

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

ESTUDIO DE LA GERMINACION Y EMERGENCIA DE
LA SEMILLA DE CHIPILIN (*Crotalaria spp.*)
SOMETIDA A VARIOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.

TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR
JOSE VIRGILIO BORRAYO CASTAÑEDA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, agosto de 1995.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DOCTOR JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO:	ING. AGR. JUAN JOSE CASTILLO
VOCAL SEGUNDO:	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	ING. AGR. CARLOS ROBERTO MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO:	PROF. GABRIEL AMADO ROSALES
VOCAL QUINTO:	BR. AUGUSTO SAUL GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO a.i.:	ING. AGR. GUILLERMO EDILBERTO MENDEZ BETETA

Guatemala, agosto de 1995

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:

En cumplimiento a las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

" ESTUDIO DE LA GERMINACION Y EMERGENCIA DE LA SEMILLA DE CHIPILIN (*Crotalaria* spp.) SOMETIDA A VARIOS TRATAMIENTOS PRERGERMINATIVOS. "

Como un requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado

Respetuosamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Virgilio Borrayo Castañeda', enclosed within a circular scribble.

José Virgilio Borrayo Castañeda

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Fuente inagotable de sabiduría,
a quien debo todo mi triunfo,
por permitirme alcanzar mis metas.

A MIS PADRES

Virgilio Borrayo
Ruth Leticia Castañeda López de Borrayo

Eterna gratitud por todos sus esfuerzos
durante mi carrera,
A ellos les dedico mi triunfo.

A MIS HERMANOS

Rodolfo Antonio, Rudy Leonel, Lesbia,
Gustavo y Nora Argentina.

Con cariño fraternal.

A MIS SOBRINOS

Karlita, Cindy, Estuardito, Carlos,
Jorge, José, Rudy, Madelaine y Rulisa.

Como un ejemplo de superación.

A MIS PRIMOS

Luis Estuardo Cho Borrayo y
Javier Armando Sil Matul

A MIS AMIGOS EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA.

A SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, MI PUEBLO QUERIDO.

A LA ESCUELA NACIONAL URBANA MIXTA REPUBLICA FEDERAL DE CENTRO AMERICA, SAN LUCAS SAC.

AL INSTITUTO BASICO POR COOPERATIVA "SAN LUCAS", SAN LUCAS SAC.

A LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE CIENCIAS COMERCIALES, GUATEMALA-CIUDAD.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

A TODO EL CAMPESINO GUATEMALTECO.

AGRADECIMIENTOS

DEJO CONSTANCIA DE MI SINCERO AGRADECIMIENTO A LAS SIGUIENTES PERSONAS:

A MI ASESOR ING. AGR. FERNANDO RODRIGUEZ BRACAMONTE, POR SU VALIOSO APOYO EN EL ASESORAMIENTO DE LA PRESENTE INVESTIGACION.

A MIS PADRES: VIRGILIO BORRAYO Y RUTH LETICIA CASTAÑEDA LOPEZ DE BORRAYO, POR SU INAGOTABLE APOYO MORAL Y ECONOMICO EN LA EJECUCION DE ESTE TRABAJO.

A GUSTAVO BORRAYO CASTAÑEDA, POR SU INCONDICIONAL AYUDA.

AL LICENCIADO LUIS FERNANDO GIRON Y FAMILIA.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 Generalidades sobre el proceso de germinación:	4
3.1.2 Factores que afectan la germinación de la semilla:	5
3.1.2.A Embriones rudimentarios o no diferenciados:	5
3.1.2.B Embriones fisiológicamente inmaduros:	6
3.1.2.C Cubiertas o integumentos resistente:	6
3.1.2.D Cubiertas impermeables:	6
3.1.2.E Presencia de inhibidores:	6
3.1.3 Tratamientos pregerminativos:	7
3.1.3.A Escarificación mecánica:	7
3.1.3.B Escarificación química:	7
3.1.3.C Remojo en agua:	8
3.1.3.C.a Remojo en agua a temperatura ambiente:	8
3.1.3.C.b Remojo en agua caliente:	8
3.1.3.D Estratificación:	8
3.1.3.E Reguladores del crecimiento:	9
3.1.3.F Combinación de tratamientos:	9
3.1.4 Generalidades del chipilín (<i>Crotalaria</i> spp.):	9
3.1.4.A Clasificación botánica del chipilín:	9
3.1.4.B Importancia del chipilín:	10
3.1.4.C El chipilín como un recurso genético:	10
3.1.4.C.a Riqueza genética de <i>Crotalaria</i> en Guatemala:	10
3.1.4.C.b Recolecciones realizadas:	10
3.1.4.C.c Erosión genética:	12
3.1.4.D Investigaciones realizadas sobre el chipilín:	12
3.1.4.E Usos del chipilín:	14
3.1.4.E.a Consumo humano:	14
3.1.4.E.b Usos en medicina:	14
3.1.4.F Valor del chipilín:	15
3.2 MARCO REFERENCIAL	16
3.2.1 Localización del área experimental:	16
3.2.2 Material experimental:	17
4. OBJETIVOS	18
4.1 GENERAL	18
4.2 ESPECIFICOS	18
5. HIPOTESIS	18
6. METODOLOGIA	19
6.1 PERIODO DE CONDUCCION DE LA INVESTIGACION	19
6.2 DIVISION EXPERIMENTAL	19

6.2.1	Fase I:	19
6.2.1.A	Diseño experimental:	20
6.2.1.B	Modelo estadístico:	20
6.2.1.C	Unidad experimental:	20
6.2.1.D	Variable respuesta:	20
6.2.1.E	Manejo del experimento:	21
6.2.1.F	Toma de datos:	21
6.2.1.G	Transformación de datos:	21
6.2.1.H	Análisis de datos:	21
6.2.2	Fase II:	22
6.2.2.A	Diseño experimental:	22
6.2.2.B	Modelo estadístico:	22
6.2.2.C	Unidad experimental:	22
6.2.2.D	Variable respuesta:	22
6.2.2.E	Manejo del experimento:	22
6.2.2.F	Toma de datos:	23
6.2.2.G	Transformación de datos:	23
6.2.2.H	Análisis de datos:	23
6.2.3	Fase III:	23
6.2.3.A	Factor "A":	23
6.2.3.B	Factor "B":	24
6.2.3.C	Factor "C":	24
6.2.3.D	Diseño experimental:	24
6.2.3.E	Modelo estadístico:	24
6.2.3.F	Unidad experimental:	25
6.2.3.G	Variable respuesta:	25
6.2.3.H	Manejo del experimento:	25
6.2.3.I	Toma de datos:	26
6.2.3.I.a	Porcentaje de emergencia:	26
6.2.3.I.b	Días a emerger:	26
6.2.3.I.c	Altura de plántulas:	26
6.2.3.I.d	Diámetro de plántulas:	27
6.2.3.I.e	Peso fresco de plántulas:	27
6.2.3.I.f	Peso seco de plántulas:	27
6.2.3.J	Transformación de datos:	27
6.2.3.K	Análisis de datos:	27
7.	RESULTADOS	28
7.1	FASE I	28
7.2	FASE II	36
7.3	FASE III	38
8.	CONCLUSIONES	56
9.	RECOMENDACIONES	57
10.	BIBLIOGRAFIA	58
11.	APENDICE	60

