varía mucho, de negro a blanco y pasa prácticamente por todos los colores y puede ser uniforme, jaspeada, punteada o manchada (Ruiz y Rincón, 1966). Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de variedades de fréjol como consecuencia de la gran diversidad genética que existe dentro de esta especie (Brauer ,1969).

### 2.1.3.4 Etapas fenológicas del cultivo

En el sistema de evaluación estándar de germoplasma de fréjol se utilizan las etapas de desarrollo del Cuadro 1.

**Cuadro 1. Etapas fenológicas del cultivo de fréjol**

<b>ETAPA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
V0	Germinación: absorción de agua por la semilla; emergencia de la radícula y su transformación en raíz primaria.
V1	Emergencia: los cotiledones aparecen a nivel del suelo y empiezan a separarse. El epicótilo comienza su desarrollo.
V2	Hojas Primarias: hojas primarias totalmente abiertas.
V3	Primera hoja trifoliada: se abre la primera hoja trifoliada y

	aparece la segunda hoja trifoliada.
V4	Tercera hoja trifoliada: se abre la tercera hoja trifoliada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas.
R5	Prefloración: aparece el primer botón floral o el primer racimo. Los botones florales de las variedades determinadas se forman en el último nudo del tallo o de la rama. En las variedades indeterminadas los racimos aparecen primero en los nudos más bajos.
R6	Floración: se abre la primera flor.
R7	Formación de vainas: aparece la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud.
R8	Llenado de las vainas: comienza a llenarse la primera vaina (crecimiento de la semilla). Al final de la etapa, las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrar las características de la variedad. Se inicia la defoliación.
R9	Madurez fisiológica: las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad

V= vegetativa; R= reproductiva

Cada etapa comienza cuando el 50 % de las plantas muestran las condiciones que corresponden a la descripción de la etapa.

FUENTE: Fernández *et al.* 1982 (CIAT)

## 2.2. CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS ÓPTIMAS PARA EL CULTIVO

### 2.2.1. Clima

#### 2.2.1.1. Altitud

De acuerdo con Peralta *et al.* (1998), el fréjol se adapta bien a altitudes de 1 000 a 2 500 m s.n.m en la sierra ecuatoriana, mientras que en áreas de los valles y de estribaciones de las cordilleras lo hace a altitudes de 800 a 1 200 m s.n.m.

### **2.2.1.2. Temperatura**

La temperatura ideal para el desarrollo de la planta de fréjol es en promedio 21 grados Celsius. La ocurrencia de bajas temperaturas interfiere su desarrollo, inhibiendo y retardando el crecimiento, mientras elevadas temperaturas en combinación con humedad relativa superior al 85 %, favorecen la aparición de diversas enfermedades. En general el fréjol no soporta heladas ni temperaturas superiores a 35 grados Celsius (Ortubé y Aguilera, 1994).

### **2.2.1.3. Precipitación**

De acuerdo con Peralta *et al.* (1998), la planta de fréjol en su ciclo de cultivo requiere de 300 a 700 mm de precipitación.

## **2.2.2. Suelo**

### **2.2.2.1. pH**

El fréjol se desarrolla mejor en suelos con pH de 6.5 a 7.5, rango en el cual la mayoría de nutrientes de la planta se encuentran en su máximo grado de disponibilidad. Sin embargo, el fréjol puede tolerar bajos niveles de pH entre 4.5 y 5.5, pero a niveles inferiores, generalmente se presenta toxicidad por aluminio y / o manganeso. En suelos

alcalinos, el fréjol puede tolerar niveles de pH, alrededor de 8.2 (Schawartz y Galvez, 1980).

#### **2.2.2.2. Textura**

El cultivo de fréjol se produce bien en suelos francos o franco arenosos, debiendo evitar el desarrollo del cultivo en suelos salinos (Vásquez *et al.*, 1992).

### **2.3. MANEJO DEL CULTIVO**

#### **2.3.1. Preparación del terreno**

Una adecuada preparación del suelo permitirá asegurar la germinación y mantener el terreno libre de malezas durante los primeros días del cultivo. El suelo debe quedar suelto y nivelado para evitar acumulaciones de agua (Ruiz y Rincón, 1966).

Jiménez *et al.* (1996) sugieren que la preparación del suelo puede consistir en un paso de arado y un paso de rastra posterior, para eliminar los terrones y finalmente el terreno debe ser surcado.

### **2.3.2. Siembra**

a) **Época:** En las zonas norte y sur del país la siembra se realiza culturalmente con el inicio de las lluvias, en las épocas de febrero a abril y septiembre a noviembre. En las estribaciones de cordillera occidental esta actividad se realiza en los meses de mayo a julio (Peralta *et al.*, 1998).

b) **Cantidad:** 90 a 110 kg por ha.

c) **Sistema:** Monocultivo

**Distancia entre surcos:** 60 a 70 cm.

**Distancia entre sitios:** 25 a 30 cm.

**Semillas por sitio:** 3 a 4.

Vásquez *et al.* (1992) recomiendan realizar la siembra sobre suelo en capacidad de campo, depositando la semilla en el talud inferior del surco, requiriéndose 100 kg de semilla por hectárea.

### **2.3.3. Fertilización**

La mayoría de los suelos, en donde se cultiva fréjol, requieren de la incorporación de fertilizantes químicos y/o abonos orgánicos para obtener una buena cosecha (Jiménez *et al.*, 1996). Además, sugieren que la fertilización se base en la recomendación del análisis de suelo del lote.

#### **2.3.4. Labores culturales**

El fréjol debe mantenerse libre de malezas durante los primeros 30 días siguientes a la germinación, caso contrario, habrá una reducción del rendimiento proporcional al número de días que permanezca enmalezado el cultivo (Ruiz y Rincón, 1966).

Peralta *et al.* (1998) sostienen que, en preemergencia se puede realizar el control de malezas mediante la aplicación de 1 kg de Afalón (Linuron) más 2 litros de Lazo (Alaclor) en 400 litros de agua por hectárea, sobre suelo húmedo. En post emergencia, se puede usar Flex (Fomesafen), 250 cc/200 l de agua, para malezas de hoja ancha (con 2 a 3 hojas verdaderas). No se debe aplicar en época de sequía.

Cuando no se realice el control químico en pre - emergencia es necesario una deshierba entre 12 y 21 días después de la siembra; posteriormente al inicio de la floración se debe realizar una deshierba y un ligero aporque (Vásquez *et al.*, 1992).

#### **2.3.5. Control de plagas y enfermedades**

Peralta *et al.* (1998) recomiendan aplicar pesticidas solamente cuando el nivel de población de las plagas pueda causar daño al cultivo. En el siguiente cuadro se detallan las principales plagas que atacan al cultivo de fréjol y su manejo, recomendaciones dadas por los mismos autores.

**Cuadro 2. Principales plagas que atacan al fréjol y su manejo según Peralta et al. (1998).**

<i>Plaga</i>	<b>Producto</b>		
	<b>Nombre genérico</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Dosis</b>
Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )	Lambda cihalotrina	Karate + Aplaud	500 cc/200 l de agua + 150 cc/200 l de agua
Trozador ( <i>Agrotys</i> sp.)	Endosulfán	Thiodan	500 cc / 200 l de agua.
Lorito verde ( <i>Empoasca kraemeri</i> )	Carbaryl	Sevin	300 cc / 200 l de agua
Barrenador de vainas ( <i>Epinotia aporema</i> )	Carbaryl	Sevin	300 cc / 200 l de agua
Gorgojo ( <i>Acanthoselides obtectus</i> )	Fosfamina	Gastoxin	1 tableta /50 kg de grano o semilla

Según, el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos - INIAP (2001), las principales enfermedades que afectan al cultivo de fréjol son antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus*) y oidium (*Erysiphe polygoni*) y las plagas de mayor presencia son la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), trozadores (*Agrotys* sp), araña roja (*Tetranychus* sp), barrenador del tallo y vaina (*Epinotia aporema*) que afectan directamente a la planta, reduciendo sustancialmente la producción.

**Cuadro 3. Enfermedades comunes en el fréjol y su control.**

Enfermedad	Producto		
	Nombre genérico	Nombre comercial	Dosis
Roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> )	Oxicarboxin	Plantvax	200 g / 200 L de agua
Antracnosis ( <i>Colletotricum lindemuthianum</i> )	Carbendazin	Bavistin	200 g / 200 L de agua
Oidio ( <i>Erysiphe polygona</i> )	Azufre	Elosal	200 cc / 200 L de agua
Ascochyta ( <i>Phoma exigua</i> )	Hexaconazol	Anvil	200 cc / 200 L de agua
Añublo del halo ( <i>Pseudomonas phaseolícola</i> )	Kasugamicina	Kasumin	500 cc / 200 L de agua

FUENTE: Peralta *et al.*, 1998

### **2.3.6. Riego**

El número y frecuencia de riegos varía con el tipo de suelo, la variedad y las condiciones climáticas; en ausencia de lluvia puede ser necesario de 10 a 13 riegos por ciclo, es decir un riego cada ocho días aproximadamente, con énfasis en la floración y llenado de vainas (Peralta et al, 1998).

### **2.3.7. Cosecha**

La cosecha en vaina seca se debe realizar cuando las plantas hayan alcanzado completa madurez fisiológica, es decir cuando se encuentren completamente defoliadas, con un contenido de humedad en las semillas de 18 a 20% (Peralta *et al.*, 1998).

De acuerdo con Ruiz y Rincón (1966), la labor consiste en arrancar las plantas durante las primeras horas de la mañana, cuando se ha evaporado el rocío, para evitar que las vainas se abran y dejen caer sus granos. Las plantas se deben arrancar cuando ya han dejado de caer sus hojas y aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes de sus vainas se encuentran casi secas.

### **2.3.8. Trilla y almacenamiento**

La trilla se realiza por pisoteo de animales o por golpe sobre el piso utilizando varas de madera, cuando son cantidades producto de una o dos hectáreas, cuando sean cantidades superiores se recomienda el empleo de trilladoras (Peralta *et al.*, 1998).

El grano para consumo y la semilla se debe almacenar en lugares frescos (10-12°C) y secos, con 60 % de humedad relativa, libres de gorgojo y con humedad en el grano inferior al 13 % (Peralta *et al.*, 1998).

## **2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN FRÉJOL**

### **2.4.1 Métodos de Mejoramiento en Fréjol**

#### **2.4.1.1. Método por introducción y selección**

La introducción es la importación de material genético. Es considerado como un método de mejoramiento porque el estudio sistemático de los materiales importados puede producir los mismos beneficios que pueden ser logrados con métodos de mejoramiento convencionales. Para los programas de mejoramiento es económico y aconsejable evaluar variedades y líneas avanzadas provenientes de otros programas, porque es probable encontrar en estos materiales la base para aislar genotipos superiores mediante selecciones masales o individuales. Las introducciones también son utilizadas como reservas de germoplasma para trabajos de hibridación (Voyses y López, 1986).

En *P. vulgaris*, los métodos de selección tienen muy poca efectividad y solo se deben emplear en los casos que existan poblaciones de variedades nativas. Las cuales están formadas por mezclas de líneas puras. También los métodos de selección masal o individual se emplean en el mantenimiento de las variedades comerciales. El empleo de uno u otro método de selección dependen de las características genéticas que se desean seleccionar (Socorro y Martín, 1989).

#### **2.4.1.2. Método por Hibridación**

Este es el método más utilizado en fréjol, se emplea en forma de pedigree, del método poblacional y del método de retrocruzamiento en dependencia de los caracteres que se desean mejorar, que de forma general en el fréjol son numerosos y por tanto el método más empleado es el de pedigree clásico. Este método consiste en mejorar varios caracteres los cuales por lo general son transmitidos por herencia en parte cuantitativa y cualitativa (por ejemplo: el rendimiento y el tipo de crecimiento, la pigmentación o el tamaño de las semillas, la resistencia y otros caracteres); en muchos casos se puede determinar una sucesión oportuna de caracteres, los cuales deben ser sometidos a la selección en generaciones siguientes. En la primera generación segregante ( $F_2$ ) se selecciona con respecto a los caracteres cualitativos y los de heredabilidad alta. En las generaciones posteriores se ejecuta la selección de caracteres con heredabilidad mas baja y segregación más complicada, a esos caracteres pertenece el rendimiento (Pérez y Armin, 1991).

#### **2.4.1.3. Método Poblacional**

Este método tiene ventajas en el caso que se seleccione preferentemente con respecto al rendimiento y a otro carácter que pueda ser fácilmente seleccionado en  $F_2$ , para continuar después de esta generación, con generaciones sin selección y al final seleccionar por rendimiento (Cornide, 1993).

#### **2.4.1.4. Método por cruzamiento**

En el fréjol, además de los cruzamientos simples A x B, se pueden realizar también cruces múltiples (A x B) x (C x D) x....., en los cuales se puede volver a realizar cruces entre las F<sub>1</sub>. Estos cruces son recomendables en los casos que se quiera romper ligamentos (Socorro y Martín, 1989).

#### **2.4.1.5. Mejoramiento por Mutaciones**

Según Cornide (1993) un papel muy importante en *P. vulgaris*, puede tener también el mejoramiento por mutaciones. Esto es debido a la autogamia bastante estricta de la especie y a la alta mutabilidad de muchos caracteres de importancia económica, lo cual permite emplear la inducción de mutaciones como un complemento importante de los métodos de mejoramiento clásico.

Así mismo Cornide (1993), manifiesta que la inducción de mutaciones da sus mejores resultados cuando se quiere mejorar una variedad, la que sólo tiene algunos defectos como la falta de resistencia contra una u otra enfermedad, bajo contenido de proteína y tipo de crecimiento entre otros.

#### **2.4.2. Estabilidad del Rendimiento y Adaptabilidad**

Es lógico que una variedad o línea alcance su mejor comportamiento en un ambiente determinado y no necesariamente en todos los ambientes. El agricultor, por supuesto, está interesado en la variedad que le rinde mejor en su ambiente. El mejorador, sin embargo, está interesado en seleccionar los materiales que no sólo se comportan bien en un ambiente determinado sino que exhiban las menores fluctuaciones cuando el ambiente cambia. Estas situaciones comprenden lo que se ha llamado la “estabilidad”. El agricultor lógicamente está sólo interesado en lo que de una manera convencional se denomina estabilidad temporal, i.e., aquella que se refiere al comportamiento de las variedades con respecto al cambio de los factores ambientales en el tiempo en una localidad determinada. A los mejoradores, en cambio les preocupa además la llamada estabilidad espacial, conocida también como adaptabilidad, que se refiere al comportamiento de los genotipos con respecto a los factores ambientales que cambian de una localidad a otra. Para probar la estabilidad y adaptabilidad de los productos de una introducción, se pueden emplear cualquiera de estas dos formas de evaluación: rotar los materiales cada semestre en localidades distintas o llevar a cabo una evaluación simultánea (Voyses y López, 1986).

