

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA SAL
DE TETRAZOLIO PARA LA DETERMINACIÓN DE
LA VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS DE ARVEJA**

(Pisum sativum L.)”

Por:

MARIA CRISTINA FLORES TARIFA

Tesis de Grado, presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

GESTIÓN 2016

TARIJA – BOLIVIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad de la autora.

DEDICATORIA

La presente Tesis va dedicada a Dios, ya que gracias a Él he logrado concluir mi carrera profesional.

A mis queridos Padres Abel Flores y Ángela Tarifa, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mi amado esposo Brayan W. Romero A., por su apoyo constante y amor incondicional, ha sido amigo y compañero inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mi preciosa hija María Belén Romero Flores y a mi futuro Bebe que viene en camino, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y más, y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, un ser maravilloso que me dio fuerza y fé para creer lo que me parecía imposible terminar.

A mi familia, por ayudarme y estar a mi lado en cada momento de mi vida.

A mi esposo, por dedicarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mi Docente guía, Ing. Héctor Quiroga, por el apoyo brindado y ser mi guía en todo momento.

Al Ing. Edil Espíndola, por su apoyo desinteresado en la realización de mi Tesis.

**A mis tribunales, M. Sc. Ing. Lola Zenteno, M. Sc. Ing. Martin Oscar Tordoya
y**

M. Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno, por su apoyo, su comprensión y sus consejos para realizar este trabajo.

**Al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal “INIAF - TARIJA”,
por abrirme sus puertas y brindarme su apoyo para poder realizar este trabajo.**

A mis compañeras por su orientación y apoyo incondicional.

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Albert Einstein

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

Página

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Hipótesis.....	4

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Origen de la Arveja.....	5
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	6
2.1.2. Descripción morfológica.....	6
2.2. La semilla de la arveja.....	6
2.3. Las semillas.....	7
2.4. Anatomía y fisiología de la semilla.....	8
2.4.1. La testa.....	8
2.4.2. El endosperma.....	8
2.4.3. Embrión y plántula.....	9
2.5. Tamaño de las semillas.....	9
2.6. Producción de las semillas.....	10
2.6.1. Fenología.....	10

2.6.2. Cosecha de semillas.....	11
2.7. Germinación de las semillas.....	11
2.7.1. Características generales de la germinación de semillas.....	11
2.7.2. Factores que influyen en la germinación de las semillas.....	12
2.8. Viabilidad de las semillas.....	13
2.8.1. Germinación.....	13
2.8.2. Latencia.....	14
2.8.3. Dormancia.....	14
2.9. La Prueba Topográfica por Tetrazolio.....	15
2.9.1. Historia de la prueba de tetrazolio.....	15
2.9.2. La prueba de tetrazolio.....	18
2.9.3. Principios del test de tetrazolio.....	20
2.9.4. Ventajas del método.....	21
2.9.5. Desventajas del método.....	22
2.9.6. El tetrazolio es una prueba bioquímica.....	22
2.9.7. Procedimiento de análisis.....	23
2.9.7.1. Hidratación.....	23
2.9.7.2. Corte o pinchazo.....	23
2.9.7.3. Tinción.....	23
2.9.7.4. Evaluación.....	23

CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Localización y Ubicación.....	24
3.2. Materiales.....	24
3.2.1. Material Vegetal.....	24
3.2.2. Material de Laboratorio.....	24
3.2.3. Material de Escritorio y de Apoyo.....	25
3.3. Metodología.....	25
3.3.1. Preparación de la solución de tetrazolio.....	25
3.3.2. Preparación de las semillas.....	26
3.3.3. Acondicionamiento.....	26
3.3.4. Coloración.....	27
3.3.5. Tiempos de Tinción.....	27
3.3.6. Lavado de la muestra.....	27
3.3.7. Interpretación.....	28
3.3.8. Interpretación de los 3 lotes de semillas de arveja.....	28

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Protocolo establecido.....	31
4.1.1. Protocolo a seguir en la prueba de tetrazolio para determinar la viabilidad en semillas de arveja.....	31
4.2. Porcentaje de germinación directa de semillas de arveja.....	35
4.2.1. Demostración del porcentaje de germinación.....	36