INDICE DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PAGINA
1	Valor de composición química del chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.).	15
2	Comparación de elementos nutritivos entre algunas hortalizas nativas y extranjeras.	16
3	Condiciones de temperatura y humedad relativa durante los meses del experimento, dentro del invernadero.	17
4	Clases texturales de suelo y algunas de sus características, utilizadas en la fase III del presente trabajo.	24
5	Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos de la combinación del remojo en agua a temperaturas de 40; 50; 60 y 80°C, durante tiempos de 10; 30; 60; 120 y 240 segundos, y agua a una temperatura de 94°C, en tiempos de 10; 30; 60; 120; 240; 480; 960; y 1440 segundos, más un testigo, en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), utilizando datos transformados.	28
6	Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de germinación de 29 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.).	29
7	Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos del remojo en agua a temperaturas de 40; 50; 60; 80 y 94°C, durante 30 segundos, luego enfriamiento en agua a temperatura ambiente; además de un testigo, en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), utilizando datos transformados.	31
8	Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de germinación de 6 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.).	31

- 9 Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos del remojo en ácido Giberélico a concentraciones de 100; 200; 300; 400 y 500 ppm; durante 24 horas, además de un testigo, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), utilizando datos transformados. 32
- 10 Medias de los porcentajes de germinación de los tratamientos del remojo en ácido Giberélico a concentraciones de 100; 200; 300; 400 y 500 ppm; durante 24 horas y además un testigo, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.). 33
- 11 Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos del ácido Sulfúrico a concentraciones de 20; 40; 60 y 80%; durante tiempos de 10; 30 y 60 segundos, además de un testigo, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), utilizando datos transformados. 34
- 12 Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de germinación de 13 tratamientos pregerminativos, de ácido Sulfúrico, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.). 34
- 13 Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos del remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240; 480 y 960 segundos, raspado de la semilla y un testigo, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), utilizando datos transformados. 36
- 14 Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de germinación de 8 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.). 37
- 15 Resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables estudiadas en 4 texturas de suelo, 4 profundidades de siembra y 5 tratamientos pregerminativos, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), utilizando datos transformados para las variables porcentaje de emergencia y días a emerger. 39
- 16 Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de emergencia de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo. 40

17	Medias de los porcentajes de emergencia de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo. Agrupadas de acuerdo a cada uno de estos factores.	43
18	Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los días a emerger de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), sembrada a 4 profundidades de siembra, en 4 clases texturales de suelo.	45
19	Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de alturas de las plántulas, de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.	47
20	Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación del diámetro de plántulas, de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.	49
21	Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación del peso fresco de plántulas, de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.	51
22	Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación del peso seco de plántulas, de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.	53
23	Relación de textura de suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en semilla de chipilín (<u>Crotalaria</u> spp.), que brindaron los mejores resultados en cada una de las variables estudiadas.	55

INDICE DE APENDICES

APENDICE	TITULO	PAGINA
1	Esquema de una repetición de la fase III.	61
2	Esquema de la caja utilizada como parcela grande.	62
3	Cuadro 24"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de emergencia de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C. durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y raspado, en semilla de chipilín (<i>Crotalaria</i> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo. Utilizando datos transformados.	63
4	Cuadro 25"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el número de días a emerger de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C. durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y raspado, en semilla de chipilín (<i>Crotalaria</i> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo. Utilizando datos transformados.	63
5	Cuadro 26"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para la altura de plántulas de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y raspado, en semilla de chipilín (<i>Crotalaria</i> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.	64
6	Cuadro 27"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el diámetro de plántulas de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y raspado, en semilla de chipilín (<i>Crotalaria</i> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.	64
7	Cuadro 28"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el peso fresco de plántulas de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y raspado, en semilla de chipilín (<i>Crotalaria</i> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.	65
8	Cuadro 29"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el peso seco de plántulas de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y raspado, en semilla de chipilín (<i>Crotalaria</i> spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.	65

ESTUDIO DE LA GERMINACION Y EMERGENCIA DE LA SEMILLA DE CHIPILIN
(Crotalaria spp.) SOMETIDA A VARIOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.

STUDY OF THE GERMINATION AND EMERGING OF THE CHIPILIN'S SEED
(Crotalaria spp.) SUBMITTED TO SEVERAL PRE-GERMINATIVE TREATMETS.

RESUMEN

De los cultivares nativos en Guatemala y específicamente las hortalizas y dentro de ellas el chipilín (Crotalaria spp.) se considera promisorio como fuente de alimentación humana ya que según Chacón (5) posee un valor nutritivo mayor que otros cultivos nativos y mucho mayor que algunas hortalizas exóticas.

El bajo porcentaje de germinación y emergencia de la semilla del chipilín se puede deber a condiciones requeridas por la semilla ya sea, que éstas se encuentren internamente, por ejemplo: latencia, reposo, etc. Así, también, a que dicha semilla requiera de condiciones específicas en el campo para su germinación y emergencia, lo que puede estar de acuerdo a la textura de suelo y la profundidad a sembrar.

Además es necesario generar información de los cultivos nativos de Guatemala, para que en el futuro estos puedan ser utilizados no solo para el consumo de nuestras comunidades rurales y mercados locales, sino que en un momento determinado estos se puedan introducir a mercados internacionales.

El presente trabajo se hizo en el Banco de Germoplasma e invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la ciudad de Guatemala; de octubre de 1994 a enero de 1995. Se analizaron métodos pregerminativos y la respuesta de la semilla a 4 profundidades de siembra, en 4 clases texturales de suelo, con el objeto de obtener una relación entre la textura del suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), que

permita un porcentaje de emergencia adecuado, plántulas uniformes y vigorosas para el establecimiento del cultivo.

El experimento se dividió en tres fases; en la fase I, los tratamientos pregeminativos se dividieron en 5 ensayos experimentales, en 4 de ellos se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones, el raspado de la semilla se analizó por separado mediante pruebas de germinación. En la fase II se usó el mismo diseño con 8 tratamientos y 6 repeticiones. En la fase III, el diseño completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas; siendo el factor "A": 4 texturas de suelo, factor "B": 4 profundidades de siembra y factor "C": 5 tratamientos pregerminativos.

Los mejores tratamientos en la fase I fueron: el raspado de la semilla y el remojo en agua a 94°C, en tiempos de 30; 60; 120; 240; 480 y 960 segundos. En la fase II los mejores fueron: el raspado de la semilla y el remojo en agua a 94°C, en tiempos de 30; 60; 120 y 240 segundos. En la fase III el mejor tratamiento fue el raspado de la semilla, además la textura franco arcillosa y la profundidad de siembra de los 6 milímetros fueron los niveles de su factor que brindaron los mejores resultados.

Después de la ejecutado el trabajo se concluyó que si existe una relación entre la textura del suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), que permite un porcentaje de emergencia adecuado, plántulas uniformes y vigorosas, para el establecimiento del cultivo y esta relación es: el suelo franco arcilloso, a una profundidad de 6 milímetros y el raspado de la semilla.