#### **2.5. SITUACIÓN ACTUAL DEL FRÉJOL EN EL ECUADOR**

En el Ecuador el consumo per capita se encuentra entre 2,2- 2,3 en kg/año (FAO, 2003). El cultivo de fréjol constituye actualmente el 0,84 % del total de la

superficie arable en el Ecuador, de las que se logran rendimientos en promedio del orden de las 0,20 TM/ha en lo que a grano seco se refiere, mientras que en verde los rendimientos alcanzan las 0,62 TM/ha (SICA-MAG-INEC, 2002). En el cuadro 4 se detalla la superficie cultivada en el Ecuador de fréjol tanto de tipo arbustivo como voluble.

**Cuadro 4. Superficie cultivada de fréjol arbustivo y voluble en el Ecuador**

<b>Cultivos Transitorios</b>		<b>Superficie Sembrada (ha)</b>	<b>Superficie Cosechada (ha)</b>	<b>Producción (TM)</b>
<b>Fréjol Seco</b>	Solo	19 438	17 261	8 509
	Asociada	85 689	72 528	9 541
<b>Fréjol Tierno</b>	Solo	4 941	4 297	5 296
	Asociada	11 523	9 274	3 152

Fuente: SICA-MAG-INEC, 2002

Las zonas productoras de fréjol arbustivo se localizan en la costa, en los valles, y las estribaciones de la cordillera. Las altitudes oscilan entre 200 y 2 000 m en la costa y entre 1 000 y 2 500 m en valles y entre los 800 y 1 200 m en las estribaciones según se describe en el Cuadro 5 (SICA-MAG-INEC, 2002).

**Cuadro 5. Zonas productoras de fréjol arbustivo en el Ecuador.**

<b>PROVINCIA</b>	<b>VALLES</b>	<b>ESTRIBACIONES DE CORDILLERA</b>	<b>AREAS</b>
Guayas	-----	-----	Cuenca baja del Guayas
Los Ríos	-----	-----	
Carchi	Chota y Mira	-----	
Imbabura	Chota	Intag	
Pichincha	Tumbaco	Nor occidente de Pichincha	
Tungurahua	Patate	-----	
Chimborazo		Pallatanga, Huiara	
Bolívar	-----	Chillanes, Guaranda	
Azuay	Gualaceo y Yunguilla	-----	
Loja	Vilcabamba, Catamayo, Malacatos y Loja	-----	

Fuente; Peralta *et al.* (2001).

Actualmente se siembra en los Valles del Chota y Mira, estribaciones de Intag y Pallatanga, con una amplia área de producción (Peralta *et al.*, 2001).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. UBICACIÓN POLÍTICA

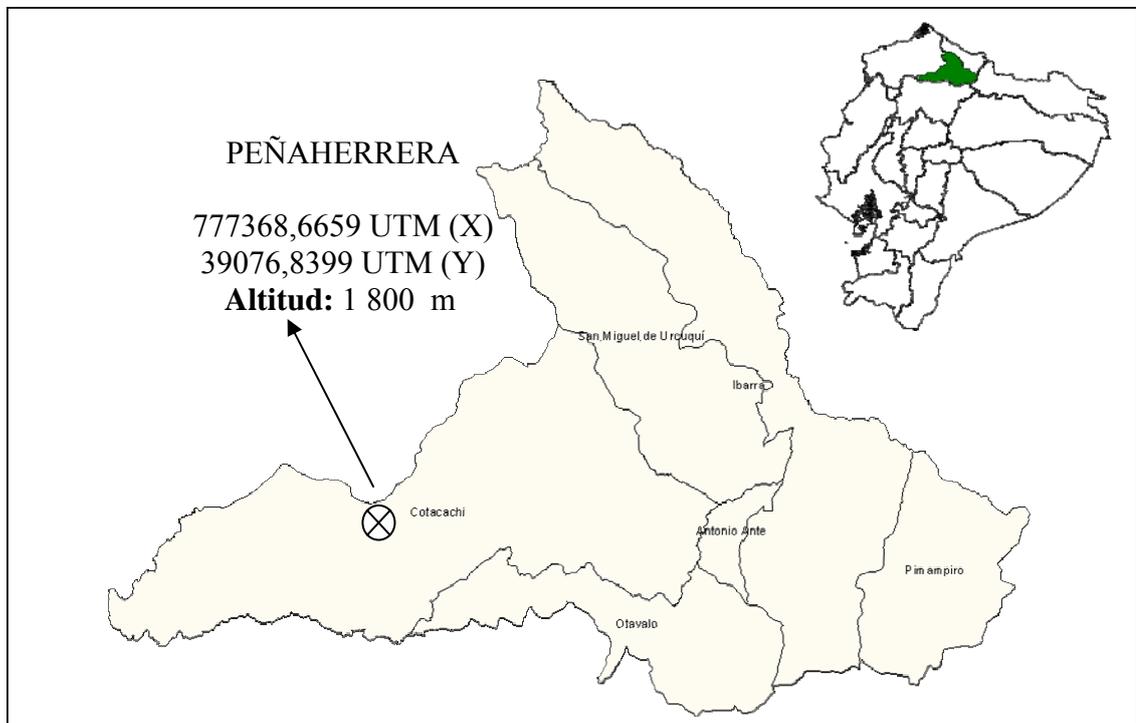
**Provincia:** Imbabura

**Cantón:** Cotacachi

**Zona:** Intag

**Parroquia:** Peñaherrera

#### 3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA



**Figura 2. Ubicación geográfica de Peñaherrera, Imbabura.**

#### 3.3. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS

**pH del suelo:** 5,40

**Declive:** 2 – 3%

**Drenaje:** Moderadamente bien drenado

**Textura del suelo:** Franco limoso (Ver Anexo 1: Análisis de Suelo)

**Temperatura media:** 17 °C

**Precipitación anual:** 1 284,6 mm (Estación fundación Ayuda en Acción-PRODECI)

### **3.4. MATERIALES**

Semilla de 20 genotipos de fréjol	Piolas
Insecticidas	Cámara digital
Balanza	Estacas
Flexómetro	Martillo
Recipientes	Libro de campo
Materiales de escritorio.	Lupa
Palas, azadón.	Tractor
Sacos (costales)	Machete
Cinta métrica	Bomba de fumigación

### **3.5. MÉTODOS**

#### **3.5.1. Factores en estudio**

El factor en estudio para el trabajo de investigación fueron los 20 genotipos (variedades y líneas promisorias) de fréjol.

En el siguiente Cuadro se presentan los 20 genotipos con su hábito de crecimiento, color de grano y origen.

**Cuadro 6. Características de genotipos de fréjol evaluados en el Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Grupo	Genotipo	Hábito de crecimiento	Color de grano	Origen
G1	AND 1005	Tipo II	Rojo moteado	SUG26 x CAL82
G1	PJ – 1	Tipo II	Rojo moteado	(Paragachi x JE. MA.) P1
G1	ARME 2	Tipo II	Rojo moteado	Paragachi x (AND1005 x Paragachi)
G1	TP 6	Tipo II	Rojo moteado	Selecc: 1308/Redhawk/Red hawk/JEMA/ParagachixParagachi
G1	ARME 2 BC2 F3 S143	Tipo II	Rojo moteado	Selección 1308/Red hawk/Red hawk/JEMA/ARME2 X ARME2
G1	PARAGACHI (testigo)	Tipo II	Rojo moteado	BAT 1274 * (Pompadour Mocana * Guanajuato 31)
G2	TRM1	Tipo I	Rojo moteado	Selección: 1308/Red hawk/Red hawk/JEMA/YunguillaxYunguilla.
G2	YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	Tipo I	Rojo moteado	Selección 1308/Red hawk/Red hawk/JEMA/YunguillaxYunguilla
G2	SURCO 23	Tipo I	Rojo moteado	(Yunguilla x Mil Uno) S23
G2	I-424 CONCEPCION	Tipo I	Rojo moteado	Colecta realizada en 1996 en la localidad El Inca, en Pimampiro, Imbabura
G2	I-414 YUNGUILLA	Tipo I	Rojo moteado	ICA 24, ICA 10009 y la variedad Mulato Gordo
G2	YUNGUILLA x POA 10-6	Tipo I	Rojo moteado	Yunguilla x Poa 10 p6
G2	(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	Tipo I	Rojo moteado	Retrocruzamiento:(Concepción x (G916xConcepción) F1) P1.
G2	T29	Tipo I	Rojo moteado	Yunguilla * (ARME 6 * Catrachita) s86 p5
G2	T2	Tipo I	Rojo moteado	Yunguilla * (Catrachita * Concepción) s12 p3
G2	CATIO (testigo local)	Tipo I	Rojo moteado	Variedad criolla de la localidad
G3	INIAP 420 Canario Del Chota	Tipo I	Amarillo	CAP 9 * CANARIO BOLA
G3	INIAP 423 Canario	Tipo I	Amarillo	CAP 9 y canario bola
G3	Surco 26 P1	Tipo I	Amarillo	ACE1 x (Cocacho x San Antonio) S26P1
G3	Canario bola Pallatanga (Testigo)	Tipo I	Amarillo	Proviene de Perú y es una variedad ampliamente empleada en la localidad Pallatanga

### **3.5.2. Procedimiento**

#### **3.5.2.1. Diseño Experimental**

##### **3.5.2.1.1. Tipo de Diseño**

El diseño que se utilizó para la investigación fue el de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo grupal, donde el fréjol rojo moteado de habito dos con 6 tratamientos representó el primer grupo, el rojo moteado de habito uno con 10 tratamientos el segundo grupo y los canarios habito uno con 4 tratamientos el tercer grupo.

##### **3.5.2.1.2. Número de repeticiones**

Tres repeticiones.

#### **3.5.2.2. Características de las unidades experimentales**

##### **3.5.2.2.1. Número**

El número de unidades experimentales utilizadas fueron 60 (20 tratamientos x 3 repeticiones).

### 3.5.2.2.2. Área del ensayo

Área unidad experimental: 9 m<sup>2</sup>.

Largo: 5 m

Ancho: 1,80

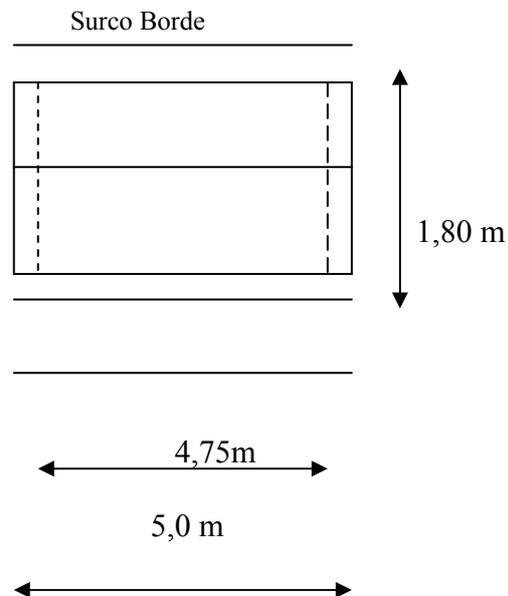
Área total del experimento: 642 m<sup>2</sup>.

Forma: Rectangular

### 3.5.2.2.3. Parcela neta

Fue establecido un surco borde por cada bloque, lo que permitió que las parcelas se hallen en competencia completa.

Esquema de la parcela neta



$$4,75 * 0,6 = 2,85 \text{ m}^2 \times 3 \text{ surcos} = 8,55 \text{ m}^2 \text{ parcela neta} \times 60 \text{ parcelas} = 513 \text{ m}^2$$

de parcela neta.

#### 3.5.2.2.4. Distancia de siembra:

Longitud del surco: 5 m

Número de surcos por parcela: 3

Distancia entre surcos: 0,6 m

Distancia entre plantas: 0,25 m

Semillas por sitio: 3

Sitios de siembra por surco: 21

Semillas por parcela total: 189

Semillas por parcela neta: 171

#### 3.5.2.3 Análisis estadístico

**Cuadro 7. Esquema del análisis de varianza**

<b>F de V</b>	<b>GL</b>
TOTAL	59
REPETICIÓN	2
TRATAMIENTOS	(19)
ENTRE GRUPOS	2
G1 Vs G2, G3	1
G2 Vs G3	1
DG1	5
DG2	9
DG3	3
ERROR	38

### 3.5.2.3.1. Coeficiente de variación

$$CV \% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{\chi}} \times 100$$

Donde: CMe = Cuadrado Medio del Error.

$\bar{\chi}$  = Media General del Experimento.

CV = Coeficiente de Variación en %.

### 3.5.2.3.2. Análisis funcional

Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos, entre grupos, dentro de grupo uno, dentro de grupo dos y dentro de grupo tres.

### 3.5.2.4. Análisis económico

En la presente investigación no se realizó el análisis económico del presupuesto parcial debido a que únicamente se realizaron pruebas preliminares de adaptabilidad de genotipos de fréjol.

Sin embargo con los rendimientos de la mejor línea o variedad se calculó los costos potenciales de producción para el valle de Intag (Ver anexo 2).

### **3.5.2.5. Datos a tomar y métodos de evaluación**

#### **3.5.2.5.1. Número de plantas emergidas (NPE)**

Este dato fue registrado a los 15 días después de la siembra de cada parcela neta.

#### **3.5.2.5.2. Días a la floración (DAF)**

Fue determinado visualmente el número de días tras la siembra, en el que el 50 % de las plantas de cada parcela se encontró en antesis floral (ver anexo 3).

#### **4.3.3.5.3. Adaptación (vigor)**

La evaluación se realizó cuando las plantas alcanzaron su máximo desarrollo, es decir en etapa de floración de acuerdo al Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Fréjol utilizada por el CIAT (1991) que es:

1- 3 Buena

4 – 6 Intermedia

7 – 9 Malo

Donde las variedades en estudio son comparadas frente a los testigos utilizados en las diferentes investigaciones, así:

Buena: plantas altas, abundante follaje, tallos firmes y gruesos.

Malo: plantas pequeñas, baja cantidad de follaje, tallos débiles y torcidos.  
(INIAP, 2004).

#### **3.5.2.5.4. Largo de raíz principal (LRP)**

De cada parcela fueron tomadas al azar seis plantas en etapa de floración. Las raíces fueron extraídas con una pala de desfonde y posteriormente fueron lavadas con agua corriente. Para la calificación del desarrollo de las raíces se utilizó la escala de Lynch *et al.*, (2006), que establece nueve grados y en la que 1= Raíces que presenten una longitud superior a 50 cm. y 9= raíces que presenten una longitud inferior a 10 cm.

#### **3.5.2.5.5. Número de raíces basales (NRB)**

La selección de la muestra, extracción y lavado de raíces fue realizada con el procedimiento empleado en la determinación del largo de la raíz principal. A las seis plantas utilizadas en la variable anterior se le determinó el número de raíces basales.

