



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

ENVEJECIMIENTO ACELERADO: EFECTOS SOBRE LA VIABILIDAD DE
SEMILLAS EN CINCO VARIEDADES DE FREJOL

NIVICELA LIZALDES TAYRON GABRIEL
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

ENVEJECIMIENTO ACELERADO: EFECTOS SOBRE LA
VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CINCO VARIEDADES DE
FREJOL

NIVICELA LIZALDES TAYRON GABRIEL
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

ENVEJECIMIENTO ACELERADO: EFECTOS SOBRE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS
EN CINCO VARIEDADES DE FREJOL

NIVICELA LIZALDES TAYRON GABRIEL
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 28 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
2021

Tesis final

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

5%

2

ribuni.uni.edu.ni

Fuente de Internet

2%

3

images.engormix.com

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, NIVICELA LIZALDES TAYRON GABRIEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ENVEJECIMIENTO ACELERADO: EFECTOS SOBRE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CINCO VARIEDADES DE FREJOL, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 28 de septiembre de 2021


NIVICELA LIZALDES TAYRON GABRIEL
0705094019

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios, por ser quien me da fuerzas y salud diaria para poder culminar mi etapa universitaria y poder cumplir con cada una de mis metas propuestas en mi vida.

A mi padre, Sr. Tayron Nivicela y mi madre, Sr. Lorena Lizaldes y a mi familia que han brindado su apoyo incondicional y su confianza desde mi nacimiento para poder salir adelante no solo en la parte económica, también en aspectos espirituales, por la motivación diaria que me han brindado guiándome por el buen camino.

A mi tío, Rene Elizaldes que siempre ha brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida estudiantil y aliento constante.

Nivicela Lizaldes Tayron Gabriel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada uno de los docentes que me han apoyado con su conocimiento para poder desempeñarme en el campo profesional, ayudándome a poder formar mi carrera con sus enseñanzas y aprendizajes.

Agradezco de manera especial al Ing. José Nicasio Quevedo Guerrero. Mg.Sc. por ser parte de mi formación brindándome sus conocimientos y experiencias para llevar a cabo esta investigación.

A mis amigos Kelvin Pineda, Diana Martínez, Dayana Rodríguez y Oswaldo Mora por siempre apoyarnos de manera incondicional y desinteresadamente, y por cada una de los momentos especiales compartidos dentro y fuera del aula

Nivicela Lizaldes Tayron Gabriel

RESUMEN

El frejol es un cultivo de importancia en el consumo humano a nivel mundial, alrededor de 300 millones de personas que hacen consumo de este, constituye una de las fuentes principales de proteína y carbohidratos. La producción de Ecuador es de 39.725 t, lo que representa el 0,2% de la producción mundial. La viabilidad indica el potencial de germinación, es una medida de calidad que es de particular importancia en el monitoreo regular de semillas. El objetivo general fue evaluar el porcentaje de viabilidad y germinación de la semilla de frejol mediante el método de envejecimiento acelerado. La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de envejecimiento vegetal perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, provincia de El Oro. En el periodo comprendido de junio a julio del 2021. La investigación se basó en la inducción de distintas variedades de semillas de frejol las cuales son: frejol negro, frejol tumbez, frejol del país, frejol panamito y frejol amarillo. Estas a su vez fueron sometidas en una estufa a una temperatura de 48°C, aplicados en tres tiempos distintos 24h, 48h y 72h, empleando cinco repeticiones utilizando cajas petri para cada variedad que contenían 20 semillas teniendo una densidad poblacional de 100 semillas en total. Una vez retiradas de la estufa, se colocaron las semillas en toallas de papel absorbente para que estas realicen el proceso de germinación. Finalmente, las semillas germinadas fueron sembradas en vasos plásticos y se realizó la toma de datos correspondientes para cada variedad. Con los datos obtenidos se empleó un ANOVA factorial en el software IBM SPSS STATICS 22, este sirve para evaluar el efecto individual y conjunto de dos o más factores sobre una variable dependiente cuantitativa. Esta prueba estadística permite estudiar las diferencias entre grupos de investigación. Al utilizar más de un factor en un diseño posee la ventaja de poder estudiar el efecto de la interacción entre los factores. Los resultados demuestran que el cultivar frijol amarillo sometido a 72 horas en estufa obtuvo mejores resultados en largo de la hoja con 7.03 cm, en el ancho de la hoja con 7.9 cm y en el peso de la planta con 6.38 gramos y porcentaje de germinación con 1% y esta a su vez aplicado en tratamiento de 48 horas obtuvo mejores resultados en el peso de la raíz con 2.35 gramos. El mejor tratamiento aplicar es el de 72 h en una estufa se obtuvo mejores resultados en el cultivar frejol amarillo en las siguientes variables: largo y ancho de hojas, peso vegetativo y peso de la raíz. Los contenidos de materia fresca se incrementaron en la medida que aumento el tiempo (días), obteniéndose mayores resultados a los 72h de desarrollo, con promedio de 6.36 g, mientras que a los 48 h se alcanzó un promedio de 1.45 g. Entonces el

mejor tratamiento resultó el T4 (72h) considerando las siguientes variables evaluadas. Los distintos cultivares del estudio mostraron que pueden ser sometidas a altas temperaturas y poder obtener una germinación adecuada.

Palabras claves: Envejecimiento vegetal, estufa, cajas petric, latencia, sanidad vegetal, germinación.

SUMMARY

The bean is an important crop in human consumption worldwide, around 300 million people who consume it, constitutes one of the main sources of protein and carbohydrates. Ecuador's production is 39,725 t, which represents 0.2% of world production. Viability indicates the potential for germination, it is a quality measure that is of particular importance in regular seed monitoring. The general objective was to evaluate the percentage of viability and germination of the bean seed by means of the accelerated aging method. The research was carried out in the plant aging laboratory belonging to the Technical University of Machala, El Oro province. In the period from June to July 2021. The research was based on the induction of different varieties of bean seeds which are: black bean, tumbez bean, country bean, panamito bean and yellow bean. These in turn were subjected in an oven at a temperature of 48°C, applied in three different times 24h, 48h and 72h, using five repetitions using petri dishes for each variety that contained 20 seeds that have a population density of 100 seeds in total. Once removed from the stove, the seeds were placed on absorbent paper towels so that they could carry out the germination process. Finally, the germinated seeds were sown in plastic cups and the corresponding data was collected for each variety. With the data obtained, a factorial ANOVA was used in the IBM SPSS STATISTICS 22 software, this is used to evaluate the individual effect and the set of two or more factors on a quantitative dependent variable. This statistical test makes it possible to study the differences between research groups. By using more than one factor in a design, it has the advantage of being able to study the effect of the interaction between the factors. The results show that the yellow bean cultivar subjected to 72 hours in the oven obtained better results in leaf length with 7.03 cm, in leaf width with 7.9 cm and in plant weight with 6.38 grams and germination percentage with 1% and this, in turn, applied in a 48-hour treatment, obtained better results in the weight of the root with 2.35 grams. The best treatment to apply is 72 h in a stove, better results were obtained in the yellow bean cultivar in the following variables: length and width of leaves, vegetative weight and root weight. The fresh matter contents increased as the time (days) increased, obtaining higher results at 72h of development, with an average of 6.36 g, while at 48 h an average of 1.45 g was reached. Then the best treatment was T4 (72h) considering the following variables evaluated. The different cultivars of the study showed that they can be subjected to high temperatures and be able to obtain adequate germination.

Keywords: Plant aging, stove, petric boxes, dormancy, plant health, germination.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	14
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1	Origen.....	15
2.2	Importancia.....	16
2.3	Valor nutritivo.....	17
2.4	Clasificación Taxonómica.....	18
2.4.1	Familia.....	18
2.5	Morfología.....	19
2.5.1	Planta.....	19
2.5.2	Raíz.....	19
2.5.3	Tallo.....	20
2.5.4	Hoja.....	21
2.5.5	Flores.....	21
2.5.6	Semilla.....	22
2.6	Condiciones edafoclimáticas requeridas por el cultivo del frejol.....	22
2.6.1	Temperatura.....	22
2.6.2	Luminosidad.....	23
2.6.3	Altitud.....	23
2.6.4	Suelo.....	23
2.7	Zonas de producción del cultivo de frejol.....	24
2.8	Diversidad genética.....	25
2.9	Viabilidad de semillas.....	26

2.10	Propiedades físicas y químicas del frejol.....	26
2.10.1	Propiedades Físicas	26
2.10.2	Propiedades Químicas	26
2.11	Latencia de semillas.....	27
2.12	Capacidad de germinación	27
2.13	Germinación de la semilla.....	27
2.14	Almacenamiento de la semilla	28
2.15	Principales causas del deterioro de semillas en el almacenamiento.....	28
2.16	Envejecimiento vegetal.....	29
2.17	Prueba de germinación	29
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1	Localización y caracterización del área de estudio	30
3.1.1	Ubicación geográfica de la zona de estudio	30
3.1.2	Características climáticas de la zona.....	31
3.2	Diseño experimental.....	31
3.2.1	Tratamientos.....	32
3.2.2	Especificidades del diseño	33
3.3	Manejo del experimento	34
3.3.1	Materiales y herramientas	34
3.3.2	Equipos.....	34
3.3.3	Preparación del área de estudio y siembra	34
3.3.4	Material vegetal.....	35
3.4	Variables a medir	36
3.5	Procedimiento estadístico	39
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40

5	CONCLUSIONES.....	52
6	RECOMENDACIONES	53
7	BIBLIOGRAFÍA	54
8	ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de la superficie sembrada en las cinco provincias más productivas de Ecuador de fréjol seco y las cinco más productivas de fréjol tierno en el año 2010.	17
Tabla 2. Composición nutricional del frejol en cada 100 gramos	17
Tabla 3. Temperaturas críticas para el frijol en las distintas fases de desarrollo	23
Tabla 4. Contenido de macronutrientes en el frejol y otros alimentos por cada 100g de producto	27
Tabla 5. Características climáticas de la zona de estudio	31
Tabla 6. Factor de estudio en temperaturas distintas para cada cultivar de frejol	33
Tabla 7. Pruebas de efectos inter-sujetos en el largo de las hojas de los cinco cultivares	40
Tabla 8. Pruebas de efectos inter-sujetos en el ancho de las hojas de los cinco cultivares	42
Tabla 8. Pruebas de efectos inter-sujetos en el ancho de las hojas de los cinco cultivares	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la riqueza de especies del género Phaseolus en el continente americano.....	16
Figura 2. Planta de frijol	19
Figura 3. Raíz del cultivo de frejol	20
Figura 4. Tallo del cultivo de frejol	20
Figura 5. Hoja de planta de frejol	21
Figura 6. Flor de planta de frejol	21
Figura 7. Semilla del frijol.....	22
Figura 8. Área cosechada y producción de frejol en el mundo.....	24
Figura 9. Área cosechada y producción de frejol en Ecuador	24
Figura 10. Variaciones en el color de las semillas de frijol.....	25
Figura 11. Germinación de semillas	28
Figura 12. Ubicación de la zona de estudio.	30
Figura 13. Semillas de frijol en estufa a 48°C	32
Figura 14. Diferentes cultivares aplicados en el estudio	33
Figura 15. Diferentes cultivares de frijol colocados en estufa.....	35
Figura 16. Germinación de semillas de frejol.....	36
Figura 17. Largo de hojas	37
Figura 18. Ancho de hojas	37
Figura 19. Peso de la raíz.....	38
Figura 20. Materia fresca.....	38

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Largo de las hojas en función de las cinco variedades de frejol.....	41
Gráfico 2. Largo de las hojas de las variedades de frejol en función del tiempo	42
Gráfico 3. Ancho de las hojas en función de las cinco variedades de frejol.....	43
Gráfico 4. Ancho de las hojas de las variedades de frejol en función del tiempo	44
Gráfico 5. Peso de la raíz en función de las cinco variedades de frejol.....	45
Gráfico 6. Peso de la raíz en función de los tiempos de tratamiento	46
Gráfico 7. Peso de la planta en función de las cinco variedades de frejol	48
Gráfico 8. Peso vegetativo de la planta en función de los tiempos de tratamiento.....	49
Gráfico 9. Porcentaje de germinación en función de las cinco variedades de frejol	50
Gráfico 10. Porcentaje de germinación en función de los tiempos de tratamiento.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Peso de semillas de frejol.....	59
Anexo 2. Identificación de los cultivares de frejol.....	59
Anexo 3. Cultivares de frejol en caja petri	60
Anexo 4. Semillas de frejol con malla metálica	60
Anexo 5. Semillas de frijol colocadas en estufa	61
Anexo 6. Germinación de semillas frijol.....	62
Anexo 7. Emergencia de semillas de frijol.....	62
Anexo 8. Desarrollo del cultivo de frejol	63

1 INTRODUCCIÓN

El frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de grano de gran importancia en el consumo humano en todo el planeta, este pertenece a la familia de las fabáceas o también conocida como leguminosas ocupando el octavo lugar entre estas especies que se siembran a escala mundial, teniendo alrededor de 300 millones de personas que hacen consumo de este; por el cual se la ha denominado como “la carne de los pobres”. A nivel nacional constituye una de las fuentes principales de proteína y carbohidratos, a su vez genera valores de ingresos mayores para el sector agrícola (Cedeño Briones et al., 2013). Es una planta leguminosa anual y se cultiva intensivamente desde zonas tropicales a templadas. Representa más del 80% de la superficie sembrada anual del mundo, unos 15 millones de hectáreas (Milagros Santana et al., 2021).