Por último entre otras se recomienda lo siguiente: en suelos de textura arcillosa, franco arcillosa, franco arenosa o arenosa, raspar la semilla de chipilín y sembrarla a 6 milímetros de profundidad. Se recomienda no utilizar la profundidad de los 3 milímetros, ya que la semilla queda muy superficial y se presentan problemas posteriores.

1. INTRODUCCION

De los cultivares nativos de Guatemala, específicamente las hortalizas y dentro de ellas el chipilín (Crotalaria spp.) se considera promisorio como fuente de alimentación humana ya que según Chacón (5) posee un valor nutritivo mayor que otros cultivares nativos y por ende mucho mayor que algunas hortalizas exóticas.

El programa de Recursos Fitogenéticos de la Facultad de Agronomía de la USAC, consciente de la importancia que se le debe dar a las especies del género Crotalaria, ha incluido entre sus investigaciones a este germoplasma iniciando sus investigaciones con una recolección y caracterización del germoplasma presente en la Costa Sur de Guatemala (15), una recolección a nivel del país (2), una caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de chipilín nativos de Guatemala (6) y una evaluación agronómica de 10 principales materiales de Crotalaria en dos localidades del río Achiguate (16).

Durante la ejecución de estas investigaciones y observaciones en el campo se notaron problemas en el establecimiento del cultivo, originado por el bajo porcentaje de emergencia de plántulas y conociendo que para el establecimiento del cultivo la semilla es muy importante; y que estas pueden presentar problemas: ontogénicos, genéticos y fisiológicos, los cuales controlan su germinación, pero que con tratamientos pregerminativos se puede ayudar a superar estos problemas. Se planteo la presente investigación con fines tendientes a buscar un método para mejorar la germinación de la semilla del chipilín y su posterior emergencia uniforme de plántulas vigorosas que permitan el establecimiento del cultivo, considerando la textura del suelo y profundidad de siembra.

El trabajo se realizo en 3 fases. En la primera se evaluaron 51 tratamientos pregerminativos. Los mejores de estos se evaluaron en la fase II, mediante un análisis de varianza,

seleccionando con base a su porcentaje de germinación los tratamientos que presentaron una germinación mayor y/o estadísticamente igual al 60%, estos en su última fase se sometieron al análisis de varianza, en parcelas subdivididas, donde la parcela grande fue la textura de suelo, la subparcela la profundidad de siembra y la subsubparcela el tratamiento pregerminativo.

después de la realización del trabajo se concluyó que si existe una relación entre la textura de suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en la semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), que permite un porcentaje de emergencia adecuado, plántulas uniformes y vigorosas, para el establecimiento del cultivo y esta relación es: el suelo franco arcilloso, a una profundidad de siembra de 6 milímetros y el raspado de la semilla.

Por último se recomienda lo siguiente: en suelos de textura arcillosa, franco arcillosa, franco arenosa o arenosa, raspar la semilla de chipilín y sembrarla a 6 milímetros de profundidad. Realizar estudios para obtener un método o métodos de raspado de la semilla y estudios para ensayar la utilización de métodos de raspado y/o diferentes concentraciones de Giberelinas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El establecimiento del cultivo de chipilín (Crotalaria spp.) se torna difícil debido al bajo porcentaje de germinación y emergencia que brinda la semilla de esta planta. Este bajo porcentaje puede deberse a condiciones internas o endógenas requeridas por la semilla, por ejemplo: estado de reposo, dormancia, etc. Así también a que dicha semilla requiera de condiciones específicas en el campo para su germinación y emergencia, lo que puede estar de acuerdo al tipo de suelo en cuanto a textura y la profundidad de siembra.

Hasta la fecha no se conoce un método pregerminativo para tratar la semilla de chipilín, que aumente el porcentaje de germinación y el cual posteriormente proporcione un alto porcentaje de emergencia de plántulas, para el establecimiento del cultivo, tomándose en cuenta la textura del suelo así como la profundidad a sembrar dicha semilla; por lo que en éste trabajo se analizaron diferentes métodos pregerminativos y la respuesta de la semilla a diferentes texturas de suelo y profundidades de siembra.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Generalidades sobre el proceso de germinación:

Según Devlin (7) la germinación de la semilla puede ser definida como una serie de acontecimientos metabólicos y morfogénéticos que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula que sea capaz de valerse por sí sola y transformarse en una adulta.

Para que la germinación inicie debe cumplirse tres condiciones.

Primera:

La semilla debe ser viable, el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar.

Segunda:

Las condiciones internas de las semillas deben ser favorables para la germinación.

Tercera:

La semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas.

Los requisitos fundamentales son la disponibilidad de agua, temperatura apropiada, una provisión de oxígeno y a veces luz.

Aunque la germinación empiece largo tiempo antes de la ruptura de la cubierta seminal, la germinación suele poderse patentizar de forma visible mediante la observación de la salida de la raicilla o del brote.

El bloqueo de cualquiera de los pasos que conducen a la germinación puede causar, un estado de reposo en la semilla.

El reposo o letargo lo define Devlin como la detención del crecimiento, debido a la falta de algún factor del medio externo indispensable (7).

La germinación de las semillas puede quedar bloqueada debido a la ausencia de algún factor externo que se considera para que este proceso tenga lugar. Así en ausencia de agua, la temperatura adecuada o la mezcla gaseosa conveniente, la germinación queda bloqueada. Sin embargo, después de colocar la semilla en un medio considerado como adecuado para la germinación, puede observarse que muchas de ellas no germinan debido a algún factor interno. La causa puede hallarse en una cubierta seminal dura, impermeable al agua o a los gases, resistente físicamente al crecimiento del embrión inmaduro, la necesidad de sobremaduración, la exigencia de un tipo de luz o de temperatura específica, o la presencia de alguna sustancia que inhibe la germinación.

Muchas plantas producen semillas provistas de cubiertas impermeables al agua. Según Harrington, citado por Devlin (7) la familia de las Fabaceas es la que posee la mayor cantidad de especies de este tipo. Además según Mayer y Poljakoff-Mayber citado por Devlin (7) de tener duras cubiertas seminales, las semillas de muchas especies de la familia de las Fabaceas tienen una cubierta externa de tipo céreo; en un estudio sobre algunas semillas de Fabaceas Hyde, citado por Devlin (7) descubrió un interesante mecanismo para la regulación del agua que penetra en la semilla. Cuando la humedad relativa es elevada, este tejido se hincha, cerrando así la fisura hilar e impidiendo la absorción de agua y cuando la humedad relativa es baja, la fisura se abre, permitiendo que la semilla continúe deshidratándose.

3.1.2 Factores que afectan la germinación de la semilla:

3.1.2.A Embriones rudimentarios o no diferenciados:

El tamaño del embrión varía desde aquellos muy pequeños hasta los que llenan por completo las cubiertas de la semilla. Su

proporción respecto a los tejidos de almacenamiento (endospermo y perispermo) también varía. Los embriones que en el tiempo de la maduración del fruto son muy pequeños deben aumentar de tamaño antes de que se efectuó la germinación (11).

Muchas semillas parecen maduras, pero el embrión no está aún formado o bien está completo anatómicamente, pero las células no han sufrido la diferenciación para pasar al siguiente estado fásico y permitir la germinación para pasar al siguiente estado fásico y permitir la germinación (17;21).