#### **3.5.2.5.6. Número de raíces adventicias (NRA)**

El procedimiento empleado para esta variable fue similar al empleado en las variables anteriores. A las seis plantas mencionadas les fue registrado el número de raíces adventicias (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.7. Número de días al envainamiento (NDE)**

Fue registrado visualmente el número de días desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas de cada parcela neta presentaron la primera vaina.

#### **3.5.2.5.8. Evaluación de la severidad de enfermedades (RAE)**

Fueron registrados los datos de reacción a Mancha Angular (*Phaeoisariopsis griseola*), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Mustia (*Thanatephorus cucumeris*) y Roya (*Uromyces appendiculatus*) de acuerdo a la escala del CIAT (1991), la cual establece:

1 a 3	Resistente
4 a 6	Intermedio
7 a 10	Susceptible

El registro de datos se realizó en etapa de floración y llenado de vainas de cada una de las variedades y líneas de fréjol (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.9. Número de días a la madurez fisiológica (DMF)**

Fue registrado visualmente el número de días desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas de cada parcela neta presentaron las valvas amarillas (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.10. Altura de planta (AP)**

De cada parcela fueron tomadas al azar 10 plantas en estado de madurez fisiológica. La altura fue medida desde la base de la planta hasta el ápice. Posteriormente fue calculado el promedio para cada parcela (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.11. Adaptación (carga)**

La evaluación se realizó cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica, de acuerdo al Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Fréjol utilizada por el CIAT (1991) que es:

1- 3 Buena (número elevado de vainas por planta, vainas gruesas y largas, completo llenado de semillas por vaina, semillas grandes y gruesas).

4 – 6 Intermedia.

7 – 9 Malo (poca cantidad de vainas por planta, vainas pequeñas y delgadas, vainas sin completo llenado de todas sus semillas, semillas muy pequeñas y delgadas).

#### **3.5.2.5.12. Número de días a la cosecha en seco (DCS)**

Fue determinado visualmente el número de días desde la siembra hasta la cosecha para grano seco. Cuando la planta alcanzó su completa madurez fisiológica, es decir, cuando se encontró totalmente defoliada y todas las vainas presentaron una coloración amarilla se realizó la cosecha (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.13. Número de vainas por planta (NVP)**

Fue determinado en 10 plantas tomadas al azar en cada parcela. Posterior al conteo se calculó el respectivo promedio (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.14. Tamaño de vaina (TV)**

De cada parcela fueron tomadas al azar 10 vainas. La medición fue realizada con una regla. Luego de esto fue calculado un promedio para cada parcela (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.15. Granos por vaina (GV)**

El número de granos por vaina fue registrado en el momento de la cosecha. Para ello, diez vainas, dentro de cada parcela, fueron seleccionadas al azar para el respectivo conteo. Los promedios correspondientes a cada parcela fueron calculados posteriormente (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.16. Peso de 100 semillas (P100S)**

Del grano seco (13 % de humedad) cosechado en cada parcela se tomaron al azar 100 semillas y fue registrado su peso en gramos con la ayuda de una balanza de precisión (ver anexo 3).

#### **3.5.2.5.17. Rendimiento en grano seco (RGS)**

Para el cálculo de esta variable se cosecharon todas las plantas de la parcela neta. Una vez realizada la trilla manual, se pesó individualmente y el valor obtenido (gramos) fue transformado posteriormente a kilogramos por ha.

#### **3.5.2.6. Métodos específicos del manejo del experimento**

##### **3.5.2.6.1. Preparación del suelo**

Esta práctica fue realizada con maquinaria y se procedió a dar un pase de arado, uno de rastra y finalmente el surcado del lote. Este tipo de práctica es la más común entre los agricultores de este valle (ver anexo 3).

##### **3.5.2.6.2. Diseño de Parcela**

Con la ayuda de piolas, estacas y martillo fueron replanteadas las diferentes parcelas de acuerdo a las repeticiones (ver anexo 3).

##### **3.5.2.6.3. Siembra**

Fue realizada manualmente con ayuda de espeques de madera propios del sector y a una profundidad aproximada de 4 cm. La siembra fue realizada el 12 de mayo del 2007 (ver anexo 3).

#### **3.5.2.6.4. Deshierba**

Procedimiento manual con azadón a los 15 días después de la siembra y un aporque a los 35 días después de la siembra (ver anexo 3).

#### **3.5.2.6.5. Etiquetado**

Se utilizaron etiquetas impresas a computadora y emplastadas (ver anexo 3).

#### **3.5.2.6.6. Control de plagas:**

Para controlar la única plaga que se presentó, la pinda o cucarroncitos de la hoja (*Diabrotica spp.*) se realizaron 2 aplicaciones de Lorsban (CLORPIRIFOS) a los 12 y 35 días después de la siembra (Ver anexo 4).

En esta investigación no se aplicaron funguicidas, porque uno de los objetivos planteados fue el de evaluar variedades o líneas que presentan resistencia a las principales enfermedades prevalentes en el valle de Intag (ver anexo 3).

#### **4.3.3.6.7. Fertilización**

Teniendo en cuenta que la totalidad de los agricultores de la zona no emplean fertilizantes por falta de recursos para adquirirlos y por el carácter participativo de la investigación, no se realizó fertilización de fondo, solo fueron realizadas dos

aplicaciones foliares de quelatos de Zinc, la primera en floración y la segunda en envainamiento (Ver anexo 4).

#### **4.3.3.6.8. Cosecha y trilla**

Esta actividad fue realizada en forma manual, arrancando las plantas para luego hacer parvas, secar al sol y proceder a la trilla. La trilla se realizó con varas y se sometió al golpeo las plantas cosechadas (ver anexo 3).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. NÚMERO DE PLANTAS EMERGIDAS

El análisis de varianza para el número de plantas emergidas a los 15 días después de la siembra (Cuadro 8), presentó diferencias altamente significativas para los tratamientos. Al desdoblar los grados de libertad de los tratamientos se observaron diferencias estadísticas altamente significativas entre grupos. El análisis de comparación grupal registró diferencias estadísticas altamente significativas entre hábitos de crecimiento (G1 vs. G2, G3) y dentro de los grupos se presentaron diferencias significativas al 5% y al 1% los genotipos de hábito I de grano rojo moteado (G2) y los genotipos de hábito I de grano amarillo (G3), respectivamente. La media general fue de 139,73 plantas por parcela neta y un coeficiente de variación de 15,30 %.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para número de plantas emergidas de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	395,617 <sup>ns</sup>
Tratamientos	19	1 505,56**
Entre grupos	2	3 736.,0 **
G1Vs.G2,G3	1	6 482,67 **
G2Vs.G3	1	990,53 <sup>ns</sup>
DG1	5	106,32 <sup>ns</sup>
DG2	9	1 259,11 *
DG3	3	3 089,63 **
Error	38	457,28
X (plantas/parcela)		139,73
CV (%)=		15,30

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5 % para grupos (Cuadro 9) determinó dos rangos, diferenciándose los materiales de hábito II con mayor número de plantas emergidas, respecto de los genotipos de hábito I.

**Cuadro 9. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para número de plantas emergidas (NPE) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	NPE
		Promedio
G1	Rojos – hábito II	156 b
G2	Rojos – hábito I	136 a
G3	Amarillos – hábito I	125 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

En el Cuadro 10, se observa que los genotipos de fréjol de hábito II no presentaron diferencias estadísticas y la germinación promedio superó las 140 plantas por parcela neta. Dentro de los fréjoles de grano rojo moteado de hábito I, la prueba de Tukey al 5 %, definió dos rangos, donde sobresalieron las líneas YUNGUILLA x POA 10-6 y T29 con más de 150 plantas germinadas y los genotipos con el menor número fueron YUNGUILLABC2F3S192P1 y CATIO (testigo local) con 100 y 101 plantas, respectivamente. Entre los genotipos de grano canario de hábito I, el SURCO 26 P1 alcanzó el promedio más alto con 158 plantas germinadas, superando al testigo, CANARIO BOLA PALLATANGA que obtuvo 145 plantas en promedio y la variedad INIAP 423 Canario presentó un promedio menor a 100 plantas por parcela.

La baja germinación de genotipos de grano amarillo hábito I fue afectada principalmente por las altas precipitaciones que se presentaron en la zona durante el mes de Mayo (203 mm), ya que estos poseen la cutícula de la semilla más delgada, razón por lo cual estos materiales deben ser tratados con mayor cuidado al momento de la siembra, lo que coincide con observaciones de Armas y Coronel (2006).

Los genotipos de grano rojo, por su coloración son más resistentes a ciertos hongos que se presentan en el suelo por exceso de humedad y como resultado presentan mayor número de plantas germinadas (CIAT, 1986).

Con respecto a la variedad local CATIO, su baja germinación se debe principalmente a la mala calidad de la semilla por el manejo inadecuado en poscosecha que realizan los agricultores de esta zona (INIAP, 2007).

**Cuadro 10. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de plantas emergidas de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIETADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	144 ab
PJ – 1	159 b
ARME 2	164 b
TP 6	156 b
ARME 2 BC2 F3 S143	157 b
PARAGACHI (testigo)	157 b
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	140 ab
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	100 a
SURCO 23	137 ab
I-424 CONCEPCION	130 ab
I-414 YUNGUILLA	136 ab
YUNGUILLA x POA 10-6	158 b
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	149 ab
T29	156 b
T2	150 ab
CATIO (testigo local)	101 ab
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	108 ab
INIAP 423 CANARIO	89 a
SURCO 26 P1	158 b
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	145 ab

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

#### **4.2. DÍAS A LA FLORACIÓN**

En el análisis de varianza para días a la floración (Cuadro 11), se observan diferencias altamente significativas para los tratamientos y diferencias estadísticas al nivel del 5 % para las repeticiones. Al desdoblar los grados de libertad de los tratamientos, diferencias estadísticas al nivel del 1 % se presentaron entre grupos y dentro de este la comparación G1 vs. G2, G3. Diferencias altamente significativas

fueron registradas dentro de todos los grupos. La comparación entre G2 y G3 resultó no significativa. La media general fue de 43,78 días por parcela neta con un coeficiente de variación de 0,68 %.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para días a la floración de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>F de V</b>	<b>G. L.</b>	<b>Cuadrado Medio</b>
Total	59	
Repetición	2	0,32*
Tratamientos	19	35,59**
Entre grupos	2	259,74 **
G1Vs.G2,G3	1	519,42 **
G2Vs.G3	1	0,06 <sup>ns</sup>
DG1	5	0,456**
DG2	9	9,574**
DG3	3	22,75**
Error	38	0,09
X (días)		43,78
CV (%)=		0,68

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5 % para grupos (Cuadro 12) determinó dos rangos, diferenciándose los materiales de hábito I con menor número de días a la floración, respecto de los genotipos de hábito II.

**Cuadro 12. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para días a la floración (DAF) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>Código</b>	<b>Grupo</b>	<b>DAF</b>
		<b>Promedio</b>
G1	Rojos – hábito II	48 b
G2	Rojos – hábito I	42 a
G3	Amarillos – hábito I	42 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 13), muestra dos rangos para los genotipos de fréjol de hábito II siendo los genotipos ARME 2, TP 6 y PARAGACHI (testigo) con 48 días los más precoces para floración, mientras el genotipo PJ – 1 con 49 días el más tardío. Dentro de los fréjoles de grano rojo moteado de hábito I, sobresalió la variedad INIAP 424 CONCEPCION con 37 días a la floración siendo la más precoz y el resto de genotipos incluido el testigo CATIO superaron los 42 días. Entre los genotipos de grano amarillo hábito I, la línea SURCO 26 P1 con un promedio de 38 días a la floración fue la más precoz y el resto de genotipos superaron los 42 días en promedio.

La diferencia presentada por los genotipos en días a floración está directamente influenciada por el hábito de crecimiento; los genotipos de hábito II emiten guías lo que provoca que su periodo de floración se alargue. Mientras que los genotipos de hábito I no emiten guías y terminan en una inflorescencia acortando así el periodo de floración (Shoonhoven, 1987). De forma tal que los genotipos más precoces en floración también lo son para días al envainamiento, días a madurez fisiológica y días a la cosecha.

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con los de Armas y Coronel (2006), donde los genotipos I-424 Concepción y Surco26p1 fueron los más precoces para días a floración en tanto que los genotipos de hábito II, fueron los más tardíos.

**Cuadro 13. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para días a la floración de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	48 h
PJ – 1	49 i
ARME 2	48 h
TP 6	48 h
ARME 2 BC2 F3 S143	48 h
PARAGACHI (testigo)	48 h
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	42 cd
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	43 ef
SURCO 23	42 cd
I-424 CONCEPCION	37 a
I-414 YUNGUILLA	43 ef
YUNGUILLA x POA 10-6	43 ef
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	41 c
T29	43 ef
T2	42 cd
CATIO (testigo local)	42 cd
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	44 g
INIAP 423 CANARIO	44 g
SURCO 26 P1	38 b
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	42 cd

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### **4.3. ADAPTACIÓN (VIGOR)**

El cuadro 14 muestra los promedios de vigor de los diferentes grupos de fréjol, los mismos que de acuerdo a la escala utilizada presentaron una buena e intermedia adaptación.

**Cuadro 14. Promedios para vigor de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	VIGOR
		Promedio (escala 1 – 9)
G1	Rojos - hábito II	3
G2	Rojos - hábito I	4
G3	Amarillos – hábito I	4

En el Cuadro 15, se presentan los promedios para vigor. Dentro del grupo de hábito II, los genotipos ARME 2, ARME2BC2F3S143 y TP 6 con un valor de tres de acuerdo a la escala 1 - 9 fueron los mejores en cuanto a vigor. Dentro de los fréjoles de grano rojo moteado de hábito I, la línea TRM1, SURCO 23 y (CONCEPCION X (G916 X CONCEPCION))-1 con un promedio de tres con respecto a la escala utilizada sobresalieron en vigor superando al testigo CATIO que presentó un vigor de cinco en promedio. Entre los genotipos de grano amarillo hábito I, la variedad Canario bola pallatanga (Testigo) presentó el mejor vigor (3, escala).

Al analizar la escala de vigor utilizada según el CIAT (1991) donde: 1 - 3 Buena, 4 – 6 Intermedia y 7 – 9 Malo, en términos generales, se puede dilucidar que el vigor de crecimiento presentado por todas las líneas y variedades se encuentra en una escala de buena a intermedia, determinando así que todos los genotipos se adaptaron a las condiciones del valle de Intag.