Según Torres et. al., (2013) manifiesta que la producción mundial es de 18.991.954 t, teniendo como los mayores productores a Brasil con 3 millones de t ha⁻¹, India con 2,9 millones de t ha⁻¹, México con 1,5 millones de t ha⁻¹, Nicaragua, Myanmar con 1,9 millones de t ha⁻¹, China con 1,9 millones de t ha⁻¹ y otros. país. La producción de Ecuador es de 39.725 t, lo que representa el 0,2% de la producción mundial, actualmente se cosechan 89.789 ha de 105.127 ha, se siembra frijol con alimento seco y a su vez se siembran en verde 15.241 ha en 16.464 ha. En comparación con los rendimientos potenciales de cultivos de más de 2,000 kg ha⁻¹, Ecuador ha registrado rendimientos promedio de leguminosas más bajos de 430 kg ha⁻¹ en monocultivo y 110 kg ha⁻¹ cuando se relaciona con maíz.

La calidad de la semilla envuelve la integridad de la estructura fisiológica y el proceso para mantener la vitalidad. Los indicadores son: germinación y vigor, que depende del genotipo y manejo de producción y postcosecha (Gavilá Urrestarazu et al., 2014).

En este sentido, la prueba de germinación es el método más común y aceptado para evaluar la calidad de la semilla, pero no es suficiente para comprender completamente el potencial de la colonización en el campo, por lo que se recomienda el vigor de la semilla como método de evaluación. Otros factores han llevado al desarrollo de varias pruebas de vitalidad (Rincón & Molina, 1990). El estudio del envejecimiento acelerado es uno de los métodos más sensibles, efectivos y comúnmente empleados para evaluar el vigor de las semillas de varias especies cultivadas, ayudando a determina el comportamiento de las semillas bajo estrés causado

por altas temperaturas y humedad relativa dentro de un cierto período de tiempo, haciendo que las semillas sean vigorosas es decir su capacidad para producir plántulas normales, mientras las semillas con un vigor más débil se reducen significativamente. Esto nos permite observar la diferencia de potencial fisiológico entre lotes de semillas, puesto que los lotes con menor vigor tienen una disminución más pronunciada en la viabilidad que los lotes con mayor vigor (Suárez Castellanos et al., 2018).

Por lo tanto, a través del presente trabajo se podrá demostrar la importancia de determinar el envejecimiento acelerado de semillas, permitiendo una siembra del cultivo más eficaz debido al proceso que se someten las semillas. Entonces, la presente investigación es necesaria para que la calidad de semilla sea más efectiva logrando así permitir un grado de producción más segura para los agricultores en el país. En función de los argumentos expuestos anteriormente, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo general:

- Evaluar el porcentaje de viabilidad y germinación de la semilla de frejol mediante el método de envejecimiento acelerado.

Además de los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el porcentaje de viabilidad de la semilla de frejol utilizando el método de envejecimiento vegetal.
- Determinar el tiempo adecuado que las semillas necesitan para mantener su viabilidad.
- Analizar la influencia de la edad de la semilla

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen

Para determinar el origen y la domesticación de las plantas, se utilizan comúnmente cuatro tipos de evidencia: evidencia arqueológica, botánica, históricas y lingüística (Hernández López et al., 2013). Según la distribución geográfica de la mayoría de las especies pertenecientes a *Phaseolus vulgaris* (Figura 1), se las considera de origen mesoamericano(Álvarez & Herrera, 2015).

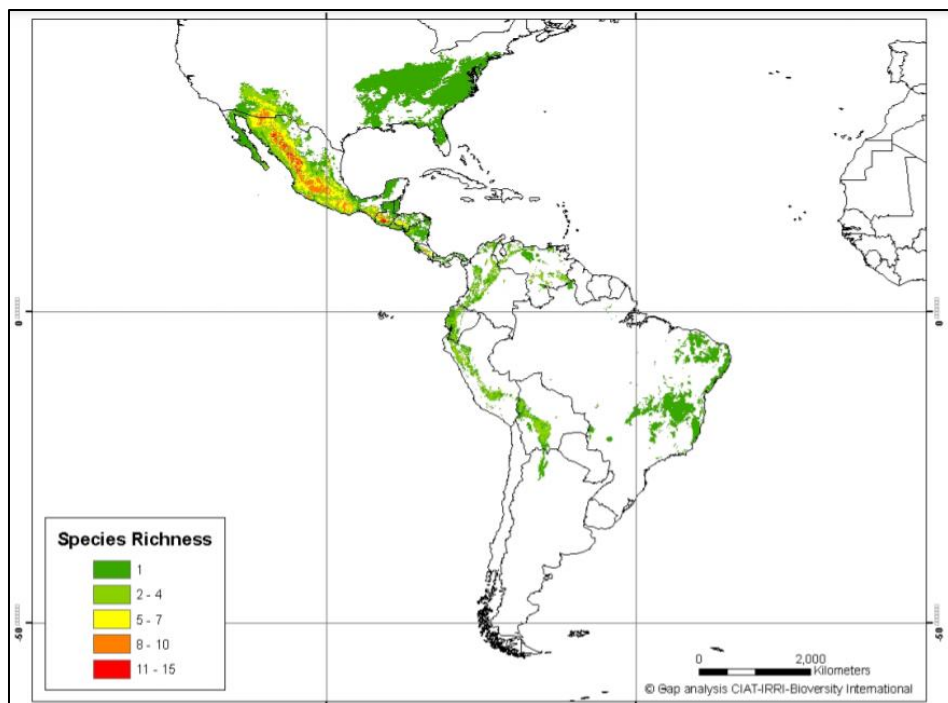


Figura 1. Distribución de la riqueza de especies del género *Phaseolus* en el continente americano.

Fuente. Saburido Álvarez & Herrera Estrella (2015)

Los frijoles silvestres se distribuyen ampliamente en Chihuahua y San Luis, Argentina. Se pueden dividir en dos bancos de genes: América Central (desde el norte de México hasta Colombia) y los Andes (sur de Perú, Bolivia y noroeste de Argentina). De acuerdo con su origen geográfico, la morfología de la planta, proteínas de la semilla, alozimas y marcadores moleculares. Según los restos arqueológicos, la domesticación y el primer consumo se produjeron en América Central y del Sur hace 6.000-8.000 años (Álvarez & Herrera, 2015).

2.2 Importancia

Se considera que el cultivo de frejol es uno de las leguminosas más significativos del mundo, desempeña un papel importante en el sector economía de los productores, a su vez sus granos proporcionan un alto valor proteico para las personas de bajos ingresos. Contribuyen también a la fijación biológica de N (nitrógeno) (Basantes Morales, 2015).

La proporción de frejol producida en Ecuador es muy alta, aportando el 40% y el 70% de los ingresos económicos a los pequeños y medianos agricultores. También, se puede almacenar

durante todo un año por tratarse de un producto no perecedero. La superficie total de tierra cultivable es de 121.000 hectáreas, de las cuales el 40% de la producción se destina al consumo nacional y programas de mejoramiento, y el 60% restante se exporta a Colombia (INEC, 2010)(Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de la superficie sembrada en las cinco provincias más productivas de Ecuador de fréjol seco y las cinco más productivas de fréjol tierno en el año 2010.

Provincia	Porcentaje de la superficie sembrada de fréjol seco	Provincia	Porcentaje de la superficie sembrada de fréjol tierno
Azuay	31.70%	Loja	20.20%
Imbabura	21.20%	Azuay	19.40%
Loja	13.70%	Bolívar	14.00%
Bolívar	13.50%	Guayas	8.20%
Chimborazo	10.50%	Chimborazo	6.80%

Fuente. INEC (2010)

2.3 Valor nutritivo

El fréjol abarca un índice alto de proteína, fibra y una pequeña cantidad de carbohidratos y vitaminas del complejo B, como: ácido fólico, niacina, tiamina y riboflavina; también aporta una gran cantidad de minerales (calcio, hierro, fósforo, zinc, magnesio y potasio). El contenido de proteínas y carbohidratos varía de una especie a otra. En 100 g de fréjol, proporciona de 14% a 33% de proteína y los carbohidratos de 52 a 76 g (Ulloa et al., 2011)(Tabla 2).

Tabla 2. Composición nutricional del fréjol en cada 100 gramos

Componente	Fréjol
Calorías	312
Proteínas	0.50 g
Carbohidratos	86.00 g
Grasas	0.1 g
Agua	12.3 g
Ceniza	1.1 g

Calcio	80.00 mg
Fosforo	60.00 mg
Hierro	2.40 mg
Vit B1	0.02 mg
Vit B-12	0.07 mg
Vit C	3.00 mg

Fuente. MAG (2012)

2.4 Clasificación Taxonómica

2.4.1 Familia

Las leguminosas o Fabáceas son plantas ampliamente reconocidas por su importancia económica y cultural en relación con la seguridad alimentaria, la prestación de servicios y las fuentes nutricionales (Roxana Gutiérrez et al., 2017). Pertenecen a un conjunto grande y diversa distribuida en diferentes ecosistemas alrededor del mundo. Éstas constituyen la familia más grande de plantas con flores en el planeta, con 727 géneros y 19,325 especies. Estos constituyen la familia de plantas con flores más grande del mundo, con 727 géneros y 19,325 especies. Un rasgo distintivo es la presencia de nódulos en las raíces, cuyos hospedadores provienen de bacterias de los géneros como *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* y *Mesorhizobium* (Noguez Inesta et al., 2018)

Según Pucuji Chitalogro (2016), la clasificación taxonómica del cultivo de fréjol es la siguiente:

Reino: Plantae

Sub Reino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *P. vulgaris*

Nombre binomial: *Phaseolus vulgaris* L.

Nombres comunes: Fréjol, fríjol, poroto, habichuela, etc

2.5 Morfología

2.5.1 Planta

La leguminosa frijol domesticado es una planta herbácea anual con hábitos arbustivos y se pueden plantar en unicultivo o trepadoras (*Zea mays* L.). El ciclo biológico puede variar desde 85 a 270 días, dependiendo de los hábitos de crecimiento, el clima regional y el tiempo de siembra. Aunque se cultiva desde Argentina hasta Canadá, desde el nivel del mar hasta los 3.200 m, es una planta termofílica susceptible a las heladas (Lépiz Ildefonso et al., 2015) (Figura 2).



Figura 2. Planta de frijol
Fuente. El autor

2.5.2 Raíz

En las primeras etapas de desarrollo, el sistema radicular se forma a partir de la radícula del embrión. Más tarde se convierte en la raíz principal o básico. Se puede observar las raíces después de unos días. En la raíz secundaria y tercera raíz se desarrolla subdivisiones como los pelos absorbentes, estos se encuentran en todo el crecimiento del cultivo (Ventura Elías et al., 2018) (Figura 3).



Figura 3. Raíz del cultivo de frejol

Fuente. El autor

2.5.3 Tallo

El tallo se puede determinar como eje central de las plantas, formadas por una serie de nudos e internudo; es herbácea, tiene parte cilíndrica o ligeramente angular; puede ser erguido, semi-rastrero o rastrero, según el hábito de crecimiento de la especie (Ventura Elías et al., 2018). Dependiendo de la variedad, hay dos tipos de crecimiento: determinado e indeterminado. El tallo en crecimiento determinado terminara su desarrollo en la floración, mientras tanto el crecimiento indeterminado puede seguir creciendo después de la floración (Figura 4).



Figura 4. Tallo del cultivo de frejol

Fuente. El autor

2.5.4 Hoja

Son de dos tipos: simples y compuestos. Esto los cotiledones forman el primer par de hojas, suministro de materiales de reserva para la fábrica durante el período germinación y emergencia, y cuidadosamente elaborado. El primer carbohidrato a través de la fotosíntesis sus cloroplastos. Su duración es muy corta, y la segunda derecha y la primera hoja verdadera, desarrollada en el segundo nudo; son simples, opuestos y a medida. Iniciar el desarrollo de la hoja desde el tercer nudo. Las hojas compuestas son alternas, con tres folíolos, un pecíolo y un tallo. Se muestran diferentes cuánto tamaño, color y vellosidad, este cambio son relevantes, con diversidad y condiciones ambientales de luz y humedad (Ventura Elías et al., 2018) (Figura 5).



Figura 5. Hoja de planta de frejol

Fuente. El autor

2.5.5 Flores

Las flores contienen los órganos sexuales de las plantas. Esto Las flores masculinas se llaman estambres y flores femeninas. Llamado pistilo. El polen se produce en los estambres. Cuando cae sobre el pistilo, producen semillas o comida (Ventura Elías et al., 2018)(Figura 6).



Figura 6. Flor de planta de frejol

Fuente. Ventura et al, (2018)

2.5.6 Semilla

La semilla es la unidad reproductora de la planta. Es un producto obtenido después de la floración y otros fenómenos que ocurren dentro de la flor. Las semillas vienen en varios colores, según la variedad: rojo, negro, blanco, amarillo, entre otros (Ventura Elías et al., 2018)(Figura 7).