3.1.2.B Embriones fisiológicamente inmaduros:

Condición en la cual los embriones están completamente desarrollados, pero no germinan cuando se colocan en condiciones ambientales favorables, para que la germinación se lleve a cabo éstos deben sufrir una serie de cambios enzimáticos y químicos, lo cual se denomina postmaduración (22;23).

3.1.2.C Cubiertas o integumentos resistentes:

Las semillas tienen una cubierta permeable al oxígeno y al agua pero no permiten la expansión del embrión. Algunos autores consideran que una vez la semilla ha absorbido agua, si el embrión no está latente, la fuerza expandora de la germinación rompe las cubiertas de la semilla y separa cualquier cubierta exterior (7;11).

3.1.2.D Cubiertas impermeables:

Muchas semillas poseen cubiertas que son relativamente duras, pero principalmente impermeables al agua y al oxígeno, factores básicos para que los coloides del embrión se hidraten y exista energía respiratoria para que puedan entrar en actividad (21;23).

3.1.2.E Presencia de inhibidores:

Los inhibidores son sustancias naturales que pueden impedir la germinación de la semilla. Estos se producen durante el desarrollo del fruto, de la semilla y algunos de ellos se acumulan en el fruto, en las cubiertas de la semilla o en el embrión (11).

Los inhibidores son una parte del sistema de control de la germinación que intervienen en la dormancia de semillas recién cosechadas de frutos carnosos. El principal inhibidor es el ácido abscísico y otros como la cumarina, el ácido parasorbico y el amoniaco, dentro de los que han sido identificados (7;11).

Los inhibidores naturales no reducen la viabilidad de las semillas ni producen anomalías en el crecimiento de la plántula una vez realizada la germinación (7).

3.1.3 Tratamientos pregerminativos:

Cuando la germinación resulta inhibida por la resistencia mecánica de la cubierta seminal o por la impermeabilidad de éstas al paso del agua o del oxígeno, puede interrumpirse el reposo mediante la escarificación (7).

3.1.3.A Escarificación mecánica:

Es cualquier proceso de ruptura, rayado o alteración mecánica de las cubiertas de la semilla para hacerlas permeables al agua o a los gases. Este tratamiento se aconseja para semillas que posean cubiertas muy duras (7;11;23;24).

3.1.3.B Escarificación química:

Se pueden usar los ácidos: Sulfúrico, Nítrico, Clorhídrico, concentrados o diluidos, también se pueden utilizar disolventes orgánicos como: Acetona, Alcohol, Eter y Xileno, así también puede utilizarse Carbonato de Calcio diluido; usando Eter se debe tener cuidado ya que si no se calcula bien el tiempo de inmersión se puede dañar el embrión y alterar la germinación (7;11;19;21;24).

El tiempo de inmersión depende de la temperatura, de la clase de semilla y a veces del lote específico de semilla. La duración del tratamiento varía desde 10 minutos hasta 6 horas, según la consistencia de la cubierta de la semilla (11;24).

3.1.3.C Remojo en agua:

El propósito de remojar las semillas en agua es modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación. El remojo puede hacerse con agua a temperatura ambiente o con agua caliente (11).

3.1.3.C.a Remojo en agua a temperatura ambiente:

Las semillas se colocan en recipientes con agua, durante diferentes intervalos de tiempo, al hincharse las semillas se sacan y se siembran, se aconseja para semillas de testa dura (24).

3.1.3.C.b Remojo en agua caliente:

Este tratamiento se aconseja para semillas de testa dura, las semillas se sumergen en agua caliente a temperaturas alrededor de 80°C, desde 1 minuto hasta 10 minutos, según sea la consistencia de la testa (24).

3.1.3.D Estratificación

Es un tratamiento que consiste en proporcionar a la semilla bajas temperaturas, las cuales son requeridas para lograr una germinación rápida y uniforme. Este tratamiento es necesario para que germinen semillas de especies forestales, la baja temperatura induce cambios fisiológicos en el embrión y la postmaduración. El tiempo necesario para estratificar semillas varía de 1 hasta 4 meses, aunque depende de la clase de semilla y de los lotes individuales de semilla. Los substratos utilizados pueden ser arena, turba u otro material parecido, las temperaturas con que se debe trabajar varían de 0°C hasta 10°C (7;8;11;17).

3.1.3.E Reguladores del crecimiento:

Cuando la dormancia es debida a la presencia de inhibidores de la germinación se pueden utilizar promotores de la germinación como el ácido Giberélico (GA_3) a diferentes concentraciones e intervalos de tiempo. También se sospecha que el ácido Giberélico acelera la postmaduración, disminuyendo el tiempo que tardan las semillas para germinar (22).

3.1.3.F Combinación de tratamientos:

El propósito de combinar dos o mas tratamientos es para superar los efectos de la cubierta impermeable de las semillas y de un embrión latente o de estimular la germinación de semillas con latencia compleja del embrión. La combinación de escarificación mecánica, escarificación química o con agua caliente, seguidos por enfriamiento en húmedo es efectiva para semillas que tienen tegumentos duros, impermeables y un embrión latente. Otra combinación puede ser escarificación mecánica o química y luego aplicación de promotores de la germinación como el ácido Giberélico (11).

3.1.4 Generalidades del chipilín (Crotalaria spp.):

3.1.4.A Clasificación Botánica del chipilín:

Reino	Plantae	
Subreino	Embryobionta	
División	Magnoliophyta	
Clase	Magnoliata	
Subclase	Rosidae	
Orden	Fabales	
Familia	Fabaceae	
Tribu	Genisteae	
Género	<u>Crotalaria</u>	(6).

3.1.4.B Importancia del chipilín:

Según Martínez (15), el chipilín es una importante planta alimenticia de Guatemala, los retoños y hojas jóvenes son cocinados y consumidos como los de las espinacas y otras hierbas comestibles, grandes cantidades de chipilín arreglados en manojos son vendidos en los mercados. El nombre chipilín es derivado de la lengua Nahuatl; en Huehuetenango existe un caserío llamado Los Chipilines. El nombre de una aldea de Escuintla, Chipilapa, significa lugar donde abundan las plantas de chipilín. Esta planta se cree que produce alguna droga, esto puede ser cierto pues, las raíces son consideradas venenosas en Guatemala y algunas veces son combinadas con masa de maíz y puestas en campos de cultivo como veneno para roedores. En la región de Jocotán, Chiquimula; las hojas son administradas como vomitibo o purgante.

3.1.4.C El chipilín como un recurso genético:

3.1.4.C.a Riqueza genética de Crotalaria en Guatemala:

Según Azurdia y Gonzáles (2;3), el rango altitudinal a que se encuentran las especies de Crotalaria va desde 0 hasta 2500 MSNM. En total se reportan 14 especies en el territorio nacional, 3 de las cuales son utilizadas como hortalizas por la población, entre estas se tiene a C. longirostrata Hook & Arn, C. vitellina Ker in Lindl y C. pumila Ortega, anotadas en orden de preferencia para alimentación humana. El nombre común para las tres especies es chipilín y están distribuidas en áreas comprendidas por debajo de los 1,900 MSNM., estando presentes en estado silvestre, como maleza y en pequeña escala cultivadas tanto por nativos como por ladinos; las restantes especies tienen poca importancia en alimentación humana encontrándose bajo condiciones silvestres y/o malezas.