**Cuadro 15. Promedio para vigor de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIETADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio (escala)</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	4
PJ – 1	4
ARME 2	2
TP 6	2
ARME 2 BC2 F3 S143	3
PARAGACHI (testigo)	3
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	2
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	4
SURCO 23	3
I-424 CONCEPCION	4
I-414 YUNGUILLA	4
YUNGUILLA x POA 10-6	4
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	3
T29	4
T2	4
CATIO (testigo local)	5
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	5
INIAP 423 CANARIO	4
SURCO 26 P1	4
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	3

#### 4.4. NÚMERO DE RAICES BASALES

De acuerdo al análisis de varianza, diferencias significativas al 5% para tratamientos, entre grupos, la comparación G1 vs. G2, G3 y dentro de G2 fueron detectadas (Cuadro 16). Las restantes fuentes de variación no presentaron diferencias estadísticas. El promedio general registrado fue de 8,91 raíces basales por planta. El coeficiente de variación fue 22,53 %.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para número de raíces basales de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	4,67 <sup>ns</sup>
Tratamientos	19	8,87*
Entre grupos	2	14,01*
G1Vs.G2,G3	1	27,78*
G2Vs.G3	1	0,25 <sup>ns</sup>
DG1	5	4,97 <sup>ns</sup>
DG2	9	11,30*
DG3	3	4,62 <sup>ns</sup>
Error	38	4,03
X (n <sup>ro</sup> raíces/plantas)		8,91
CV (%)=		22,53

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

En el ADEVA presentado en el Cuadro 16, fueron detectadas diferencias estadísticas al 5% entre grupos; sin embargo, el análisis de separación de medias (Tukey al 5 %) no presentó diferencias para los diferentes grupos (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Promedios para número de raíces basales (NRB) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	NRB
		Promedio
G1	Rojos – hábito II	7.87
G2	Rojos – hábito I	9.41
G3	Amarillos – hábito I	9.23

Los genotipos que, presentaron un mayor número de raíces basales fueron los de grano rojo y amarillo hábito I, comparados con los hábitos II (Cuadro 18). Dentro del grupo de grano rojo hábito I sobresale la línea TRM1, con un promedio de 13,33 raíces basales por planta y T2 con 11,33 raíces basales por planta; mientras que la línea que presentó el menor número de raíces basales por planta fue SURCO 23, con 7,00. En cuanto a los genotipos de grano tipo canario de hábito I, la variedad I 423 CANARIO con un promedio de 11,00 presentó el mayor número de este tipo de raíces y la variedad I 420 CANARIO DEL CHOTA con un promedio de 8,10 raíces basales por planta, fue la que menos raíces de este tipo produjo.

De manera general, los genotipos de fréjol, con hábito de crecimiento tipo I, presentan una mayor producción de raíces basales que los genotipos que poseen hábito de crecimiento tipo II (CIAT, 1984).

La razón para que los genotipos de fréjol con hábito de crecimiento tipo I presenten mayor número de raíces basales se debe a que la mayor parte de cultivares tipo I fueron domesticados en la región andina, donde los niveles de fósforo disponible son muy bajos. Consecuentemente estos genotipos tuvieron que

desarrollar mayor cantidad de raíces para los perfiles superficiales del suelo (Lynch y Brown, 2001).

Los genotipos que fueron derivados de la variedad YUNGUILLA, como: SURCO 23 y YUNGUILLAxPOA10-6 presentaron un número bajo de raíces basales. Esto indica que YUNGUILLA no posee genes que favorecen a la producción de raíces basales, en cambio por lo observado en campo, estas raíces basales presentan muy buena ramificación, lo que ayuda a la adquisición de los minerales disponibles necesarios para la planta (INIAP, 2006).

Dentro de los genotipos de hábito II, se destacan las líneas ARME2 y ARME2BC2F3S143, con un promedio de 9.67 y 9.33 raíces basales por planta, respectivamente. No fue común en este ensayo encontrar parcelas de genotipos hábito II con un número de este tipo de raíces superior a 8, excepto los dos genotipos mencionados. Esto indica que dentro de las líneas mejoradas de hábito II existen genotipos con un potencial de producción de raíces basales superior (INIAP, 2006).

Los genotipos de grano amarillo hábito I no presentaron una amplia variabilidad en la producción de raíces basales (INIAP, 2007).

**Cuadro 18. Promedio y rangos (Tukey al 5 %) para número de raíces basales de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	7,00 a
PJ – 1	6,67 a
ARME 2	9,67 ab
TP 6	7,17 ab
ARME 2 BC2 F3 S143	9,33 ab
PARAGACHI (testigo)	7,40 ab
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	13,33 b
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	8,17 ab
SURCO 23	7,00 a
I-424 CONCEPCION	8,83 ab
I-414 YUNGUILLA	8,7 ab
YUNGUILLA x POA 10-6	7,40 ab
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	10,00 ab
T29	10,50 ab
T2	11,33 ab
CATIO (testigo local)	9,33 ab
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	8,10 ab
INIAP 423 CANARIO	11,00 ab
SURCO 26 P1	9,00 ab
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	8,83 ab

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

#### 4.5. NÚMERO DE RAICES ADVENTICIAS

El análisis de varianza para número de raíces adventicias presentó diferencias altamente significativas para tratamientos, la comparación G1 vs. G2, G3 y dentro de G1. Mientras que diferencias al 5% fueron detectadas entre grupos (Cuadro 19). Las restantes fuentes de variación no presentaron diferencias estadísticas. El promedio general registrado fue de 12,94 raíces adventicias por planta. El coeficiente de variación fue 18,79 %.

**Cuadro 19. Análisis de varianza para número de raíces adventicias de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	10,72 <sup>ns</sup>
Tratamientos	19	15,65 <sup>**</sup>
Entre grupos	2	26,25 <sup>*</sup>
G1Vs.G2,G3	1	51,40 <sup>**</sup>
G2Vs.G3	1	1,10 <sup>ns</sup>
DG1	5	29,08 <sup>**</sup>
DG2	9	9,63 <sup>ns</sup>
DG3	3	4,24 <sup>ns</sup>
Error	38	5,91
X (n <sup>ro</sup> raíces/plantas)		12,94
CV (%)=		18,79

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5 % para grupos (Cuadro 20) determina dos rangos, diferenciándose los genotipos de hábito I con mayor número raíces adventicias por planta, respecto de los genotipos de hábito II.

**Cuadro 20. Promedios y rangos (Tukey al 5 %) para número de raíces adventicias (NRA) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	NRA
		Promedio
G1	Rojos – hábito II	11.53 a
G2	Rojos – hábito I	13.65 b
G3	Amarillos – hábito I	13.29 ab

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

En el ADEVA presentado en el Cuadro 19, no fueron detectadas diferencias estadísticas dentro del grupo G2 y G3; sin embargo, en el Cuadro 21 se observa que sobresalen dentro del grupo de grano rojo hábito I las líneas TRM1, T29, YUNGUILLABC2F3S192P1, (CONCEPCION X (G916 X CONCEPCION))-1 y la variedad I-414 YUNGUILLA con 15,00 raíces adventicias por planta en promedio; mientras que, la línea que alcanzó el menor promedio de raíces adventicias por planta fue T29 con 10,17. En cuanto a los genotipos de grano amarillo hábito I, la variedad que presentó el mayor número de raíces adventicias fue CANARIO BOLA PALLATANGA (testigo) con 15,00; en tanto la línea SURCO 26 mostró el menor número de este tipo de raíces con 12,33. El análisis de separación de medias (Tukey al 5 %) exhibió dos rangos para los diferentes genotipos de grano rojo hábito II, donde la línea AND 1005 con 15,00 raíces adventicias por planta obtuvo el mayor número, seguida por la línea ARME 2 con 14,33 raíces adventicias y por el contrario la línea TP6 presentó el menor número de estas raíces por planta con 6,50.

La producción de raíces adventicias esta asociada a la presencia de patógenos en el suelo o a la falta de nutrientes en el mismo; sin embargo, se ha observado una gran variabilidad en la capacidad de producción de raíces adventicias dentro del germoplasma de fréjol (Lynch y Brown, 2001).

En este sentido, genotipos como AND1005, TRM1, T29, YUNGBBC2F3S143 y (CONC X (G916 X CONCEP))-1 con una producción de 15 raíces adventicias en promedio por planta, presentan los valores más altos de producción de las raíces, independientemente del hábito de crecimiento al que pertenecen. Lo que coincide con observaciones anteriores (Lynch y Brown, 2001 y Lynch *et al.*, 2006) en donde el hábito de crecimiento no tiene relación con la mayor o menor producción de raíces adventicias. Esto indica que no existe ligamiento genético entre hábito de crecimiento y producción de este tipo de raíces, facilitándose el mejoramiento genético para determinado hábito de crecimiento.

**Cuadro 21. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de raíces adventicias de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	15,00 b
PJ – 1	12,33 ab
ARME 2	14,33 b
TP 6	6,50 a
ARME 2 BC2 F3 S143	10,00 ab
PARAGACHI (testigo)	11,00 ab
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	15,00 b
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	15,00 b
SURCO 23	14,33 b
I-424 CONCEPCION	11,33 ab
I-414 YUNGUILLA	15,00 b
YUNGUILLA x POA 10-6	13,33 ab
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	15,00 b
T29	15,00 b
T2	10,17 ab
CATIO (testigo local)	12,33 ab
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	13,17 ab
INIAP 423 CANARIO	12,67 ab
SURCO 26 P1	12,33 ab
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	15,00 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

#### **4.6. LARGO DE RAIZ PRINCIPAL**

El Cuadro 22 muestra que los genotipos que pertenecen al grupo de grano rojo hábito II y grano amarillo hábito I poseen la raíz principal más profunda, respecto de los genotipos de grano rojo hábito I.

**Cuadro 22. Promedios para largo de raíz principal de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	NRB
		Promedio
G1	Rojos – hábito II	4,94
G2	Rojos – hábito I	5,33
G3	Amarillos – hábito I	4,92

El largo de la raíz principal fue relativamente similar entre los genotipos de fréjol. Sin embargo, los genotipos (CONCEPCION X (G916 X CONCEPCION))-1 y INIAP 423 Canario exhibieron una raíz más profunda. En cambio los genotipos SURCO 23 y Canario bola pallatanga presentaron una raíz mucho más superficial (Cuadro 23).

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con las observaciones de Lynch *et al.* (2006), donde se manifiesta que existe una competencia entre clases de raíces; así en este caso, los genotipos que produjeron abundante número de raíces basales, no desarrollaron una raíz principal profunda.

La raíz principal es la primera raíz que se forma, por lo tanto, también es la que posee el tejido más antiguo. Esto podría influir en las evaluaciones en etapa de floración, ya que quizás, la evaluación temprana en etapa de tercer trifolio podría ser completamente distinta (Falconí, 2007, Comunicación Personal). En etapa más temprana se podría identificar genotipos con la raíz más profunda y con una velocidad de crecimiento de raíz principal diferente.

**Cuadro 23. Promedio para largo de raíz principal de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	5,67
PJ – 1	4,83
ARME 2	4,67
TP 6	4,00
ARME 2 BC2 F3 S143	5,33
PARAGACHI (testigo)	5,17
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	4,17
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	5,33
SURCO 23	6,67
I-424 CONCEPCION	6,00
I-414 YUNGUILLA	5,83
YUNGUILLA x POA 10-6	6,00
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	3,67
T29	5,00
T2	5,00
CATIO (testigo local)	5,67
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	5,00
INIAP 423 CANARIO	4,00
SURCO 26 P1	4,33
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	6,33

#### **4.7. NÚMERO DE DÍAS AL ENVAINAMIENTO**

En el análisis de varianza para el número de días al envainamiento (Cuadro 24), diferencias altamente significativas fueron detectadas para los tratamientos. Al desdoblar los grados de libertad de los tratamientos, fueron encontradas diferencias

estadísticas al nivel del 1% entre los grupos. El análisis de comparación grupal registró diferencias estadísticas altamente significativas entre hábitos de crecimiento (G1 vs. G2, G3) y dentro de los grupos todos presentaron diferencias significativas. Las diferencias entre las restantes fuentes de variación no fueron estadísticamente significativas. La media general fue de 53,10 días con un coeficiente de variación de 1,14 %.

**Cuadro 24. Análisis de varianza para número de días al envainamiento de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	1,35 <sup>ns</sup>
Tratamientos	19	44,99**
Entre grupos	2	374,92**
G1Vs.G2,G3	1	749,82**
G2Vs.G3	1	0,02 <sup>ns</sup>
DG1	5	1,16*
DG2	9	5,05**
DG3	3	17,86**
Error	38	0,37
X (días)		53,10
CV (%)=		1,14

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5% para grupos (Cuadro 25) determinó dos rangos, diferenciándose los materiales de hábito I con menor número de días al envainamiento, respecto de los genotipos de hábito II.

**Cuadro 25. Promedios y rangos (Tukey al 5 %) para número de días al envainamiento (NDE) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	NDE
		Promedio
G1	Rojos – hábito II	58 b
G2	Rojos – hábito I	50 a
G3	Amarillos – hábito I	50 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

En el Cuadro 26, se observa que para los genotipos de fréjol de hábito II no se presentaron diferencias estadísticas y el número de días al envainamiento promedio superó los 58 días incluido el testigo. Dentro de los fréjoles de grano rojo moteado de hábito I, la prueba de Tukey al 5%, definió dos rangos, sobresaliendo la variedad I-424 CONCEPCION con 47 días como la más precoz y los restantes genotipos superaron los 50 días al envainamiento incluyendo el testigo local CATIO. Mientras que para los genotipos de grano canario de hábito I, la línea SURCO 26 P1 con un promedio de 47 días fue la más precoz comparada con el resto de genotipos que superan los 50 días al envainamiento, dentro de los cuales se encontró el testigo CANARIO BOLA PALLATANGA.

La diferencia presentada por los diferentes genotipos en días al envainamiento esta directamente influenciada por el hábito de crecimiento; los genotipos de hábito II emiten guías lo que provoca que su periodo de floración se alargue, y esto retarda los días al envainamiento. Mientras que los genotipos de hábito I no emiten guías y terminan en una inflorescencia acortando así el periodo de envainamiento (Shoonhoven, 1987). De tal manera que los genotipos más precoces en floración prevalecen también para días al envainamiento.

**Cuadro 26. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de días al envainamiento de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	58 e
PJ – 1	59 e
ARME 2	58 e
TP 6	58 e
ARME 2 BC2 F3 S143	58 e
PARAGACHI (testigo)	58 e
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	52 cd
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	52 cd
SURCO 23	51 bcd
I-424 CONCEPCION	47 a
I-414 YUNGUILLA	52 cd
YUNGUILLA x POA 10-6	51 bcd
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	50 b
T29	51 bcd
T2	51 bcd
CATIO (testigo local)	51 bcd
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	53 d
INIAP 423 CANARIO	52 cd
SURCO 26 P1	47 a
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	51 bcd

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### **4.8. ROYA**

En la primera evaluación los promedios de los diferentes grupos de fréjol (Cuadro 27) presentaron niveles de resistencia a roya, mientras que en la segunda evaluación los genotipos de grano rojo hábito I presentaron mayor resistencia que los genotipos de grano rojo hábito II y grano amarillo hábito I.