Figura 7. Semilla del frijol
Fuente. El autor

2.6 Condiciones edafoclimáticas requeridas por el cultivo del frejol

Generalmente se presentan factores que afectan el rendimiento de los cultivos, incluido el cambio climático y las condiciones edáficas. Esta especie es muy sensible a los cambios de temperatura (Rosas et al., 2000). Un aumento de 1°C puede afectar el rendimiento de 26 cultivos en un 10%. Por lo tanto, tener las condiciones de producción adecuadas puede aumentar su rendimiento hasta en un 50% (Martinez Medina et al., 2019).

2.6.1 Temperatura

Para obtener el mejor rendimiento de los cultivos de leguminosas, se requiere un rango de temperatura de 13 a 26°C. Fácilmente se puede ver afectada por temperaturas inferiores a -2°C (Cornelio Chimborazo, 2015). Cuando la temperatura oscila entre 12-15°C la vegetación es poco vigorosa y por debajo de 15°C la mayoría de los frutos quedan en forma de “ganchillo”. Por encima de los 30°C también aparecen deformaciones en las vainas y se produce el aborto de flores (Tabla 3).

Tabla 3. Temperaturas críticas para el frijol en las distintas fases de desarrollo

Temperaturas críticas para el frijol	
Temperatura óptima del suelo	15-20°C
Temperatura ambiente óptima de germinación	20-30°C
Temperatura mínima de germinación	10 °C
Temperatura óptima durante el día	21-28°C
Temperatura óptima durante la noche	16-18°C
Temperatura máxima biológica	35-37°C
Temperatura mínima biológica	10-14°C
Temperatura mínima letal	0-2°C
Temperatura óptima de polinización	15-25°C

Fuente. Cornelio (2015)

2.6.2 Luminosidad

La luz es esencial para el proceso de fotosíntesis de las hojas de las plantas, pero el exceso de horas luz puede retrasar la maduración del frejol hasta por 6 días. Por tanto, es una especie que requiere días cortos (Segura, 2010).

2.6.3 Altitud

Según el tipo de frejol cultivados la altitud requerida puede variar. El frejol arbustivo soporta una altitud de hasta 2780 msnm. Mientras tanto el frejol voluble debe estar entre 2.000 y 2.900 msnm (Basantes Morales, 2015).

2.6.4 Suelo

Los cultivares de frejol son especies sensibles y de poca tolerancia a la salinidad. En el sector agrícola la salinidad es un gran problema porque afecta su metabolismo, aumentando así el desarrollo y rendimiento de los cultivos de leguminosas en un 50%. Se calcula que el 7% de los suelos agrícolas a nivel mundial se ven afectados por la salinidad (Noguez Inesta et al., 2018).

2.7 Zonas de producción del cultivo de frejol

Según, se observa cambios notables en las cifras del área de cosecha del frejol ya que varía desde 1994 tiene una baja producción en el 2001 incrementa el área de cosecha como nos damos cuenta la cosecha del cultivo de frejol seco sufre declives e incremento en todos os años como se lo observa en la (Figura 8), en el Ecuador tanto las cifras de área cosechada como la de producción el mayor incremento que tuvieron fue en el año de 1997 con 40 ha produciendo 38 ton, el cual disminuye en el 2018 a 2 ha con producción 2 ton, el cual da a entender la poca producción del cultivo en el país (FAOSTAT, 2021).

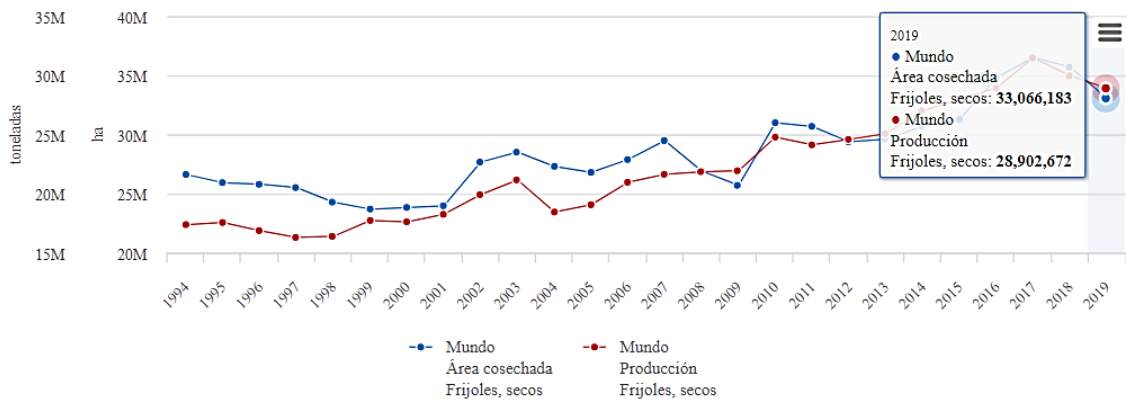


Figura 8. Área cosechada y producción de frejol en el mundo

Fuente. FAO (2021)

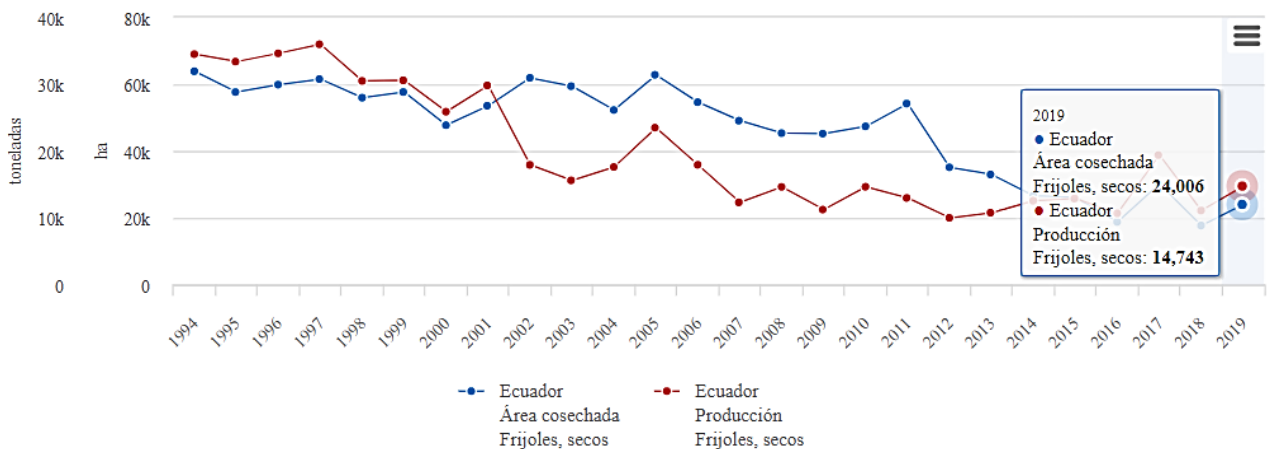


Figura 9. Área cosechada y producción de frejol en Ecuador

Fuente. FAO (2021)

2.8 Diversidad genética

En la actualidad, la diversidad genética mundial se ha reducido en un 75%, por lo que los expertos están buscando nuevas alternativas para la conservación del germoplasma. Un banco de semillas es una opción viable para resolver este problema, y su propósito es asegurar la diversidad genética local mediante la aplicación de pruebas de calidad (Romero Pintor et al., 2020).

Comprender la diversidad genética local es importante para identificar las variedades que deben utilizarse para los recursos fitogenéticos y protegerse. La función principal de estos recursos es mejorar plantas con genes de interés de diferentes poblaciones. Esto favorece la inclusión de la diversidad genética, a fin de obtener una variedad de rasgos con valor (Lescay et al., 2017).

Incrementar el rendimiento del frijol se ha transformado en una condición requerida para satisfacer las necesidades de la población, por lo que los investigadores buscan implementar nuevas alternativas, como la introducción de materiales genéticos foráneos para obtener materiales con mejores respuestas productivas agrícolas (De la Fé Montenegro et al., 2016).

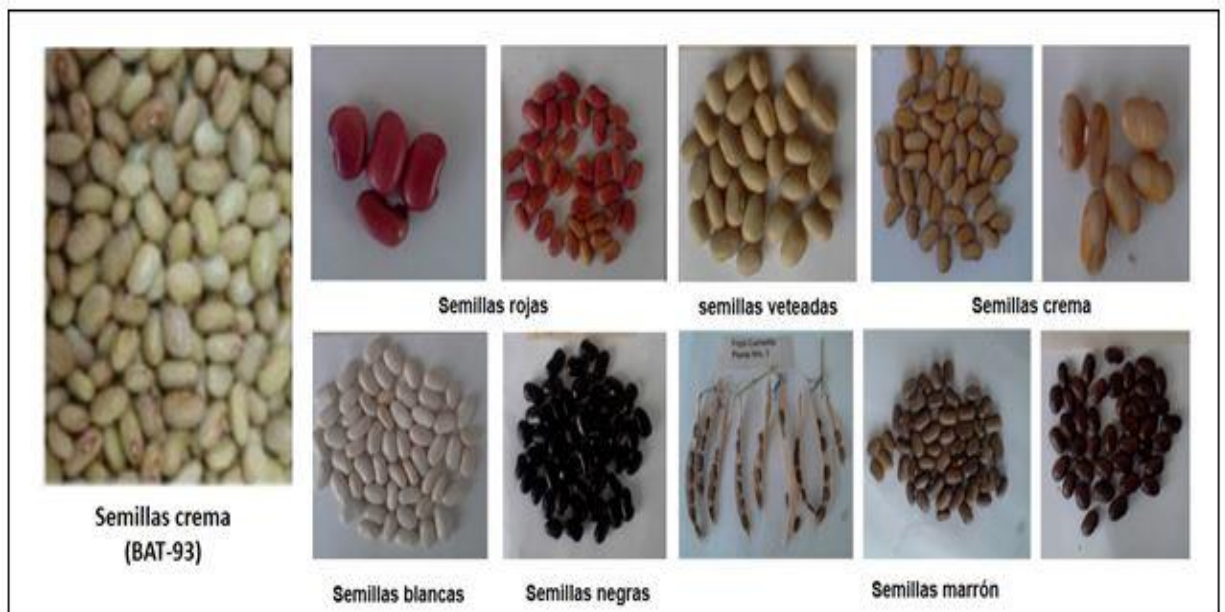


Figura 10. Variaciones en el color de las semillas de frijol
Fuente. Martirena et. al. (2017)

2.9 Viabilidad de semillas

La viabilidad de un lote de semillas, no durmientes, se entiende como la capacidad de germinar y producir plántulas normales en condiciones ambientales propicias (Álvarez Cisneros et al., 2020)

La viabilidad indica el potencial de germinación de la semilla. Es una característica importante para evaluar la capacidad de colonización de una especie y, por lo tanto, está relacionada con el éxito o el fracaso de la reproducción de la población. Al mismo tiempo, es una medida de calidad que es de particular importancia en el monitoreo regular de semillas almacenadas para asegurar el éxito del programa de conservación *ex situ* (Mancipe Murillo et al., 2018).

2.10 Propiedades físicas y químicas del frejol.

2.10.1 Propiedades Físicas

Teniendo en cuenta variables como forma, tamaño, peso y capacidad de absorción de agua, las propiedades físicas del frijol se clasifican según sus variedades. Este último es muy importante en los cereales porque debe tener un punto de contenido de humedad adecuado para la recolección y posterior almacenamiento. El grano de frejol es lisa, rugosa o angulosa, según la variedad (Núcleo Ambiental S.A.S., 2015) .

2.10.2 Propiedades Químicas

En cuanto al valor nutricional del frejol, se caracteriza por ser fuente de proteína, y su contenido varía de una variedad a otra. Estas contienen lisina, que es un aminoácido esencial en la dieta humana, debido a que se encarga de combatir los radicales libres en el cuerpo y combatir contra diferentes enfermedades (Núcleo Ambiental S.A.S., 2015)(Tabla 4).

Tabla 4. Contenido de macronutrientes en el frejol y otros alimentos por cada 100g de producto

Componente	Contenido	Unidad
Calorías	322	Kcal
Proteínas	21.8	g
Grasas	2.5	g
Carbohidratos	55.4	g
Tiaminas	0.63	Mg
Riboflavina	0.17	mg
Niacina	1.8	Mg
Calcio	183	Mg
Hierro	4.7	Mg

Fuente. Núcleo Ambiental (2015)

2.11 Latencia de semillas

Dormición o Latencia se refiere al estado en el que las semillas viables no germinarán, incluso si se colocan en condiciones de humedad, temperatura y concentración ideal de oxígeno. Por lo tanto, las semillas pueden mantener el vigor durante mucho tiempo (Doria, 2010).

2.12 Capacidad de germinación

La capacidad de germinación se refiere a la proporción de semillas que pueden germinar en condiciones óptimas o en determinadas condiciones (Gonzales & Orozco, 1996).

2.13 Germinación de la semilla

La germinación consiste en el proceso fisiológico por el cual la estructura básica formada por las plantas normales emerge y se desarrolla a partir del embrión. Este desarrollo comienza con diversas actividades anabólicas y catabólicas, como la respiración, la síntesis de proteínas y la movilización de reservas después de absorber agua (M. Morales et al., 2017).