3.1.4.C.b Recolecciones realizadas:

Según Azurdia y González (2;3), en el Oriente de Guatemala el chipilín es poco frecuente como maleza ruderal y las pocas veces que está presente como cultivo, es a nivel de huerto familiar. Un aspecto importante de anotar es el hecho que en esta región poco se consume ésta especie, razón por la cual no se ha diseminado en grado apreciable como sucede en otras regiones del país.

Según Azurdia et. al. (1), "El altiplano central dispone de pocas localidades en las cuales el chipilín es abundante, aunque en forma aislada se pueden encontrar algunas localidades como San Andrés Itzapa, Chimaltenango a una altura de 2,000 MSNM, donde el chipilín crece junto al cultivo de crucíferas, alcanzando a formar semillas después que éstas han sido cosechadas. En localidades debajo de los 1,500 MSNM, ubicadas en la zona de la bocacosta el chipilín se hace más frecuente, siendo esta región la que surte parte de la demanda capitalina así como los importantes mercados de Antigua Guatemala y Chimaltenango.

En Petén, el chipilín es más abundante si se compara con las dos regiones anotadas anteriormente, siendo el factor climático (alta temperatura y humedad), el principal factor que determina este patrón de distribución antes que el factor cultural mismo.

En las Verapaces su distribución está restringida a la Franja Transversal del Norte en el departamento de Alta Verapaz, y en las áreas secas por debajo de los 1,500 MSNM en el departamento de Baja Verapaz.

La zona más importante en cuanto a germoplasma de chipilín es la Costa Sur, en la cual el uso en la alimentación humana de las hojas es más frecuente que en cualquier otra zona del país. Debido a que ésta parte está cubierta en mayor porcentaje por agricultura tecnificada, se ha acudido al establecimiento de pequeñas áreas cultivadas en los alrededores de los poblados más importantes, pero, principalmente en los parcelamientos agrarios.

En el altiplano occidental, el chipilín es factible localizarlo con mayor frecuencia solo en aquellas localidades de la bocacosta, ya que a alturas mayores es poco frecuente como sucede en las diferentes regiones del país. A pesar de esto, las comunidades humanas del altiplano tienen el concepto de consumir el chipilín aperiéndose de aquel proveniente de la Costa Sur.

3.1.4.C.c Erosión genética:

Dada la demanda que tiene el chipilín, las fuentes originales como lo son en estado de maleza tolerada y/o silvestre, no son suficientes para cubrirla, de tal manera que muchos campesinos de la parte baja y pie de monte de la vertiente del Pacífico se están dedicando al cultivo del chipilín en áreas pequeñas. En algunas áreas de la Costa Sur y vertiente del Pacífico están ubicadas explotaciones ganaderas y agricultura extensiva como café, caña de azúcar y algodón, en las cuales el chipilín es una maleza que hay que eliminar por cualquier método de control. Es así que el chipilín se encuentra restringido a aquellas áreas en las cuales aún quedan comunidades campesinas o bien en ciudades o pueblos donde es cultivado a nivel de huerto familiar; entonces se puede decir que el chipilín ha sido eliminado de inmensas extensiones manejadas con tecnología moderna, conservándose principalmente en algunas regiones campesinas con escaso avance tecnológico".

3.1.4.D Investigaciones realizadas sobre el chipilín:

según Cobón (6), "la variabilidad agronómica-morfológica entre cultivares, basado en el descriptor elaborado para el género Crotalaria, se constató que el 79% de los caracteres que los constituyen, estuvieron presentes en dos o más de sus respectivos estados, es decir, existió variabilidad genética. El restante 21% se mostró constante en todos los cultivares, aparentemente son características propias del género y dependen a la vez, más de una base genética antes que del ambiente. Los caracteres en cuestión son: estípulas en la base del pecíolo de la hoja, relación pistilo-estambre, pubescencia de la corola; textura del fruto,

brillo del fruto; dehiscencia del fruto, textura de la semilla, brillo y pubescencia de la semilla y pubescencia del cáliz".

En lo referente a caracteres agronómicos, el rendimiento en kg/ha de materia seca y proteína de los 27 cultivares caracterizados por Cobón (6), los diferentes materiales se agrupan en precoces e intermedios, en cuanto a época de corte de material verde para consumo, estos resultados varían al compararlos con materiales genéticos caracterizados en Coyuta, Escuintla por Martínez (15) en donde tienden a ser más tardíos.

En cuanto a caracteres bromatológicos, según Cobón (6) el análisis mostró alta variabilidad y calidad nutricional en el chipilín, estos resultados concuerdan en términos generales con los reportados por el INCAP (12).

En la evaluación agronómica, Mejía Alvarado (16), determino el mejor cultivar, reportado en Cuyuta un rendimiento foliar de 50,726 kg/ha y en Sábana Grande 9,534 kg/ha y en ambas localidades otro material presentó mejor capacidad de brote.

En la recolección y caracterización del germoplasma del chipilín, Martínez (15) encontró que los 12 materiales caracterizados pueden separarse en tres grupos, en cuanto al tiempo de producción de material verde para consumo (inicio de la floración): precoces; intermedios y tardíos.

Castillos M. (4) en la evaluación del efecto de cuatro frecuencias de corte en chipilín sobre el rendimiento foliar y el de proteína, concluye en que las frecuencias de corte de 45 días, 60 días y corte a los 50 y 90 días presentaron rendimiento foliar fresco y rendimiento de proteína estadísticamente igual.

Monterroso (18) en el estudio de métodos de escarificación y sistemas de siembra sobre el proceso germinativo de la semilla de chipilín, concluyo en que ningún tratamiento utilizado indujo una germinación mayor del 40%.

3.1.4.E Usos del chipilín:

3.1.4.E.a Consumo humano:

Según Martínez (15), "El chipilín es consumido de varias formas las que están: en tamalitos de masa de maíz, en caldo o con arroz, especialmente en el área rural donde a pesar que gusta mucho, son pocos los campesinos que lo cultivan. En el área urbana también es consumido aunque menos frecuentemente y en menores cantidades. El chipilín tiene en sus hojas el contenido proteínico promedio de 32% en base seca, además de ser rico en vitaminas y minerales, siendo superior su contenido vitamínico a muchas hortalizas foráneas por lo que constituye una fuente de alimento que debe ser usada más amplia y constantemente".

3.1.4.E.b Usos en medicina:

Según Martínez (15), "El chipilín es usado en medicina popular, así se tiene que se reporta para los siguientes usos:

i. Alcoholismo:

Este uso se reporta en Patzicía, Chimaltenango, donde para curar el alcoholismo se cuece la raíz del chipilín y se bebe la cuarta parte de la copa una vez al día, no debe beberse más porque puede causar envenenamiento.

ii. Anemia.

Para la cura de este caso reportado en Quetzaltenango, se cuece hierbamora con chipilín, se le agregan dos gotas de limón y se consume.

iii. Insomnio:

En Concepción Tutuapa, San Marcos; para curar el insomnio se cuecen las hojas del chipilín y se consume bastante cantidad (20).

