UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma

Título del Proyecto de Investigación:

"EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE GERMINACIÓN Y VIGOR DE SEMILLAS DE CULTIVARES DE FREJOL"

Autora:

Catherine Elizabeth Leal Bermello

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Agr. Segundo Alfonso Vasco Medina, M. Sc.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador.

2016

DECLARATORIA DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Catherine Elizabeth Leal Bermello**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Autora:

f._____

Catherine Elizabeth Leal Bermello

C.C. # 120660779-6

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Agr. Segundo Alfonso Vasco Medina, M.Sc.,** Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

CERTIFICA:

Que la estudiante **Catherine Elizabeth Leal Bermello**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **"Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de Semillas de Cultivares de Fréjol"**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

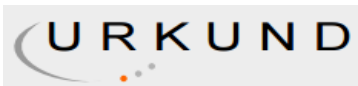
f. _____

Ing. Agr. Segundo Alfonso Vasco Medina, M. Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

URKUND

Documento	PROYECTO DE INVESTIGACION CATHERINE ELIZABETH LEAL BERMELLO 30.08.2016.docx (D21552063)
Presentado	2016-08-30 17:45 (-05:00)
Presentado por	catherine.leal@uteq.edu.ec
Recibido	svasco.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Proyecto de Investigación Mostrar el mensaje completo
	8% de esta aprox. 29 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 5 fuentes.



Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTO DE INVESTIGACION CATHERINE ELIZABETH LEAL BERMELLO 30.08.2016.docx (D21552063)
Submitted: 2016-08-31 00:45:00
Submitted By: catherine.leal@uteq.edu.ec
Significance: 8 %

Sources included in the report:

Aguayo - Proyecto de Investigacion urkund.docx (D17411086)
http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3501/1/tesis%20final%20Emilio%20Ochoa%20T..pdf
http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/download/1074/1002
http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2202/1/13T0747%20CARVAJAL%20ADELA.pdf
http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf

Instances where selected sources appear:

33

f. _____

Ing. Agr. Segundo Alfonso Vasco Medina M. Sc

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Titulo:

"Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de frejol".

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma.

Aprobado por:

_____

Ing. Agr. Ignacio Sotomayor Herrera M. Sc

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

_____	_____
Ing. Agr. César Bermeo Toledo M. Sc	Ing. Agr. César Varas Maenza M. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL	**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a la UTEQ, especialmente, a mi querida Facultad de Ciencias Agrarias y a su prestigioso grupo de Autoridades y Docentes.

Gratifico con humildad y sencillez, a todas las personas e instituciones que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este proyecto.

Agradezco especialmente, a la Ph.D. Carmita Suárez por compartir sus conocimientos y experiencias, animándome a ser mejor cada día, tanto en lo personal, como en lo profesional.

Al Ing. Agr. M.Sc. Alfonso Vasco Medina por su guía, apoyo y comentarios oportunos; con su contribución se alcanzaron los objetivos propuestos; al Ing. Gabriel Liu-Bá por sus acertadas exhortaciones.

Agradezco a los Miembros del Tribunal, Ing. Ignacio Sotomayor Herrera M.Sc., Ing. César Varas Maenza M.Sc., e Ing. César Bermeo Toledo M.Sc., por la dedicación y tiempo que le brindaron a este proyecto.

A mis amigos, compañeros y ahora colegas: Virginia Luna, Katerine Herrera, Karla Zambrano, Néstor Salcedo, Eloy Moreno, Mauricio Palacios, Ronny Verdesoto, Ángel Villalva; gracias por su Amistad y Apoyo Incondicional.

Agradezco a quienes vivieron conmigo este proceso, por sus energías, gestiones y arduas horas de trabajo: Holger Mora, Willy Fuentes y Jimmy Párraga.

Catherine Leal Bermello

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico principalmente a mi **DIOS** *por haberme dado la vida, por cuidarme y darme la fortaleza para llegar hasta este momento tan importante en el que culmino una etapa dentro de mi formación profesional.*

A mi **MADRE,** *por haberme apoyado en todo momento, por ser el pilar fundamental; por su entereza, firmeza y comprensión ante las adversidades, por la valentía con la que me ha ayudado a salir adelante, por los valores que me ha sabido inculcar siempre con todo su amor.* **Artemia.**

A mi hermanita del alma, que con su alegría supo animarme en los momentos difíciles de mi vida, haciéndome saber que siempre podré contar con ella en todo momento y circunstancia. **María.**

A mi hermano que con sus conocimientos y recomendaciones ha sabido guiarme, protegiéndome y acompañándome en los buenos y malos instantes. **Rodolfo** *Gracias.*

A aquellas personas especiales que ya no están más a mi lado, mi padre **Pedro** *(†), abuelita* **Margarita** *(†), comadre* **Elena** *(†), amigo* **Joel** *(†) y a mi fiel* ***Cucky;*** *a pesar de sus partidas, están presentes en mi mente y mi corazón. ¡Siempre los recordaré!*

Catherine Leal Bermello

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación "Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol" se llevó a cabo en la Finca Experimental "La María" propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7½ vía Quevedo- El Empalme. El objetivo general fue determinar el potencial fisiológico de las semillas de cuatro variedades de fréjol; siendo sus objetivos específicos establecer la viabilidad de las semillas de fréjol a nivel de campo y laboratorio, comparar las características agronómicas y rendimiento de cada una de las variedades de fréjol. En campo se empleó el diseño experimental Bloques Completos al Azar (DBCA) y en la fase de laboratorio el diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El material genético fueron los cultivares de fréjol Panamito, Cuarentón, Tumbe y Pata de Paloma.

El experimento de campo se realizó durante el periodo de Julio a Noviembre del 2015 y la fase de laboratorio en los meses de Enero y Febrero del 2016. La siembre se efectuó a una distancia de 0,60 x 0,30 m con una parcela neta de 24 plantas por repetición. Se efectuaron las labores agronómicas necesarias para el desarrollo del cultivo como: preparación del suelo, trazado del lote, desinfección de las semillas, siembra, raleo, fertilización, control de malezas, riego y cosecha. Las variables registradas en campo fueron: porcentaje de emergencia de plantas en campo, número de días a floración, altura de planta (cm), vigor, porcentaje de sobrevivencia de plantas, número de vainas por planta, número de semillas por planta, peso de 100 semillas (g), rendimiento de grano seco (Kg/ha); en laboratorio: porcentaje de germinación, longitud de raíz y la parte aérea, y prueba de frío. Los datos del estudio fueron sometidos al análisis de varianza y las comparaciones entre medias de tratamientos se realizaron mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Los resultados obtenidos señalan lo siguiente: el cultivar Tumbe presentó a los 10 y 15 días el mayor porcentaje de emergencia de plantas con 95 y 96,50%, respectivamente, lo que representa que este genotipo posee un buen poder germinativo, también obtuvo la mayor altura de planta con 78,93 cm, excelente vigor, el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas con 97,92%, el mayor número de semillas por vaina con 10,63, el mayor número de semillas por planta con 281,28 y el mayor rendimiento de grano seco con 3316,52 Kg/ha. El cultivar Cuarentón resultó más precoz a la floración con 31,56 días, más baja altura de planta con promedio de 36,08 cm, mayor peso de 100 semillas con 48,8 g; el Panamito reportó el mayor promedio con 29,30 vainas por planta.

Palabras claves: Fréjol, germinación, vigor, capacidad germinativa, calidad de semillas.

ABSTRACT

This research "Evaluation of potential seed germination and vigor of bean cultivars" was conducted at the Experimental Farm "La Maria" owned by the State Technical University of Quevedo, located at Km. 7½ via Quevedo- El Empalme. The overall objective was to determine the physiological potential of seeds of four varieties of beans; being its specific objectives establish the viability or potential germination of seeds of beans at the level of field and laboratory, compare the agronomic characteristics and performance of each of the varieties of beans. In the field phase the experimental design was used Blocks Randomized Complete (DBCA) and in the laboratory stage the Completely randomized design (DCA) with four treatments and four repetitions. The genetic material was composed of bean cultivars Panamito, Cuarentón, Tumbe y Pata de Paloma.

The field experiment was conducted during the period July to November 2015 and the laboratory stage in the months of January and February 2016. Field-level planting was used a distance of 0.60 x 0.30 m with a net plot of 24 plants per replication. Agronomic tasks necessary for crop development as they were made: soil preparation, marking the lot, disinfection seeds, planting, thinning, fertilization, weed control, irrigation and harvesting

The variables recorded in the field were: percentage of plant emergence in the field, number of days to flowering, plant height (cm), vigor, percentage of plant survival, number of pods per plant, number of seeds per plant, weight 100 seeds (g), dry grain yield (kg / ha); Laboratory: germination percentage, root length and aerial part, and cold test. The study data were subjected to analysis of variance and comparisons between treatment means were made by Tukey test at 95% probability.

The results indicate the following: Tumbe cultivar presented at 10 and 15 days, the highest percentage of plant emergence with 95 and 96.50%, respectively, representing that this genotype has a good germination, also had the highest plant height of 78.93 cm, excellent vigor, the highest percentage of survival of plants with 97.92%, the highest number of seeds per pod with 10.63, the highest number of seeds per plant with 281.28 and higher yield of dry grain 3316.52 Kg / ha. Cuarentón cultivar was earlier flowering with 31.56 days lower average plant height of 36.08 cm with greater weight of 100 seeds with 48.8 g; Panamito cultivar had the highest average with 29.30 pods per plant.

Keywords: bean, germination, vigor, germination, seed quality.

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO Página

Portada i

Declaratoria de Autoria y Cesión de Derechos ii

Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación iii

Certificado del Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio Académico iv

Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación v

Agradecimiento vi

Dedicatoria vii

Resumen Ejecutivo viii

Abstract ix

Tabla de Contenido x

Índice de Cuadros xvi

Índice de Gráficos xvii

Índice de Anexos xviii

Código Dublin xxi

Introducción 22

CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 24

1.1 Problema de Investigación. 25

1.1.1 Planteamiento del Problema. 25

1.1.2 Formulación del Problema. 26

1.1.3 Sistematización del Problema. 26

1.2 Objetivos. 27

1.2.1 Objetivo General. 27

1.2.2 Objetivos Específicos. 27

1.3 Justificación 28

CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN 29
2.1 Fundamentación Teórica 30
2.1.1 Importancia 30
2.1.2 Principales Zonas de Producción de Fréjol en Ecuador. 30
2.1.3 Origen 31
2.1.4 Clasificación Botánica del Fréjol 31
2.1.4.1 Taxonomía 31
2.1.5 Morfología 32
2.1.5.1 Sistema Radicular 32
2.1.5.2 Tallo 32
2.1.5.3 Hojas 32
2.1.5.4 Flores 33
2.1.5.5 Fruto 33
2.1.5.6 Semilla 33
2.1.6 Fisiología 33
2.1.6.1 Fase Vegetativa 33
2.1.6.2 Fase Reproductiva 34
2.1.6.3 Hábito de Crecimiento 35
2.1.7 Factores Edafoclimáticos 36
2.1.7.1 Temperatura 36
2.1.7.2 Agua 36
2.1.7.3 Luminosidad 36
2.1.7.4 Suelo 36
2.1.7.5 pH 37
2.1.8 Fertilización 37
2.1.9 Malezas 37
2.1.10 Insectos Plagas que Atacan el Cultivo de Fréjol 37

2.1.10.1 Gusano Trozador *(Agrotys sp)* 38
2.1.10.2 Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum y Bemisia tabaci)* 38
2.1.10.3 Lorito Verde o Mosquilla (*Empoasca kraemeri)* 38
2.1.10.4 Gorgojo (*Acanthoscelides obtectus)* 38
2.1.11 Enfermedades 39
2.1.11.1 Pudriciones Radiculares (*Rhizoctonia sp*, y *Fusarium spp*), ... 39
2.1.11.2 Roya (*Uromyces appendiculatus)* 39
2.1.11.3 Antracnosis (*Collectotrichum lindemuthianum*) 39
2.1.11.4 Bacteriosis Común (*Xanthomonas campestris pv. phaseoli*) 39
2.1.11.5 Mildiu Polvoso o Cenicilla (*Erysiphe polygoni*) 40
2.1.12 Nemátodos 40
2.1.13 Mejoramiento Genético 40
2.1.14 Características de las Variedades Empleadas en la Investigación 41
2.1.14.1 Fréjol Tumbe 41
2.1.14.2 Fréjol Cuarentón 41
2.1.14.3 Fréjol Panamito 41
2.1.14.4 Fréjol Pata de Paloma 42
2.1.15 Semilla 42
2.1.16 Factores de Calidad de Semillas 43
2.1.17 Sistemas de Producción de Semillas 43
2.1.17.1 Sistema Tradicional 43
2.1.17.2 Sistema Convencional 43
2.1.17.3 Sistema No Convencional 43
2.1.18 Calidad Fisiológica de Semillas 44
2.1.19 Germinación de las Semillas 44
2.1.20 Vigor de las Semillas 44
2.1.21 Madurez Fisiológica y Deterioro de la Semilla 45

2.1.22 Latencia y Quiescencia 46
2.1.23 Prueba de Frío (Cold Test) 46
2.1.24 Contenido Nutricional 46
CAPÍTULO III MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 48
3.1 Materiales y Métodos 49
3.1.1 Localización del Ensayo 49
3.1.2 Localización de Fase de Laboratorio 49
3.1.3 Características Agroclimáticas 49
3.2 Tipo de Investigación 49
3.3 Métodos de Investigación 50
3.4 Fuentes de Recopilación de Información 50
3.4.1 Primarias 50
3.4.2 Secundarias 50
3.5 Diseño de la Investigación 50
3.5.1 Especificaciones del Experimento 51
3.6 Instrumentos de Investigación 51
3.6.1 Factores en Estudio 51
3.6.2 Tratamientos en Estudio 52
3.7 Datos Registrados y Metodología de Evaluación 52
3.7.1 Porcentaje de Emergencia de Plántulas en Campo 52
3.7.2 Número de Días a la Floración 52
3.7.3 Altura de Planta 52
3.7.4 Adaptación Vegetativa (vigor) 52
3.7.5 Porcentaje de Sobrevivencia de Plantas 53
3.7.6 Número de Vainas planta. 53
3.7.7 Número de semillas vaina. 53
3.7.8 Peso de 100 granos 53

3.7.9 Rendimiento del grano (kg/ha) de grano seco. 53
3.7.10 Prueba de Germinación 53
3.7.11 Longitud de la Parte aérea 53
3.7.12 Longitud de raíz 54
3.7.13 Prueba de frío 54
3.8 Análisis de Datos. 54
3.9 Manejo del Experimento 54
3.9.1 Preparación de Suelo 54
3.9.2 Trazado de Lote 54
3.9.3 Desinfección de las Semillas 54
3.9.4 Siembra 54
3.9.5 Raleo 54
3.9.6 Fertilización 55
3.9.7 Control de Malezas 55
3.9.8 Control de Plagas y Enfermedades 55
3.9.9 Riego 55
3.9.10 Cosecha 55
3.10 Recursos y Materiales. 56
3.10.1 Material Genético 56
3.10.2 Recursos Materiales 56
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 57
4.1 Resultados 58
4.1.1 Resultados de Ensayo en Campo 58
4.1.1.1 Porcentaje de Emergencia de Plántulas en el Ensayo a 10 y 15 días. 58
4.1.1.2 Número de Días a la Floración y Promedios de Altura de Planta. 59
4.1.1.3 Vigor (adaptación Vegetativa) y Porcentaje de Sobrevivencia de Plantas. 60