Figura 11. Germinación de semillas
Fuente. El autor

2.14 Almacenamiento de la semilla

El almacenamiento consiste en la conservación de semillas en condiciones óptimas controladas para conservar la viabilidad durante tiempos más amplios. Este periodo de tiempo abarca una serie de procesos y sitios. Generalmente el almacenamiento con la madurez fisiológica y finaliza con la germinación en el campo (FAO, 2019).

2.15 Principales causas del deterioro de semillas en el almacenamiento

Generalmente las semillas de varios cultivos se desaprovechan si el 80% de humedad relativa y de 25 a 30°C, pero puede mantenerse durante 10 años o más, menos del 50% la humedad relativa es inferior a 5°C. Por cada reducción del 1% en la humedad de la semilla o cada por cada 5°C de disminución de temperatura, su vida de almacén. La vida más larga de la semilla es la humedad relativa está entre el 5% y el 6% (Carrillo Salazar et al., 2011).

El proceso de inicio del envejecimiento de la semilla puede depender de la temperatura de transición vítrea (T_g) del citoplasma de la semilla, por lo que las temperaturas de almacenamiento cercanas o inferiores a la temperatura de transición vítrea beneficiarán significativamente el almacenamiento a largo plazo (Carrillo Salazar et al., 2011).

2.16 Envejecimiento vegetal

La degradación de las semillas causada por el envejecimiento natural o provocado por el hombre reduce la tasa de germinación, la tasa de crecimiento de las plantas y la tolerancia a condiciones adversas. Este efecto está relacionado con los cambios metabólicos que ocurren a través de procesos bioquímicos, como la actividad metabólica unas horas antes de la germinación, que está relacionada con la germinación y el vigor de la semilla. Los síntomas de las semillas en mal estado incluyen: crecimiento lento o anormal, pérdida de compuestos solubles debido a la excesiva permeabilidad de la membrana, disminución de la actividad enzimática y producción de sustancias tóxicas como los ácidos grasos libres (Cruz et al., 2003).

Durante el proceso de envejecimiento natural de las semillas, el contenido total de reservas de carbohidratos y proteínas disminuye. Una causa importante de muerte de semillas es la severa pérdida de reservas en el embrión. Por tanto, a medida que avanza el proceso de degradación de las semillas, se afecta el crecimiento y desarrollo de nuevas plántulas, lo que se manifiesta en la anomalía y daño de su estructura principal (Cruz et al., 2003).

2.17 Prueba de germinación

La prueba de germinación consiste en colocar las semillas bajo condiciones ambientales óptimas para su germinación según estándares internacionales. Esta prueba se basa en la observación de todas las partes de la plántula y determinando si estas se encuentran defectuosas, dañadas y si están en posibilidad de desarrollarse con normalidad. Con esta prueba se puede determinar el porcentaje de plántulas normales, plántulas anormales, semillas frescas, semillas duras y semillas muertas presentes en la muestra y en el lote que esta representa. Esta prueba se realiza utilizando cuatro repeticiones de 100 semillas (Bonilla, 2014).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y caracterización del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de envejecimiento de vegetal perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, provincia de El Oro. En el periodo comprendido de junio a julio del 2021.

3.1.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio

El estudio experimental se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas (Figura 1):

Latitud: 3°17'20" S

Longitud: 79°54'40" O

Altitud: 5 msnm

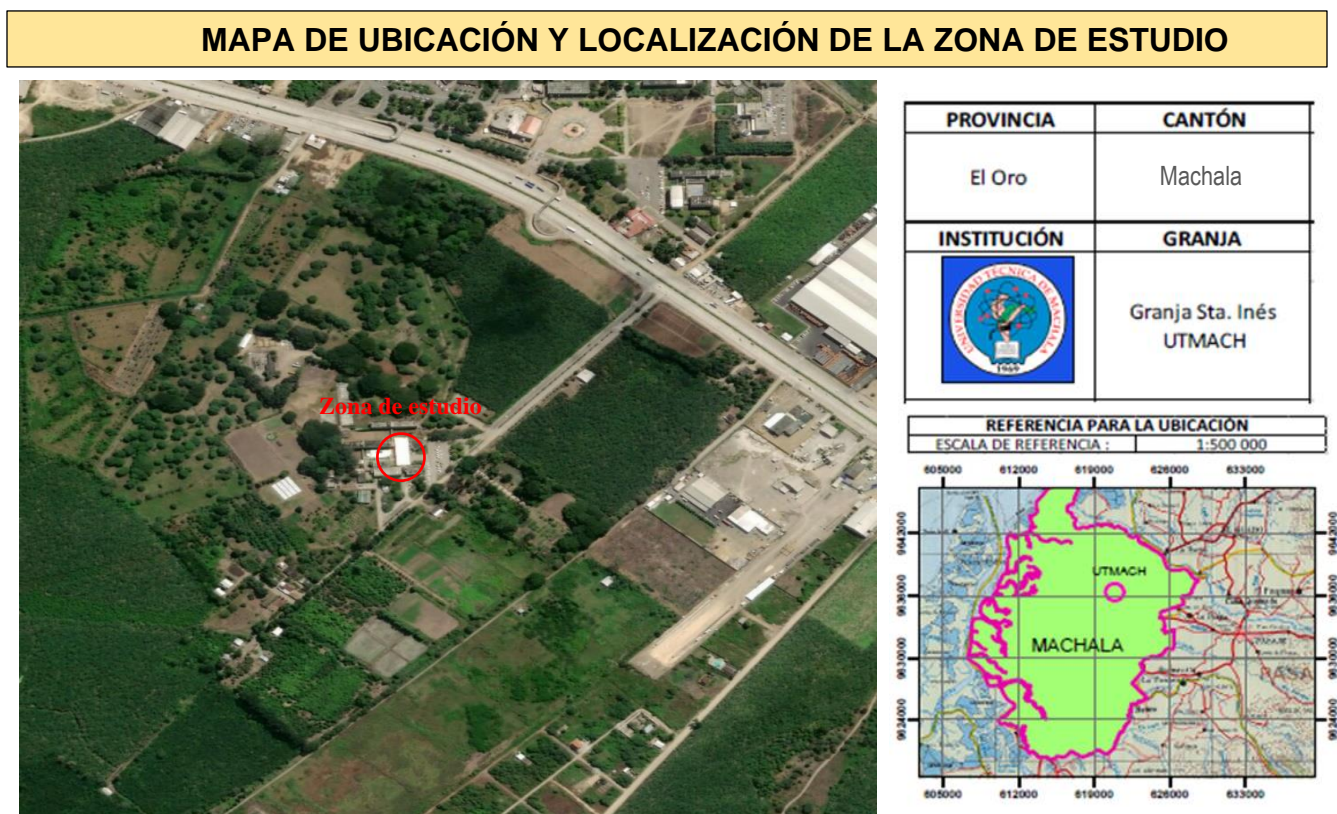


Figura 12. Ubicación de la zona de estudio.
Fuente. Software SASplanet.

3.1.2 Características climáticas de la zona

De acuerdo a las zonas de vida natural Holdrige publicado en el año de 1947 junto al mapa ecológico del Ecuador, el sitio de ensayo corresponde a un bosque muy seco tropical (bms-T). A su vez este presenta una temperatura que oscila entre los 24 a 25°C, una precipitación media anual de 427 mm, una humedad relativa del 83% y un promedio de heliofanía anual de 2 a 3 horas por día (INAMHI, 2012)(Tabla 5).

Tabla 5. Características climáticas de la zona de estudio

Índice hídrico	Variación de la humedad	Régimen térmico	Tipo de clima	Zona de vida	Temperatura	Precipitación
Subhúmedo	Gran déficit hídrico en época seca	Cálido	Tropical mega térmico seco	Bosque muy seco tropical	24 – 25 °C	427 mm

Fuente. Bustamante M. (2018)

3.2 Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue ANOVA factorial este sirve para evaluar el efecto individual y conjunto de dos o más factores sobre una variable dependiente cuantitativa. Esta prueba estadística permite estudiar las diferencias entre grupos de investigación. Al utilizar más de un factor en un diseño posee la ventaja de poder estudiar el efecto de la interacción entre los factores (Anderson et al., 2001). El ensayo se basó en la inducción de distintas variedades de semillas de frejol las cuales son: frejol negro, frejol tumbez, frejol del país, frejol panamito y frejol amarillo. Estas a su vez fueron sometidas en una estufa a una temperatura de 48°C, aplicados en tres tiempos distintos 24h, 48h y 72h. Lo cual se realizó cinco repeticiones correspondiendo a cinco cajas Petri por variedad que contenían 20 semillas teniendo una densidad poblacional de 100 semillas en total (Figura 13).



Figura 13. Semillas de frijol en estufa a 48°C
Fuente. El autor

3.2.1 Tratamientos

Los tratamientos se asignaron para cada variedad de frijol, el cual consistió en diferentes tiempos: 24h, 48h y 72 h; a una temperatura de 48°C. Previamente a esto se procedió a pesar las semillas y colorarlas en una caja Petri para poder inducir las a la temperatura establecida. Cada caja Petri contenía agua destilada y una malla metálica para evitar que la semilla se moje. Una vez que las semillas cumplieron con su último tratamiento, se procedió a retirarlas de la estufa y colocarlas en toallas de papel absorbente para que estas realicen el proceso de germinación. Una vez que las semillas germinaron se sembraron en vasos plásticos y se realizó la toma de datos correspondientes para cada variedad (Tabla 6).

Tabla 6. Factor de estudio en temperaturas distintas para cada cultivar de frejol

Variedad	Tratamientos
Frejol negro	
Frejol tumbez	24h 48h
Frejol del país	72h
Frejol panamito	
Frejol amarillo	

Fuente. El autor



Figura 14. Diferentes cultivares aplicados en el estudio

Fuente. El autor

3.2.2 Especificidades del diseño

Número de Tratamientos: 3

Número de Repeticiones: 5

Número de Unidades Experimentales: 20

Densidad poblacional: 100 semillas

Temperatura: 48°C

3.3 Manejo del experimento

3.3.1 Materiales y herramientas

Los materiales utilizados para la aplicación del estudio fueron los siguientes:

- Caja petri
- Etiquetas
- Regla
- Libreta de apuntes
- Lápiz
- Cinta métrica
- Agua destilada
- Vasos plásticos
- Papel absorbente

3.3.2 Equipos

Los equipos utilizados para la gestión del experimento fueron los siguientes:

- Balanza
- Estufa

3.3.3 Preparación del área de estudio y siembra

Mediante el banco de semillas perteneciente la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se facilitó la adquisición de 20 semillas por 5 distintos cultivares los cuales son: frejol negro, frejol tumbez, frejol del país, frejol panamito y frejol amarillo. Posterior a esto se realizó la investigación en laboratorio de envejecimiento de vegetal. Para esta investigación se necesitaron distintos equipos como balanza y estufa. Una vez adquirida las semillas se procedió a pesar en la balanza y luego a esto colocar en cajas Petri, las cuales contenían agua destilada y una malla para que evitar que las semillas puedan mojarse en el proceso del experimento. Luego de obtener las cajas Petri se introducen en la estufa a una temperatura de 48°C. Estas son sometidas a tres distintos tiempos 24h, 48h y 72h. Una vez completado el proceso de tiempos en la estufa se procedió a sacarlas y colocarlas en toallas absorbentes para que estas puedan germinar. Una vez que ya germinaron se sembró en vasos plásticos y esperamos a que cada semilla se desarrolle. Cuando las plantas empezaron a emerger se realizó la toma de datos correspondientes como: largo y ancho de hojas, peso de la raíz, peso de la planta y días a la germinación.



Figura 15. Diferentes cultivares de frijol colocados en estufa
Fuente. El autor

3.3.4 Material vegetal

Se utilizaron 5 cultivares distintos para llevar a cabo el ensayo los cuales son:

- **Frijol negro**

Esta variedad con el pasar del tiempo se ha introducido al mercado nacional con fines de exportación, ahora en día se cultiva a pequeña escala hasta obtener rendimientos de calidad y en cuanto a su pureza genética, ha cobrado especial importancia, en virtud de la diversificación del mercado (Tanquina Páramo, 2013).

- **Frijol tumbez,**

Esta variedad proviene de la línea TVU-1190-VITA 3, esta fue introducida en los viveros de rendimiento pertenecientes al Institute of Agriculture Tropical IITA, proveniente de Nigeria. Esta variedad se ha desarrollado en las instalaciones de INIAP en el periodo comprendido de 1977 a 1984 (INIAP, 1989).

– **Frijol del país**

Es una variedad anual, con un crecimiento ramificado. Posee hojas de coloración verde y sus granos son de forma redonda a ovalada. La presentación del mismo en forma de vainas (Romero Pintor et al., 2020).

– **Frijol panamito**

Los granos se caracterizan por el color blanco, la forma ovalada y semiaplastada. Se consume en seco y tierno, se cultiva en Azuay, Loja y en Chimborazo (Pucuji Chitalogro, 2016).

– **Frijol amarillo**

Es una variedad que produce un grano de color amarillo; es de tamaño grande y se produce en las provincias de Imbabura, Carchi y Pichincha. Su siembra está recomendada de noviembre a enero y su cultivo de julio a septiembre (Pucuji Chitalogro, 2016).