3.1.4.F Valor del chipilín:

Cuadro 1: Valor de composición química del chipilín (Crotalaria spp.).

1. Composición química (%)	
Humedad	81.9
Proteína	7.6
Fibra cruda	1.8
Grasa	0.5
2. Contenido de aminoácidos (g/g N)	
Leucina	0.44
Isoleucina	0.33
Lisina	0.42
Metionina	0.03
Fenilalanina	0.20
Treonina	0.26
Triptofano	0.11
Valina	0.45
% de Nitrógeno	4.59
3. Evaluación de calidad (PER)	
Chipilín	1.37
Chipilín-metionina	2.46
4. Efecto suplementario a la dieta de maíz y frijol	
Grupo control	4.3 g de peso/día
Grupo control-5% de chipilín	5.6 g de peso/día

FUENTE: INCAP (12).

El análisis global de la información nutricional del chipilín indica que éste tiene una riqueza nutricional considerablemente alta comparada solamente con la contenida en otras hortalizas nativas como el blede (Amaranthus spp.), hierbamora (Solanum americanum) y el güicoy (Cucurbita spp.) comprobándose una vez más la superioridad de las hortalizas nativas de Guatemala sobre las introducidas como rábano, acelga, lechuga, zanahoria, coliflor y repollo, (18) lo que se nota en el cuadro 2.

Cuadro 2: Comparación de elementos nutritivos entre algunas hortalizas nativas y extranjeras. Base húmeda.

	Proteína (%)	Vitamina "A" (mg)	Fósforo (mg)	Calcio (mg)
Hortalizas nativas				
<u>Crotalaria longirostrata</u>	7.0	3.065	78	287
<u>Solanum americanum</u>	5.1	1.883	74	226
<u>Amaranthus spp.</u>	4.5	2.740	78	280
<u>Cucurbita pepo var. aurantia</u>	4.8	0.970	113	116
<u>Erythrina spp.</u>	5.5	1.085	86	88
Hortalizas extranjeras				
<u>Raphanus sativus</u>	0.9	-----	26	24
<u>Beta vulgaris var. cicla</u>	2.5	-----	30	81
<u>Lactus sativa</u>	1.4	0.175	37	23
<u>Daucus carota</u>	1.0	3.138	48	33
<u>Brassica oleracea var. botrytis</u>	3.1	0.010	55	30
<u>Brassica oleracea var. capitata</u>	1.7	0.008	29	48

FUENTE: Chacón (5).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Localización del área experimental:

El experimento se llevo a cabo en el Banco de Germoplasma y en el invernadero de la Facultad de agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ciudad Universitaria zona 12; su ubicación geográfica según el Instituto Geográfico Nacional (IGN) es: 14°35'11" Latitud Norte y 90°31'58" Longitud Oeste, con una altitud de 1,502.33 metros sobre el nivel del mar.

Las condiciones de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero en el período del experimento se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3: Condiciones de temperatura y humedad relativa durante los meses del experimento, dentro del invernadero.

MES	AÑO	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA%		
		MINIMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
OCTUBRE	1983	18.0	28.5	39.0	52.0	65.0	79.0
NOVIEMBRE	1983	20.0	29.5	39.0	50.0	64.0	78.0
DICIEMBRE	1983	13.0	23.0	33.0	73.0	76.0	79.0
ENERO	1984	10.0	23.0	36.0	67.0	73.5	80.0

FUENTE: Archivos del invernadero, Facultad de Agronomía, USAC.

3.2.2 Material experimental:

Se utilizó semilla de chipilín (Crotalaria spp.) de plantas silvestres, colectada en San Lucas Sacatepéquez.

En el invernadero se utilizaron cuatro substratos de suelo con diferente textura: arcillosa, franco arcillosa, franco arenosa y arenosa; con el propósito de obtener datos para suelos de estas texturas.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Obtener una relación entre la textura de suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), que permita un porcentaje de emergencia adecuado, plántulas uniformes y vigorosas para el establecimiento del cultivo.

4.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar los tratamientos pregerminativos siguientes: agua caliente, agua caliente seguido de enfriamiento en agua a temperatura ambiente, ácido Giberélico, ácido Sulfúrico y el raspado de la semilla.
- Evaluar las siguientes clases texturales de suelo: arcillosa, franco arcillosa, franco arenosa y arenosa.
- Evaluar las profundidades siembra de: 3; 6; 12 y 24 milímetros.

5. HIPÓTESIS

Existe una relación entre la textura del suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), que permita un porcentaje de emergencia adecuado, plántulas uniformes y vigorosas para el establecimiento del cultivo.

6. METODOLOGÍA

6.1 PERÍODO DE CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio se llevo a cabo durante los meses de octubre de 1994 a enero de 1995, en el Banco de Germoplasma de la FAUSAC.

6.2 DIVISIÓN EXPERIMENTAL

La etapa experimental de la investigación se dividió en 3 fases, las que se describen a continuación.

6.2.1 Fase I:

Debido a que no se posee información de tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín, que superen el 40%, se seleccionaron una serie de ellos, para ir obteniendo los mejores. Y los tratamientos pregerminativos se presentan a continuación:

- a. Remojo en agua a temperaturas de 40; 50; 60 y 80 °C, durante tiempos variables de: 10; 30; 60; 120 y 240 segundos, para cada temperatura, y agua a 94°C, en tiempos de: 10; 30; 60; 120; 240; 480; 960 y 1440 segundos.
- b. Remojo en agua a temperaturas de: 40; 50; 60; 80 y 94°C, durante 30 segundos, luego enfriamiento en agua a temperatura ambiente.
- c. Remojo en ácido Giberélico, a concentraciones de: 100; 200; 300; 400 y 500 ppm, durante 24 horas.
- d. Remojo en ácido Sulfúrico, a concentraciones de: 20; 40; 60 y 80%, durante tiempos de: 10; 30 y 60 segundos, para cada concentración.
- e. Raspado de la semilla (utilizando limas).

6.2.1.A Diseño experimental:

Los tratamientos indicados en los incisos a, b, c y d; del numeral anterior, se evaluaron independientemente en un ensayo experimental, dichos ensayos se llevaron a cabo bajo condiciones homogéneas de humedad, temperatura y luz; dadas por el germinador, se utilizó el diseño experimental Completamente al Azar, con 3 repeticiones incluyéndose un testigo en cada experimento.

El tratamiento incluido en el inciso e (raspado de la semilla), por no tenerse tratamientos similares en cuanto al tipo de escarificación, se analizó individualmente, realizándose pruebas de germinación de acuerdo a las normas establecidas para este fin en el laboratorio de semillas.

6.2.1.B Modelo estadístico:

El modelo utilizado en cada uno de los análisis de esta fase, fue:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

M = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

6.2.1.C Unidad experimental:

La unidad experimental consistió en 50 semillas, las que a la vez fueron la unidad de muestreo, estas semillas se colocaron en bandejas del germinador, sobre papel toalla.

6.2.1.D Variable respuesta:

Dentro de esta fase se evaluó el porcentaje de germinación de los tratamientos.