4.2.2. Tiempo de tinción de acuerdo a la concentración de tetrazolio.....	37
4.3. Identificación del color de la reacción a la sal de tetrazolio con 3 diferentes concentraciones.....	38
4.4. Identificación de las semillas viables.....	40
4.5. Identificación de las semillas no viables.....	42
4.6. Primer ensayo: concentración al 0,075 % de tetrazolio.....	44
4.7. Segundo ensayo: concentración al 0.1 % de sal de tetrazolio.....	46
4.8. Tercer ensayo: concentración al 0,5 % de sal de tetrazolio.....	48
4.9. Tabla general del porcentaje de semillas viables y no viables con las 3 concentraciones	50
4.10. Gráfico general del porcentaje de semillas viables y no viables con las 3 concentraciones	51
4.11. Evaluación de las 3 concentraciones de sal de tetrazolio en 3 diferentes lotes de semillas de arveja	52
4.12. Tabla de ANOVA para calcular si existe diferencias entre las 3 concentraciones de tetrazolio.....	53
4.13. Prueba de TUKEY para determinar el mejor tratamiento para la viabilidad de las semillas de arveja con tetrazolio	54
4.14. Asociación entre la prueba de tetrazolio y la prueba de germinación directa...56	

CAPÍTULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1. Conclusiones.....	57
5.2. Recomendaciones.....	58

BIBLIOGRAFÍA

PÁGINAS WEB

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1 Identificación de la coloración de sal de tetrazolio.....	38
CUADRO N° 2 Identificación de las semillas viables.....	40
CUADRO N° 3 Identificación de las semillas no viables.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 Porcentaje de germinación directa de semillas de arveja.....	35
TABLA N° 2 Tiempo de tinción.....	37
TABLA N° 3 Concentración al 0,075 % de tetrazolio.....	44
TABLA N° 4 Concentración al 0.1 % de sal de tetrazolio.....	46
TABLA N° 5 Concentración al 0,5 % de sal de tetrazolio.....	48
TABLA N° 6 Porcentaje de semillas viables y no viables con las 3 concentraciones	50
TABLA N° 7 Diseño experimental completamente al azar	52
TABLA N° 8 ANOVA.....	53
TABLA N° 9 Tabla de Valores.....	54
TABLA N° 10 TUKEY.....	54
TABLA N° 11 Asociación entre germinación y tetrazolio	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1 Demostración de la germinación entre papel.....	36
GRÁFICO N° 2 Porcentaje de germinación total.....	36
GRÁFICO N° 3 Semillas al 0,075% de Tetrazolio.....	44
GRÁFICO N° 4 Semillas al 0,1% de Tetrazolio.....	46
GRÁFICO N° 5 Semillas al 0,5% de Tetrazolio.....	48
GRÁFICO N° 6 Comparación del porcentaje de semillas viables y no viables con las 3 concentraciones	51
GRÁFICO N° 7 Promedios de la Viabilidad de las semillas de arveja con aplicación de sal de tetrazolio.....	55

INDICE DE ANEXOS.

- Anexo N° 1** Preparación del material de laboratorio.
- Anexo N° 2** Preparación de la solución de sal tetrazolio.
- Anexo N° 3** Preparación de las toallas de papel.
- Anexo N° 4** Siembra de las semillas en toallas de papel.
- Anexo N° 5** Remojo de las semillas de arveja en sal de tetrazolio con las concentraciones de 0,075% - 0,1% - 0,5%.
- Anexo N° 6** Corte longitudinal de las semillas de arveja.
- Anexo N° 7** Tinción de las semillas de arveja con las 3 concentraciones de sal de tetrazolio.
- Anexo N° 8** Clasificación de semillas viables.
- Anexo N° 9** Coloración de las semillas viables con la concentración 0,075%.
- Anexo N° 10** Coloración de las semillas viables con la concentración 0,1%.
- Anexo N° 11** Coloración de las semillas viables con la concentración 0,5%.
- Anexo N° 12** Coloración de las semillas no viables.
- Anexo N° 13** Diferentes clases de semillas no viables.
- Anexo N° 14** Diferencia entre semillas no viables y viables.