4.1.1.4 Número de Vainas por Planta, Número de Semillas por Vaina y Número de Semillas por planta 61
4.1.1.5 Peso de Cien Semillas y Rendimiento (kg/ha) de Grano Seco. 62
4.1.2 Resultados de Ensayo en Laboratorio 63
4.1.2.1 Porcentaje de Germinación 63
4.1.2.2 Longitud de la parte Aérea y Longitud de Raíz 63
4.1.2.3 Prueba de Frío 64
4.2 Discusión 65
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 67
5.1 Conclusiones 68
5.2 Recomendaciones 69
CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA 70
6.1 Literatura Citada 71
CAPITULO VI ANEXOS 78

Índice de Cuadros

CONTENIDO Página

Cuadro 1 Características Agroclimáticas del Ensayo de la Zona en Estudio 49
Cuadro 2 Esquema del Análisis de Variancia en Campo 50
Cuadro 3 Esquema del Análisis de Variancia en Laboratorio 51
Cuadro 4 Emergencia de Plántulas a los 10 y 15 Días Después de la Siembra en la Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de Semillas de Cultivares de Fréjol. Quevedo, 2015. 58
Cuadro 5 Altura de Planta y Número de Días a la Floración en la Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de Semillas de Cultivares de Fréjol. Quevedo, 2015 59
Cuadro 6 Vigor y Sobrevivencia de Plantas en la Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de Semillas de Cultivares de Fréjol. Quevedo, 2015..... 60
Cuadro 7 Número de Vainas por Planta (NVP), Número de Semillas por Vaina (NSV) y Número de Semillas por Planta (NSP) en Estudio de la Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de Semillas de Cultivares de Fréjol. Quevedo, 2015. 61
Cuadro 8 Peso de Cien Semillas (g) y Rendimiento de Grano Seco (Kg/ha) en la Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de Semillas de Cultivares de Fréjol. Quevedo, 2015 62
Cuadro 9 Test de Germinación en la Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de Semillas de Cultivares de Fréjol. Quevedo, 2015 63
Cuadro 10 Longitud de la Parte Aérea y Longitud de Raíz en Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de Semillas de Cultivares de Fréjol. Quevedo, 2015. 64
Cuadro 11 Test de frío en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015 64

Índice de Gráficos

CONTENIDO Página

Gráfico 1 Etapas de desarrollo del cultivo de fréjol 34

Índice de Anexos

CONTENIDO Página

Anexo 1 Croquis de Campo 79

Anexo 2 Análisis de Varianza del Porcentaje de Germinación a los 10 Días Después de la Siembra en la Evaluación del Potencial de Germinación y Vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 80

Anexo 3 Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 15 días después de la siembra en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 80

Anexo 4 Análisis de varianza de la Altura de planta, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 80

Anexo 5 Análisis de varianza de los días a la floración, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 81

Anexo 6 Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia de las plantas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 81

Anexo 7 Análisis de varianza del número de vainas por planta, en la evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 81

Anexo 8 Análisis de varianza del número de semillas por vainas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 82

Anexo 9 Análisis de varianza del número de semillas por planta, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 82

Anexo 10 Análisis de varianza del peso de cien semillas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 82

Anexo 11 Análisis de varianza del rendimiento (kg/ha) en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 83
Anexo 12 Análisis de varianza del porcentaje de germinación (test de germinación), en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 83
Anexo 13 Análisis de varianza de la longitud de la parte aérea de la planta en el test de germinación, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 83
Anexo 14 Análisis de varianza de la longitud de raíz de la planta en el test de germinación, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 84
Anexo 15 Análisis de varianza del número de plantas germinadas utilizando el test de frío, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 84
Anexo 16 Valores transformados a porcentaje para determinar la emergencia de plántulas a los 10 días después de la siembra en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 85
Anexo 17 Valores transformados a porcentaje para determinar la emergencia de plántulas a los 15 días después de la siembra en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 85
Anexo 18 Datos promedio de Altura de planta tomados de 10 plantas evaluadas al azar, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 85
Anexo 19 Número de días a la floración, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 86
Anexo 20 Número de plantas de la parcela útil al fin del ciclo productivo (sobrevivencia de las plantas), en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 86
Anexo 21 Número de vainas por planta, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 86

Anexo 22 Datos del número de semillas por vainas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 87
Anexo 23 Datos correspondientes al número de semillas por planta, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 87
Anexo 24 Datos del peso de cien semillas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 87
Anexo 25 Datos del rendimiento (kg/ha) en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 88
Anexo 26 Datos obtenidos de la germinación (test de germinación), en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 88
Anexo 27 Datos obtenidos de la longitud de la parte aérea de la planta en el test de germinación, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 88
Anexo 28 Datos de longitud de raíz de la planta en el test de germinación, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 89
Anexo 29 Número de plantas germinadas utilizando el test de frío, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015. 89
Anexo 30 Fotos de realización del proyecto de investigación 90

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de frejol				
Autor:	Leal Bermello; Catherine Elizabeth				
Palabras clave:	Fréjol	Emergencia	Vigor	Germinación	calidad de semillas
Fecha de publicación:	- - 2016				
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2016.				
Resumen:	Los resultados obtenidos señalan lo siguiente: el cultivar Tumbe presentó a los 10 y 15 días el mayor porcentaje de emergencia de plantas con 95 y 96,50%, respectivamente, lo que representa que este genotipo posee un buen poder germinativo, también obtuvo la mayor altura de planta con 78,93 cm, excelente vigor, el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas con 97,92%, el mayor número de semillas por vaina con 10,63, el mayor número de semillas por planta con 281,28 y el mayor rendimiento de grano seco con 3316,52 Kg/ha; el cultivar Cuarentón resultó más precoz a la floración con 31,56 días, más baja altura de planta con promedio de 36,08 cm, mayor peso de 100 semillas con 48,8 g; el cultivar Panamito reportó el mayor promedio con 29,30 vainas por planta. **The results indicate the following: Tumbe cultivar presented at 10 and 15 days, the highest percentage of plant emergence with 95 and 96.50%, respectively, representing that this genotype has a good germination, also had the highest plant height of 78.93 cm, excellent vigor, the highest percentage of survival of plants with 97.92%, the highest number of seeds per pod with 10.63, the highest number of seeds per plant with 281.28 and higher yield of dry grain 3316.52 Kg / ha; Cuarentón cultivar was earlier flowering with 31.56 days lower average plant height of 36.08 cm with greater weight of 100 seeds with 48.8 g; Panamito cultivar had the highest average with 29.30 pods per plant.**				
Descripción:	92 hojas: dimensiones, 29,7 x 21 cm + CD-ROM				
URL:					

INTRODUCCIÓN

La importancia del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Ecuador, radica en que es uno de los alimentos predilectos de la población, por su valor accesible, el contenido de grasas y proteínas, incluso su valor nutritivo es comparado con la carne roja (Garcés, 2013). El grano de este cultivo es consumido casi por la totalidad de la población, siendo también fuente de ingreso para pequeños y medianos productores (Garcés, 2011); es la leguminosa con mayor consumo, en grano seco y con alto contenido de humedad, cosechada antes de la madurez fisiológica (grano fresco) (Ernest, *et.* al, 2008).

Esta leguminosa es sembrada generalmente en terrenos con pendientes en asociación con maíz, en suelos poco fértiles, con problemas de enfermedades y manejo agronómico; en su mayoría son agricultores pequeños, orientados a la producción para el autoconsumo, sin descartar la existencia de áreas donde los agricultores producen para el mercado.

En la provincia de Los Ríos y su zona de influencia (cantones aledaños de las provincias de Guayas, Manabí, Bolívar y Azuay) se utilizan materiales recomendados a otras zonas del país (Guayas, Manabí o Imbabura), o a su vez semillas provenientes del mercado local, con las cuáles el productor no obtiene una germinación superior al 80%, repercutiendo en una baja producción del cultivo y exigua rentabilidad (Garcés *et.* al, 2013).

El potencial de germinación y vigor de semillas es de gran interés, ya que por lo general existe mucha heterogeneidad en la emergencia de las plántulas, y este trabajo de investigación está enfocado en valorar las semillas recicladas de cuatro variedades y encontrar la variedad con alto potencial de germinación, vigor y con buen rendimiento.

El fréjol, por disponer aproximadamente un 22% de proteínas, es considerado como componente básico en la alimentación, es relativamente económico si se lo compara con las proteínas de origen animal, especialmente la carne; además, que mejora los suelos debido a las bacterias nitrificantes que se adhieren a las raíces (Bitocchi & Nanni, 2011).

En Ecuador se cosecha en grano seco alrededor de 89.789 ha y en grano tierno 15.241 ha, lo que produce 18.050 y 8448 tm/ha, respectivamente.

Los valores indicados a su vez representan rendimientos, en su orden, de 0.20 y 0.50 tm/ha, cantidades que se consideran deficientes debido a la escasa disponibilidad de variedades mejoradas, uso de semillas de mala calidad, incidencia de plagas y manejo inadecuado del cultivo. Por lo indicado, es necesario que se generen nuevas variedades con características deseables. Para ello se requiere que se disponga de fuentes de la variabilidad genética, las cuales se las encuentra en las colecciones de germoplasma (INEC, 2012).

Por otra parte, en el Litoral ecuatoriano no se dispone de variedades mejoradas de fréjol, pues, únicamente se cultivan materiales tradicionales que son de bajo rendimiento debido a su constitución genética, entre ellos, la susceptibilidad a plagas y enfermedades.

En la industria de las semillas el porcentaje de germinación, es el parámetro más importante para evaluar los lotes de producción de semilla, ya que este valor es utilizado para la certificación y comercialización del producto como punto de referencia de la calidad del lote. Las pruebas de germinación se hacen normalmente bajo condiciones favorables de temperatura y humedad, motivo por el cual muchas veces los resultados de estas pruebas no corresponden a los resultados obtenidos en campo; de esta forma, se ha optado por implementar paralelamente a la germinación, pruebas de vigor para emitir veredictos integrales sobre la calidad fisiológica de un lote de semillas.

A fin de minimizar los riesgos que implica utilizar semillas que no tienen una adecuada capacidad para producir buenas cosechas, es de fundamental importancia realizar un control de calidad y dentro de este se ven involucrados los diferentes métodos útiles y confiables para determinar las principales características de una semilla de alta calidad, es decir cuando es pura, tiene germinación, alto vigor, y están libres de enfermedades.

El disponer de semilla de calidad a precios competitivos para los productores de fréjol, resultaría en la obtención de mayor rendimiento y un producto alimenticio de mayor uniformidad y calidad. Por ello, el conocer la capacidad germinativa de las variedades ayudará para la obtención de un máximo rendimiento, ya que los productores requieren variedades de rápido y óptimo establecimiento, aún en condiciones adversas.

En el presente trabajo se muestran principales técnicas de análisis de semillas como útil herramienta en el control de calidad para la toma de decisiones inmediatas, a mediano y a largo plazo.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de Investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

Entre los aspectos limitantes de la producción de esta leguminosa, se identifica principalmente la poca disponibilidad de semillas de calidad, el cultivo de fréjol en el cantón Quevedo presenta un bajo uso de semillas mejoradas o certificadas, y es realizado en pequeñas áreas, poco tecnificadas.

La poca disponibilidad de semillas de calidad del cultivo de fréjol y sus variedades, ha traído como consecuencia la utilización de semillas recicladas por parte de los productores, y con el pasar del tiempo estas semillas han ido perdiendo su viabilidad y han repercutido en una disminución en las cosechas, generándose pérdidas económicas.

Los pequeños agricultores tienen dificultades al realizar la siembra ya que la semilla no germina con uniformidad, teniendo como resultado una baja densidad poblacional y generando mermas financieras.

Debido al bajo porcentaje de germinación de ésta leguminosa la presente investigación pretende determinar la calidad fisiológica de las semillas de varios cultivares, de manera que se pueda contrarrestar tal efecto negativo y poner a disposición de los productores semilla con características deseadas, y con un alto contenido de nutrientes, es decir, que contribuya en la alimentación de los habitantes del cantón.

1.1.2 Formulación del problema

Tradicionalmente, la reutilización de semillas recicladas, el manejo post- cosecha, sin los debidos estándares de calidad en cuánto a las condiciones para su almacenamiento, hacen que las semillas pierdan su viabilidad, lo cual repercute en aspectos muy importantes como son: la calidad fisiológica y el rendimiento

1.1.3 Sistematización del problema

- En base a la problemática abordaba anteriormente se plantean las siguientes directrices:

- ¿Existirá una variabilidad en la viabilidad de las semillas de cultivares de frejol, en base a sus distintas características agronómicas?

- ¿Cuál de los cultivares presentará un mayor rendimiento?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar el potencial fisiológico de las semillas de cuatro variedades de frejol.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Establecer la viabilidad o potencial de germinación de las semillas de frejol a nivel de campo y laboratorio.

- Comparar las características agronómicas, así como el rendimiento de cada una de las variedades de frejol.

1.3 Justificación

La capacidad productiva se ve reducida debido a la baja densidad poblacional del cultivo de fréjol al utilizar semilla reciclada, lo que repercute en una exigua rentabilidad, afectando la economía del productor.

El mal manejo poscosecha hace que la semilla se vea afectada por ciertos patógenos e insectos plaga y esto reduce su capacidad germinativa, además las condiciones en las que se realiza el almacenamiento con temperaturas elevadas empeora el panorama ya que las enfermedades se proliferan con mayor rapidez, y los insectos de granos almacenados no tardan en aparecer.

La presente investigación está orientada a evaluar la calidad de la semilla de fréjol proveniente de fuentes privadas y comerciales en el Cantón Quevedo y con base en ello, orientar los esfuerzos tendientes al mejoramiento de la producción de esta leguminosa, promoviendo el uso semilla con alto potencial de germinación y vigor.

El almacenamiento de las semillas bajo condiciones adversas ocasiona la pérdida de la calidad fisiológica de la semilla, lo que provoca una variedad de síntomas que reducen la viabilidad o capacidad de germinación de las mismas. Al obtener un alto potencial de germinación y vigor de las semillas se obtendrá un alto rendimiento, lo que implicaría un beneficio económico para nuestros productores. Las variedades en estudio poseen características diferentes: tamaño, color, entre otras; por lo que su importancia para el consumo humano radica en los valores nutricionales que presenten.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Importancia

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es considerada entre las leguminosas de grano alimenticias, una de las especies más importantes para el consumo humano. Posee áreas agroecológicas de gran diversidad, ya que es cultivada en todo el mundo (Rodríguez, et. al., 2009).