6.2.1.E Manejo del experimento:

Los tratamientos mencionados en el numeral 6.2.1; fueron brindados a la semilla del chipilín, luego estas semillas y el testigo de cada uno de los experimentos se colocaron en bandejas, sobre papel toalla, se humedeció dicho papel con agua destilada. Seguidamente se introdujeron al germinador del Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala; bajo una temperatura de 25°C y una humedad constante.

6.2.1.F Toma de datos:

Se hicieron recuentos diarios de semillas germinadas, hasta los 7 días de iniciado el ensayo.

6.2.1.G Transformación de datos:

Los porcentajes obtenidos en cada unidad experimental se transformaron por el método Angular o Arcoseno; de la siguiente manera: $X/100 = X$, seguidamente: $\text{Seno}^{-1} \sqrt{X} = \text{dato transformado}$.

6.2.1.H Análisis de datos:

A los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos experimentales, y exceptuando los resultados del tratamiento del raspado de la semilla, al que se le analizó el porcentaje de germinación, se les efectuó un análisis de varianza (ANDEVA) y en los casos en que indicó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, se realizó la prueba múltiple de medias Tukey para determinar los mejores tratamientos e ingresarlos a la fase II de esta investigación.

Dentro de esta fase fueron seleccionados los tratamientos que superan el 60% de germinación y/o se presentaron estadísticamente igual.

Cuadro 4: Clases texturales de suelo utilizados en la fase III y algunas de sus características.

NIVEL	TEXTURA	ANÁLISIS DE FERTILIDAD				Da (g/cm ³)
		P Microgramos/ml.	K	Ca Meq./100ml	Ma suelo	
1	ARCILLOSA	5	120	7	2	1.08
2	FRANCO-ARCILLOSA	6	110	5	3	0.78
3	FRANCO-ARENOSA	5.5	114	6	2	0.78
4	ARENOSA	5.4	110	5.4	2.3	0.76

FUENTE: Análisis hechos en el laboratorio de suelos de la FAUSAC.

6.2.3.B. FACTOR "B" = Profundidades de siembra.

1 = A 1 vez el diámetro de la semilla (3 mm)

2 = A 2 veces el diámetro de la semilla (6 mm)

3 = A 4 veces el diámetro de la semilla (12 mm)

4 = A 8 veces el diámetro de la semilla (24 mm)

6.2.3.C. FACTOR "C" = Tratamientos pregerminativos, los seleccionados en la fase II, fueron los niveles de éste factor.

6.2.3.D Diseño experimental:

Debido a que este ensayo experimental se llevo a cabo bajo condiciones homogéneas de humedad, temperatura, suelo, viento, etc. ya que se realizó a nivel de invernadero, se utilizó el diseño experimental Completamente al Azar y de acuerdo a que son 3 factores a estudiar se hizo un arreglo en parcelas subdivididas, con tres repeticiones.

6.2.3.E Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = M + A_i + E_{1i} + B_j + AB_{ij} + E_{1ij} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + E_{1ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta de la ijk-ésima unidad experimental

M = Efecto de la media general

A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

E_{1i} = Error experimental asociado a la parcela grande

- B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B
 $AB_{i,j}$ = Efecto debido a la interacción del i-ésimo nivel del factor A con los j-ésimos niveles del factor B
 $E_{i,j}$ = Error experimental asociado a la parcela pequeña (subparcela)
 C_k = Efecto del k-ésimo nivel del factor C
 $AC_{i,k}$ = Efecto debido a la interacción del i-ésimo nivel del factor A con los k-ésimos niveles del factor C
 $BC_{j,k}$ = Efecto debido a la interacción del j-ésimo nivel del factor B con los k-ésimos niveles del factor C
 $ABC_{i,j,k}$ = Efecto debido a la interacción del i-ésimo nivel del factor A con los j-ésimos niveles del factor B y con los k-ésimos niveles del factor C
 $E_{i,j,k}$ = Error experimental asociado a la sub-subparcela

6.2.3.F Unidad experimental:

La unidad experimental consistió en 100 semillas, que fue la subsubparcela con los niveles del factor "C", colocadas en hileras dentro de la subparcela con los niveles del factor "B", en las cajas de madera (parcelas grandes) con los niveles del factor "A", esta unidad experimental además fue la unidad de muestreo (ver apéndice 1 y 2).

6.2.3.G Variables respuesta:

- a. Porcentaje de emergencia.
- b. Días a emerger.
- c. Altura de plántulas.
- d. Diámetro de plántulas.
- e. Peso fresco de plántulas.
- f. Peso seco de plántulas.

6.2.3.H Manejo del experimento:

Esta fase se llevo a cabo en el invernadero, de la manera siguiente:

Se desinfecto el substrato de las clases texturales de suelo, con Hipoclorito de Sodio al 0.05%; dicho suelo previamente se coloco en las cajas de madera (ver apéndice 2), que fueron las parcelas grandes con cada uno de los niveles del factor A.

Cinco días después de la desinfección del substrato, la semilla se trato con las técnicas seleccionadas en la fase II, luego fue sembrada, a las 4 profundidades del factor B. Se sembró una semilla por postura a una distancia de 2 centímetros entre postura. Mediante la aplicación de riego, el substrato se mantuvo húmedo durante la duración del ensayo.

La caja de madera fue la parcela grande, con uno de los niveles del factor A (textura de suelo), esta se dividió en 4 subparcelas que contenían el factor B (profundidades de siembra), la que a la vez se subdividió en 5 sub-subparcelas con los niveles del factor C (tratamientos pregerminativos).

6.2.3.I Toma de datos:

6.2.3.I.a Porcentaje de emergencia:

Este se tomó a los 15 días de la siembra.

6.2.3.I.b Días a emerger:

Fue tomado el número de días que tardo en emerger el 80% del total de plántulas emergidas.

6.2.3.I.c Altura de plántulas:

A los 15 días de la siembra, se midieron las plántulas a partir del cuello del tallo hasta la hoja apical y se expreso en centímetros, al azar se seleccionó el 50% de las plántulas, del total de cada unidad experimental.

6.2.3.I.d Diámetro de plántulas:

Se midió en el cuello del tallo, 15 días después de la siembra, se expreso en milímetros, acá también se seleccionó el 50% del total de las plántulas de cada unidad experimental.

6.2.3.I.e Peso fresco de plántulas:

Se tomo en gramos a los 15 días después de la siembra, se peso la parte aérea de las plántulas de cada unidad experimental.

6.2.3.I.f Peso seco de plántulas:

Las plántulas pesadas en fresco, se introdujeron al horno a una temperatura de 60°C; durante 24 horas y luego se pesaron, se expreso en gramos.

6.2.3.J Transformación de datos:

Los datos de la variable porcentaje de emergencia se transformaron por el método Angular o Arcoseno. Los datos de la variable número de días a emerger se transformaron por el método de la Raíz Cuadrada.

6.2.3.K Análisis de datos:

A todas las variables se les efectuó un análisis de varianza (ANDEVA), utilizándose para las dos primeras variables los datos transformados y como en todos los casos se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos se efectuó la prueba múltiple de medias Tukey, para determinar estadísticamente los mejores tratamientos.