3.4 Variables a medir

- **Días a la germinación**

Se tomó cuando el 90 % de las semillas de cada variedad han germinado, donde se puede apreciar la radícula que ha salido de la semilla (Cajamarca, 2015)(Figura 16).



Figura 16. Germinación de semillas de frejol

Fuente. El autor

- **Largo de hojas (cm)**

Mediante una cinta métrica se procedió a mediar el largo de las hojas de cada variedad de frijol con el fin de evaluar el área foliar de cada uno. Esta variable esta expresada en centímetros (Cochancela, 2014)(Figura 17).



Figura 17. Largo de hojas
Fuente. El autor

- **Ancho de hojas (cm)**

Se procedió a medir el ancho de las hojas con la ayuda de la cinta métrica para cada cultivar de frejol. Esta unidad fue expresada en centímetros (Cochancela, 2014)(Figura 18).



Figura 18. Ancho de hojas
Fuente. El autor

- **Peso de la raíz**

Esta variable se evaluó mediante el peso de la raíz de los cultivares, esta medición se realizó con la ayuda de una balanza, la cual expresaba su medida en gramos (Delgadillo et al., 2011)(Figura 19).



Figura 19. Peso de la raíz
Fuente. El autor

- **Peso de la planta**

La materia fresca de los diferentes órganos de la planta indica el resultado final de una acumulación de procesos (Patrick, 1998). Se procedió a pesar la planta del frijol por variable, esta acción se realizó de una balanza en donde se colocó hojas, tallo y raíz de cada planta. Esta unidad fue expresada en gramos.



Figura 20. Materia fresca
Fuente. El autor

3.5 Procedimiento estadístico

Se utilizó el ANOVA de dos factores por medio del programa estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha= 0.05$). Este sirve para evaluar el conjunto de dos factores sobre una variable dependiente cuantitativa. Cuyo objetivo es evaluar las diferencias entre los grupos de investigación planteados.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Largo de hojas

La prueba de efectos inter-sujetos encontró diferencias significativas en los diferentes tipos de variedades de frijol, mostrando un p-valor de 0,000 el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, existe diferencia. En el envejecimiento y envejecimiento por variedad no presentaron diferencias significativas mostrando un p-valor de 0,072 y 0,360 respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Pruebas de efectos inter-sujetos en el largo de las hojas de los cinco cultivares

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	813,582a	19	42,820	4,336	,000
Intersección	5586,591	1	5586,591	565,719	,000
EVJ	69,572	3	23,191	2,348	,072
VR	613,837	4	153,459	15,540	,000
EVJ * VR	130,173	12	10,848	1,098	,360
Error	3752,580	380	9,875		
Total	10152,753	400			
Total, corregida	4566,162	399			

a. R cuadrado = .178 (R cuadrado corregida = .137)

Respecto al largo de las hojas, se observa en el Gráfico 1 que existe diferencias en cada cultivar empleado. Para el estudio se efectuó 4 tratamientos distintos, en el cual el tratamiento 0 fue el testigo al cual no se indusio a la estufa a 48°C, el tratamiento 1 a 24h, el tratamiento 2 a 48h y el tratamiento 3 a 72h. En el tratamiento 0 manifestó la medida más inferior mostrando diferencias significativas. No obstante, los cultivares: frejol negro, frejol tumbez, frejol del país y frejol panamito; no presentaron diferencias significativas en el largo de la hoja en los tratamientos 24h, 48h y 72h. El cultivar frejol amarillo obtuvo el mejor resultado con el tratamiento de 72h reflejando un largo de hoja de 7.03 cm. Estos resultados son similares a los reportados por Morales (2012) quien evaluó el largo de la hoja tomando cinco lecturas en la cual la quinta presento el

mejor resultado de 7.01 cm, y a su vez Ligarreto y Martinez (2002), mencionan que la longitud de la hoja del frijol varia de 5.4 a 5.2 cm estos resultados concuerdas con los cultivares frejol negro, frejol tumbez, frejol del país y frejol panamito.

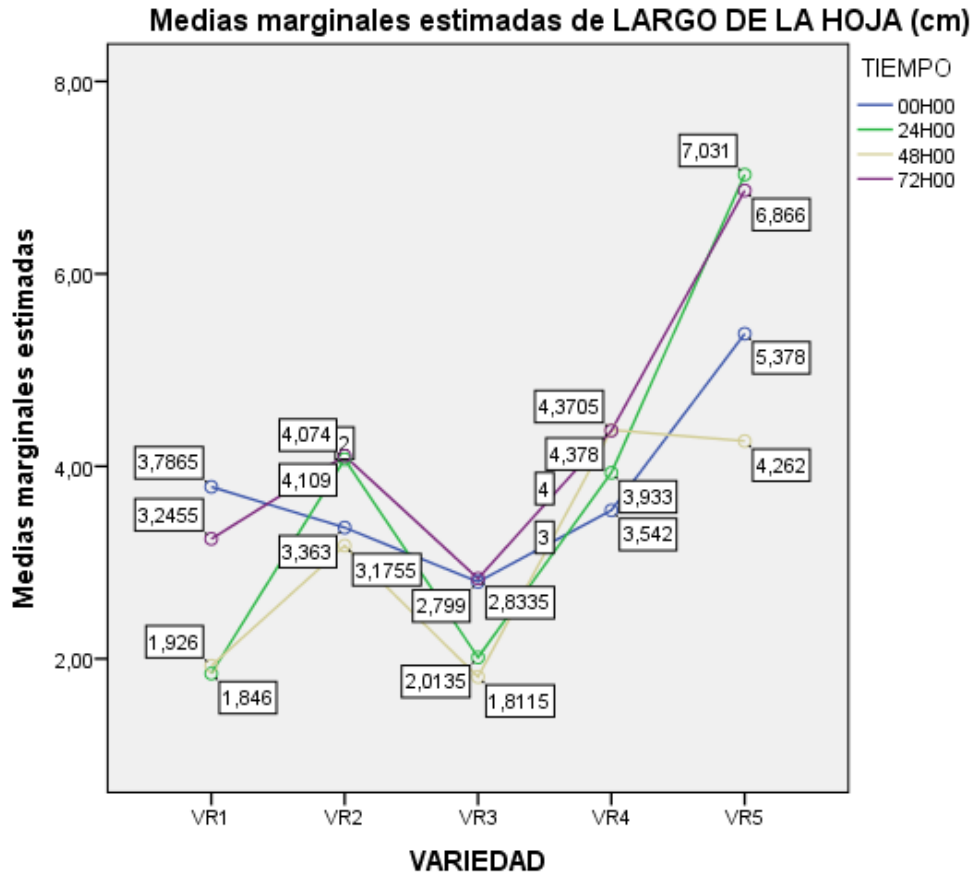


Gráfico 1. Largo de las hojas en función de las cinco variedades de frejol

En el Grafico 2 las medias marginales estimadas del largo de la hoja en función del tiempo. La variedad 5 la cual es frejol amarillo presento el mejor resultado de los tratamientos 24h, 48h y 72h. No obstante, presentan diferencias significativas el testigo el cual no fue sometido a 48°C siendo el de menor largo de hojas. El tratamiento de 72h y 48h no muestran diferencias significativas. Diferenciándose este para los tratamientos 0 y el tratamiento de 24 h el cual se pudo evidenciar un largo inferior de los tratamientos restantes.

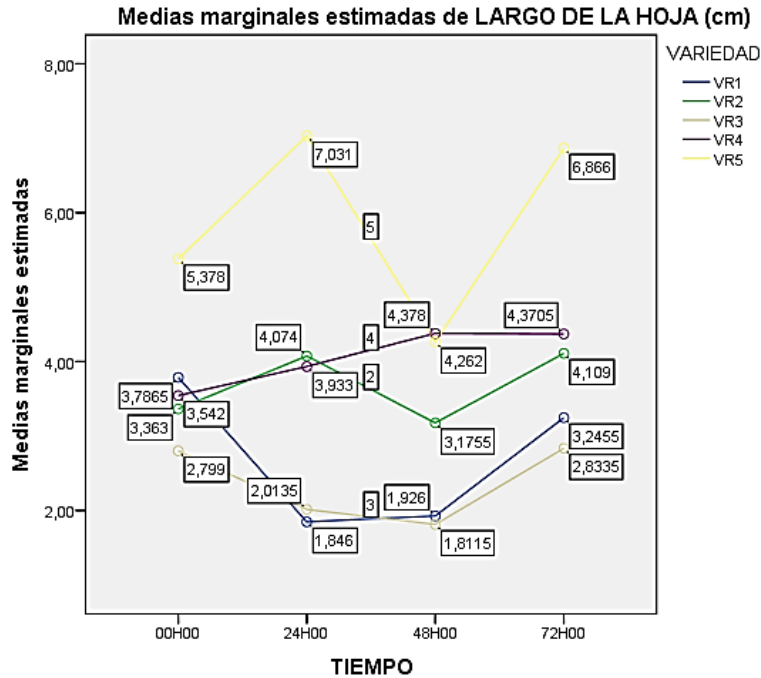


Gráfico 2. Largo de las hojas de las variedades de frejol en función del tiempo

4.2 Ancho de hojas

La prueba de efectos inter-sujetos encontró diferencias significativas en los diferentes tipos de variedades de frijol, mostrando un p-valor de 0,000 el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, existe diferencia. Al igual que en el envejecimiento y envejecimiento por variedad presentaron diferencias significativas mostrando un p-valor de 0,002 y 0,003 respectivamente (Tabla 8).

Ventura et al. (2018) indica que las hojas muestran diferentes tamaños en función de la diversidad genética y condiciones ambientales como la luz y humedad.

Tabla 8. Pruebas de efectos inter-sujetos en el ancho de las hojas de los cinco cultivares

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	836,135a	19	44,007	6,429	,000
Intersección	8379,617	1	8379,617	1224,112	,000
EVJ	103,269	3	34,423	5,029	,002
VR	520,678	4	130,169	19,015	,000
EVJ * VR	212,188	12	17,682	2,583	,003
Error	2601,278	380	6,845		
Total	11817,030	400			
Total corregida	3437,413	399			

a. R cuadrado = .243 (R cuadrado corregida = .205)

Los resultados para la variable ancho de hojas se vieron en función de los distintos cultivares del frijol. La variedad 1 (frejol negro) y variedad 3 (frejol del país) no presentaron diferencias estadísticas expresando medidas similares de 2.3 cm y 2.4 cm en los tratamientos 24h y a las 48 h presentaron 2.4 cm y 2.2 cm. Sin embargo, estas fueron estadísticamente diferentes del cultivar frejol del país el cual presento el menor ancho de hojas en los tratamientos aplicados 24h, 48h y 72h, teniendo 2.4 cm, 2.2 cm y 3.4 cm respectivamente. El cultivar frejol tumbez y frejol amarillo no muestra diferencias estadísticas en el tratamiento 0, presentado un ancho de hoja de 5.2 cm y 5 cm. El cultivar frejol amarillo no presento diferencias estadísticas de los tratamientos 24h y 48h con medidas de 5 y 5.4 cm, sin embargo, el mejor resultado en el tratamiento 72h obteniendo un ancho de hoja de 7.9 cm. El cultivar frejol amarillo es el que mejor resultado ha dado tanto en largo como en ancho de hoja estos resultados concuerdan con los reportados por Morales (2012) quien evaluó el ancho de la hoja tomando cinco lecturas en la cual la quinta presento el mejor resultado de 7.4 cm, y a su vez Ligarreto y Martinez (2002), mencionan que la longitud de la hoja del frijol varia de 5.1 a 5.6cm estos resultados concuerdas con los cultivares frejol negro, frejol tumbez, frejol del país y frejol panamito (Gráfico 3).

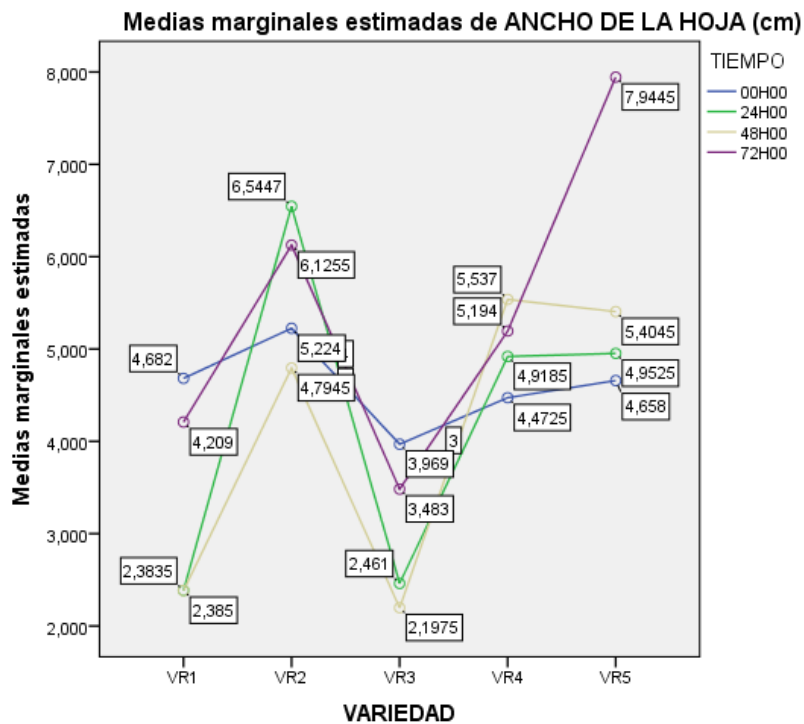


Gráfico 3. Ancho de las hojas en función de las cinco variedades de frejol

En el Gráfico 4 las medias marginales estimadas del ancho de la hoja en función del tiempo. La variedad 5 la cual es frejol amarillo presento el mejor resultado en el tratamiento 72 h contando con un ancho de hoja de 7.94 cm. No obstante, no presentan diferencias significativas en los tratamientos 24h y 48h en la variedad 1 (frejol negro) y variedad 3 (frejol del país). La variedad 4 y variedad 5 no presentaron diferencias significativas teniendo un ancho de hojas de 5.5 cm y 5.4 cm respectivamente a las 48h.