**Cuadro 27. Promedios para reacción a roya de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	ROYA	
		Promedios (escala 1-9)	
		Floración	Llena.Vaina
<b>G1</b>	Rojos - Hábito II	3	4
<b>G2</b>	Rojos - Hábito I	3	3
<b>G3</b>	Amarillos - Hábito I	3	4

En el Cuadro 28 se presentan los promedios de reacción a roya de los diferentes genotipos. Dentro del grupo de los genotipos de hábito II la línea PJ – 1 fue la más resistente, en tanto la variedad PARAGACHI (testigo) presentó un nivel intermedio alto de resistencia en las dos evaluaciones. Entre los genotipos de grano rojo hábito I las líneas YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1, YUNGUILLA x POA 10-6, (CONCEPCIONX(G916XCONCEPCION))-1 y TRM1 demostraron la mayor resistencia a este patógeno en las dos lecturas realizadas, mientras que la variedad INIAP 424 CONCEPCION mostró un nivel intermedio de resistencia, en tanto el testigo CATIO alcanzó niveles intermedios de reacción a este hongo. Dentro de los genotipos de grano amarillo hábito I la variedad CANARIO BOLA PALLATANGA (testigo) presentó niveles de susceptibilidad a la roya en las dos evaluaciones, mientras el resto mostró niveles de resistencia.

La resistencia genética de los diferentes genotipos a esta enfermedad se debe principalmente a que provienen de cruzas con padres resistentes a roya, realizados por fitomejoradores del Programa de Leguminosas y Granos Andinos (INIAP, 2002).

Por ejemplo, la resistencia genética de la línea PJ1 proviene del padre resistente INIAP 418 JEMA, de igual manera la resistencia de la línea SURCO26P1 proviene del progenitor “Cocacho” que posee alta resistencia a roya (INIAP, 2004).

El testigo, canario bola pallatanga presentó resultados que concuerdan con estudios realizados por el INIAP (2002), donde esta variedad fue totalmente susceptible a roya.

**Cuadro 28. Promedio para reacción a roya de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Tratamientos	Roya	
	Promedios (escala 1-9)	
	Floración	Llena.Vain
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>		
AND 1005	4	4
PJ – 1	1	2
ARME 2	3	4
TP 6	4	4
ARME 2 BC2 F3 S143	3	4
PARAGACHI (testigo)	6	6
<b>Rojos moteados Hábito I(G2)</b>		
TRM1	1	2
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	2	2
SURCO 23	3	4
I-424 CONCEPCION	4	5
I-414 YUNGUILLA	3	4
YUNGUILLA x POA 10-6	2	2
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	2	2
T29	3	4
T2	3	4
CATIO (testigo local)	4	4
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>		
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	1	2
INIAP 423 CANARIO	1	2
SURCO 26 P1	1	1
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	7	8

#### 4.9. ANTRACNOSIS

Los promedios para grupos (Cuadro 29) determinaron que todos los grupos alcanzaron niveles de resistencia a antracnosis en las dos evaluaciones realizadas.

**Cuadro 29. Promedios para reacción a antracnosis de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	ANTRACNOSIS	
		Promedios (escala 1-9)	
		Floración	Llena.Vaina
<b>G1</b>	Rojos - Hábito II	3	3
<b>G2</b>	Rojos - Hábito I	2	2
<b>G3</b>	Amarillos - Hábito I	3	3

En el Cuadro 30, los promedios de los diferentes genotipos de fréjol de hábito II, revelaron que la línea AND1005, ARME2 y ARME2BC2F3 S143 presentaron resistencia a antracnosis con valores de 1, 1 y 2 respectivamente, mientras que la línea TP6 con valores de 6 y 4 y la variedad Paragachi (testigo) con 5 presentaron niveles intermedios en las dos evaluaciones. Dentro de los genotipos de grano rojo y amarillo hábito I, todos los genotipos alcanzaron niveles de resistencia alta con valores de 1-3 en la escala 1-9, a excepción de las variedades INIAP 424 CONCEPCION y el testigo CATIO con valores de 4 en estado de floración.

La susceptibilidad de la variedad Paragachi y la línea TP6 detectada en este ensayo fue también observada por FALCONI (2002), lo cual ratifica que estos genotipos no poseen genes de resistencia a este hongo.

La resistencia presentada por el resto de genotipos es de carácter genético, mediante trabajos de fitomejoramiento realizados en el Programa de Leguminosas del INIAP.

**Cuadro 30. Promedio para reacción a antracnosis de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Tratamientos	Antracnosis	
	Promedios	
	Floración	Llena.Vain
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>		
AND 1005	1	1
PJ – 1	3	2
ARME 2	2	1
TP 6	6	4
ARME 2 BC2 F3 S143	2	2
PARAGACHI (testigo)	5	5
<b>Rojos moteados Hábito I(G2)</b>		
TRM1	1	1
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	1	1
SURCO 23	1	1
I-424 CONCEPCION	4	2
I-414 YUNGUILLA	1	1
YUNGUILLA x POA 10-6	2	1
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	2	1
T29	1	1
T2	1	1
CATIO (testigo local)	4	3
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>		
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	2	2
INIAP 423 CANARIO	3	3
SURCO 26 P1	2	2
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	3	3

#### 4.10. MUSTIA

Los promedios de los diferentes grupos (Cuadro 31) determinaron que todos los grupos tuvieron niveles intermedios altos de reacción a mustia en las dos evaluaciones.

**Cuadro 31. Promedios para reacción a mustia hilachosa de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	MUSTIA	
		Promedios (escala 1-9)	
		Floración	Llena.Vaina
G1	Rojos - Hábito II	5	6
G2	Rojos - Hábito I	5	6
G3	Amarillos - Hábito I	5	6

En el Cuadro 32, los promedios de los diferentes genotipos de fréjol, mostraron niveles de resistencia intermedia a susceptibles con valores de 4 – 7 en la escala 1 – 9 a excepción del genotipo PJ-1 que presentó resistencia intermedia baja en las dos lecturas realizadas con un valor de 4 en la escala 1 – 9.

La resistencia de la línea PJ1 a esta enfermedad es de carácter genético ya que el genotipo INIAP 418 JEMA que es uno de los padres de esta línea es genéticamente resistente a este hongo, lo que concuerda con la investigación realizada por INIAP (2007).

Así mismo INIAP (2007) señala que el resto de genotipos evaluados en la zona de Intag presentaron susceptibilidad a esta enfermedad lo que concuerda con este ensayo, donde todos los genotipos presentaron niveles intermedios - altos y susceptibilidad a esta enfermedad a excepción de PJ1.

**Cuadro 32. Promedio para mustia de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Tratamientos	Mustia	
	Promedios (escala 1-9)	
	Floración	Llena.Vain
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>		
AND 1005	5	6
PJ – 1	4	4
ARME 2	6	6
TP 6	5	6
ARME 2 BC2 F3 S143	6	6
PARAGACHI (testigo)	5	6
<b>Rojos moteados Hábito I(G2)</b>		
TRM1	4	5
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	5	6
SURCO 23	6	7
I-424 CONCEPCION	6	7
I-414 YUNGUILLA	5	7
YUNGUILLA x POA 10-6	5	6
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	6	6
T29	5	7
T2	6	7
CATIO (testigo local)	6	6
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>		
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	6	7
INIAP 423 CANARIO	6	6
SURCO 26 P1	5	6
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	5	6

#### 4.11. MANCHA ANGULAR

El cuadro 33 muestra los promedios de reacción a mancha angular de los diferentes grupos de fréjol donde de acuerdo a la escala utilizada (1 – 9) todos presentaron niveles intermedios de reacción a mancha angular.

**Cuadro 33. Promedios para reacción a mancha angular de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	MANCHA ANGULAR	
		Promedios (escala 1-9)	
		Floración	Llena.Vaina
G1	Rojos - Hábito II	4	5
G2	Rojos - Hábito I	4	5
G3	Amarillos - Hábito I	5	6

En el Cuadro 34, los promedios de los diferentes genotipos de fréjol, revelaron que dentro de los fréjoles de grano rojo hábito II, las líneas PJ1 y AND1005 mostraron niveles intermedios bajos de reacción a mancha angular y el resto de genotipos alcanzaron niveles intermedios altos de susceptibilidad. Dentro del grupo de grano rojo hábito I, las líneas YUNGUILLA x POA 10-6 (CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1 y en las dos evaluaciones realizadas presentaron niveles de resistencia, en tanto el resto de genotipos presentaron niveles intermedios altos y susceptibilidad a mancha angular incluido el testigo CATIO. Al analizar los fréjoles de grano amarillo hábito I, todos los genotipos evidenciaron niveles intermedios altos y de susceptibilidad a esta enfermedad.

La resistencia, en este caso, por parte de las líneas YUNGxPOA10-6 y (CONCx (G916xCONCEP))-1 se debe a los padres utilizados en estos cruces como es el caso del genotipo G916 y POA10, respectivamente, ya que poseen genes de resistencia a este hongo (INIAP, 2006).

Los resultados obtenidos en esta investigación ratifican lo encontrado por INIAP (2007), donde se evaluaron algunos de estos genotipos en la zona de Intag y la mayoría fueron susceptibles a esta enfermedad.

**Cuadro 34. Promedios para reacción a mancha angular de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Tratamientos	Mancha Angular	
	Promedios (escala 1-9)	
	Floración	Llena.Vain
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>		
AND 1005	3	4
PJ – 1	4	4
ARME 2	5	6
TP 6	5	5
ARME 2 BC2 F3 S143	5	5
PARAGACHI (testigo)	5	5
<b>Rojos moteados Hábito I(G2)</b>		
TRM1	4	6
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	5	5
SURCO 23	4	6
I-424 CONCEPCION	5	6
I-414 YUNGUILLA	4	6
YUNGUILLA x POA 10-6	4	4
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	2	3
T29	4	5
T2	5	6
CATIO (testigo local)	5	6
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>		
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	5	7
INIAP 423 CANARIO	5	6
SURCO 26 P1	6	7
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	5	6

#### 4.12. NÚMERO DE DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA

En el análisis de varianza para el número de días a la madurez fisiológica (Cuadro 35), diferencias altamente significativas fueron detectadas únicamente para los tratamientos. Al desdoblar los grados de libertad de los tratamientos, diferencias estadísticas al nivel del 1% se presentaron entre los grupos. El análisis de comparación grupal registró diferencias altamente significativas entre hábitos de crecimiento (G1 vs. G2, G3) como en la comparación (G2 vs. G3) y dentro de grupos evidenciaron diferencias significativas los genotipos de hábito I (G2 y G3). Las diferencias entre las restantes fuentes de variación no fueron estadísticamente significativas. La media general fue de 89,76 días con un coeficiente de variación de 0,31 %.

**Cuadro 35. Análisis de varianza para número de días a la madurez fisiológica de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	0,22 <sup>ns</sup>
Tratamientos	19	47,13**
Entre grupos	2	409,50**
G1Vs.G2,G3	1	812,81**
G2Vs.G3	1	6,19**
DG1	5	0,18 <sup>ns</sup>
DG2	9	4,80**
DG3	3	10,75**
Error	38	0,08
X (días)		89,76
CV (%)=		0,31

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5 % para grupos (Cuadro 36) determinó tres rangos, diferenciándose estadísticamente los materiales de grano amarillo hábito I con menor número de días a madurez fisiológica, respecto de los otros grupos.

**Cuadro 36. Promedios y rangos (Tukey al 5 %) para número de días a la madurez fisiológica (DMF) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	DMF
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	95 c
G2	Rojos - hábito I	88 b
G3	Amarillos – hábito I	87 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

En el Cuadro 37, la prueba de Tukey al 5 % para los diferentes genotipos de grano rojo hábito II, demostró que no se presentaron diferencias entre los genotipos de este grupo ya que todos tuvieron 95 días en promedio para la madurez fisiológica, siendo los más tardíos. Dentro de los fréjoles de grano rojo y amarillo hábito I la variedad I 424 CONCEPCIÓN y la línea SURCO 26 P1 con 84 días a madurez fisiológica fueron las más precoces; mientras que el resto de genotipos presentaron en promedio 88 días a la madurez fisiológica incluidos los testigos.

La diferencia presentada por los genotipos en días a la madurez fisiológica está directamente influenciada por el hábito de crecimiento; los genotipos de hábito II emiten guías lo que provoca que su periodo de floración y envainamiento se alargue, lo que retarda los días de madurez fisiológica. Mientras que los genotipos

de hábito I no emiten guías y terminan en una inflorescencia acortando así el periodo de floración y envainamiento (Shoonhoven, 1987). De tal manera que los genotipos más precoces en floración y envainamiento prevalecen también para días a madurez fisiológica.

**Cuadro 37. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de días a la madurez fisiológica de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIETADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	95 d
PJ – 1	95 d
ARME 2	95 d
TP 6	95 d
ARME 2 BC2 F3 S143	95 d
PARAGACHI (testigo)	95 d
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	88 c
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	88 c
SURCO 23	88 c
I-424 CONCEPCION	84 a
I-414 YUNGUILLA	88 c
YUNGUILLA x POA 10-6	88 c
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	88 c
T29	88 c
T2	88 c
CATIO (testigo local)	88 c
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	88 c
INIAP 423 CANARIO	88 c
SURCO 26 P1	84 a
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	87 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.13. ALTURA DE PLANTA

En el análisis de varianza para altura de planta (Cuadro 38), diferencias altamente significativas fueron detectadas únicamente para tratamientos. Al desdoblar los grados de libertad de los tratamientos, diferencias estadísticas al nivel del 1 % y del 5 % se presentaron entre grupos. El análisis de comparación grupal registró diferencias estadísticas altamente significativas entre hábitos de crecimiento (G1 vs. G2, G3) y dentro de los grupos mostraron diferencias significativas los genotipos de grano amarillo (G3) y los genotipos de hábito II (G1). Las diferencias entre las restantes fuentes de variación no fueron estadísticamente significativas. La media general fue de 46,18 cm con un coeficiente de variación de 9,37 %.

**Cuadro 38. Análisis de varianza para altura de planta de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	50,67 <sup>ns</sup>
Tratamientos	19	561,87**
Entre grupos	2	3 492,23**
G1Vs.G2,G3	1	6 960,23**
G2Vs.G3	1	24,43 <sup>ns</sup>
DG1	5	599,54**
DG2	9	31,74 <sup>ns</sup>
DG3	3	135,78**
Error	38	18,73
X (cm)		46,18
CV (%)=		9,37

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5 % para grupos (Cuadro 39) determinó dos rangos, diferenciándose los materiales de hábito II con mayor altura, respecto de los genotipos de hábito I.