Dentro de las leguminosas, el fréjol es una de la más importantes por su contenido proteico (20.5%), que en mezcla balanceada con cereales es comparable con la proteína de origen animal, como la carne. Es rico en aminoácidos esenciales (Lisina y Triptofano); por lo tanto constituye una alternativa para elevar el estado de nutrición de población (FAO, 2003).

Los niveles de consumo, varían de acuerdo con el estrato económico de los consumidores, y su localización geográfica, en el área rural se consume mayor cantidad de frijol por día. Existe una amplia demanda real de frijol, condición que se ve potencializada por el crecimiento de la población y el desarrollo de las industrias, así como el consumo de los distintos subproductos y productos procesados (Aldana, 2010).

2.1.2 Principales Zonas de Producción de Fréjol en Ecuador

El cultivo de fréjol constituye actualmente el 0,84 % del total de 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 (INEC, 2011).

La superficie cosechada es concentrada mayormente en las provincias de Imbabura con 16.814 ha, las que representan el 18.59% del total nacional; Azuay con 14.811 ha y representan el 16.38%; Carchi posee el 11.22 %, es decir, 10.144 ha cosechadas del grano; y la provincia de Loja con 12.798 ha, es decir, 14.15%; todas ellas constituyen las provincias representativas en lo que a este rubro se refiere (INEC, 2011).

2.1.3 Origen

El fréjol común es una especie de origen americano. México, Guatemala y Perú fueron los posibles centros de origen y de diversificación primaria. Hallazgos arqueológicos indican que el fríjol se empezó a cultivar 7.000 años a.C. tuvo un gran desarrollo en las civilizaciones Azteca, Inca y Maya (Aldana, 2010).

El fréjol es un cultivo que tras poseer un buen sabor aporta con una gran cantidad de nutrientes proteicos. Esta leguminosa procede de una planta herbácea, también conocida como fríjol, habichuela, judía, poroto, entre otros. La planta de fréjol demanda un alto uso de insumos como fertilizantes y plaguicidas ya que la planta se caracteriza también por ser vulnerable a plagas y enfermedades y por ser capaz de adaptarse a diversos ecosistemas (FAO, 2005).

Según lo manifestado por Aldana (2010) el nombre científico completo fue designado por Linneo en 1753 como *Phaseolus vulgaris* L. El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, siendo las cuatro especies cultivadas: *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus coccineus* L., *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus acutifolius* A. Gray var. Latifolius.

2.1.4 Clasificación botánica del fréjol

2.1.4.1 Taxonomía

Según Valladares (2010), la clasificación taxonómica del fréjol es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Tribu:	Phaseoleae
Subtribu:	Phaseolinae
Género:	Phaseolus
Especie:	vulgaris
Nombre científico:	*Phaseolus vulgaris* L.

2.1.5 Morfología

La morfología estudia los caracteres de cada órgano, visible a escala macroscópica y microscópica; el examen de cada uno de los órganos por separado, facilita la comprensión de la planta de fréjol en su totalidad (Ríos & Quirós, 2007).

2.1.5.1 Sistema radicular

Consta de una raíz pivotante capaz de alcanzar gran profundidad. La germinación comienza con el desarrollo de la radícula, que se ramifica abundantemente y es la encargada, junto con las sustancias de reserva almacenadas en los cotiledones, de nutrir a la planta durante sus primeros días de vida (Valladares, 2010).

El fríjol por ser una planta leguminosa utiliza el nitrógeno atmosférico en un proceso simbiótico con bacterias nitrificantes de Rhizobium (*Rhizobium phaseoli*) que es beneficioso para la agricultura (Espinoza, 2010).

El proceso de simbiosis entre las plantas de fríjol y los Rhizobium, que fijan el nitrógeno, es menos eficaz en el frijol que en otras leguminosas, como la soya y el maní, y varía con los cultivares, de tal manera que el Rhizobium adecuado para uno de ellos puede no serlo para otro (Valladares, 2010).

2.1.5.2 Tallo

Posee un tallo principal, que puede ser erecto, semierecto, semipostrado o postrado, midiendo de 30-90 cm en variedades determinadas y en variedades indeterminadas alcanza 2 o más metros. Está conformado por nudos y entrenudos; al primer nudo se le denomina cotiledonar, el segundo nudo es el de las hojas primarias unifoliadas, después el tallo continúa con una sucesión de nudos (punto de intersección de hojas trifoliadas en el tallo y un grupo de yemas axilares) y entrenudos (espacio entre dos nudos), presentan pelos cortos, largos, una combinación de pelos cortos y largos, o ser lisos (Valladares, 2010).

2.1.5.3 Hojas

La planta posee hojas simples y compuestas, insertadas en los nudos del tallo y ramas; las hojas simples sólo aparecen en el primer estado de crecimiento y se acomodan en el segundo nudo del tallo, las hojas compuestas son trifoliadas de diversos tamaños. Los foliolos de las hojas son acuminados y asimétricos, de forma alargada a triangular (Cevallos, 2008).

2.1.5.4 Flores

Es una papilionácea (amariposada), perfecta (órganos masculinos y femeninos están en la misma flor) y completa (posee corola y cáliz), flor hermafrodita. El cáliz consta de 5 pétalos libres, el más grande se denomina “estandarte”, dos medianos denominados “alas” y dos más pequeños se unen y forman la llamada “quilla” (Espinoza, 2010). Aunque el fréjol produce menos flores que otras leguminosas, como la soya, éstas cuajan en mayor proporción, a menudo se autofecundan, los cultivares se pueden multiplicar por semilla sin perder las características genéticas de la planta madre a mediano plazo (Valladares, 2010).

2.1.5.5 Fruto

Es una vaina o legumbre, con dos valvas, las cuales proceden de un ovario comprimido. Las vainas varían de forma, tamaño y número de semillas, son de varios colores, dependiendo del estado de madurez y la variedad (Amaya & Juárez, 1981).

2.1.5.6 Semilla

Se origina de un óvulo campilotropo, no posee albumen; por lo que sus reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. La semilla del fréjol presenta gran diversidad de formas (esféricas, cilíndricas, elípticas u ovales), coloración externa, (desde el blanco hasta el negro) y de coloración uniforme, jaspeada, punteada o manchada (Cevallos, 2008).

2.1.6 Fisiología

La fisiología del frijol está determinada por el factor genético y el ciclo vegetativo que depende de la variedad. El ciclo biológico de la planta de fréjol se divide en dos fases: vegetativa y reproductiva; cada una de las fases tiene diferentes etapas cuya duración es influenciada por dos factores: el genotipo y el clima. Según el CIAT (1987) son:

2.1.6.1 Fase vegetativa

Empieza desde que la semilla se coloca en ambiente favorable para la germinación y termina cuando se presentan los primeros botones florales y comprende cinco etapas:

Etapa V0 germinación: La semilla tiene humedad suficiente para comenzar la germinación.

Etapa V1 emergencia: Los cotiledones aparecen a nivel del suelo. En un cultivo la etapa comienza cuando la etapa v0 ocurre en el 50% de la población esperada.

Etapa V2 hojas primarias: Aparecen desplegadas las hojas primarias.

Etapa V3 primera hoja trifoliada: Esta hoja está completamente desplegada, es decir con los foliolos en un solo plano.

Etapa V4 tercera hoja trifoliada: La tercera hoja trifoliada se despliega.

2.1.6.2 Fase reproductiva

Comprende cinco etapas y son:

Etapa R5 Prefloración: Aparece el primer botón en las variedades tipo I, o el primer racimo en las de hábito de crecimiento indeterminado.

Etapa R6 Floración: Se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta.

Etapa R7 Formación de Vainas: La planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o recién desprendida.

Etapa R8 Llenado de Vainas: La planta empieza a llenar la primera vaina, se observan abultamientos en las vainas al mirarlas por las saturas.

Etapa R9 Maduración: Comienza la decoloración y secado de la primera vaina, el contenido de humedad baja hasta el 15 % en donde el grano adquiere su coloración típica.

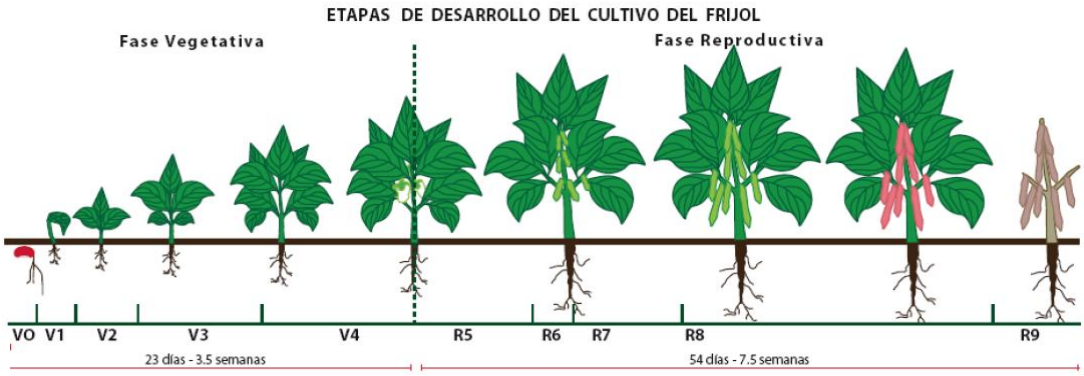


Gráfico 1.Etapas de desarrollo del cultivo de fréjol

Fuente: IICA/ COSUDE, Proyecto RED SICTA Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central.

2.1.6.3 Hábito de crecimiento

Es el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta en su arquitectura final, el hábito de crecimiento es influenciado por el ambiente. Los principales caracteres morfo-agronómicos que establecen el hábito de crecimiento son:

- El tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
- El número de nudos y la longitud de los entrenudos, en efecto, la altura de planta.
- La aptitud para trepar.
- El grado y tipo de ramificación.

Tipo I. Hábito de crecimiento determinado arbustivo:

El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. El tallo es fuerte, con 5 a 10 entrenudos, normalmente cortos. La altura puede variar entre 30 y 50 cm. La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

Tipo II. Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo:

El tallo es erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta, las ramas no originan guías. Pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, y son cortas con respecto al tallo. Todas las plantas de crecimiento indeterminado continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III. Hábito de crecimiento indeterminado postrado:

Presentan plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada. La altura de las plantas es mayor a 80 cm. El tallo como las ramas termina en guías. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.

Tipo IV. Hábito de crecimiento indeterminado trepador:

A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que le da la habilidad trepadora. El tallo posee de 20 a 30 nudos, y alcanza más de 2 m de altura. La etapa de floración es significativamente más larga, así se presenta la etapa de floración, formación de las vainas, el llenado de las vainas y maduración a un mismo tiempo (Arias, et. al, 2007).

2.1.7 Factores edafoclimáticos

2.1.7.1 Temperatura

El fréjol es cultivado desde el trópico hasta la zona templada, es sensible a las heladas, los vientos fuertes y la excesiva humedad del suelo. Las temperaturas menores a 13°C retrasan el crecimiento; mientras que las altas provocan la caída de flores, disminución del número y peso de vainas, bajo llenado de vainas, semillas pequeñas y de menor vigor (Sarmiento, 2002). La calidad óptima de las semillas se obtiene cuando desarrollan y maduran bajo condiciones de 20°C o menos (Goodwing, 2008)

2.1.7.2 Agua

Se estima que más del 60% de los cultivos de fréjol en el mundo sufren por falta de agua; el fréjol no tolera el exceso (encharcamiento), ni la escasez de agua (sequía), por lo que desarrolla mecanismos de tolerancia a situaciones de estrés, aumentando la longitud de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua (Arias, et. al., 2007).

Los requerimientos son de 500 a 700 mm. de lámina de agua, volúmenes que deben distribuirse uniformemente, con una periodicidad de 5 a 15 días, con énfasis en la fase de floración y fructificación (Del Carpio, 2003).

2.1.7.3 Luminosidad

La luz solar influye como un factor limitante sobre la fenología, la morfología y fotosíntesis de la planta. El fréjol es una especie de días cortos; días largos tienden a causar demora en la floración y madurez (Ríos & Quirós, 2007).

Izquierdo & White (2009), indican que las hojas relativamente horizontales implican una pérdida de eficiencia debido a la excesiva iluminación de las hojas superiores y a un sombreado de las hojas inferiores.

2.1.7.4 Suelo

El fréjol requiere de suelos fértiles con textura franco limosa; aunque también tolera texturas franco arcillosas. El fréjol se produce mejor en terrenos sueltos, profundos, aireados y con buen drenaje, aunque se le puede considerar como no exigente en cuanto a las condiciones físicas del suelo (Mogollón, 2008).

2.1.7.5 pH

Este término define la acidez y alcalinidad relativa de una sustancia, la escala de pH cubre el rango desde 0 hasta 14. Un valor igual a 7 es neutral, valores inferiores a 7 son ácidos, los valores superiores a 7 son alcalinos o básicos (Larriva, 2002)

El pH óptimo es de 5.5 a 7.5 (Peralta, Murillo, Falconí, Manzón, & Pinzón, 2007). Chiappe (2009), indica que el pH óptimo está entre 5.5 y 7.0, ya que el frijol es altamente sensible a la salinidad del suelo y del agua, cuando está en forma de cloruro sódico.

2.1.8 Fertilización

El fréjol tiene una excelente respuesta al uso de Quelatos de Zinc, aplicados en floración y llenado en vainas; en dosis de 2 kg/ha (Peralta, et. al., 2007).

Los mejores rendimientos se han obtenido con fertilizantes nitrogenados, en dosis bajas, para evitar un exceso de desarrollo que deprime la cosecha del grano, haciéndose la planta más susceptible al ataque de plagas y enfermedades (Forero, 2007).

El cultivo de frijol usualmente extrae del suelo entre 60 a 80 kg de nitrógeno y 40 kg/ha de fósforo. En el caso de suelos ácidos deficientes en nitrógeno y fósforo, y con niveles altos de aluminio y manganeso, es necesario utilizar medidas correctivas (Singh, 2009).

2.1.9 Malezas

Las malezas más frecuentes en el cultivo del fréjol son: *Cyperus esculentus* (coquito), *Cyperus rotundus, Amaranthus spp., Bidens pilosa* (amor seco), *Sorgum halepense* (grama china), *Heteranthera reniformes* (oreja de ratón) (CIAT, 2000).

El periodo que debe permanecer sin hierbas desde la germinación depende de factores como: ciclo vegetativo, hábito de crecimiento de la variedad, tipo de malezas de la región, del sistema de cultivo, condiciones de humedad y fertilidad del suelo (Barreto, 2010).

Las prácticas de control deberían empezar máximo a las 3 semanas después de la siembra y continuar hasta 5 ó 6 semanas después de la siembra (Burnside & Weisberg, 2008).

2.1.10 Insectos plagas que atacan el cultivo de fréjol

En el fréjol la verdadera magnitud de los daños, varía según las condiciones ambientales, época de siembra, cultivares utilizados y el medio geográfico o ecosistema natural, en este caso se deduce que las plagas son más severas en la Costa que en la Sierra (Ávalos, 2004).