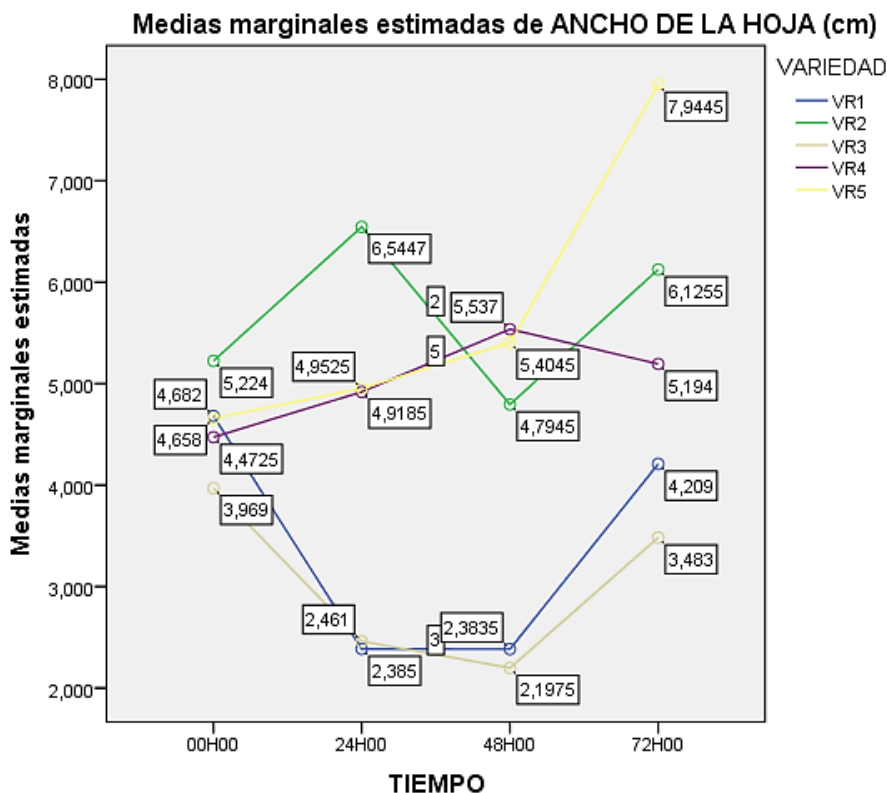


Gráfico 4. Ancho de las hojas de las variedades de frejol en función del tiempo

4.3 Peso de la raíz

El peso fresco de la raíz se evaluó en función de los distintos cultivares del frijol. La variedad 2 (frejol tumbez) y variedad 3 (frejol del país) no presentaron diferencias significativas obteniendo un peso de 1.1 g respectivamente en el tratamiento 0. La variedad 4 (frejol panamito) presento el mismo peso de la raíz de 1.134g en los tratamientos 24 h y 72 h. La variedad 1 (frejol negro) fue estadísticamente diferente expresando un peso de 0.9 y 0.95 g en los tratamientos de 24 h y 48 h. La variedad 5 (frejol amarillo) fue el que mejor resultados obtuvo estadísticamente con un peso de raíz de 2.35 g en el tratamiento 48h. Lo que coincide con Yánac (2018), el cual indica

que el peso fresco de la raíz de la variedad ‘‘ Blanco Larán’’ tiene un peso de 2.1 g , variedad ‘‘Canario 2000’’ registro un peso fresco de raíz de 1.34 g y variedad ‘‘CIFAC 90105’’ reflejando un valor de 2.2 g (Gráfico 5).

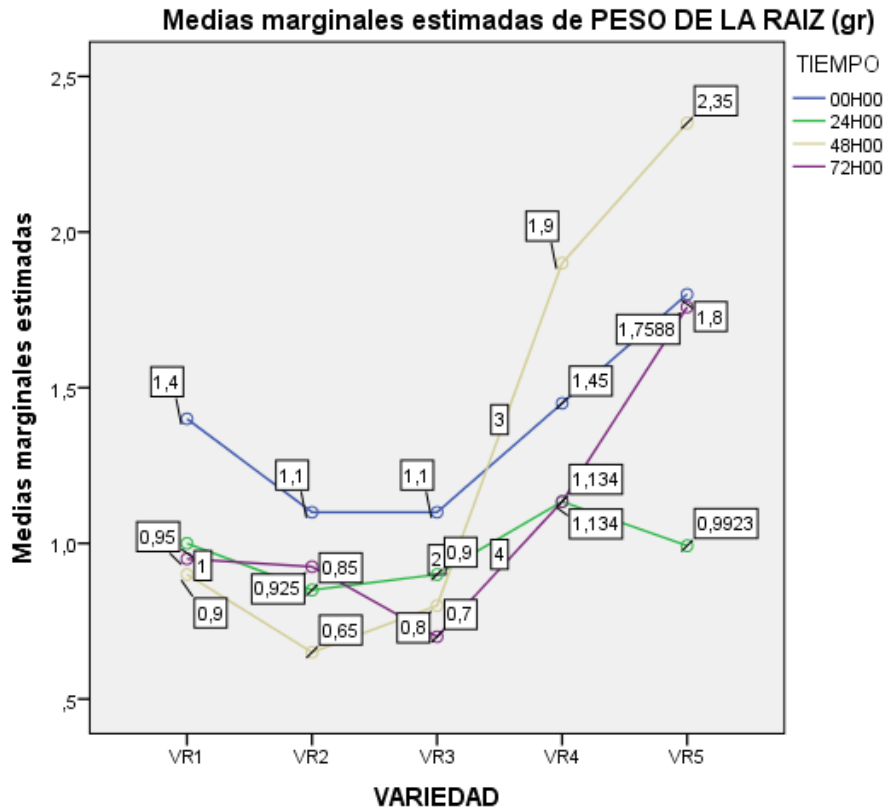


Gráfico 5. Peso de la raíz en función de las cinco variedades de frejol

Las medias marginales estimadas del peso de la raíz en función del tiempo. La variedad 5 la cual es frejol amarillo presento el mejor resultado en el tratamiento de 48 h con un peso de 2.35g. No obstante, no presentan diferencias significativas en los tratamientos 00h y 24h en la variedad 2 (frejol tumbez) y variedad 3 (frejol del país) con un peso de 1.1 g respectivamente. En los tratamientos 24h y 48h muestra resultados cercanos en la variedad 1 (frejol negro), variedad 2 (frejol tumbez) y variedad 3(frejol del país). No obstante, son estadísticamente diferentes de la variedad 4 (frejol panamito) presentando un peso de 4.9 g en el tratamiento 48h. La variedad 1 (frejol negro) y variedad 2 (frejol tumbez) no muestran diferencias significativas en el tratamiento 72h, pero si son estadísticamente diferentes de los tratamientos 24h y 48h (Gráfico 6).

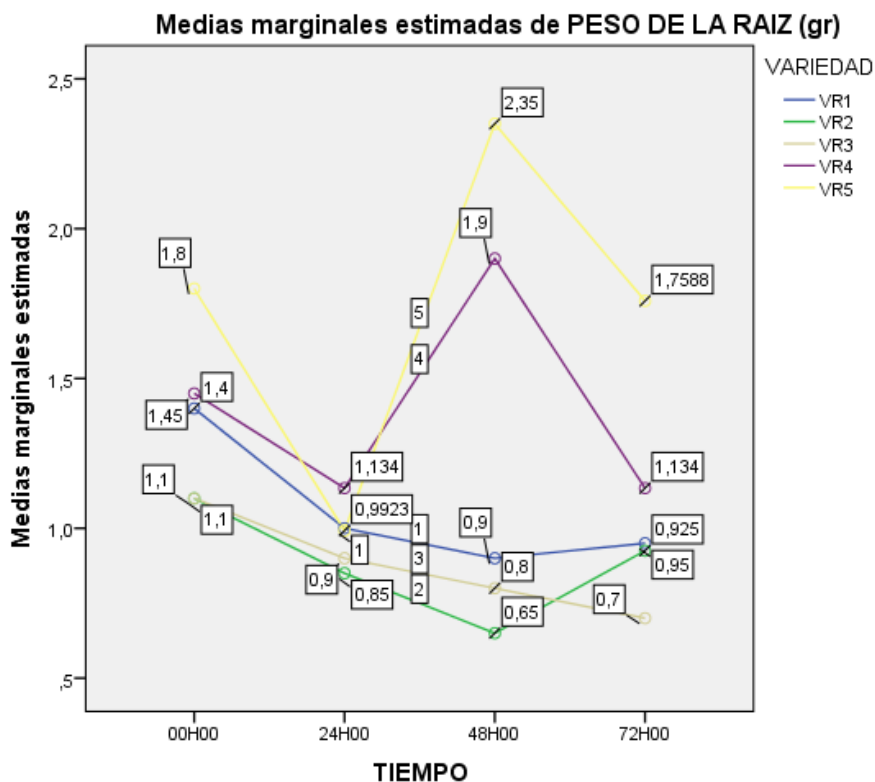


Gráfico 6. Peso de la raíz en función de los tiempos de tratamiento

4.4 Peso de la planta

La prueba de efectos inter-sujetos encontró diferencias significativas en los diferentes tipos de variedades de frijol, mostrando un p-valor de 0,000 el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, existe diferencia. Al igual que en el envejecimiento y envejecimiento por variedad presentaron diferencias significativas mostrando un p-valor de 0,003 (Tabla 8).

La materia fresca de los diferentes órganos de la planta indica el resultado final de una acumulación de procesos (Patrick, 1998).

El frijol es una planta cuyo ciclo biológico puede variar desde 85 a 270 días. Presenta un tallo erecto, hojas de coloración verde, flores y fruto (López Ildefonso et al., 2015). El contenido de materia fresca es en función de cada parte de la planta, la cual se procede a pesar desde su raíz hasta sus frutos cuyo objetivo es obtener el comportamiento de crecimiento de cada cultivar.

Tabla 9. Pruebas de efectos inter-sujetos en el ancho de las hojas de los cinco cultivares

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	728,022 ^a	19	38,317	11,751	,000
Intersección	3727,945	1	3727,945	1143,325	,000
EVJ	46,037	3	15,346	4,706	,003
VR	580,860	4	145,215	44,536	,000
EVJ * VR	101,126	12	8,427	2,585	,003
Error	1239,034	380	3,261		
Total	5695,002	400			
Total corregida	1967,057	399			

a. R cuadrado = .370 (R cuadrado corregida = .339)

Las medias marginales estimadas del peso de la planta presento diferencias estadísticas para cada cultivar de frejol. La variedad 1 (frejol negro) presento el menor peso de la planta en el tratamiento de 48h siendo estadísticamente diferente de las cuatro variedades restantes. La variedad 2 (frejol tumbez) obtuvo el mayor peso fresco de 3,5 con el tratamiento 24h. La variedad 5 (frejol amarillo) fue la que mejor resultados obtuvo estadísticamente con un peso vegetativo de 6.38 g en el tratamiento de 72h. Sin embargo, la variedad 1 (frejol negro) y variedad 3 (frejol del país) no mostraron diferencias significativas en el tratamiento 0 con un peso de 2.75g y 2.6 g y en el tratamiento de 48h con un peso de 1.45 g respectivamente. Espinoza (2009), señala que el porcentaje de formación de flores, el número y peso de vainas disminuyen, cuando las plantas se someten a altas temperaturas durante la floración, esto ha sido confirmado en pruebas realizadas en invernadero y en el campo, donde los rendimientos se redujeron hasta en un 65 por ciento (Gráfico 7).