**Cuadro 39. Promedios y rangos (Tukey al 5 %) para altura de planta (AP) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	AP
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	62,64 b
G2	Rojos - hábito I	38,65 a
G3	Amarillos – hábito I	40,34 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

En el Cuadro 40, se observa que para los genotipos de fréjol de grano rojo hábito I no se presentaron diferencias estadísticas y la altura de promedio de la planta superó los 36 cm. Dentro de los fréjoles de grano rojo hábito II, la prueba de Tukey al 5%, definió dos rangos, sobresaliendo los genotipos ARME 2 y PARAGACHI (testigo) que superan los 79 cm en promedio de altura y el genotipo que presentó la menor altura fue TP 6 (49 cm). Mientras que para los genotipos de grano canario de hábito I la variedad que alcanzó la mayor altura fue la INIAP 423 CANARIO (46cm) y lo contrario ocurrió con la línea SURCO 26 P1 que en promedio mostró la menor altura de planta (32 cm).

La altura de planta de los diferentes genotipos está básicamente relacionada con el hábito de crecimiento (Shoonhoven, 1987).

Otro factor importante es la heredabilidad genética que presentan ciertas líneas y variedades, como es el caso de la línea SURCO 26 P1 que genéticamente no se desarrolla como el resto de genotipos de grano amarillo y rojo hábito I, lo que fue observado también por Armas y Coronel (2006).

**Cuadro 40. Promedio y rangos (Tukey al 5 %) para altura de planta de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIETADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	63,17 f
PJ – 1	52,73 ef
ARME 2	79,80 g
TP 6	49,57cde
ARME 2 BC2 F3 S143	50,77 def
PARAGACHI (testigo)	79,80 g
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	44,23 abcde
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	40,67 abcde
SURCO 23	43,87 abcde
I-424 CONCEPCION	36,87 abc
I-414 YUNGUILLA	36,30 abc
YUNGUILLA x POA 10-6	38,83 abcd
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	38,00 abcd
T29	36,50 abc
T2	36,27 abc
CATIO (testigo local)	35,00 ab
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	36,67 abc
INIAP 423 CANARIO	46,87 bcde
SURCO 26 P1	32,77 a
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	45,07 abcde

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

#### 4.14. ADAPTACIÓN (CARGA)

El Cuadro 41, muestra los promedios de carga de los diferentes grupos de fréjol, donde de acuerdo a la escala utilizada todos presentaron una adaptación intermedia.

**Cuadro 41. Promedios para carga de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	CARGA
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	4
G2	Rojos - hábito I	4
G3	Amarillos – hábito I	4

Al analizar los diferentes genotipos (Cuadro 42), se puede observar que todos presentaron una buena e intermedia carga; sin embargo sobresalieron las líneas ARME2BC2F3S143, (CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1, ARME2, TRM1, YUNGUILLA x POA 10-6, SURCO 23 y TP6, con buena carga.

Teniendo en cuenta la escala de carga utilizada según CIAT (1991) donde: 1-3 buena, 4-6 intermedia, 7-9 malo, en términos generales, se puede concluir que la carga presentada por todas la líneas y variedades se encuentra en una escala de buena a intermedia, determinando así que todos los genotipos se adaptaron a las condiciones de este valle.

Asi mismo, la escala intermedia que fue determinada para la variedad local CATIO se debe principalmente a la mala calidad de la semilla, que repercute sin duda en la germinacion, en el vigor y por ende en la carga causada por las malas practicas de poscosecha que realizan los agricultores de esta zona (INIAP, 2006).

**Cuadro 42. Promedio para carga de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	4
PJ – 1	4
ARME 2	3
TP 6	3
ARME 2 BC2 F3 S143	3
PARAGACHI (testigo)	4
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	3
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	4
SURCO 23	3
I-424 CONCEPCION	5
I-414 YUNGUILLA	4
YUNGUILLA x POA 10-6	3
((CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	3
T29	4
T2	4
CATIO (testigo local)	6
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	5
INIAP 423 CANARIO	4
SURCO 26 P1	4
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	4

#### 4.15. NÚMERO DE DÍAS A LA COSECHA EN SECO

En el análisis de varianza para el número de días a la cosecha, como se puede observar en el Cuadro 43, muestra que únicamente se presentaron diferencias estadísticas al 5 % dentro del grupo uno. Las restantes fuentes de variación no presentaron diferencias estadísticas. El promedio general presentado para esta variable fue de 96,81 días desde la siembra a la cosecha, con un coeficiente de variación de 12,67 %.

**Cuadro 43. Análisis de varianza para número de días a la cosecha en seco de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	150,42 <sup>ns</sup>
Tratamientos	19	145,81 <sup>ns</sup>
Entre grupos	2	109,40 <sup>ns</sup>
G1Vs.G2,G3	1	217,08 <sup>ns</sup>
G2Vs.G3	1	1,73 <sup>ns</sup>
DG1	5	501,38*
DG2	9	2,70 <sup>ns</sup>
DG3	3	6,75 <sup>ns</sup>
Error	38	150,42
X (días)		96,81
CV (%)=		12,67

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

El cuadro 44 muestra los promedios de días a la cosecha de los diferentes grupos de fréjol donde no se presentaron diferencias estadísticas.

**Cuadro 44. Promedios para número de días a la cosecha en seco (DCS) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	DCS
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	100
G2	Rojos - hábito I	96
G3	Amarillos – hábito I	95

El cuadro 45 muestra los promedios de días a la cosecha en seco de cada uno de los genotipos evaluados los mismos que no evidencian diferencias estadísticas, sin embargo la variedad Concepción y la línea Surco 26 con 93 días a la cosecha se presentan como las más precoces. Mientras todos los genotipos de hábito II presentaron el mayor número de días a la cosecha (105), considerándose como los más tardíos.

La diferencia presentada por los genotipos en días a la cosecha en seco está directamente influenciada por el hábito de crecimiento; los genotipos de hábito II emiten guías lo que provoca que su periodo de floración, envainamiento y madurez fisiológica se alargue, lo que retarda los días a la cosecha en seco. Mientras que los genotipos de hábito I no emiten guías y terminan en una inflorescencia acortando así el periodo de floración, envainamiento y madurez fisiológica (Shoonhoven, 1987).

De tal manera que los genotipos más precoces en floración, envainamiento y madurez fisiológica prevalecen también para días a la cosecha en seco, ratificando lo encontrado por Armas y Coronel (2006).

**Cuadro 45. Promedio para número de días a la cosecha en seco de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIETADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	105
PJ – 1	105
ARME 2	105
TP 6	105
ARME 2 BC2 F3 S143	105
PARAGACHI (testigo)	105
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	96
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	96
SURCO 23	96
I-424 CONCEPCION	93
I-414 YUNGUILLA	96
YUNGUILLA x POA 10-6	96
((CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	96
T29	96
T2	96
CATIO (testigo local)	96
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	96
INIAP 423 CANARIO	96
SURCO 26 P1	93
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	96

#### **4.16. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA**

El análisis de varianza para el número de vainas por planta, presentó diferencias altamente significativas para repeticiones, como se puede observar en el

Cuadro 46. Por otro lado, dentro de los grupos únicamente mostraron diferencias significativas al 5 % los genotipos de grano amarillo (G3). Las diferencias entre las restantes fuentes de variación no fueron estadísticamente significativas. El coeficiente de variación, para la variable fue de 18,93 %, el promedio general fue de 6,58 vainas por planta.

**Cuadro 46. Análisis de varianza para número de vainas por planta de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>F de V</b>	<b>G. L.</b>	<b>Cuadrado Medio</b>
Total	59	
Repetición	2	14,82**
Tratamientos	19	2,31 <sup>ns</sup>
Entre grupos	2	0,71 <sup>ns</sup>
G1 Vs. G2, G3	1	0,97 <sup>ns</sup>
G2 Vs. G3	1	0,46 <sup>ns</sup>
DG1	5	2,88 <sup>ns</sup>
DG2	9	1,48 <sup>ns</sup>
DG3	3	4,88*
Error	38	1,55
X (vainas/planta)		6,58
CV (%)		18,93

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

En el Cuadro 47, se presentan los promedios del número de vainas por planta de los diferentes grupos de fréjol donde todos presentaron un promedio igual a seis vainas por planta.

**Cuadro 47. Promedios para número de vainas por planta de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	NVP
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	6
G2	Rojos - hábito I	6
G3	Amarillos – hábito I	6

Los promedios de número de vainas por planta (Cuadro 48), indican que no se evidenciaron diferencias estadísticas, sin embargo las líneas YUNGUILLA x POA 10-6 y TP6 dentro de los fréjoles de grano rojo hábito I y II respectivamente, presentaron el mayor número de vainas por planta (8), en tanto los testigos CATIO y PARAGACHI alcanzaron un promedio de seis vainas por planta. Mientras que dentro de los fréjoles de grano amarillo hábito I las variedades INIAP 423 CANARIO e INIAP CANARIO BOLA PALLATANGA (testigo) con siete vainas por planta en promedio fueron las mejores y la variedad INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA presentó el menor número de vainas por planta (5).

Al no encontrarse diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos de fréjol, pero si entre repeticiones, esta diferencia se atribuye a la influencia del medio ambiente, especialmente las altas precipitaciones en la zona, las que causaron un encharcamiento leve en la segunda repetición, lo que provocó la disminución en el promedio general de cada genotipo.

**Cuadro 48. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para número de vainas por planta de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIETADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	5
PJ – 1	7
ARME 2	7
TP 6	8
ARME 2 BC2 F3 S143	7
PARAGACHI (testigo)	6
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	7
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	6
SURCO 23	7
I-424 CONCEPCION	6
I-414 YUNGUILLA	6
YUNGUILLA x POA 10-6	8
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	7
T29	6
T2	6
CATIO (testigo local)	6
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	5
INIAP 423 CANARIO	7
SURCO 26 P1	6
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	7

#### **4.17. TAMAÑO DE LA VAINA**

En el análisis de varianza para tamaño de vaina (Cuadro 49), se determinaron diferencias altamente significativas para tratamientos. Al desdoblar los grados de

libertad de los tratamientos, diferencias estadísticas al nivel del 1 % se presentaron entre grupos. El análisis de comparación grupal registró diferencias estadísticas altamente significativas entre hábitos de crecimiento (G1 vs. G2, G3) y dentro de los grupos, todos mostraron diferencias altamente significativas. Las diferencias entre las restantes fuentes de variación no fueron estadísticamente significativas. La media general fue de 10,82 cm con un coeficiente de variación de 6,15 %.

**Cuadro 49. Análisis de varianza para tamaño de vaina de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>F de V</b>	<b>G. L.</b>	<b>Cuadrado Medio</b>
Total	59	
Repetición	2	1,32 <sup>ns</sup>
Tratamientos	19	3,91**
Entre grupos	2	13,15**
G1Vs.G2,G3	1	25,60**
G2Vs.G3	1	0,71 <sup>ns</sup>
DG1	5	3,40**
DG2	9	1,64**
DG3	3	5,38**
Error	38	0,44
X (cm)		10,82
CV (%)=		6,15

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5 % para grupos (Cuadro 50) determinó dos rangos, diferenciándose estadísticamente los materiales de hábito I con mayor tamaño de vainas, respecto de los genotipos de hábito II.

**Cuadro 50. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para tamaño de vaina (TV) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	TV
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	9,82 a
G2	Rojos - hábito I	11,33 b
G3	Amarillos – hábito I	11,04 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

La prueba de Tukey al 5 % (cuadro 51), muestra dos rangos para los genotipos de fréjol de hábito II, donde el mayor tamaño de vaina (11,67 cm) presentó la línea TP6, superando al testigo PARAGACHI con 9,73 cm y la línea PJ -1 obtuvo el menor tamaño con 8,47 cm. Dentro de los fréjoles de grano rojo hábito I, igualmente se establecieron dos rangos, sobresaliendo la variedad I-424 CONCEPCION con 12,73 cm en promedio de tamaño de vaina, en tanto el testigo local CATIO presentó 11,00 cm en promedio y el genotipo con el menor tamaño de vaina fue TRM1 (9,90 cm). Mientras que para los genotipos de grano canario hábito I sobresalió la variedad INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA con un promedio de tamaño de vaina de 12,23 cm y la línea SURCO 26 P1 alcanzó el promedio mas bajo con 9,80 cm de tamaño de vaina.

Todas las diferencias detectadas para el tamaño de la vaina de los diferentes genotipos evaluados en esta investigación se atribuyen básicamente a características genéticas propias de cada genotipo (INIAP, 2002).

**Cuadro 51. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para tamaño de vaina de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	10,10 abcde
PJ – 1	8,47 a
ARME 2	9,73 abc
TP 6	11,67 cdef
ARME 2 BC2 F3 S143	9,23 ab
PARAGACHI (testigo)	9,73 abc
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	9,90 abcd
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	11,43 cdef
SURCO 23	11,90 def
I-424 CONCEPCION	12,73 f
I-414 YUNGUILLA	10,73 bcdef
YUNGUILLA x POA 10-6	11,47 cdef
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	11,63 cdef
T29	11,20 bcdef
T2	11,30 bcdef
CATIO (testigo local)	11,00 bcdef
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	12,23 f
INIAP 423 CANARIO	12,17 ef
SURCO 26 P1	9,80 abc
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	9,97 abcd

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p <= 0,05$ )

#### **4.18. GRANOS POR VAINA**

El Cuadro 52 presenta el análisis de varianza para la variable número de granos por vaina, donde se detectaron diferencias estadísticas al 1 % para repeticiones y tratamientos, así mismo al desdoblar los tratamientos, se presentaron diferencias altamente significativas entre grupos y la comparación G2 vs. G3, por otro lado dentro de grupos se observaron diferencias a nivel del 5% para G2 y G3.

La media general fue de 3,96 granos por vaina con un coeficiente de variación de 10,48 %.

**Cuadro 52. Análisis de varianza para granos por vaina de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	1,72**
Tratamientos	19	0,94**
Entre grupos	2	5,14**
G1 Vs.G2,G3	1	0,53 <sup>ns</sup>
G2Vs.G3	1	9,75**
DG1	5	0,35 <sup>ns</sup>
DG2	9	0,43*
DG3	3	0,66*
Error	38	0,17
X (granos/vaina)		3,96
CV (%)=		10,48

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5 % para grupos (Cuadro 53) determinó tres rangos, diferenciándose estadísticamente los materiales de grano amarillo hábito I con mayor número de granos por vaina, respecto de los genotipos de grano rojo hábito I y II.