2.1.10.1 Gusano trozador *(Agrotys sp)*

Es de color oscuro, vive en el suelo, las larvas mastican el tallo y cortan las plántulas, en ocasiones actúan como devoradores del follaje, principalmente de las hojas bajeras. Los daños se presentan en las primeras semanas después de la siembra, la planta se marchita y muerte repentinamente; se controla con la aplicación de riegos y una buena medida preventiva es la preparación del suelo (Tamayo & Londoño, 2001).

2.1.10.2 Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum y Bemisia tabaci)*

La gravedad del ataque no es tanta como los desequilibrios que se han causado por el uso de agroquímicos para su control. Se recomienda la aplicación de insecticidas tomando como base el umbral económico y la edad de la planta (Ríos & Quirós, 2007).

2.1.10.3 Lorito verde o mosquilla (*Empoasca kraemeri)*

El daño que causa es por la succión de savia de tejidos del floema, siendo posible que intervenga una toxina. El daño se manifiesta por el encrespamiento y clorosis foliar, crecimiento raquítico disminución del rendimiento y eventual pérdida del cultivo. La mayor presencia y daños se produce en los ciclos más secos (Ríos & Quirós, 2007).

2.1.10.4 Gorgojo (*Acanthoscelides obtectus)*

Su ataque comienza desde el campo cuando las hembras ovopositan sobre las vainas que van entrando a la madurez; las larvas penetran en los granos y se desarrollan en su interior, producen daños en poscosecha en los granos almacenados (Ríos & Quirós, 2007).

A nivel mundial se han registrado pérdidas ocasionadas por insectos-plaga de productos almacenados. Los principales efectos son la pérdida de peso, pérdida de capacidad germinativa (daños a embriones), bajo valor nutritivo y aumento en el contenido de ácidos grasos que ligado con el ácido úrico causan acidez de los granos (rancidez) (Intagri, 2015).

La mejor forma de prevenir infestaciones en la masa de granos es el monitoreo, éste debe incluir la dinámica de población, así como los cambios de temperatura y humedad relativa; el muestreo continuo detectará en qué momento se incrementa la población de insectos-plaga por efecto de estas variables, y llega a su umbral económico, para así implementar estrategias para reducir poblaciones sin mermas en grano almacenado (Intagri, 2015).

2.1.11 Enfermedades

2.1.11.1 Pudriciones radiculares (*Rhizoctonia sp*, y *Fusarium spp*),

Son causadas por hongos que producen pudriciones de la raíz y tallo de las plantas recién emergidas ocasionándoles la muerte. Se presentan por el mal manejo del riego, siembras profundas, semilla de mala calidad, siembras continuas de fréjol (Valladolid, 2003).

2.1.11.2 Roya (*Uromyces appendiculatus)*

Es una de las enfermedades más importantes en el cultivo de fréjol en Ecuador, afecta a la planta en cualquier etapa de desarrollo; la infección del hongo se propicia en periodos largos de lluvia, humedad relativa mayor a 90% y temperaturas entre 17 a 27 ºC (Peralta, Murillo, Falconí, Manzón, & Pinzón, 2007).

Las esporas se dispersan fácilmente con el viento, los síntomas aparecen en el envés de las hojas con puntos blancos que luego forman pústulas café oscuras; las hojas se vuelven amarillas y se caen. No se trasmite por semilla (Valladolid, 2003).

2.1.11.3 Antracnosis (*Collectotrichum lindemuthianum*)

En Ecuador, se presenta con mayor frecuencia en zonas con temperaturas de 13 a 18ºC, humedad relativa mayor a 50%; con variedades susceptibles y sin adecuado control las pérdidas superan el 50% en la producción (Peralta, y otros, 2007).

Inicialmente se ven manchas color rojo ladrillo a púrpura en el envés de la hoja a lo largo de la nervadura. En las vainas aparecen manchas hendidas amarillo rojizo con bordes negros y cafés (Ríos & Quirós, 2007).

2.1.11.4 Bacteriosis Común (*Xanthomonas campestris pv. phaseoli*)

La marchitez común bacteriana es transmitida por semilla; es la enfermedad más importante del frijol y afecta todas las partes de la planta (Singh, 2005). Se presenta en zonas de clima cálido a moderado y alta humedad (Peralta, Murillo, Falconí, Manzón, & Pinzón, 2007).

Se visualizan manchas húmedas de color castaño en hojas, tallo, vainas y semillas. Las hojas presentan flacidez, las vainas lesiones húmedas rojizas, y las semillas pierden coloración y se arrugan (Peralta, y otros, 2007). Las pérdidas en el rendimiento van entre el 15 al 30% y del 20 a 60% en cultivares susceptibles (Lema, et. al., 2007).

2.1.11.5 **Mildiu polvoso o cenicilla** (*Erysiphe polygoni*)

Es habitual en períodos de sequía y alta humedad relativa; sin embargo, prevalece dentro de un alto rango de condiciones ambientales. Los síntomas aparecen en el haz como en el envés de las hojas, manchas oscuras cubiertas con un polvillo blanco, invaden parcial o totalmente los tallos y vainas. La enfermedad es limitante si se presenta en los primeros estados de desarrollo de la planta (Peralta, Murillo, Falconí, Manzón, & Pinzón, 2007).

2.1.12 Nemátodos

Estos microorganismos forman agallas en el sistema radicular que no permiten la absorción de agua y nutrientes del suelo. Producen amarillamiento con quemazón en los bordes de las hojas y raquitismo de la planta, es muy común la especie *Meloidogyne* así como la *Pratylenchus* (Valladolid, 2003).

2.1.13 Mejoramiento genético

El mejoramiento del fréjol conduce al desarrollo de cultivares genéticamente superiores y que puede ser llevado a cabo mediante los métodos de introducción, selección e hibridación. Es importante el conocimiento de la genética y heredabilidad de algunos caracteres como hábito de crecimiento, el olor del tallo y la flor, el olor de la semilla, las características de la vaina, resistencia de las enfermedades y rendimiento, entre otros, para obtener una variedad mejorada de fréjol (Jácome, 2010).

El fréjol en el Ecuador pasa por un sistema de mejoramiento que se caracteriza por la adaptabilidad y resistencia; esta línea de materiales filogenéticos es el resultado de investigaciones realizadas por el INIAP, proviene del cruzamiento entre determinadas especies como por ejemplo: CAL 125 x Paragachi, tipo Calima, el rendimiento en grano seco es de aproximadamente 1.968 kg/ha, en las provincias de Los Ríos, El Oro, Manabí y Guayas, con variaciones muy mínimas en sus niveles de producción (Jácome, 2010).

Aunque existen 50 especies de fréjol, las variedades Rojo moteado, Canario, Calima negro y Blanco panamito, son las más apetecidas por el mercado (El Comercio, 2011). Los frijoles varían en calidad, lo cual influye fuertemente en su aceptación por el consumidor: el color, tamaño y la forma de la semilla juega un papel importante en tal preferencia (CIAT, 2007).

2.1.14 Características de las variedades empleadas en la investigación

A continuación, se describen, los aspectos más sobresalientes que caracterizan a cada uno de los cultivares que se emplearon en la presente investigación.

2.1.14.1 Fréjol Tumbe

Es una de las leguminosas mejor adaptadas, versátil y nutritiva, siendo un alimento importante y un componente esencial de los sistemas de producción en las regiones secas de los trópicos cubriendo partes de África, Asia, Estados Unidos, Oriente medio, América Central y del Sur (Singh, et. al., 2002).

El cultivar Tumbe se adapta a los climas semi-cálidos, su periodo vegetativo oscila entre los 70 a 80 días. Su semilla es de color crema, en tanto que el color de su flor es lila. La arquitectura de las plantas favorece a la cosecha manual en cultivares de porte semi-erecto, y se reducen problemas como el acame de las plantas y pudrimiento de las vainas por el contacto con el suelo (Rocha, 2009).

2.1.14.2 Fréjol Cuarentón

Es uno de los cultivares más precoces, muy apetecido por los consumidores ya que posee un gran sabor. El fréjol Cuarentón tiene buen desarrollo en los climas semi-cálidos, se adapta a 900-1200 metros sobre el nivel del mar.

Su período vegetativo es de 40-50 días, el color de su flor es blanca-crema y su semilla es de color roja, llegando a tener un rendimiento de 1100-1125 Kg/ha (Rocha, 2009).

2.1.14.3 Fréjol Panamito

Es una planta de un período vegetativo de 80 a 120 días dependiendo la variedad y zona de cultivo; siendo una de las variedades susceptibles a patógenos como la roya y pudriciones radiculares (*Rhizoctonia* sp, y *Fusarium* spp). El color de sus flores es lila y su grano de color blanco, pequeño y de suave textura, de aroma y sabor característicos, de tamaño posee un diámetro de 10 mm.. Su sabor es muy agradable (OsniGroup, 2015).

Contiene una gran cantidad de carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y fibra. Tiene un contenido bajo de grasa y no contiene colesterol por tratarse de un alimento de origen vegetal. Es fuente de tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico; vitaminas importantes para la producción de energía. Ayuda a evitar enfermedades como la diabetes o la obesidad, así también regula el sistema digestivo gracias a su alto contenido en fibra (OsniGroup, 2015).

2.1.14.4 Fréjol Pata de paloma

Es una de las variedades típicas de América Central, a nivel nacional se cultiva considerablemente en la provincia de Los Ríos. Su semilla es de color rojo brillante, pequeña; la planta presenta flores de color lila que aparecen a los 55-60 días después de la siembra, posee una alta capacidad productiva, pero es susceptible al ataque de plagas y enfermedades, lo que implica un alto costo de producción, por ello es necesario realizar un buen manejo del cultivo (Voysest, 2000).

2.1.15 Semilla

La semilla es el vehículo que lleva al agricultor todo el potencial genético de un cultivar. La calidad de la semilla es de fundamental importancia, porque solamente aquellas de elevado nivel de calidad, propician la maximización de acción de los demás insumos y factores de producción empleados en la agricultura (Carraro, 2001).

Aunque estructuralmente la semilla sexual es el mismo grano, funcionalmente aparecen diferencias importantes entre un grano y una semilla. Los granos se usan en la alimentación o en la industria; mientras que la semilla debe mantener su pureza varietal y dar origen a plantas sanas, vigorosas, y productivas.

En las especies leguminosas como el fréjol, la semilla en su totalidad es un embrión; su única protección es la cubierta testal; por tanto, cualquier daño causado por el ambiente, los patógenos, los golpes, entre otros, afecta directamente a la futura planta (Garay, et. al., 1992).

2.1.16 Factores de calidad de semillas

La semilla debe contener caracteres claves, los cuales se clasifican en cuatro grupos: genéticos, fisiológicos, fitosanitarios, y físicos*;* en consecuencia no todo grano es apto para ser semilla; estos atributos definen la calidad de las semillas ya que inciden directamente en la capacidad de originar plantas alta productividad (Garay, et. al., 1992).

El componente genético confiere a la semilla las características de la variedad a la que pertenece; el componente fisiológico es el factor responsable de la vida de las semillas y del vigor de las plántulas. El elemento fitosanitario, depende de la variedad, y ofrece resistencia o susceptibilidad a los diferentes patógenos; el componente fisiológico así como el fitosanitario, se ven afectados por el clima y las condiciones de manejo de la semilla y el cultivo. El componente físico se relaciona con la presencia de materiales extraños e indeseables, como semillas de malezas o el exceso de humedad (Garay, et. al., 1992).

2.1.17 Sistemas de producción de semillas

Camargo, et. al., (1989) aseveran que se reconocen tres sistemas de producción de semillas: tradicional, convencional y no convencional.

2.1.17.1 Sistema Tradicional

Es el método más utilizado durante miles de años, mediante el cual el agricultor produce su propia semilla, lo obtiene de agricultores vecinos o de zonas aledañas a través de mecanismos de compra, intercambio o préstamo. En este sistema se pueden mejorar significativamente la calidad de semilla con la aplicación de buenas prácticas culturales.

2.1.17.2 Sistema Convencional

Funciona apoyado por una red de instituciones públicas y privadas tales como: instituciones de investigación, transferencia de tecnología, certificación, crédito, entre otras, que le permiten producir y comercializar semillas como un negocio lucrativo.

2.1.17.3 Sistema no convencional

En ésta los agricultores desarrollan estrategias de producción y distribución de semillas de buena calidad con características que se aproximan al sistema convencional, pero siguen normas y reglamentos más adecuados a su realidad. La finalidad es atender las exigencias propias de cada región, territorio o comunidad de tal forma que puedan satisfacer sus necesidades.

2.1.18 Calidad fisiológica de semillas

La calidad fisiológica de la semillas significa sus capacidades para desenvolver funciones vitales incluyendo germinación, vigor y longevidad (Popinigis, 1985).

Para evaluar la calidad fisiológica se debe realizar un seguimiento de todo el ciclo de producción de las semillas en campo, empleando métodos rápidos que sean estandarizados y reproducibles. Los resultados son válidos para el beneficio, almacenamiento, conservación, mercadeo y siembra de las semillas (Albuquerque, et. al, 2005).

2.1.19 Germinación de las semillas

La germinación de la semilla comienza con el desarrollo de la radícula, que se ramifica abundantemente y es la encargada, junto con las sustancias de reserva almacenadas en la simiente, de nutrir a la planta durante sus primeros días de vida. Luego, el crecimiento de la raíz principal se detiene y se desarrollan muchas raicillas laterales (OCEANO, 2000).

La germinación depende tanto de factores internos y ambientales, como de los niveles de hormonas vegetales, luz o temperatura (Campbell & Reece, 2007)**.**

La prueba de germinación es el principal parámetro utilizado para la evaluación de la calidad fisiológica de las semillas pues permite conocer el potencial de germinación de un lote en condiciones favorables. Los resultados sirven para determinar la tasa de siembra, para comparar el valor de lotes y para la comercialización (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Las propiedades fisiológicas de la semilla se deterioran fácilmente, por ello las prácticas preventivas aumentan la probabilidad de que las semillas selectas sean puras, sanas y germinables al final del proceso, ya que permiten obtener semillas buenas consistentemente (Garay, et. al, 1992).

2.1.20 Vigor de las semillas

El vigor de la semilla es definido como la propiedad que determina el potencial para una emergencia rápida, uniforme y un desenvolvimiento normal de las plántulas bajo un amplio rango de condiciones de campo (Mendoza, 2014).

ISTA (1976), define el vigor, como la capacidad de la semilla para producir plántulas normales rápidas y uniformemente en condiciones específicas; depende del estado bioquímico, de las reservas nutritivas y constitución genética de las semillas.

Las semillas de alto vigor se conservan más tiempo, germinan más rápido y resisten condiciones adversas; no es posible conocer el nivel de germinación o vigor de una semilla con sólo observarla, porque puede tener una excelente apariencia y estar muerta, o al contario verse mal y tener buena germinación y vigor (Garay, et. al., 1992).