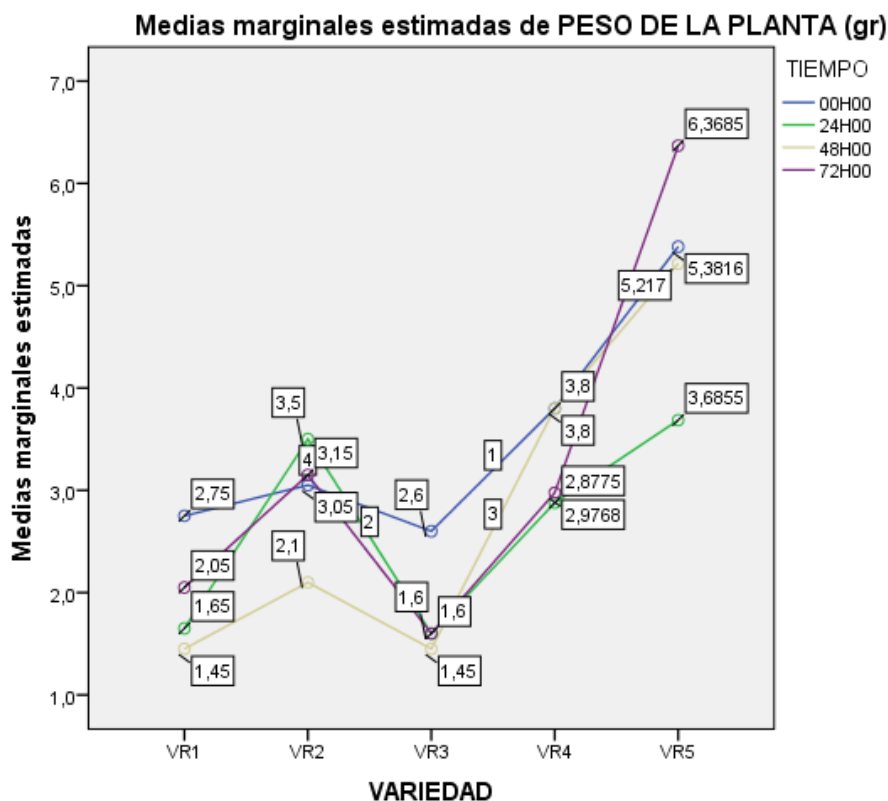


Gráfico 7. Peso de la planta en función de las cinco variedades de frejol

Las medias marginales estimadas del peso de la planta en función del tiempo presentan diferencias significativas. La variedad 5 la cual es frejol amarillo presento el mejor resultado en el tratamiento de 72 h con un peso de 6.36g. No obstante, no presentan diferencias significativas en los tratamientos 24h y 48h en la variedad 1 (frejol negro) y variedad 3 (frejol del país) con un peso de 1.6g y 1.45 g g respectivamente. En el tratamiento de 48h la variedad 4 (frejol panamito) presento un peso de 3.8 g siendo estadísticamente diferente de la variedad 1(frejol negro), variedad 2 (frejol tumbez) y variedad 3 (frejol del país). En el tratamiento de 72h la variedad 3 (frejol del país) es la que presento el menor peso de 1.6 g siendo estadísticamente diferente de las variedades restantes. Por lo tanto, se aprecia en el Gráfico 7 que el tratamiento de 72 h es el que mejor resultado ha dado en base al peso vegetativo de la planta y a su vez que la variedad 5 (frejol amarillo) es la que mejores resultados obtuvo estadísticamente.

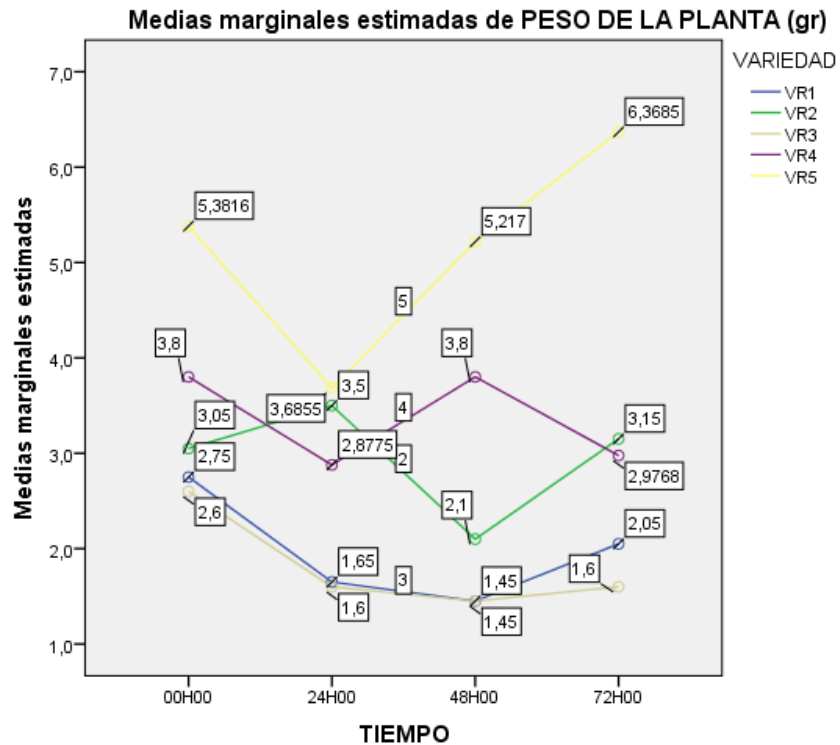


Gráfico 8. Peso vegetativo de la planta en función de los tiempos de tratamiento

4.5 Días a la germinación

En el porcentaje de germinación para cada cultivar de frejol presento diferencias estadísticas. La variedad 3 (frejol del país) reflejo un 0.35% de germinación siendo la de menor porcentaje de las otras variedades restantes. En la variedad 1 (frejol negro) no es estadísticamente diferente en los tratamientos de 24h y 48h presentando el 0.45% de germinación. La variedad 2 (frejol tumbez) no presento diferencias significativas en los tratamientos de 24h y 72h con un 0.85% de germinación. Respecto a la variedad 4 (frejol panamito) en el tratamiento de 24h presento un 0.8% de germinación siendo este el de menor porcentaje y el tratamiento de 48h presento un 0.9% de germinación. La variedad 5 (frejol amarillo) fue la que mejor resultados obtuvo estadísticamente con un porcentaje de germinación de 1% en el tratamiento de 72h. Sin embargo, la variedad 3 (frejol del país) fue estadísticamente diferente a las variedades restantes en el tratamiento de 48h. Alvarado et al. (2014), manifiestan que una óptima prueba de germinación es a las 24h y a su vez se debe evaluar como índice de germinación la presencia de la radícula.

Tomando en cuenta que existen factores que influyen en este proceso que pueden causar efectos adversos al mismo, entre ellos esta el suministro adecuado de oxígeno, humedad y una temperatura favorable (Gráfico 9).

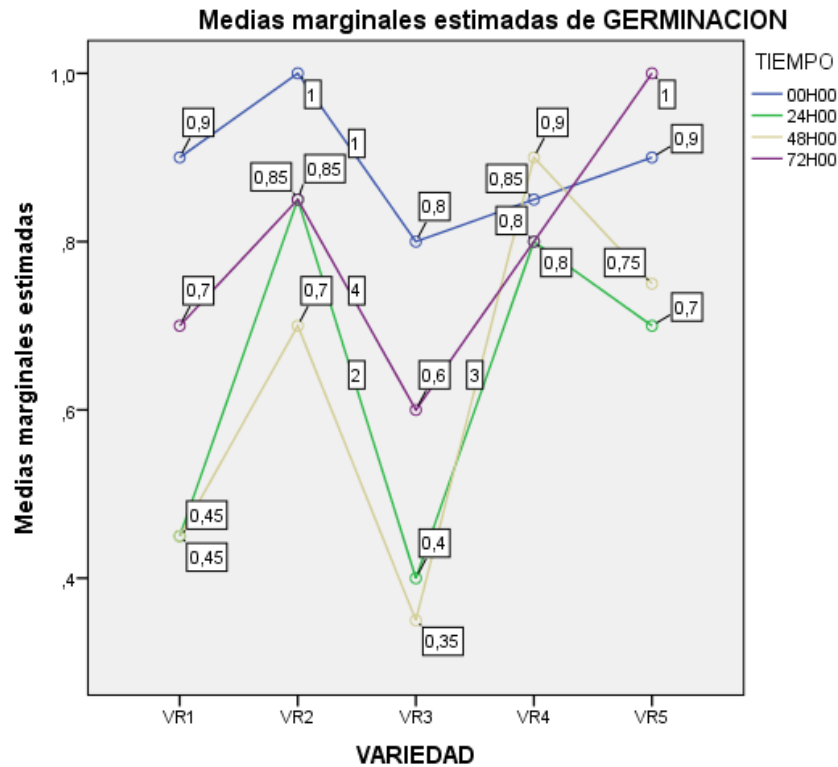


Gráfico 9. Porcentaje de germinación en función de las cinco variedades de frejol

Las medias marginales estimadas de la germinación en función del tiempo presentan diferencias significativas. La variedad 5 (frejol amarillo) presentó el mejor resultado en el tratamiento de 72 h con un porcentaje de 1%. No obstante, no presentan diferencias significativas en los tratamientos 24h y 48h en la variedad 1 (frejol negro) y variedad 3 (frejol del país) con un porcentaje de germinación de 0.45% respectivamente. En el tratamiento de 48h la variedad 4 (frejol panamito) presentó un porcentaje de germinación 0.9% estadísticamente diferente de la variedad 1 (frejol negro), variedad 2 (frejol tumbez) y variedad 3 (frejol del país). En el tratamiento de 72h la variedad 3 (frejol del país) es la que presentó el menor porcentaje de germinación con 0.6% siendo estadísticamente diferente de las variedades restantes. Por lo tanto, se aprecia en el Gráfico 10 que el tratamiento de 72 h es el que mejor resultado ha dado en porcentaje de germinación de

las semillas de frijol y por lo tanto la variedad 5 (frijol amarillo) es la que mejores resultados obtuvo estadísticamente.

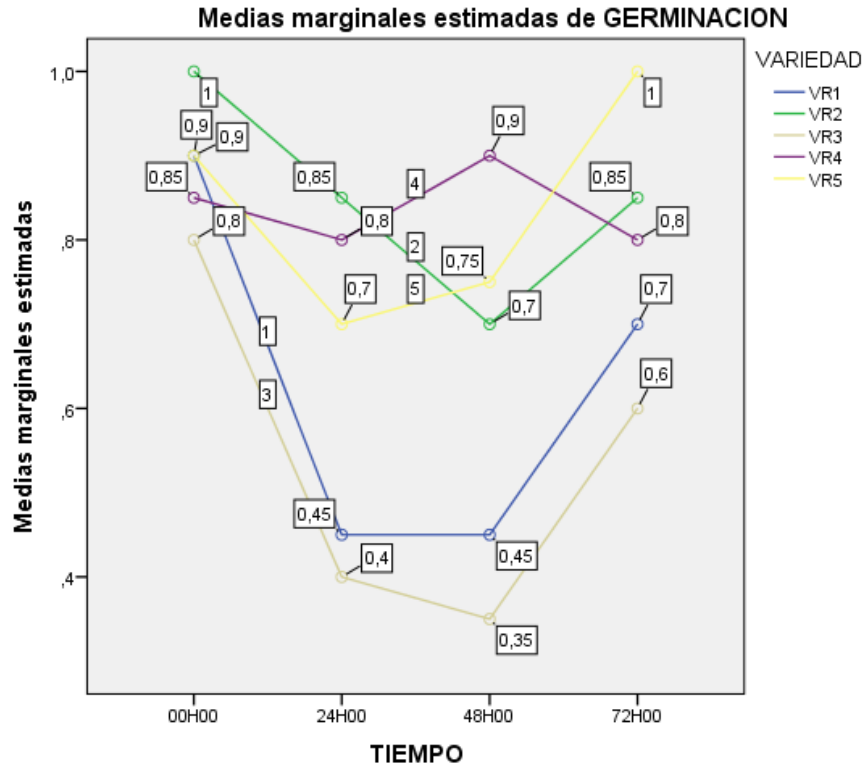


Gráfico 10. Porcentaje de germinación en función de los tiempos de tratamiento

5 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente ensayo se llegó a las siguientes conclusiones:

- Al aplicar el tratamiento de 72 h en una estufa se obtuvo mejores resultados en el cultivar frejol amarillo en las siguientes variables: largo y ancho de hojas, peso vegetativo y peso de la raíz.
- Los contenidos de materia fresca se incrementaron en la medida que aumento el tiempo (días), obteniéndose mayores resultados a los 72h de desarrollo, con promedio de 6.36 g, mientras que a los 48 h se alcanzó un promedio de 1.45 g.
- El mejor tratamiento resultó el T4 (72h) considerando las siguientes variables evaluadas.
- Los distintos cultivares del estudio mostraron que pueden ser sometidas a altas temperaturas y poder obtener una germinación adecuada.