**Cuadro 53. Promedios y rangos (Tukey al 5%) para granos por vaina (GV) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	GV
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	4,11 b
G2	Rojos - hábito I	3,60 a
G3	Amarillos – hábito I	4,67 c

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Los mejores promedios presentados para el número de granos por vaina dentro de los genotipos de grano rojo hábito II fueron los correspondientes a la variedad PARAGACHI testigo con cinco y el genotipo que presentó el menor número de granos por vaina (4) fue ARME2BC2F3S143. Los genotipos INIAP 424 CONCEPCION y YUNGUILLAxPOA10-6 con cuatro granos por vaina respectivamente; obtuvieron el mayor promedio dentro de los fréjoles de grano rojo Hábito I y la línea TRM1 alcanzó el promedio más bajo con tres granos por vaina. Mientras que dentro de los genotipos de grano amarillo hábito I las variedades INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA y la INIAP 423 CANARIO con un promedio de cinco granos por vaina respectivamente mostraron los promedios más altos y la línea SURCO26P1 presentó el promedio más bajo con cuatro granos por vaina (Cuadro 54).

Las diferencias encontradas en esta variable son debido a características genéticas propias de cada genotipo, es así que los genotipos de grano amarillo por lo general presentan un alto número de granos por vaina con respecto a los genotipos de grano rojo (INIAP, 2006)

Otras diferencias se deben también a la forma de los granos de cada uno de los genotipos. Los fréjoles de grano amarillo hábito I y grano rojo hábito II presentan granos de forma ovalada tipo bolón, lo cual hace las vainas lleven más granos (Peralta *et al.*, 1998).

Los genotipos de grano rojo hábito I tienen forma alargada y arriñonada por lo tanto generan menos granos por vaina (Mazón *et al.*, 2004).

**Cuadro 54. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para granos por vaina de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007 .**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	4 abcd
PJ – 1	4 abcd
ARME 2	4 abcd
TP 6	4 abcd
ARME 2 BC2 F3 S143	4 abcd
PARAGACHI (testigo)	5 d
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	3 a
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	4 abcd
SURCO 23	3 a
I-424 CONCEPCION	4 abcd
I-414 YUNGUILLA	3 a
YUNGUILLA x POA 10-6	4 abcd
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	4 abcd
T29	3 a
T2	4 abcd
CATIO (testigo local)	4 abcd
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	5 d
INIAP 423 CANARIO	5 d
SURCO 26 P1	4 abcd
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	5 d

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### **4.19. PESO DE 100 SEMILLAS**

En el análisis de varianza para el peso de 100 semillas (Cuadro 55), mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos, mientras que para las repeticiones fueron detectadas diferencias al nivel del 5 %. Al desdoblar los grados

de libertad de los tratamientos, diferencias estadísticas al nivel del 1% se presentaron entre grupos. El análisis de comparación grupal registró diferencias estadísticas altamente significativas en las dos comparaciones (G1 vs. G2, G3) y (G2 vs. G3), dentro de grupos presentaron diferencias altamente significativas los grupos G1 y G2. La media general fue de 45,96 gramos con un coeficiente de variación de 5,19 %.

**Cuadro 55. Análisis de varianza para peso de 100 semillas de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	18,72*
Tratamientos	19	79,75**
Entre grupos	2	120,22**
G1Vs.G2,G3	1	167,79**
G2Vs.G3	1	72,66**
DG1	5	134,84**
DG2	9	62,63**
DG3	3	12,28 <sup>ns</sup>
Error	38	5,68
X (gramos)		45,96
CV (%)		5,19

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

La prueba de Tukey al 5 % para grupos (Cuadro 56) muestra que los genotipos de grano rojo hábito I alcanzaron el promedio más alto del peso de 100 semillas con 47,89 gramos mientras que los genotipos de grano rojo hábito II y amarillos hábito I obtuvieron 43,41 y 44,98 gramos respectivamente.

**Cuadro 56. Promedios y rangos (Tukey al 5 %) para peso de 100 semillas (P100S) de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	P100S
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	43,41 a
G2	Rojos - hábito I	47,89 b
G3	Amarillos – hábito I	44,98 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

En el Cuadro 57, se observó que dentro de los genotipos de fréjol de grano rojo hábito II la línea ARME2BC2F3S143 alcanzó el peso más alto con 53,97 gramos y la variedad PARAGACHI (testigo) presentó el peso más bajo con 36,10 gramos. Dentro de los genotipos de grano rojo hábito I la variedad INIAP 424 CONCEPCION, la línea S23 y la Variedad CATIO (testigo) obtuvieron los promedios más altos de peso en 100 semillas con 53,73; 53,57 y 52,33 gramos, respectivamente y la línea YUNGUILLAxPOA10-6 presentó el menor promedio de peso en 100 semillas con 41,67 gramos. Mientras que dentro de los fréjoles de grano amarillo hábito I no se presentaron diferencias y todos los genotipos obtuvieron pesos en 100 semillas entre 43,00 y 45,00 gramos.

En la presente investigación únicamente los genotipos PARAGACHI (testigo) y PJ-1 presentaron un tamaño mediano y el resto de genotipos un tamaño grande de acuerdo a la escala utilizada por el CIAT (1991) donde; de 0 – 25/g por 100 semillas tamaño pequeño, 25 – 50/g tamaño mediano y 40/g en adelante tamaño grande. Las diferencias se atribuyen a características genéticas de cada genotipo.

**Cuadro 57. Promedio y rangos (Tukey al 5%) para peso de 100 semillas de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	47,83 defg
PJ – 1	37,97 ab
ARME 2	44,30 bcde
TP 6	40,27 abc
ARME 2 BC2 F3 S143	53,97 g
PARAGACHI (testigo)	36,10 a
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	45,77 cdef
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	48,43 defg
SURCO 23	53,57 g
I-424 CONCEPCION	53,73 g
I-414 YUNGUILLA	47,73 defg
YUNGUILLA x POA 10-6	41,67 abcd
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	50,07 efg
T29	41,97 abcd
T2	43,60 bcde
CATIO (testigo local)	52,33 fg
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	45,40 cdef
INIAP 423 CANARIO	43,40 abcde
SURCO 26 P1	47,67 cdefg
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	43,43 abcde

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

#### **4.21. RENDIMIENTO POR HECTAREA**

El análisis de varianza para el rendimiento por hectárea en grano seco, presentó diferencias altamente significativas para repeticiones, los tratamientos presentaron diferencias estadísticas a nivel del 5 %. El coeficiente de variación para

esta variable fue de 27,09 %, en tanto que el promedio general fue de 1 044,67 kg / ha (Cuadro 58).

**Cuadro 58. Análisis de varianza para RGS kg/ha de 20 genotipos de fréjol. Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

F de V	G. L.	Cuadrado Medio
Total	59	
Repetición	2	480 730,56**
Tratamientos	19	154 905,29 *
Entre grupos	2	101 970,27 <sup>ns</sup>
G2Vs.G1,G3	1	162 952,80 <sup>ns</sup>
G1Vs.G3	1	40 987,75 <sup>ns</sup>
DG1	5	118 934,87 <sup>ns</sup>
DG2	9	165 525,37 <sup>ns</sup>
DG3	3	218 285,73 <sup>ns</sup>
Error	38	80 070,64
X (kg/ha)		1 044,67
CV (%)		27,09

Ns: no significativo; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

El cuadro 59 determina los promedios de rendimiento para grano seco en kg/ha de los diferentes grupos de fréjol, donde no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres grupos. El rendimiento promedio superó los 950 kg/ha.

**Cuadro 59. Promedios para RGS kg/ha de genotipos de fréjol divididos en tres grupos de acuerdo al hábito de crecimiento y color del grano. Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

Código	Grupo	RGS kg/ha
		Promedio
G1	Rojos - hábito II	1 124,27
G2	Rojos - hábito I	1 030,31
G3	Amarillos – hábito I	961,16

En el Cuadro 60, dentro de los genotipos de grano rojo hábito II, el rendimiento más alto se obtuvo con la línea ARME2 con 1 434,03 kg/ha, superando al testigo PARAGACHI con 937,71 kg/ha y el rendimiento más bajo lo presentó la línea AND1005 con 921,04 kg/ha. Mientras que entre los genotipos de grano rojo hábito I las líneas YUNGUILLA x POA 10-6 y (CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1 alcanzaron los rendimientos más altos con 1 374,29 y 1 305,50 kg/ha respectivamente y la variedad local CATIO (testigo) alcanzó el rendimiento más bajo con 639,86 kg/ha. Dentro de los genotipos de grano amarillo hábito I la línea SURCO26P1 y la variedad CANARIO BOLA PALLATANGA (testigo) presentaron los promedios más altos con 1 264,052 y 1 112,83 kg/ha respectivamente y la variedad INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA mostró el promedio más bajo con 723,30 kg/ha.

Al analizar los componentes del rendimiento como tamaño de vaina, número de vainas por planta y granos por vaina, estos influyen directamente en el rendimiento final; por tanto las líneas (CONCEPCIONx(G916xCONCEPCION))-1, YUNGxPOA10-6, ARME2, y SURCO26P1, alcanzaron los mejores promedios en las variables antes mencionadas y al final se refleja en los rendimientos más altos. De esta manera se puede afirmar que estas variables son directamente proporcionales al rendimiento.

Esta variable está influenciada fuertemente por el medio ambiente, de allí que el rendimiento es producto de la interacción genotipo – ambiente, por tanto las líneas que alcanzaron los mejores rendimientos son producto de su buena adaptación a las condiciones edafoclimaticas del valle de Intag.

Sin embargo los rendimientos son bajos en comparación con los obtenidos en un ensayo del Programa de Leguminosas del INIAP (2006), realizado en la granja experimental de Tumbaco, donde las líneas YUNGUILLA x POA10-6 (CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1, ARME 2, y SURCO 26 P1, presentaron rendimientos de 1 986, 1 950, 2 200 y 1 700 kilogramos por hectárea, respectivamente.

**Cuadro 60. Promedio para RGS kg/ha de 20 variedades y líneas de fréjol en Peñaherrera, Valle de Intag – Imbabura, 2007.**

<b>VARIEDADES Y LÍNEAS</b>	<b>Promedio</b>
<b>Rojos moteados Hábito II (G1)</b>	
AND 1005	921,04
PJ – 1	1 039,90
ARME 2	1 434,03
TP 6	1 153,89
ARME 2 BC2 F3 S143	1 259,07
PARAGACHI (testigo)	9 37,71
<b>Rojos moteados Hábito I (G2)</b>	
TRM1	1 157,14
YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1	810,96
SURCO 23	1 192,87
I-424 CONCEPCION	906,00
I-414 YUNGUILLA	856,35
YUNGUILLA x POA 10-6	1 374,29
(CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1	1 305,50
T29	947,22
T2	1 112,90
CATIO (testigo local)	639,86
<b>Amarillos Hábito I (G3)</b>	
INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA	7 23,30
INIAP 423 CANARIO	7 44,45
SURCO 26 P1	1 264,05
CANARIO BOLA PALLATANGA (Testigo)	1 112,83

## V. CONCLUSIONES

- Los genotipos ARME2BC2F3S143, ARME2, YUNGUILLAxPOA10-6, S23, (CONCEPCIONx(G916xCONCEPCION))-1 y SURCO 26 P1 presentaron los rendimientos más altos, superando ampliamente a la variedad local CATIO.
- En general todos los genotipos generados por el Programa de Leguminosas y Granos Andinos del INIAP son superiores en todas las variables evaluadas en esta investigación con respecto a la variedad local que se cultiva en este valle.
- El mayor número de plantas germinadas lo presentaron los genotipos de grano rojo moteado hábito II, destacándose la línea ARME 2, YUNGUILLAxPOA10-6 y SURCO26P1.
- Los genotipos más precoces tanto para días a floración, días al envainamiento, días a madurez fisiológica y días a la cosecha en seco fueron la variedad I 424 CONCEPCION y la línea SURCO 26 P1, mientras la línea más tardía fue PJ-1 para todas las variables antes mencionadas.
- En cuanto al vigor de crecimiento y carga (cantidad de vainas) variables que se utilizaron para evaluar la adaptación, todos los genotipos presentaron una buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas del valle de Intag.

- Los genotipos que en general presentaron el mayor número de raíces basales, largo de raíz principal y número de raíces adventicias fueron los de grano rojo y amarillo hábito I, comparados con los hábitos II, sobresaliendo las líneas TRM1, YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1, (CONCEPCIONx(G916xCONCEPCION))-1, T29 y las variedades INIAP 423 CANARIO, INIAP 414 YUNGUILLA, CANARIO BOLA PALLATANGA; mientras que los peores genotipos para estas tres variables fueron PJ -1, TP6 y AND1005.
- En cuanto a la reacción a roya, las líneas PJ1, Surco26P1, YUNGUILLAxPOA10-6, (CONCEPCIONx(G916xCONCEPCION))-1 y YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1 presentaron mayor resistencia a esta enfermedad; mientras que la variedad Canario Bola Pallatanga presentó niveles de susceptibilidad.
- Los genotipos que presentaron la mayor resistencia a antracnosis fueron AND1005, ARME2, ARME2BC2F3S143, S23, I-414 YUNGUILLA, TRM, YUNGUILLA BC2 F3 S192 P1, (CONCEPCIONx(G916xCONCEPCION))-1, T2, T29 y YUNGUILLAxPOA10-6; mientras la variedad local CATIO (testigo) presentó una reacción intermedia alta a antracnosis.
- La única línea que presentó resistencia intermedia a mustia fue PJ-1, mientras el resto de genotipos presentaron susceptibilidad a esta enfermedad.

- Los genotipos (CONCEPCIONx(G916xCONCEPCION))-1, AND1005, PJ-1 y YUNGUILLAxPOA10-6, presentaron resistencia a mancha angular, el resto de genotipos presentaron susceptibilidad a esta enfermedad.
- El mayor número de vainas por planta lo alcanzaron las líneas TP6 y YUNGUILLAxPOA10-6, a diferencia de la variedad INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA que presentó el menor número de vainas por planta.
- El mayor tamaño de vaina fue presentado por los genotipos TP 6, INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA y INIAP 424 CONCEPCION y el menor tamaño lo presentaron los genotipos SURCO26P1, PJ -1 y TRM1.
- Los genotipos que presentaron los promedios más altos en número de granos por vaina fueron INIAP 420 CANARIO DEL CHOTA y INIAP 423 CANARIO, mientras el genotipo TRM1 presentó el promedio más bajo.
- Los genotipos S23, INIAP 424 CONCEPCION y ARME2BC2F3S143 presentaron los mayores promedios en peso de 100 semillas y el promedio más bajo lo presentaron los genotipos PARAGACHI (testigo), T29 y YUNGUILLAxPOA10-6.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se puede recomendar como promisorias las líneas ARME 2 (1 434.03 kg/ha), YUNGUILLA x POA 10-6 (1 374.29 kg/ha), (CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1 (1 305.50 kg/ha), ARME 2 BC2 F3 S143 (1 259.07 kg/ha) y SURCO 23 (1 192.87 kg/ha), pues presentaron los mayores rendimientos en grano seco, muy superiores a los obtenidos con la variedad local CATIO cuyo rendimiento fue de 639.86 kg/ha.
- Es importante también considerar como promisorio la línea SURCO 26 P1 por su buen rendimiento (1 264.05 kg/ha). Esta línea de grano amarillo sin embargo tiene poca aceptación en la zona debido a dificultades de comercialización.
- Entre los genotipos recomendados es importante resaltar la línea (CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1 que demostró la mayor resistencia a mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) que es una de las principales enfermedades causadas por hongos que afectan a los cultivos de fréjol de la zona.
- Se sugiere investigar también la resistencia a mustia (*Thanatephorus cucumeris*), otra de las enfermedades importantes de la zona y para ello se puede aprovechar la resistencia demostrada por la línea PJ 1 cuyo rendimiento (1 039.90 kg/ha) supero a la variedad local que es muy susceptible.