Aunque las pruebas de vigor no son reconocidas por las Reglas para Análisis de Semillas (BRASIL, 2009), por no presentar una metodología estandarizada, estas son utilizadas por las empresas productoras de semillas con innumerables finalidades, siendo la principal la de determinar el potencial fisiológico de las semillas (Marcos Filho, 2005).

El potencial de germinación y vigor de las semillas en niveles reducidos afectan directamente a la población de plantas, resultando en cultivos con densidad poblacional inadecuada y consecuentemente, con pérdidas económicas. El patrimonio genético contenido en el embrión de las semillas impone límites a la mejoría de la producción, dado que ningún trato cultural puede aumentar la capacidad genética de la semilla en expresar sus características en beneficio de la producción (Mendoza, 2014).

2.1.21 Madurez fisiológica y deterioro de la semilla

La madurez fisiológica marca el punto en el cual las semillas alcanzan su más alta germinación y más alto grado de vigor; una vez que este punto se ha alcanzado, comienza a decrecer en calidad (Espinoza, 2009).

El deterioro es la serie de cambios que ocurren en las semillas con el transcurrir del tiempo, afectando funciones vitales por ende su desempeño hasta su provocar su muerte, este proceso es influenciado por factores genéticos y ambientales, primero se disminuye el vigor y posteriormente la germinación (Villa, 2010).

La deterioración de las semillas en campo puede comenzar antes de la madurez fisiológica. Cuando ocurre en el periodo de madurez fisiológica y cosecha es determinada por factores genéticos, ambientales y ataque de insectos (Panizzi, et. al., 1979).

Cuando las semillas no son cosechadas luego de llegar a la madurez fisiológica, ocurre el almacenamiento en campo, y las semillas están sujetas a periodos extensos de lluvias y condiciones de temperaturas y humedad del aire inestables, deteriorándose rápidamente (Delouche, 1971).

Aquellas condiciones causan diferentes índices de entumecimiento de tejidos externos en relación a los internos de las semillas, provocando arrugas y rajaduras en el tegumento, y fisuras en el eje embrionario y en los cotiledones, los cuales son síntomas típicos de deterioración por humedad (Mondragón & Potts, 1974).

2.1.22 Latencia y Quiescencia

A menudo sucede que algunas semillas rodeadas de un ambiente óptimo no logran germinar, este fenómeno se denomina latencia. La quiescencia es la imposibilidad de que se inicie la germinación, aunque haya acabado el período de latencia, es determinado por la carencia de condiciones ambientales adecuadas (Stravaganzza, 2015).

Una semilla es viable cuando todavía mantiene su capacidad para germinar durante su periodo de latencia. Cuando las semillas son expuestas a temperaturas, humedad u oxigenación bajas, su viabilidad aumenta, por este motivo, las semillas se someten a condiciones de conservación que permiten mantenerlas hasta el momento de la siembra (Stravaganzza, 2015).

2.1.23 Prueba de frío (Cold Test)

El fundamento teórico de esta prueba de vigor es que la condición fría y húmeda del suelo retarda la actividad tanto de la semilla como de los microorganismos del suelo. Sin embargo, las semillas serán más susceptibles al ataque de microorganismos causantes de pudrición.

Las semillas vigorosas producirán plántulas capaces de resistir el ataque de estos microorganismos en mayor grado que las semillas débiles. Al ser una prueba directa, tiende a dar resultados más variables que las pruebas de germinación.

2.1.24 Contenido nutricional

El fréjol es rico en aminoácidos esenciales (Lisina y Triptófano); por lo que es una alternativa para elevar el estado de nutrición de la población (Cervantes, 2012).

El contenido nutricional de los frijoles hace de ellos uno de los alimentos más importantes para la prevención de muchas enfermedades y padecimientos presentes en el perfil epidemiológico de la población: enfermedades cardiovasculares, diabetes, sobrepeso y obesidad, estreñimiento, cáncer de cólon y otras (Aguirre & Gómez, 2010).

El alto contenido de hierro, elemento vital para el buen desarrollo cerebral, ayuda a corregir desórdenes biliares, gota, enfermedades reumáticas, disminuye la tasa de colesterol y es eficaz contra la anemia. Por cada 100 gramos, hay 20 de proteínas, 5.8 de grasa y más de 3 de fibra. El fréjol constituye una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, además es abundante en vitaminas del complejo B, como niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, y presenta un alto contenido de fibra (USDA, 2011)**.**

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 Localización del ensayo

El trabajo de campo se realizó durante el periodo de Julio a Noviembre del 2015 en la Finca Experimental La María, propiedad de la UTEQ, situada en el km. 7 ½ vía Quevedo-El Empalme, perteneciente al cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Sus coordenadas geográficas son 01° 00’35"S y 79°30’08”W, y altitud de 73 metros sobre el nivel del mar.

3.1.2 Localización de fase de laboratorio

La fase de laboratorio de la investigación se realizó durante los meses de Enero y Febrero del 2016 en el Laboratorio de Biotecnología de la UTEQ, ubicado en el Campus Universitario “Ing. Manuel Haz Álvarez” Km 1 ½ vía Quevedo-Santo Domingo de los Tsáchilas. Las coordenadas geográficas son 01°0'43,71" S y 79°28'9,55" W.

3.1.3 Características Agroclimáticas

En el cuadro 1 se presentan las características agroclimáticas de la zona donde se realizó el ensayo.

Cuadro 1. Características agroclimáticas del ensayo de la zona en estudio

Condiciones agroclimáticas	Promedios
Zona climática	Bosque húmedo – tropical (bh-T)
Temperatura	25,2 °C
Humedad Relativa	82,7 %
Heliofanía	841,81 horas/luz/año
Precipitación anual	2169,27 mm/año
Topografía del terreno	Plana
Textura del suelo	franco arcilloso

Fuente: INAMHI, 2006-2015. Datos tomados de la Estación Meteorológica del INHAMI ubicada en la EET Pichilingue (INIAP).

3.2 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental en la cual se evaluaron diferentes materiales vegetales, para determinar la germinación y vigor de sus semillas; realizando tanto pruebas de campo como de laboratorio y así poder determinar los porcentajes de sus atributos tanto fisiológicos, como genéticos.

3.3 Métodos de investigación

En el ensayo de campo empleamos el método inductivo**,** proceso de conocimientos que se inicia con la observación de fenómenos particulares: emergencia, desarrollo fenológico y el vigor de las plantas, con el propósito de llegar a conclusiones y premisas de carácter general que pueden ser aplicados a situaciones similares a la observada. Los métodos utilizados en laboratorio fueron el comparativo y analítico partiendo de los resultados obtenidos en cada test de germinación para determinar el efecto concreto de los métodos sobre los cultivares empleados.

3.4 Fuentes de recopilación de información

3.4.1 Primarias

La recopilación de información estuvo basada en la observación directa de las pruebas de germinación de semillas de los cultivares empleados, registrándose diferentes variables en el ensayo de la investigación.

3.4.2 Secundarias

Se obtuvo información de fuentes de consulta (libros, revistas científicas, documentos, publicaciones, internet, otros) con el fin de obtener referencias de literatura actualizada que permitan relacionarse con la temática de esta investigación.

3.5 Diseño de la investigación

En la fase de campo se empleó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en tanto que en la fase de laboratorio se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA).

En los Cuadros 3 y 4 se muestran respectivamente los esquemas del análisis de varianza tanto para el ensayo en campo, como para las pruebas de laboratorio.

Cuadro 2. Esquema del análisis de variancia en campo

Fuente de Variación		**Grados de Libertad**
Repeticiones	(r-1)	3
Tratamiento	(t-1)	3
Error experimental	(t*r)	9
Total	(t*r-1)	15

Cuadro 3. Esquema del análisis de variancia en laboratorio

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Tratamiento	(t-1)	3
Error experimental	(total- trat.)	12
Total	(-1)	15

3.5.1 Especificaciones del experimento

A continuación se detallan los parámetros empleados en el establecimiento del ensayo y el croquis de campo se visualiza en el Anexo 1.

Área total del ensayo	:	247,5 m²
Área de las parcelas	:	9,00 m²
Dimensión de las parcelas	:	3 x 3 m.
Dimensión del ensayo	:	16.5 x 15 m.
Distancia entre hileras	:	0,60 m
Distancia entre plantas	:	0,30 m
Distancia entre repeticiones	:	1.5 m.
Número de hileras por parcela	:	5
Número de hileras útiles	:	3
Número de parcelas del ensayo	:	16
Número de plantas por parcela	:	50
Número de plantas útiles	:	24
Total de plantas útiles en el ensayo	:	384
Total de plantas en el ensayo	:	800

3.6 Instrumentos de Investigación

3.6.1 Factores en estudio

En la presente investigación se consideró un solo factor que son las variedades.

3.6.2 Tratamientos en estudio

T1: Fréjol Panamito

T2: Fréjol Cuarentón

T3: Fréjol Tumbe

T4: Fréjol Pata de paloma

3.7 Datos registrados y metodología de evaluación

3.7.1 Porcentaje de emergencia de plántulas en campo

Se emplearon 100 semillas para cada tratamiento, con 4 repeticiones colocando dos semillas por hoyo. Se contabilizó el número de plantas emergidas dentro de la parcela útil a los 10 y 15 días después de la siembra. Los resultados se expresaron en porcentajes.

3.7.2 Número de días a la floración

Se determinó el número de días desde la siembra hasta cuando más del 50 % de las plantas tuvo una o más flores, por lo general en la etapa de desarrollo R6.

3.7.3 Altura de planta

Para la altura de las plantas, se tomaron 10 plantas al azar en cada tratamiento, midiendo la distancia entre el suelo y el ápice del tallo, utilizando una regla graduada en centímetros. Este dato se registró cuando las parcelas ya estaban en florescimiento pleno.

3.7.4 Adaptación vegetativa (vigor)

La evaluación se efectuó cuando las plantas alcanzaron su máximo desarrollo, en R5, considerando el efecto que ejerce el hábito de crecimiento en el vigor de la planta; se realizó de acuerdo a la Escala del Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Fréjol desarrollada por el (CIAT, 1987):

1: Excelente,

3: Buena

5: Intermedia

7: Pobre

9: Muy pobre

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

Pobre: plantas pequeñas, baja cantidad de follaje, tallos débiles y torcidos.

3.7.5 Porcentaje de sobrevivencia de plantas

Se obtuvo por el conteo de las plantas del área útil de la parcela experimental al final del ciclo productivo. El valor fue comparado con el número de plantas de la parcela útil, después de los quince días de emergencia, y transformado para valores porcentuales.

3.7.6 Número de vainas planta.

Se registró el número de vainas de 10 plantas correspondientes a la parcela útil.

3.7.7 Número de semillas vaina.

Se contó el número de granos por vaina de 10 plantas seleccionadas de la parcela útil.

3.7.8 Peso de 100 granos

Una vez cosechada cada parcela al azar se cogió 100 granos y se registró su peso en gramos con la ayuda de una balanza electrónica marca LEXUS electronic scales.

3.7.9 Rendimiento del grano (kg/ha) de grano seco.

Con los datos de rendimiento por parcela neta se procedió a hacer una relación área de parcela neta - hectárea y se transformó en kilogramos. El resultado es el rendimiento en kg/ha en grano seco.

3.7.10 Prueba de germinación

Se realizó a nivel de laboratorio, mediante un prueba de germinación estándar utilizando el "método de papel toalla". Se sembraron 50 semillas por tratamiento distribuidas en una fila separadas entre sí cada 2 cm. en toallas previamente humedecidas con agua destilada sobre una superficie plana. Posteriormente se cubrieron las semillas y se enrollaron en forma de "taco", los cuales se introdujeron en una cámara germinadora a 25 ºC por 7 días.
La evaluación se realizó a los 7 días después de la siembra y los resultados fueron expresados en porcentaje, en base al número de plantas normales para cada tratamiento.

3.7.11 Longitud de la parte aérea

Se tomó 40% de las plántulas de cada repetición al azar, de las cuales se midió en centímetros la longitud de la parte aérea, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la última hoja.

3.7.12 Longitud de raíz

Se midió la longitud de raíz en centímetros de 40% de las plántulas de cada repetición tomadas al azar, considerando desde el cuello de la raíz hasta la punta de la misma.

3.7.13 Prueba de frio

Se utilizaron cuatro repeticiones de 50 semillas por tratamiento. El sustrato que se utilizó fue igual que el utilizado para la prueba de germinación, pero antes de enrollarlas se distribuyó sobre las semillas y el papel una fina porción de suelo traído del campo.

3.8 Análisis de datos.

Todas las variables en estudio fueron sometidas al análisis de varianza y se empleó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para establecer la diferencia entre las medias de los tratamientos. Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat.

3.9 Manejo del experimento

3.9.1 Preparación de suelo

Se realizó con tractor mediante un pase de arada y rastra, 3 días antes de la fecha de la siembra.

3.9.2 Trazado de lote

Se realizó de acuerdo a las especificaciones del experimento, con la ayuda de una cinta métrica, piola y estacas de madera, se delimitó las unidades experimentales. Se colocaron las etiquetas de identificación de cada uno de los tratamientos, para sembrar posteriormente.

3.9.3 Desinfección de las semillas

La desinfección de las semillas se realizó mediante la aplicación de Cruiser (Tiametoxam 35% p/v), con el objetivo de prevenirlas del ataque de insectos y patógenos antes de su etapa de germinación.

3.9.4 Siembra

Se realizó de forma manual a distancia de 0,60 m entre surcos y 0,30 m entre planta, en total 10 hoyos por surco, depositando 2 semillas por hoyo.

3.9.5 Raleo

Se efectuó a los 15 días después de la siembra, seleccionando las plantas con mejor vigor.

3.9.6 Fertilización

Se aplicó aproximadamente 2 gramos de NPK más un gramo de N por planta a los 15 días después de la siembra. A los 20 días después de la siembra se repitió la aplicación de N.

Además se realizó una aplicación de abono foliar del compuesto Solumax quim que contiene NPK en proporción 15-45-10, en una dosis de 5 gramos por litro de agua.

3.9.7 Control de malezas

La deshierba se realizó manualmente a los 30 días después de la siembra, y cada vez que fue necesaria.

3.9.8 Control de plagas y enfermedades

Se aplicó Lorsban (Clorpirifos) para control de insectos trozadores a los 15 y 22 días a una dosis de 1 cm^3 por litro de agua y para el control de insectos chupadores a los 15 días y 30 días en una dosis de 2 cm^3 por litro de agua.

Para el control preventivo de las enfermedades se realizó la aplicación de Carbendazim, en dosis de 3 cm^3 por litro de agua, y dado que se realizó la siembra en época seca no existió el ambiente propicio para la incidencia de los patógenos.

No se utilizó mayor cantidad de dosis ya que los insectos no sobrepasaron el umbral económico y otra razón es que se pretendía realizar un cultivo tal como lo hacen nuestros pequeños agricultores, en cuyas condiciones no se aplican agroquímicos por falta de recursos.

3.9.9 Riego

En la etapa de crecimiento del cultivo no fue necesario, dado a la presencia de lluvias. Pero entrando a la etapa de floración fue imperativo realizarlo.