6 RECOMENDACIONES

7 BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Martínez, O. A. Guevara Campos, L. A., & López Ramírez, C. Y. (2014). *Evaluación de materiales criollos y mejorados de frijol (Phaseolus vulgaris), irradiados con rayos gamma en la búsqueda de tolerancia a la sequía, San Andrés, municipio de Ciudad Arce, La Libertad* [Universidad de El Salvador]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5914/1/13001573.pdf>
- Álvarez Cisneros, O., Pérez Reyes, C. M., & Bonilla Vichot, M. (2020). Evaluación de la viabilidad en semillas de Pinus tropicales Morelet con diferente tiempo de almacenamiento. *Avances*, 22(1), 97–109.
- Álvarez, M. de la S., & Herrera, A. (2015). EL FRIJOL EN LA ERA GENÓMICA. *Revista Digital Universitaria.*, 16(2), 1–16. <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art11/art11.pdf>
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Roa, M. D. C. H., & Álvarez, T. L. (2001). *Estadística para administración y economía*.
- Basantes Morales, E. R. (2015). MANEJO DE CULTIVOS ANDINOS DEL ECUADOR. *Comisión Editorial de La Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE*.
- Bonilla, N. (2014). Guía técnica de buenas prácticas de acondicionamiento de semillas de granos básicos; infraestructura, y equipamiento. *Nicaragua, Ingal Ingeniería Consulting BIBLIOTECA DE AGROPECUARIAS*.
- Bustamante, M., Chabla, J., & Barrezueta, S. (2018). LA DENSIDAD Y HUMEDAD CRÍTICA COMO INDICADORES DE LA COMPACTACIÓN DE SUELOS CULTIVADOS CON

- BANANO. *Agroecosistemas*, 6(1), 170–174.
- Cajamarca, A. (2015). *Efecto de la aplicación de bocashi y biol en la productividad de fréjol (Phaseolus vulgaris), variedad Blanco Belén*. [UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA]. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24351/1/TESIS_FREJOL_NANCY_ANA.pdf
- Carrillo Salazar, J. A., Pichardo González, J. M., Ayala Garay, Ó. J., González Hernández, V. A., & Peña Lomelí, A. (2011). Adaptacion de un modelo de deterioro a semillas de tomate de cáscara. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(1), 53–61. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61017038007>
- Cedeño Briones, A. H., Torres Navarrete, Emma Quisphe Caiza, David Sánchez Laño, A., Reyes Bermeo, Mariana González Osorio, Betty Torres Navarrete, A., & Chong, A. (2013). Caracterización de la producción de Frijol en la provincia de Cotopaxi Ecuador: caso Comuna Panyatug. *Revista Ciencia y Tecnología*, 6(1), 23–31. https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_V6_N1_4Caract_produccion_frijol_Comuna_Panyatug.pdf
- Cochancela, J. (2014). *COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL FREJOL (Phaseolus vulgaris L.) A LA APLICACIÓN DE ABONOS FOLIARES EN EL CANTÓN BALAO, PROVINCIA DEL GUAYA* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS]. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1040/7/CD307_TESIS.pdf
- Cornelio Chimborazo, M. M. (2015). Adaptabilidad de cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en la finca angamarca la vieja del cantón pangua, provincia de cotopaxi año 2013. *Cotopaxi*.
- Cruz, A., Gonzales, V., Mendoza, C., & Ortega, L. (2003). MARCADORES FISIOLÓGICOS DE LA TOLERANCIA AL ENVEJECIMIENTO DE SEMILLA EN MAÍZ. *Agrociencia*, 37(4).
- De la Fé Montenegro, C. F., Lamz Piedra, A., & Cárdenas Travieso, Regla M. Hernández Pérez, J. (2016). RESPUESTA AGRONÓMICA DE CULTIVARES DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) DE RECIENTE INTRODUCCIÓN EN CUBA. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 102–107.
- Delgadillo, O., Jiménez, J., & Rojas, C. (2011). Evaluación del riego por aspersión en parcela.

Centro Andino Para La Gestión y Uso Del Agua-Centro AGUA-UMSS. Cochabamba, Bolivia.

Doria, J. (2010). GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO. *Cultivos Tropicales*, 31(1).

Espinoza, E. (2009). *Evaluación de 16 genotipos seleccionados en dos densidades de frijol canario cv. Centenario (Phaseolus vulgaris L.) por su calidad y rendimiento en condiciones de costa central*. Universidad Agraria La Molina.

FAO. (2019). *Materiales para capacitación en semillas - Módulo 6: Almacenamiento de semillas*. Roma.

FAOSTAT. (2021). *Cultivo de frejol*. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

Gavilá Urrestarazu, R., Rodríguez González, M., Gómez León, F., Gómez Borges, D., López Pinzón, L., Magaña, L., & García Sangines, M. (2014). Envejecimiento acelerado sobre la calidad de semillas de maíz para producir germinados para forraje alternativo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.*, 5(8), 1487–1493. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014001001487&lng=es&tlng=es.

Gonzales, L., & Orozco, A. (1996). Método de análisis de datos de germinación de semilla, un ejemplo: Manfreda Brachystachya. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 58(3), 15–30.

Hernández López, V. M., Vargas Vázquez, M. L. P., Muruaga Martínez, J. S., Hernández Delgado, S., & Mayek Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(2), 95–104. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000200002&lng=es&tlng=es.

INAMHI, I. N. de M. e H. (2012). Anuario Meteorológico 2012. *Servicio Meteorológico*, 52(134). <https://doi.org/https://doi.org/http://w>

INEC. (2010). *Visualizador de estadísticas agropecuarias del Ecuador*. <http://157.100.43.205/lcds-samples/testdriveremoteobject/main.html#app=44e4&a24-selectedIndex=1>, 15 de octubre de 2011.

INIAP. (1989). *Programa de Leguminosas Litoral*.

Lépiz Ildelfonso, R., Santacruz Ruvalcaba, J. J., González, F., López Alcocer, J. J., Sánchez, R.,

- Rodríguez Guzmán, E., & Romero, N. (2015). Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(1), 17–28. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802010000100005&script=sci_arttext
- Lescay, B., Batista, E., & Vázquez Ramírez, Yadira Celeiro Rodríguez, F. (2017). Variabilidad y relaciones fenotípicas en variables morfoagronómicas en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Centro Agrícola*, 44(4), 58–67.
- Ligarreto, M., & Martínez, W. (2002). Variabilidad genética en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Análisis de Variables Morfológicas y Agronómicas Cuantitativas*, 69–79.
- Mancipe Murillo, C., Calderón Hernández, M., & Pérez Martínez, L. V. (2018). Evaluación de viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas por la prueba de germinación y la prueba de tetrazolio. *Caldasía*, 40(2), 366–382.
- Martínez Medina, S. de J., Rodríguez Valdés, G., Cárdenas Morales, M., García Querín, O., & Colás Sanchez, A. (2019). Respuesta morfosiológica de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* en dos tipos de suelo. *Centro Agrícola*, 46(2), 46–57.
- Martirena Ramírez, A., Veitía, N., García, L. R., Collado, R., Torres, D., Quintana, L. R., & Ramírez López, M. (2017). Caracterización morfológica de líneas de *Phaseolus vulgaris* L. en casa de cultivo. *Bioteología Vegetal*, 17(3).
- Milagros Santana, J., Maqueira López, I., Roján Herrera, L. A., & Solano Flores, O. (2021). Germinación de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a diferentes temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 42(2), 1–12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000200003&lng=es&tlng=es.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP). (2012). *Composición Nutricional del Frejol*. Censo Agrícola.
- Morales, G. (2012). *Crecimiento y producción del frejol a dos tonalidades de acolchado plástico con riego subterráneo*. Universidad Autónoma Agraria.
- Morales, M., Peña, C., García, A., Aguilar, G., & Kohashi, J. (2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia*, 55(1), 43–62.
- Noguez Inesta, A., López Sánchez, A. S., Carrillo González, R., & González Chávez, M. C. A. (2018). USO DE LEGUMINOSAS (FABACEAE) EN FITORREMEDIACIÓN. *Agro*

- Productividad.*, 10(4), 1–6. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1003/857>
- Patrick, J. W. (1998). Assimilate partitioning in relation to crop productivity. *Hort Science*, 23.
- Pucuji Chitalogro, W. J. (2016). EVALUACIÓN DEL MANEJO AGRONÓMICO Y REACCIÓN A ENFERMEDADES DE VARIEDADES MEZCLA DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) ALLPHAS Y CHACRAS DE COTACACHI. *Quito*.
- Rincón, F., & Molina, J. (1990). EFECTO DEL MÉTODO DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE MAÍZ. *Agronomía Mesoamericana*, 1, 51–53. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/25325/25573>
- Romero Pintor, E. P., Pelayo Robelto, W. V., Otalora Cristancho, A., & Ortiz Villota, M. T. (2020). Evaluación de la calidad de semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Palicero en el banco de semillas de la Universidad Libre. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 17(1), 1–15.
- Rosas, J. C., Castro, A., Beaver, J., Pérez, C., Morales, A., & Lepiz, R. (2000). No Title Mejoramiento genético para tolerancia a altas temperaturas y resistencia a mosaico dorado en frijol común. *Agronomía Mesoamericana*, 11(1), 1–10.
- Roxana Gutiérrez, H. C., Carrillo, É., & Sotelo, A. (2017). Leguminosas (Fabaceae) silvestres de uso medicinal del distrito de Lircay. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.*, 16(2), 136–149. https://www.blacpma.usach.cl/sites/blacpma/files/articulo_6_-_1276_-_136_-_149.pdf
- S.A.S., N. A. (2015). *Manual del Cultivo de Frijol*. <https://www.ccb.org.co/content/download/13731/175123/file/Frijol.pdf>
- Segura, R. (2010). Manual de producción de frijol. *Cuenta Del Desafío Del Milenio de Honduras*.
- Suárez Castellanos, C. I., Souza Leme, E., Almeida, A. da S., Meneghello, G. E., & Madruga de Tunes, L. (2018). Metodologías para el ensayo de envejecimiento acelerado en semillas de triticale. *Agrociencia (Uruguay)*, 22(2), 1–6. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.31285/agro.22.2.1>
- Tanquina Páramo, I. M. (2013). *Efecto de la especie y el procesamiento sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del maíz (Zea mays L.) Negro, frejol (Phaseolus vulgaris L.) Negro, sangorache (Amaranthus quitensis L.) y variedades de papas nativas*

(*tuberosum* grupo an. Bachelor's Thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería En Alimentos. Carrera de Ingeniería En Alimentos.

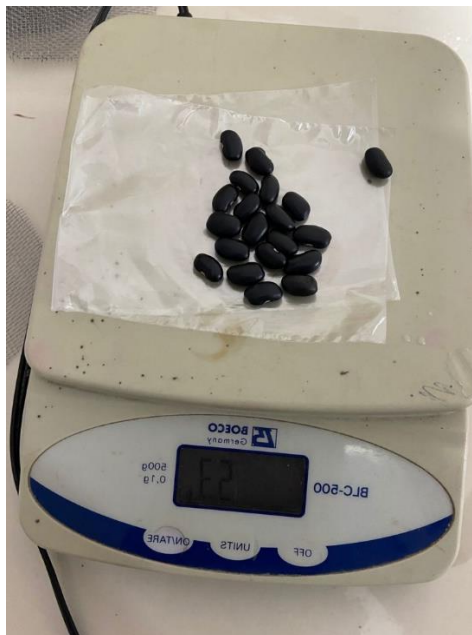
Ulloa, J. A., Ulloa, P. R., Ramírez Ramírez, J. C., & Ulloa Rangel, B. E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, 3(8), 5–9.

Ventura Elías, R., Clará Melara, A., Ovidio, B., & Ramón Parada, J. (2018). *CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL “Enrique Álvarez Córdova.”* http://centa.gob.sv/docs/guias/granos_basicos/Guia_Centa_Frijol_2019.pdf

Yánac, M. (2018). *NÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) CON DIFERENTES DOSIS NITROGENADAS, EN LA MOLINA.* UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

8 ANEXOS

Anexo 1. Peso de semillas de frejol



Anexo 2. Identificación de los cultivares de frejol



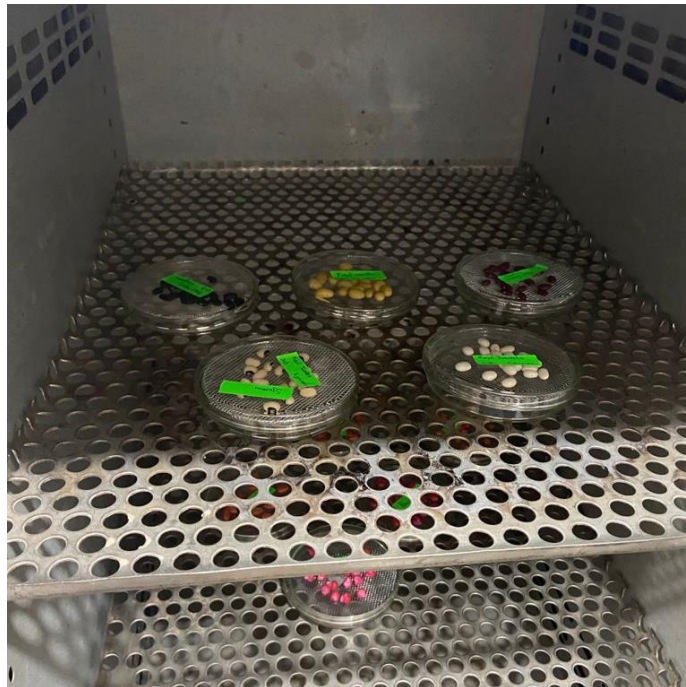
Anexo 3. Cultivares de frejol en caja petri



Anexo 4. Semillas de frejol con malla metálica



Anexo 5. Semillas de frijol colocadas en estufa



Anexo 6. Germinación de semillas frijol



Anexo 7. Emergencia de semillas de frijol



Anexo 8. Desarrollo del cultivo de frejol