- Dada la importancia del cultivo para los agricultores de esta zona, es trascendental seguir realizando investigación sobre este tema, con el afán de dotar a los agricultores de un amplio banco genético de variedades, que les permita satisfacer la demanda de esta leguminosa tanto en el mercado local como para su seguridad y soberanía alimentaria.
- Se recomienda conservar los diferentes genotipos evaluados como potenciales materiales para producción a gran escala, en el momento que el mercado lo requiera, para lo cual será importante capacitar a agricultores líderes en producción y conservación de semillas.
- Promover en los productores el cultivo de diferentes tipos de fréjol, tanto de grano amarillo y rojo para que les permita enfrentar cambios en las tendencias del mercado.
- Sería muy importante seguir trabajando con la asociación de productores de fréjol de Intag y hacerles partícipes directos de las investigaciones tanto con INIAP, ONGs y Universidades que en este valle trabajan con capacitación en talleres y cursos sobre mejores técnicas de manejo del cultivo de fréjol.
- Debido a que el valle de Intag se encuentra en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes posee diversidad de microclimas, por esta razón debería

realizarse este tipo de investigación en otras localidades, con el fin de identificar los mejores genotipos para diferentes condiciones agroecológicas.

## VII. RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la zona de Intag (Imbabura), a una altitud de 1 800 m, temperatura media de 18°C y precipitación anual de 1 280 mm, siendo el cultivo de fréjol arbustivo uno de sus rubros más importantes.

Los suelos de la zona son Andisoles de pH 5.4, contenido de M.O. medio (4.6 %), textura franco y C.I.C total 29.2 meq/100 ml

A través de este estudio se evaluó la adaptación a las condiciones climáticas, de la zona, de 20 genotipos de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes del Programa de leguminosas del INIAP. Se midieron diferentes variables como: número de plantas emergidas, vigor, resistencia a las principales enfermedades, precocidad, rendimiento en grano seco y sus componentes, etc.

Los genotipos que presentaron el mayor rendimiento fueron: ARME 2 con 1 434.03 kg/ha, YUNGUILLA x POA 10-6 con 1 374,29 kg/ha, (CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1 con 1 305,50 kg/ha, SURCO 26 P1 con 1 264,05 kg/ha, ARME 2 BC2 F3 S143 con 1 259,07 kg/ha y SURCO 23 con 1 192,87 kg/ha. En tanto los genotipos que mostraron mayor resistencia a la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) y mustia (*Thanatephorus cucumeris*), principales enfermedades de la zona, fueron (CONCEPCION x (G916 x CONCEPCION))-1, AND1005, YUNGUILLA x POA 10-6, y PJ1.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, R. 1960. Principles of plant breeding;. N.Y Ed. Jhon Wiley and Soc, Inc.
- ARMAS, C; CORONEL, O. 2006. Evaluación de Adaptabilidad de Veinte Variedades y Líneas Promisorias del Cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) de Tipo Rojo Moteado, Canario y Blanco en dos Localidades del Cantón Pimampiro – Imbabura. Tesis Ing. Agrop. ESPE – IASA. p. 1 – 2
- BRAUER, O. 1969. Fitogenética Aplicada. Editorial Limura. Bogota – Colombia. p. 428
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. Morfología de la Planta De Fréjol Común. Eds: Debouck, D.; Hidalgo, R. Cali, Colombia. CIAT. 56p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Mejoramiento del fríjol por introducción y selección: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad auditorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Oswaldo Voysest; Marceliano López G. Producción: Fernando Fernández O. Cali, Colombia. CIAT 32 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor – Corrales (comps). Cali – Colombia. p. 56

- CORNIDE, M. 1993. La Resistencia Genética de las Plantas Cultivadas. Editorial Científico – Técnica. La Habana, Cuba. p. 195
- DEBOUCK, D.; R. HIDALGO.; H. OSPINA y C. FLOR, 1984, Morfología de la Planta de fríjol Común, CIAT, Cali, Colombia, 49 p.
- FALCONÍ, E. 2002. Determinación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. – Magn.) Scrib., en Ecuador y evaluación de la resistencia de veinticinco genotipos de germoplasma de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) del INIAP. Santa Catalina - Pichincha. Tesis Ing. Agro. UCE. p. 34 – 35.
- FAO/WHO 2003. El fríjol en el Mundo. Consultado 17 dic. 2007. Se lo encuentra en: <http://www.fao.org/ag/agl/rla128/iiiap2/capituloiii.com>.
- FERNÁNDEZ, F; GEPTS, P; LOPEZ, M. 1982. Etapas de desarrollo de la planta de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT, Cali – Colombia. p. 34
- SICA-MAG-INEC. 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Resultados Nacionales y Provinciales. Volumen 1 Quito, EC. p. 117
- INIAP, 2001, Informe de investigación: Estudio de la producción, poscosecha, mercadeo y consumo de fréjol arbustivos en el Valle del Chota, Ecuador. Quito, Ecuador, 79p.

-----, 2002. Informe anual 2001. Programa nacional de leguminosas y granos andinos, estación experimental Santa Catalina. p. 51 – 56.

-----, 2004. Informe anual 2003. Programa nacional de leguminosas y granos andinos, estación experimental Santa Catalina. p. 53 – 56.

-----, 2006. Informe anual 2005. Programa nacional de leguminosas y granos andinos, estación experimental Santa Catalina. p. 53 – 56.

-----, 2007. Informe anual 2006. Programa nacional de leguminosas y granos andinos, estación experimental Santa Catalina. p. 53 – 56.

JIMÉNEZ, R., M. RAMÓN, R. LÉPIZ y J. ULLAURI, 1996, El Cultivo de Fréjol Común en los Valles de la Provincia de Loja, Agronomía y Manejo de Plagas, CIAT – INIAP, Folleto divulgativo No. 257, 23 p.

LYNCH, J; PERALTA, E; ABAWIG; FALCONI,E. 2006. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. Field Evaluation of Bean Root Architecture. Volume 49. p. 269.

LYNCH, J y BROWN, R. 2001. Topsoil Foraging and Architectural Adaptation of Plants to Low Phosphorus Availability. Plant and Soil. p. 225 – 237.

MAZÓN, N; PERALTA, E; MURILLO, A; PINZÓN, J. 2004. INIAP – 424 CONCEPCION. Plegable divulgativo 254. Quito – Ecuador.

- ORTUBE, J. y C. AGUILERA, 1994, Recomendaciones Técnicas para el Cultivo de Fréjol en el Oriente Boliviano, CIAT-Universidad Autónoma “Gabriel Rene Moreno”, Santa Cruz, Bolivia, 60p.
- PERALTA, E., A. MURILLO, C. CAICEDO, J. PINZÓN y M. RIVERA, 1998, Manual Agrícola de Leguminosas, Cultivos y Costos de Producción, INIAP, PROFIZA CRSP-U. Minnesota-COSUDE, Quito, Ecuador, 43p.
- PERALTA, E; MURILLO, A; CAICEDO, C; PINZON, J; RIVERA, M. 2001. Manual agrícola de leguminosas. Quito – Ecuador. INIAP. 12p.
- PERALTA, E; PINZÓN, J; VÁSQUEZ, J; LÉPIZ, R. 1995. Las leguminosas de grano comestible en el Ecuador y el aporte del Programa Nacional de Leguminosas del INIAP. INIAP-PROFIZA. In: RELEZA (Junio 5 al 9 de 1995. Ibarra, EC). Ibarra, EC. p. 1-3.
- PEREZ, J y ARMIN F. 1991. Genética y Mejoramiento de Plantas Tropicales. Ediciones Enpes. La Habana, Cuba. p. 193.
- RUIZ, R., y RINCÓN, 1966, El Cultivo de Fríjol, Temas de Orientación Agropecuaria No. 139, Bogotá, Colombia, pp: 13,17, 29-35,53-55.
- SCHAWARTZ, H. y G. GÁLVEZ, 1980, Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*, CIAT, Cali – Colombia. 422p.

- SHOONHOVEN, A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali – Colombia. CIAT. 55p.
- SINGH, S. 1999. “Integrated genetic improvement. *In*: Common bean improvement in the twenty-first century. Singh, S. ed. Khrwer Academic Publishers. Dordrecht, p 1-24; 98-99.
- SOCORRO, M; MARTIN D. 1989. Granos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana Cuba. p. 317.
- U.S.D.A. 2000. Base de datos sobre composición de alimentos. Consultado 14 Oct. 2007. Se lo encuentra en: <http://www.nal.usda/fnic>
- VALLEJOS, H. 2004. Diseño de Agroecosistemas Sustentables para la Zona de Intag. Tesis de Maestría. PUCESI. Ibarra – Ecuador. p. 81 – 82
- VÁZQUEZ, J., E. PERALTA, J. PINZÓN y R. LÉPIZ. 1992. El fréjol arbustivo en Imbabura. Sugerencia para su cultivo. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Ecuador, Publicación miscelánea No.57, p.
- VOYSEST, O., 2000, Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*): legado de variedades de América Latina 1930 –1999, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali – Colombia, 195 p.

VOYSET, O y LÓPEZ, M. 1986. Mejoramiento genético por introducción y selección. CIAT, CO. Calí, CO. 27p.

ZIMMERMANN, M., 1988, Cultura do feijoero; Fatores que afetam a produtividade, Associação Brasileira para pesquisa de postasa e do fosfato, Brasil, pp: 589.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de suelo de la localidad de Peñaherrera. Valle de Intag-Imbabura 2007.

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

#### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : COLEGIO JOSE PERALTA Dirección : IMBABURA Ciudad : Teléfono : Fax : 062648595	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : GRANJA DEL COLEGIO Provincia : IMBABURA Cantón : COTACACHI Parroquia : PEÑAHERRERA Ubicación :
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : FREJOL Cultivo Anterior : PASTO NATURAL Fertilización Ant. : Superficie : 2 HA. Identificación : LOTE 2 TESIS	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 4.092 N° Muestra Lab. : 65505 Fecha de Muestreo : 06/05/2007 Fecha de Ingreso : 17/05/2007 Fecha de Salida : 24/05/2007

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	32.00	ppm	BAJO
P	84.00	ppm	BAJO
S	5.60	ppm	BAJO
K	0.50	meq/100 ml	BAJO
C <sup>+</sup>	5.60	meq/100 ml	BAJO
Mg	0.89	meq/100 ml	BAJO
Zn	2.40	ppm	BAJO
Cu	9.80	ppm	BAJO
Fe	239.00	ppm	BAJO
Mn	4.30	ppm	BAJO
B	0.76	ppm	BAJO
pH	5.40		Acido
Acidez Int. (Al+H)	11.10	meq/100 ml	Lig. Ac.
Al		meq/100 ml	Lig. Ac.
Na		meq/100 ml	Lig. Ac.
CE		mmhos/cm	Lig. Salino
MO	4.60	%	Lig. Salino

Ca	Mg	Ca+Mg	(mcq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6,3	1,8	13,0	18,1						

  
 \_\_\_\_\_  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

  
 \_\_\_\_\_  
**LABORATORISTA**

**Anexo 2. Costos de producción de 1 ha de fréjol arbustivo con tecnología local;  
cosechada en grano seco. Valle de Intag-Imbabura 2007.**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNITARIO \$</b>	<b>V. TOTAL \$</b>	<b>%</b>
<b>A. Costos directos</b>					
<b>1. Mano de obra</b>					
Preparación del suelo	Jornal	20	6	120	
Siembra	Jornal	4	6	24	
Control de plagas y enfermedades	Jornal	5	6	30	
Desyerba	Jornal	25	6	150	
Cosecha	Jornal	10	6	60	
Acarreo (transporte)	Jornal	2	6	12	
<b>Subtotal Mano de obra</b>				<b>396</b>	<b>56.3</b>
<b>2. Insumos</b>					
Semilla	qq	2	50	100	
Mata babosa	kg	2	3	6	
Insecticida	l	2	6	12	
Fungicida	kg	4	4	16	
Abono foliar	kg	4	5	20	
Costales	Unidad	20	0.2	4	
<b>Subtotal Insumos</b>				<b>158</b>	<b>22.4</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>554</b>	
<b>B. Costos indirectos</b>					
Interés (9 % subtotal CD)				49,86	
Arriendo ha/ciclo				100	
<b>SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>149,86</b>	<b>21.3</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>703,86</b>	<b>100</b>
<b>RELACION COSTO - BENEFICIO</b>					
Promedio de cosecha variedad local	kg	900	0.8	36.0	
Promedio general ensayo	kg	1045	0.7	31.5	
Promedio cosecha mejor genotipo	kg	1434	0.5	22.5	

**Anexo 3. Fotografías de las diferentes actividades realizadas en el ensayo.**



Figura 3. Fotografía de la localidad de Peñaherrera



Figura 4. Fotografía de días a floración



Figura 5. Fotografía de la evaluación de raíces



Figura 6. Fotografía de la evaluación de enfermedades



Figura 7. Fotografía de días a madurez fisiológica



Figura 8. Fotografía de la medición de la altura de plantas



Figura 9. Fotografía de las variedades y líneas listas para cosecharse



Figura 10. Fotografía del conteo de número de vainas por planta



Figura 11. Fotografía de la medición del tamaño de vaina



Figura 12. Fotografía del registro de número de granos por vaina



Figura 13. Fotografía de la determinación del peso de 100 semillas



Figura 14. Fotografía de la preparación del suelo



Figura 15. Fotografía del replanteó de parcelas



Figura 16. Fotografía de la siembra del ensayo



Figura 17. Fotografía de la primera deshierba del ensayo



Figura 18. Fotografía del tema de la investigación y etiquetas de los tratamientos



Figura 19. Fotografía del control de plagas



Figura 20. Fotografía de la cosecha, Secado y trilla manual

#### Anexo 4. Recuadro de Aplicaciones

<b>Aplicaciones</b>	<b>Días después de la siembra</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>
Primera	12	Lorsban (Clorpirifos)	25cc / 20 l de agua
Segunda	35	Lorsban (Clorpirifos)	25cc / 20 l de agua
		Kelatex (Zn)	100 g / 20 l de agua
Tercera	55	Kelatex (Zn)	100 g / 20 l de agua