3.9.10 Cosecha

Se realizó en forma manual, colocando las semillas en bolsas de tela, identificados de acuerdo a los tratamientos. Se efectuó cuando las plantas habían alcanzado la madurez fisiológica, es decir las plantas estaban defoliadas, las vainas secas, de color amarillo y con un contenido aproximado de 16 a 18% de humedad en las semillas.

3.10 Recursos y materiales

3.10.1 Material genético

Como material genético de siembra se emplearon cuatro variedades de fréjol: Panamito, Cuarentón, Tumbe y Pata de paloma; que son las que se cultivan con frecuencia en el cantón Quevedo. Las semillas se obtuvieron por medio de pequeños productores. Cabe recalcar que la procedencia de las semillas es de tipo reciclada por el agricultor, ya que no se encuentra semilla certificada de estos cultivares de fréjol.

3.10.2 Recursos materiales

Materiales de oficina: lápiz, computadora, carpetas, calculadora, regla, cámara fotográfica, marcadores y libro de campo.

De campo: estaquillas, cinta métrica, tarjetas de identificación, piola, fundas plásticas, fundas de papel, azadones, palas, bomba de mochila, insecticidas, fungicidas, machetes.

De laboratorio: agua destilada, papel toalla, bandejas germinadoras, balanza, cajas Petri, cintas de lana.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Resultados de ensayo en campo

4.1.1.1 Porcentaje de emergencia de plántulas en el ensayo a 10 y 15 días.

En el Cuadro 4 se detalla el número promedio de plantas emergidas por cada tratamiento a los 10 y 15 días después de la siembra. Encontrando alta significancia estadística entre los tratamientos, siendo sus coeficientes de variación 2,56% y 2,43% respectivamente.

Según la Prueba de Tukey, al 95% de probabilidad el mayor porcentaje de emergencia a los 10 días lo obtuvo la variedad Tumbe con 95%; siendo estadísticamente superior a los demás cultivares que alcanzaron porcentajes entre 78,50% y 83,50%. Los resultados obtenidos a los 15 días muestran que el cultivar Tumbe presentó el mayor porcentaje de emergencia con 96,50%; estadísticamente superior a los demás cultivares que alcanzaron promedios entre 80,67% y 86%.

Un lote de semilla es bueno cuando presenta un porcentaje de plantas emergidas superior al 80%. Semillas que germinan en forma rápida y uniforme, que muestran plántulas sanas, y alcanzan niveles superiores al 90% de emergencia total, se consideran como semillas de alta calidad. Cuanto más se acerque al 100%, mejor será el lote de semilla (Garay, *et*. al., 1992). Tomando en consideración el enunciado anterior, podemos decir que el lote de semillas del cultivar Tumbe es de alta calidad por las características mostradas.

Cuadro 4. Emergencia de plántulas a los 10 y 15 días después de la siembra en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Tratamientos	**Emergencia de plántulas a los 10 días (%)**	**Emergencia de plántulas a los 15 días (%)**
Panamito	78,50 c[1/]	81,50 b
Cuarentón	83,50 b	86,00 b
Tumbe	95,00 a	96,50 a
Pata de paloma	81,50 b c	84,50 b
CV (%)	2,56	2,43
Signif. Estadística	**	**

[1/] Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.1.2 Número de días a la floración y promedios de altura de planta.

En el Cuadro 5, se muestran los promedios de días a la floración y la altura de planta, en los que existen alta significancia estadística entre los tratamientos para ambas variables. Los coeficientes de variación fueron 1,37% y 2,31%, respectivamente.

El mayor número de días a la floración con 68 días se registró en la variedad Tumbe, estadísticamente superior a las restantes variedades que florecieron entre los 31,6 y 57,6 días; siendo la de menor promedio la variedad Cuarentòn.

El cultivar Tumbe obtuvo la mayor altura de planta con 78,9 cm, siendo estadísticamente superior a las demás variedades que lograron promedios entre 36 y 67,3 cm. La variedad Cuarentón que consiguió la menor altura de planta con un promedio de 36,08 cm, pero a su vez fue el cultivar con mayor precocidad respecto a los días de floración con 32 días.

Cuadro 5. Altura de planta y número de días a la floración en la evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015

Cultivares	**Altura de planta (cm)**		**Floración (días)**	
Panamito	56,88	c[1/]	49,21	c
Cuarentón	36,08	d	31,56	d
Tumbe	78,93	A	67,95	a
Pata de paloma	67,30	b	57,55	b
CV (%)	2,31		1,37	
Signif. Estadística	**		**	

1/ Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.1.3 Vigor (adaptación vegetativa) y porcentaje de sobrevivencia de plantas.

En el Cuadro 6, se muestran los valores promedios que se obtuvieron de acuerdo a la Escala del Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Fréjol, según la cual la variedad de fréjol Tumbe obtuvo un excelente vigor, Pata de Paloma y Panamito fueron de buen vigor y Cuarentón obtuvo un vigor intermedio.

Según los datos registrados en el ensayo, el mejor cultivar en cuanto al vigor (adaptación vegetativa) corresponde a la variedad Tumbe, cultivar que posee buena arquitectura de planta, abundante follaje, tallos gruesos, características de desarrollo muy sobresalientes en comparación a las demás variedades.

La variable sobrevivencia de plantas mostró significancia estadística en el nivel 0,05 con un coeficiente de variación de 4,94%. La variedad de fréjol Tumbe consiguió el mayor porcentaje de sobrevivencia con 97,92% estadísticamente superior a las demás variedades que consiguieron promedios entre 86,46% y 70,83%.

Cuadro 6. Vigor y sobrevivencia de plantas en la evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015

Cultivares	**Vigor de planta [1]**	**Interpretación**	**Sobrevivencia de plantas (%)**	
Panamito	4	Buena	70,83	c[1/]
Cuarentón	5	Intermedia	83,33	b
Tumbe	2	Excelente	97,92	a
Pata de paloma	3	Buena	86,46	b
CV (%)			2,48	
Signif. Estadística			*	

[1/] Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

[1] VIGOR: De acuerdo a la escala del Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Fréjol desarrollada por CIAT, 1987

4.1.1.4 Número de vainas por planta, número de semillas por vaina y número de semillas por planta

En el Cuadro 7, se muestran los promedios de número de vainas por planta, número de semillas por vaina y número de semillas por planta de los tratamientos estudiados evidenciando que hubo alta significancia estadística entre cultivares para todos los caracteres. Siendo los coeficientes de variación 1,89%; 3,92% y 4,30% respectivamente.

El mayor número de vainas por planta lo alcanzó la variedad Panamito con 29 vainas, siendo estadísticamente superior a los demás cultivares que presentaron promedios que oscilan entre 12 y 26 vainas.

El fréjol Tumbe alcanzó el mayor número de semillas por vaina con 11 semillas, resultando estadísticamente superior a las otras variedades que alcanzaron promedios entre 3 y 5 semillas por vaina.

Respecto al número de semillas por planta, la variedad Tumbe logró el mayor número con 281 semillas, mostrándose estadísticamente superior a las otras variedades que obtuvieron promedios que fluctúan entre 40 y 121 semillas.

Cuadro 7. Número de vainas por planta (NVP), número de semillas por vaina (NSV) y número de semillas por planta (NSP) en estudio de la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Cultivares	Nª vainas/planta		Nª semillas/ vaina		Nª semillas/planta	
Panamito	29,30	a[1/]	3,20	c	93,71	c
Cuarentón	12,05	d	3,35	c	40,36	d
Tumbe	26,48	b	10,63	a	281,28	a
Pata de paloma	24,38	c	5,00	b	121,88	b
CV (%)	1,89		3,92		4,30	
Signif. Estadística	**		**		**	

[1/] Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.1.5 Peso de cien semillas y Rendimiento (kg/ha) de grano seco.

En el Cuadro 8, se exponen los promedios de peso de cien semillas y rendimiento, que tuvieron alta significancia estadística entre tratamientos para ambas variables, siendo los coeficientes de variación 3,52 para el peso de cien semillas y 5,88 para el rendimiento en Kg/há.

El mayor peso lo obtuvo la variedad Cuarentón con 48,08 gramos, siendo estadísticamente superior a las demás variedades que presentaron promedios que oscilan entre 20,20 y 23,86 gramos.

En cuanto al rendimiento, el fréjol Tumbe presentó el mayor rendimiento con 3316,52 Kg/ha siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que obtuvieron promedios entre 883,97 y 1308,99 kg/ha.

Cuadro 8. Peso de cien semillas (g) y rendimiento de grano seco (Kg/ha) en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015

Cultivares	**Peso de cien semillas (g)**		**Rendimiento grano seco Kg/ha**	
Panamito	20,20	c[1/]	883,97	c
Cuarentón	48,08	a	943,17	c
Tumbe	23,86	b	3316,52	a
Pata de paloma	21,24	C	1308,99	b
CV (%)	3,52		5,88	
Signif. Estadística	**		**	

[1/] Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.2 Resultados de ensayo en laboratorio

4.1.2.1 Porcentaje de germinación

En el Cuadro 9, se presentan los valores medios y los respectivos porcentajes de germinación obtenidos mediante test de laboratorio, cuyos tratamientos obtuvieron significancia estadística en el nivel 0,01 siendo el coeficiente de variación 3,79 %.

Los cultivares Panamito y Tumbe alcanzaron los mayores porcentajes de germinación con 87,00% y 86,50%, respectivamente sin diferir estadísticamente entre sí, pero siendo estadísticamente superiores a los demás cultivares, siendo el fréjol Cuarentón el que obtuvo el menor porcentaje con un 62,50%

Cuadro 9. Test de germinación en la evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015

Cultivares	Porcentaje de Germinación (%)	
Panamito	87,00	a[1/]
Cuarentón	62,50	c
Tumbe	86,50	a
Pata de paloma	78,00	b
CV (%)	3,79	
Signif. Estadística	**	

[1/] Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.2.2 Longitud de la parte aérea y Longitud de raíz

En el Cuadro 10, se muestran los promedios de longitud de la parte aérea y la longitud de raíz, siendo sus coeficientes de variación 2,72% y 1,90% respectivamente, mostrando significancia estadística en el nivel 0,01 para ambas variables.

De acuerdo a la Prueba de Tukey, el cultivar de frejol Panamito presentó la mayor longitud de la parte aérea con 20,06 cm., resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos que obtuvieron promedios entre 14,8 y 17 cm. De los cultivares empleados, el fréjol Panamito mostró la mayor longitud de raíz con 13,04 cm resultando estadísticamente superior a los demás tratamientos que alcanzaron promedios entre 11 y 12,4 cm.

Cuadro 10. Longitud de la parte aérea y Longitud de raíz en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015

Tratamientos	Longitud de la parte aérea (cm)		Longitud de raíz (cm)	
Panamito	20,06	a[1/]	13,04	a
Cuarentón	14,80	c	11,01	c
Tumbe	16,05	b	11,96	b
Pata de paloma	16,99	b	12,42	b
CV (%)	2,72		1,90	
Signif. Estadística	**		**	

[1/] Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.2.3 Prueba de frio

En el Cuadro 11, se muestra el porcentaje de germinación obtenido según el test de frío, siendo su coeficiente de variación 2,72 mostrando significancia estadística en el nivel 0,01.

La variedad de frejol Panamito presentó el mayor porcentaje de germinación con 88% sin diferir estadísticamente del fréjol Tumbe que presentó el 84%, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que obtuvieron promedios entre 66% y 78%.

Cuadro 11. Test de frío, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015

Tratamientos	Número de plantas germinadas (%)	
Panamito	88,00	a[1/]
Cuarentón	66,00	c
Tumbe	84,00	a
Pata de paloma	78,00	b
CV (%)	2,72	
Signif. Estadística	**	

[1/]Promedios con la misma letra, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.2 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten especular que los porcentajes de emergencia de las semillas de cultivares de fréjol reportados en esta investigación, no están en función de los tratamientos establecidos. La emergencia de la semilla está en función de muchos otros factores como la calidad y edad de la semilla, la humedad y temperatura del suelo, el ataque de plagas y enfermedades, entre otros, concordando con la percepción de Valladares (2010), que detalla la morfología en base a los caracteres que compone cada órgano, visibles a escalas macroscópicas y microscópicas. Además afirma que los caracteres se agrupan en constantes y variables. Los caracteres constantes son aquellos que identifican la especie o la variedad y son de alta heredabilidad, lo que se evidenció en la presente investigación; los caracteres variables, reciben la influencia de las condiciones ambientales, y podrán ser considerados como la resultante de la acción del medio ambiente sobre el genotipo.

Para Santos, et. al.(2009), cultivares de fréjol Tumbe presentan características genéticas, fisiológicas y morfológicas intrínsecas y por lo tanto responden de diferente manera a las condiciones edafo-climáticas, evidenciando la importancia de estudiar el desempeño productivo de genotipos, variedades o cultivares de fréjol.

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuánto a la altura de planta, cultivar Tumbe expresó una altura de planta de 78,93 cm. de acuerdo a su forma y su hábito de crecimiento, coincidiendo con lo manifestado por Ochoa, (2015) quien reporta que los cultivares se agrupan en dos tipos: los de crecimiento determinado y los de crecimiento indeterminado. Los tipos de crecimiento determinado se ramifican más, la altura total de la planta es menor (30-90 cm.) y al comenzar la floración cesa el desarrollo de la misma, tal como se determina en el presente estudio.

Del análisis de la información se deduce que el fréjol Cuarentón es de hábito de crecimiento tipo I (sin guías y terminan en inflorescencia), mientras que la variedad Tumbe presenta un hábito de crecimiento tipo III (tiene guías) y presenta floración más tardíamente. Estos resultados concuerdan con Arias, *et*. al, (2007), quien manifiesta que la floración está relacionada directamente con el hábito de crecimiento lo que provoca que la floración se retarde o acorte en el número de días (precocidad).

Relacionando las variables productivas mediante sus promedios de número de vainas por planta, número de semillas por vaina y número de semillas por planta, se puede mencionar que la variedad Tumbe sobresalió, aunque presenta un menor número de vainas, sus características productivas son muy aceptables. El fréjol Cuarentón a pesar de ser el cultivar más precoz, su genotipo no representa tener una producción elevada, concordando con lo expresado por Carneiro (2011) al indicar que estas diferencias evidencian el efecto de los cultivares sobre el desenvolvimiento de los componente de producción, pudiendo ser atribuido a la variabilidad genética de los cultivares.

La longitud de la raíz representa un solo cultivar que es el Panamito que desarrolló correctamente su sistema radical, y los demás cultivares expresaron baja longitud, en tal razón se concuerda con la aseveración de Garay, *et* al., (1992) que expresa que las semillas que han sufrido fracturas presentan anormalidades típicas en su fase de germinación, tales como ausencia de la raíz principal, ausencia de uno o ambos cotiledones, cotiledones fracturados, ausencia de la yema apical, ausencia de una o ambas hojas primarias, etc.

Según la prueba de germinación realizada en el laboratorio el cultivar Panamito obtuvo el mayor porcentaje, pero esto no es lo que se observó en el campo, ya que el cultivar que tuvo mayor emergencia a los 10 y 15 días fue el cultivar Tumbe, en tanto, se concuerda con el siguiente enunciado que expresa que los test o ensayos de emergencia permiten establecer el potencial de germinación máximo de un lote de semillas y estimar su valor potencial para la siembra en campo; en tanto que los test de germinación realizados en laboratorio ofrecen una primera información respecto a la calidad de las semillas.

Sin embargo, hay que señalar que, en muchos casos, los resultados que se obtienen en condiciones controladas de laboratorio difieren de los obtenidos en el campo (ISTA, 2005).

El rendimiento en Kg/ha varía mucho en relación a los cultivares, todo depende la capacidad germinativa y el vigor de la semilla empleada; entonces, se concuerda con Damião Filho & Môro (2001), quienes mencionan que la producción agrícola nunca es superior a la capacidad de la semilla utilizada, es decir, ningún trato cultural puede mejorar la producción más allá de los límites genéticos proporcionados por el embrión de la semilla.

CAPITULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados expuestos en la presente investigación, se llega a las siguientes conclusiones:

- El cultivar de fréjol Tumbe mostró mayor porcentaje de emergencia de plantas a los 10 y 15 días con 95,00 y 96,50%, respectivamente.
- La mayor precocidad a la floración se registró en el cultivar Cuarentón con 31,56 días.
- La mayor altura de planta con 78,93 cm se reportó en el cultivar de fréjol Tumbe y la menor con 36,08 en el cultivar Cuarentón.
- El cultivar Tumbe presentó excelente vigor, así como el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas con 97,92%.
- El número de vainas por plantas de fréjol oscila entre 12,05 (Cuarentón) y 29,30 (Panamito).
- El cultivar Tumbe registró los mayores promedios con 10,63 vainas/planta y 281,28 semillas/planta, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.
- El mayor peso de 100 semillas con 48,08g se registró en el cultivar Cuarentón y el menor con 20,20 g en el cultivar Panamito.
- El cultivar Tumbe reportó el mayor rendimiento de grano seco con 3316,52 Kg/ha, seguido del Cultivar Pata de Paloma con 1308,99 Kg/ha.

5.2 RECOMENDACIONES

- Continuar desarrollando investigaciones que evalúen los parámetros vegetativos y productivos de las variedades de fréjol con la finalidad de encontrar cultivares con mayor potencial de germinación y vigor para nuestros productores.
- Fortalecer los Programas de Mejoramiento y Producción de Semilla, y así poner a disposición de los agricultores semilla de calidad sin perder el uso de las variedades tradicionales y a la vez incrementar la diversidad genética.
- Planificar la producción de tal modo que evite o acorte el tiempo de almacenamiento. Si la semilla no es distribuida o sembrada en un tiempo breve, se deben tener precauciones para mantener las semillas viables y libres de hongos e insectos hasta el momento de la distribución y utilización.
- Promover el uso de especies agrícolas que se adapten a los distintos medioambientes, variedades y especies comerciales resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades, con vistas a un uso racional de agroquímicos e insumos.
- Fomentar una adecuada selección de semillas entre los productores y utilizar especies adaptables a la zona de cultivo, ya que no hay una fuente de que disponga de semillas certificadas.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1 LITERATURA CITADA

Aguirre, E., & Gómez, C. (2010). Evaluación de las características fisicoquímicas en la especie de frijol *Phaseolus vulgaris* de las variedades; Pinto Saltillo, Bayo Victoria y Negro San Luis. *XII Congreso Nacional de Ciencias y Tecnologia de Alimentos* (pág. 108). Guanajuato: Universidad de Guanajuato.

Albuquerque, C., Campos, V., Mendonça, E., & Caldeira, S. &. (2005). Teste de emvelhecimiento acelerado em sementes de arroz: Influencia da temperatura do periodo de exposicao. *Agricultura Tropical*, 9-16.

Aldana, L. F. (2010). Producción Comercial Y Semilla de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *ICTA*, 45-46.

Amaya, P., & Juárez, B. (1981). Fréjol y Chícharo: Manual para educación agropecuaria. . Mexico D.F.: Trillas SA. DE CV. Sexta reimpresión.

Arias, J., Rengifo, T., & Jaramillo, M. (2007). Manual Técnico de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de Frijol Voluble. Recuperado el 15 de Julio de 2015, de www.fao.org.co/manualfrijol.pdf

Ávalos, Q. F. (2004). Descripción y daños de las principales plagas que atacan al frijol en el Perú. *II Curso Intensivo de post-grado de investigación del frijol en el Perú.* Lima.

Barreto, A. (2010). Competencia entre fríjol y malas hierbas. *Agricultura técnica en México*, 519-526 p. México.

Bitocchi, E., & Nanni, L. (2011). Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.*).*

BRASIL, M. d. (2009). *Regras para análise de sementes.* Brasilia: Secretaria de Defensa Agropecuária Mapa/ACS.

Burnside, O., & Weisberg, S. (2008). Critical periods of weed control in dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L). *Weed science*, 301-306.

Camargo, C., Bragantini, C., Aguirre, R., Garay, A., Fernándes de Soto, J. (1989). Semilla para pequeños agricultores - Infraestructura de apoyo. En *Unidad de semillas. Centro de Agricultura Tropical, CIAT* (pág. 40). Cali, Colombia.

Campbell, N., & Reece, J. (2007). *Google books.* Recuperado el 2015 de Octubre de 15, de Biologia: https://books.google.com.ec/books/about/Biolog%C3%ADa.html?id=QcU0yde9PtkC&hl=es

Carneiro, A. (2011). Características agronómicas e qualidade de sementes de feijao-caupi em Vitória Da Conquista, Bahia. Brazil.

Carraro, I. M. (2001). Semente: insumo nobre. *Seed News*, 34-35.

Carvalho, N. M., & Nakagawa, J. (2000). Sementes: ciência, tecnologia e produção. . *Jaboticabal: Funep*, 585-588.

Cervantes, S. (2012). Uso De efectos de interacción genotipo-ambiente de maices nativos. *Reunión De Especialistas en Maíz de la Zona Andina*, (pág. 183 p). Santa Cruz- Bolivia.

Cevallos, D. (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. *Tesis Ing. Agrop. Santo Domingo, Ecu. Escuela Politécnica del Ejército*, 119 p.

Chiappe, V. (2009). Evaluación del Potencial Agrícola de la Costa Central. *Una propuesta para incrementar la frontera de Producción Agrícola del Frijol*, 82 pp. Tesis M.S.c. Especialidad de Producción Agrícola. UNALM.

CIAT. (1987). *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol.* Colombia.

CIAT. (2000). Manejo y Control de las Malezas en el cultivo de fríjol. *Guía de Estudio*, 70 pp. Colombia.

CIAT. (2007). Cruzamiento de Frijol. *Guía de estudio*, 36 pp. Cali, Colombia.

Damião Filho, C. F., & Môro, F. V. (2001). Morfología externa das espermatofitas. *Jaboticabal: FUNEP* , 100-101.

Del Carpio, R. (2003). *Informe Anual del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas* . Universidad Nacional Agraria La Molina. 45 pp.

Delouche, J. (1971). Determinants of seed quality. *Short Couree forteedsmen*. Mississippi State University: Seed Technolofly Laboratory.78 p.

El Comercio. (29 de Febrero de 2011). *Cuatro variedades de frejol se consumen.* Obtenido de www.elcomercio.com.ec/actualidad/negocios/variedades-de-frejol-se consumen.html

Ernest, E., Falconí, E., Peralta, & Kelly, J. (2008). Encuesta a productores para orientar el fitomejoramiento en frijol en Ecuador. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP.

Espinoza. (2009). Evaluación de 16 genotipos seleccionados en dos densidades de siembra de frijol canario cv. centenario *(Phaseolus vulgaris* L.) por su calidad y rendimiento en condiciones de Costa Central.

Espinoza. (2010). Manejo del Cultivo de Frijol. Folleto 50 pp. Lima, Perú.

FAO. (2003). *La necesidad de aumentar la producción de Leguminosas Alimentaria.* Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2005). *Tecnologías para la agricultura.* Obtenido de Manejo integal del cultivo de frijol poroto (Phaseolus vulgaris L.): http://www.fao.org/teca/content/manejointegral-del-cultivo-de-frijol-poroto-phaseolus-vulgaris-l

Forero. (2007). Respuesta del Frijol al Abonamiento de diferentes dosis de N-P-K, en el suelo de la Costa. *Tesis Ing. Agr. UNA. La Molina*, 97 pp.

Garay, A., Aguirre, R., Giraldo, G., & Burbano, E. (1992). Tecnologías poscosecha para pequeñas empresas de semillas.Demostraciòn en Frijol. (pág. 66). Palmira-COLOMBIA: CIAT.

Garcés. (2011). Modelo de ponto crítico para estimar danos causados pela mela na cultura do feijoeiro. Ciencias y Tecnología 4(1): 1-4.

Garcés. (2013). Cuantificación de enfermedades en lineas promisorias y variedades de frejol en Quevedo, Ecuador. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Aagroindustrial.

Garcés, F., Aguirre, A., Garcés, R., & Díaz, E. (2013). Enfermedades y componentes de rendimiento en dieciséis genotipos de fréjol en Quevedo, Ecuador. *Ciencia y tecnologia*.

Goodwing, B. (2008). Maduration of Bean Seeds (*Phaseolus vulgaris* L) University of Sídney. New South wales, Australia.

INEC. (2011). *Lanzamiento de los Resultados del Último Censo Agropecuario.* Quito-Euador.

INEC. (2012). Banco de Información Estadística del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito, Ecuador.

INAMHI, 2006-2015. Datos tomados de la Estación Meteorológica del INHAMI ubicada en la EET Pichilingue (INIAP)

Intagri. (2015). Manual de plagas en granos almacenados. *Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura*, 10.

ISTA. (1976). International rules fort seed testing - International Seed Testing Association. En *Seed Sciences and Technology* (pág. 177).

ISTA. (2005). International rules for seed testing. *International seed testing assoiation*.

Izquierdo, J., & White, J. W. (2009). Frijol: Fisiología del potencial de rendimiento y la tolerancia al estrés. *CIAT - FAO,* 91 p. Santiago, Chile.

Jácome, H. (2010). *El cultivo de fréjol.* Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.

Larriva, N. (2002). Suelos. *Universidad Politécnica Salesiana*, 110.

Lema, M., Terán, H., & Sinhg, S. (2007). Selecting common bean with genes of different evolutionary origins for resistance to Xanthomonas campestris pv. phaseoli. *Crop Science*, 47:1367-1374.

Marcos Filho, J. (2005). Fisiología de sementes de plantas cultivadas. *Piracicaba: FEALQ*, 494-495.

Mendoza, A. (2014). Manejo de producción de semillas. Pruebas de vigor en semillas. *Universidad de San Pedro. 65 pp.*

Mogollón, O. (2008). Evaluación de fórmulas de producción a diversos niveles de tecnología en el trébol var. ECUA - 0006 en condiiciones de una siembra de primera en la costa central. *Tesis Ing. Agrónomo UNALM*, 89 pp. Lima - Perú.

Mondragón, R., & Potts, H. (1974). Field deterioration of soybeans asa affected by environment. *Proc. Assoc. Oss Seed Anual*, 63-71.

Murillo, A., Minchala, L., Peralta, E., Guamán, M., & Pinzón, J. (2003). *Nueva variedad de fréjol arbustivo para la Sierra sur del Ecuador*, 12 p. Boletín Divulgativo Nº225.

OCEANO. (2000). *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería.* Barcelona: Océano. 125 p.

Panizzi, A., Correa, B., Neumaier, N., & Queiroz, E. (1979). Efeitos da época de semeadura e de espacamento entre fileiras na populacao de artropodes associados a soja. *Seminario Nacional de Pesquisa de Soja* (págs. 113-125). Londrina: EMBRAPA/CPNSoja.

Peralta, E., Murillo, A., Falconí, E., Manzón, N., & Pinzón, J. (2007). Manual de campo para el reconocimiento de las enfermedades más importantes que afectan al cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador. *Publicación Miscelánea No. 136*, 33 p. Quito, ECUADOR: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP.

Peralta, E., Murillo, A., Manzón, N., Falconí, E., Monar, C., Pinzón, J., y otros. (2007). Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. *Publicación Miscelánea No. 135.*, 70 p. Quito, ECUADOR: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP.

Popinigis, F. (1985). Fisiología da semente. *Agiplan*, 287-289.

Ríos, M., & Quirós, J. (2007). *El frijol (Phaseolus vulgaris L): cultivo, beneficio y variedades.* Bogotá, DC. Colombia: Produmedios. 130 pp.

Rocha, M. (2009). Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 270-275.

Rodríguez, O., Chaveco, O., Ortiz, R., Ponce, M., Ríos, H., Miranda, S., y otros. (2009). Evaluación del comportamiento de líneas de frrijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) resistente a la sequía, en condiciones de riego y sin riego, e incidencia de enfermedades. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 19-30.

Santos, J. F., Grangeiro, i. T., Brito, C., & Santos, M. (2009). Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microrregião Cariri paraibano. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal.

Sarmiento. (2002). Evaluación de la densidad de siembra en el Cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L) cv. I – 1548 conducidos en espaldera en la Molina. *Tesis Ing. Agrónomo*, 90 pp. Lima, Perú.

Singh. (2005). Effect of modifing the enviromental in flowering, frutting, and biochemical composition of the Snap Bean. *Resúmenes Analíticos sobre frijol.*, 744. Cali, Colombia: CIAT.

Singh. (2009). *Corn bean improvement in the twenty – first century.* Holanda: Kluwer Academic Publishers. The Nertherlands.

Singh, B., Ehlers, J., Sharma, B., & Freire Filho, F. (2002). Recent progress in cowpea breeding. *Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production*, 22-40.

Stravaganzza, D. (2015). *Scribd*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2015, de https://es.scribd.com/doc/4324011/ Periodo-de-Latencia-o-Letargo-de-Las-Semillas

Tamayo, P., & Londoño, M. (2001). Manejo integrado de enfermdedades y plagas del fríjol: Manual de campo para su reconocimiento y control. Antioquía, COL. Corpoica. 35 p.

USDA. (2011). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Estados Unidos.

Valladares, C. A. (2010). Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de grano. *Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano*. La Ceiba, Honduras: Departamento de producción.

Valladolid, C. A. (2003). El cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris L.)* en la Costa Central del Perú. INIA. 116 pp. Lima-Perú.

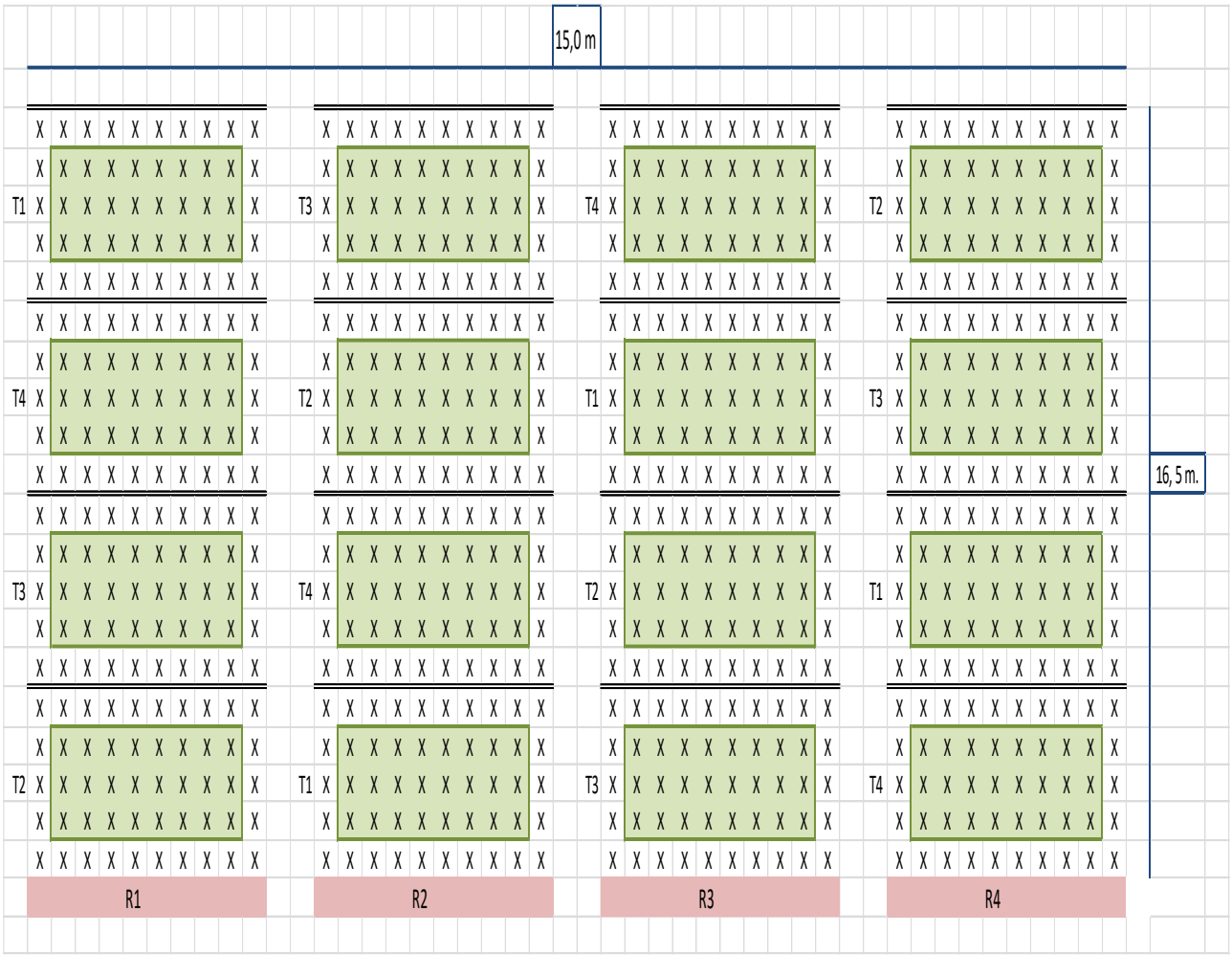
Villa, L. (2010). Evaluacio n de la calidad de semillas gramineas y leguminosas expendidas en la cuidad de Riobamba. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1 Croquis de campo

Diseño de siembra del ensayo



		TRATAMIENTO	VARIEDADES
Área total del ensayo	247,5 m²		
Área de las parcelas	9,00 m²	T1	Panamito
Dimensión de las parcelas	3 x 3 m.	T2	Cuarentón
Dimensión del ensayo	16.5 x 15 m.	T3	Tumbe
Distancia entre hileras	0,60 m	T3	Panamito
Distancia entre plantas	0,30 m		
Número de plantas por parcela	50		
Número de plantas útiles	24		
Total de plantas útiles en el ensayo	384		
Total de plantas en el ensayo	800		

Análisis de varianza de los tratamientos empleados en la investigación

Anexo 2 Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 10 días después de la siembra en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	624,75	208,25	44,36	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	18,75	6,25	1,33	NS	0,3240
Error (t * r)	9	42,25	4,69			
Total (t + r + e)	15	685,75				
CV (%)	2,56					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 3 Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 15 días después de la siembra en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	510,75	170,25	38,07	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	24,75	8,25	1,84	NS	0,2094
Error (t * r)	9	40,25	4,47			
Total (t + r + e)	15	575,75				
CV (%)	2,43					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 4 Análisis de varianza de la Altura de planta, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	3973,79	1324,60	693,28	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	2,01	0,67	0,35	NS	0,7902
Error (t * r)	9	17,20	1,91			
Total (t + r + e)	15	3992,99				
CV (%)	2,31					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 5 Análisis de varianza de los días a la floración, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	2840,24	946,75	1883,82	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	0,79	0,26	0,53	NS	0,6753
Error (t * r)	9	4,52	0,50			
Total (t + r + e)	15	2845,55				
CV (%)	1,37					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 6 Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia de las plantas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P – valor
Tratamientos (t – 1)	3	85,69	28,56	28,37	*	0,0004
Repeticiones (r – 1)	3	0,69	0,23	0,23	NS	0,8749
Error (t * r)	9	9,06	1,01			
Total (t + r + e)	15	95,44				
CV (%)	4,94					

*: Significativo; NS: No Significativo

Anexo 7 Análisis de varianza del número de vainas por planta, en la evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P – valor
Tratamientos (t – 1)	3	694,20	231,40	1225,05	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	0,39	0,13	0,68	NS	0,5864
Error (t * r)	9	1,70	0,19			
Total (t + r + e)	15	696,28				
CV (%)	1,89					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 8 Análisis de varianza del número de semillas por vainas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	145,68	48,56	1026,83	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	0,05	0,02	0,37	NS	0,7796
Error (t * r)	9	0,43	0,05			
Total (t + r + e)	15	146,16				
CV (%)	3,92					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 9 Análisis de varianza del número de semillas por planta, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P – valor
Tratamientos (t – 1)	3	128914,34	42971,45	1291,25	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	15,09	5,03	0,15	NS	0,9263
Error (t * r)	9	299,51	33,28			
Total (t + r + e)	15	129228,94				
CV (%)	4,30					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 10 Análisis de varianza del peso de cien semillas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P – valor
Tratamientos (t – 1)	3	2106,01	702,00	704,12	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	4,83	1,61	1,61	NS	0,2539
Error (t * r)	9	8,97	1,00			
Total (t + r + e)	15	2119,81				
CV (%)	3,52					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 11 Análisis de varianza del rendimiento (kg/ha) en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	15898238,59	5299412,86	588,85	**	0,0001
Repeticiones (r – 1)	3	13136,34	4378,78	0,49	NS	0,7000
Error (t * r)	9	80996,81	8999,65			
Total (t + r + e)	15	15992371,74				
CV (%)	5,8					

**: Altamente significativo; NS: No Significativo

Anexo 12 Análisis de varianza del porcentaje de germinación (test de germinación), en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	392,50	130,83	59,25	**	0,0001
Error (t * r)	12	26,50	2,21			
Total (t + r + e)	15	419,00				
CV (%)	3,79					

**: Altamente significativo

Anexo 13 Análisis de varianza de la longitud de la parte aérea de la planta en el test de germinación, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	60,32	20,11	94,05	**	0,0001
Error (Gl T - Gl t)	12	2,57	0,21			
Total (total parc. -1)	15	62,88				
CV (%)	2,72					

**: Altamente significativo

Anexo 14 Análisis de varianza de la longitud de raíz de la planta en el test de germinación, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	8,80	2,93	55,42	**	0,0001
Error (Gl T - Gl t)	12	0,64	0,05			
Total (total parc. -1)	15	9,44				
CV (%)	1,90					

**: Altamente significativo

Anexo 15 Análisis de varianza del número de plantas germinadas utilizando el test de frío, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	FC		P - valor
Tratamientos (t – 1)	3	276,00	92,00	69,00	**	0,0001
Error (Gl T - Gl t)	12	16,00	1,33			
Total (total parc. -1)	15	292,00				
CV (%)	2,92					

**: Altamente significativo

Datos obtenidos en el trabajo de investigación por repeticiones

Anexo 16 Valores transformados a porcentaje para determinar la emergencia de plántulas a los 10 días después de la siembra en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N° Trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	76	80	78	80	314	78,50
2	Cuarentón	84	86	82	82	334	83,50
3	Tumbe	94	96	98	92	380	95,00
4	Pata de Paloma	78	82	82	84	326	81,50
	Sumatoria	332	344	340	338		

Anexo 17 Valores transformados a porcentaje para determinar la emergencia de plántulas a los 15 días después de la siembra en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N° Trat	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	78	82	82	84	326	81,50
2	Cuarentón	86	90	84	84	344	86,00
3	Tumbe	96	98	98	94	386	96,50
4	Pata de Paloma	82	86	84	86	338	84,50
	Sumatoria	342	356	348	348		

Anexo 18 Datos promedio de Altura de planta tomados de 10 plantas evaluadas al azar, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	56,20	56,60	57,90	56,80	227,50	56,88
2	Cuarentón	35,50	36,10	36,70	36,00	144,30	36,08
3	Tumbe	78,70	79,40	79,00	78,60	315,70	78,93
4	Pata de Paloma	68,90	65,00	65,60	69,70	269,20	67,30
	Sumatoria	239,30	237,10	239,20	241,10		

Anexo 19 Número de días a la floración, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	48,63	48,74	50,11	49,37	196,86	196,86
2	Cuarentón	31,14	31,31	31,91	31,86	126,23	126,23
3	Tumbe	67,49	68,26	68,14	67,89	271,77	271,77
4	Pata de Paloma	58,97	56,57	57,17	57,49	230,20	230,20
	Sumatoria	206,23	204,89	207,34	206,60		

Anexo 20 Número de plantas de la parcela útil al fin del ciclo productivo (sobrevivencia de las plantas), en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	18	16	17	17	68,00	17
2	Cuarentón	20	21	19	20	80,00	20
3	Tumbe	23	24	23	24	94,00	23,5
4	Pata de Paloma	21	19	22	21	83,00	20,75
	Sumatoria	82	80	81	82		

Anexo 21 Número de vainas por planta, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	29.20	28,40	29,60	30,00	117,20	20,68
2	Cuarentón	11,90	12,10	12,00	12,20	48,20	19,26
3	Tumbe	26,50	26,30	27,00	26,10	105,90	25,43
4	Pata de Paloma	24,10	24,70	24,40	24,30	97,50	24,38
	Sumatoria	91,70	91,50	93,00	92,60		

Anexo 22 Datos del número de semillas por vainas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	3,40	3,30	2,90	3,20	12,80	3,20
2	Cuarentón	3,5	3,4	3,3	3,2	13,40	3,35
3	Tumbe	10,3	10,5	10,7	11	42,50	10,63
4	Pata de Paloma	4,8	5	4,9	4,9	19,60	4,90
	Sumatoria	22,00	22,20	21,80	22,30		

Anexo 23 Datos correspondientes al número de semillas por planta, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	99,28	93,72	85,84	96	374,84	93,71
2	Cuarentón	41,65	41,14	39,6	39,04	161,43	40,3575
3	Tumbe	272,95	276,15	288,9	287,1	1125,1	281,275
4	Pata de Paloma	120,5	125,97	119,56	121,5	487,53	121,8825
	Sumatoria	534,38	536,98	533,9	543,64		

Anexo 24 Datos del peso de cien semillas, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	20,86	20,12	19,18	20,62	80,78	20,195
2	Cuarentón	47,18	48	48,36	48,78	192,32	48,08
3	Tumbe	21,5	25,34	24,73	23,88	95,45	23,8625
4	Pata de Paloma	20,14	22	21,85	20,96	84,95	21,2375
	Sumatoria	109,68	115,46	114,12	114,24		

Anexo 25 Datos del rendimiento (kg/ha) en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	966,46	859,02	786,62	923,78	3535,87	883,97
2	Cuarentón	982,52	965,42	893,69	931,03	3772,66	943,17
3	Tumbe	3129,83	3307,66	3389,76	3438,82	13266,07	3316,52
4	Pata de Paloma	1213,44	1385,67	1335,22	1301,62	5235,94	1308,99
	Sumatoria	6292,24	6517,77	6405,29	6595,24		

Anexo 26 Datos obtenidos de la germinación (test de germinación), en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	42	43	45	44	174	43,50
2	Cuarentón	30	32	31	32	125	31,25
3	Tumbe	42	43	45	43	173	43,25
4	Pata de Paloma	37	38	42	39	156	39,00
	Sumatoria	152	158	166	162		

Anexo 27 Datos obtenidos de la longitud de la parte aérea de la planta en el test de germinación, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	20,76	21,27	22,24	20,63	84,90	21,23
2	Cuarentón	15,47	15,77	15,58	15,65	62,48	15,62
3	Tumbe	16,45	16,77	17,08	17,51	67,81	16,95
4	Pata de Paloma	18,13	18,02	17,51	18,18	71,84	17,96
	Sumatoria	70,81	71,84	72,42	71,97		

Anexo 28 Datos de longitud de raíz de la planta en el test de germinación, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	12,83	12,88	13,25	13,21	52,16	13,04
2	Cuarentón	11,27	11,39	10,60	10,78	44,03	11,01
3	Tumbe	12,00	11,93	11,90	12,00	47,83	11,96
4	Pata de Paloma	12,03	12,07	11,91	12,00	48,01	12,00
	Sumatoria	48,13	48,26	47,65	47,98		

Anexo 29 Número de plantas germinadas utilizando el test de frío, en la Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de fréjol. Quevedo, 2015.

N. trat.	Tratamientos	REPETICIONES				Sumatoria	Promedio
		I	II	III	IV		
1	Panamito	43	45	44	44	176	44
2	Cuarentón	33	32	34	33	132	33
3	Tumbe	42	41	42	43	168	42
4	Pata de Paloma	37	38	40	41	156	39
	Sumatoria	155	156	160	161		

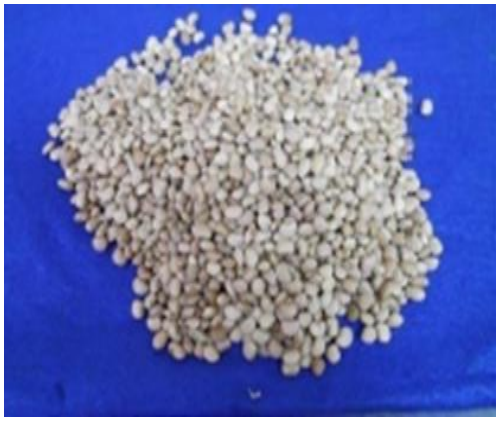
Anexo 30 Fotos de realización del proyecto de investigación

Preparación del terreno, medición y balizada

Emergencia de plántulas en parcelas

Cultivo en etapa de crecimiento vegetativo

Cultivo en etapa reproductiva



Cosecha del grano

Realización de test de laboratorio