7. RESULTADOS

Como se indico en la metodología el experimento se dividió en tres fases, y dentro de cada una de ellas se hizo un análisis estadístico de los tratamientos pregerminativos seleccionados previamente, y los resultados obtenidos en cada una de las fases, se presentan a continuación.

7.1 FASE I

En el análisis de varianza (ANDEVA), que se muestra en el cuadro 5, practicado al porcentaje de germinación de la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), obtenido de cada una de las combinaciones de los tratamientos del remojo en agua a temperaturas de 40; 50; 60 y 80°C, durante tiempos variables de 10; 30; 60; 120 y 240 segundos, y agua a 94°C, en tiempos de 10; 30; 60; 120; 240; 480; 960 y 1440 segundos, más un testigo (semilla sin tratamiento alguno), al 1% de significancia, puede observarse la diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual significa que al menos uno de los tratamientos estudiados produce un porcentaje de germinación diferente a los demás.

Cuadro 5: Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos de la combinación del remojo en agua a temperaturas de 40; 50; 60 y 80°C, durante tiempos de 10; 30; 60; 120 y 240 segundos, y agua a 94°C, en tiempos de 10; 30; 60; 120; 240; 480; 960 y 1440 segundos, más un testigo, en semilla de chipilín (Crotalaria spp.), utilizando datos transformados.

FUENTE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.01
TRATAMIENTO	28	5472.4262	195.44	10.88 * *	2.07
ERROR	58	1042.3133	17.97		
TOTAL	86	6514.7395			

COEFICIENTE DE VARIACION = 11%

Debido a que el anterior análisis presentó diferencia altamente significativa entre los tratamientos, se le efectuó la prueba múltiple de medias Tukey a un nivel de significancia del 1%, la que se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de germinación de 29 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.).

No.	TRATAMIENTO	GERMINACION INTERPRETACION	
		(%)	PRUEBA MEDIAS
1.	Agua a 94°C durante 60 segundos	68	a
2.	" " " 240 "	68	a
3.	" " " 120 "	62	a
4.	" " " 30 "	58	a
5.	" " " 960 "	57.33	a
6.	" " " 480 "	54	a
7.	" " " 1440 "	48.67	b
8.	" 80°C " 240 "	48	b
9.	" " " 30 "	44	c
10.	" 94°C " 10 "	44	c
11.	" 80°C " 120 "	42	c
12.	" " " 10 "	40.67	c
13.	" " " 60 "	39.33	d
14.	" 60°C " 30 "	36.67	d
15.	" 40°C " 30 "	36	e
16.	" " " 240 "	35.33	e
17.	" 60°C " 240 "	32.67	e
18.	" 40°C " 60 "	32	e
19.	" 60°C " 60 "	31.33	e
20.	" 50°C " 60 "	30	f
21.	" " " 30 "	29.33	f
22.	" " " 10 "	29.33	f
23.	" 40°C " 120 "	27.33	f
24.	" " " 10 "	27.33	f
25.	" 60°C " 120 "	26	g
26.	" 50°C " 240 "	26	g
27.	" " " 120 "	26	g
28.	Testigo (semilla sin tratamiento)	23.33	h
29.	Agua a 60°C durante 10 segundos	22	i

Como se puede observar en el cuadro anterior, la semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.) responde de una buena forma a la escarificación con agua caliente, lo que indica que dicha semilla posiblemente posee una testa relativamente dura o bien y algún tipo de inhibidor. El agua caliente ablandó la semilla, para que esta absorbiera agua y pudiese germinar, reduciéndose así el

tiempo de la germinación por medio del ablandamiento indicado y por la expansión del embrión que se dio dentro de la semilla.

Además se nota que el someter la semilla en agua a temperatura de 94°C, proporcionó los mejores resultados, variando estos de acuerdo al tiempo que fue sumergida la semilla en el agua caliente. Los mejores tiempos que se presentan en este cuadro son los de 60 y 240 segundos; con el más alto porcentaje de germinación, seguido de los tiempos de 120; 30; 960 y 480 segundos, pero se presentó un decrecimiento en el porcentaje de germinación.

De manera general se puede decir que al aumentar de 240 segundos, el tiempo de sumergir la semilla en agua a 94°C, entonces disminuye el porcentaje de germinación debido a que un mayor tiempo, daña el embrión de la semilla. Así como un tiempo menor de 60 segundos, no es suficiente para ablandar la testa de esta semilla y por último de acuerdo a la temperatura, una menor a 94 °C, no es suficiente para ablandar la semilla.

Los tratamientos 1; 2; 3; 4; 5 y 6, presentaron un porcentaje de germinación estadísticamente igual y a la vez este porcentaje es el mejor entre los 29 estudiados y debido a que únicamente en estos tratamientos se supera el 60% de germinación y/o se presenta estadísticamente igual, se ingresaron a la fase II, y comparando los porcentajes de germinación de estos tratamientos, con el porcentaje de germinación de la semilla sin ningún tratamiento (testigo) el cual es de 23.33%, se nota claramente una gran diferencia entre ellos.

En el análisis de varianza (ANDEVA), que se muestra en el cuadro 7, practicado al porcentaje de germinación de la semilla de chipilín (Crotalaria spp.) obtenido de los tratamientos del remojo en agua caliente a temperaturas de 40; 50; 60; 80 y 94°C, durante 30 segundos, luego enfriamiento en agua a temperatura ambiente; más un testigo, al 1% de significancia, puede observarse la diferencia altamente significativa entre tratamientos, lo cual

indica que al menos uno de los tratamientos estudiados produce un porcentaje de germinación diferente a los demás.

Cuadro 7: Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos del remojo en agua a temperaturas de 40; 50; 60; 80 y 94°C. durante 30 segundos, luego enfriamiento en agua a temperatura ambiente, además de un testigo en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), utilizando datos transformados.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.01
TRATAMIENTOS	5	981.39	196.278	10.74 * *	5.06
ERROR	12	219.27	18.272		
TOTAL	17	1200.66			

COEFICIENTE DE VARIACION = 12.5

Debido a que el anterior análisis presento diferencia altamente significativa entre tratamientos, se le efectuó la prueba múltiple de medias Tukey, a un nivel de significancia del 1%, la que se presenta en el cuadro 8.

Cuadro 8: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de germinación de 6 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.).

No.	TRATAMIENTO	GERMINACION (%)	INTERPRETACION PRUEBA MEDIAS
1.	Agua a 94°C, 30 seg. + agua temp. amb.	58	a
2.	" 50°C, " " " "	32.67	a
3.	" 40°C, " " " "	28	b
4.	" 80°C, " " " "	27.33	b
5.	" 80°C, " " " "	26.67	b
6.	Testigo (semilla sin tratamiento)	19.33	b

En el cuadro 8 se puede notar que la semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.) respondió de una forma que al aumentar la temperatura del agua en que se sumerge la semilla y luego se enfría bruscamente con agua a temperatura ambiente, aumento el porcentaje de germinación, lo cual indica que la semilla posiblemente posee un tegumento duro e impermeable al agua pero

que el embrión es posible que no se encontraba latente, porque de lo contrario hubiese aumentado el porcentaje de germinación, ya que al sumergir la semilla en agua caliente, dicha semilla se ablanda y a la vez se expande para luego en el enfriamiento se contrae, ayudando a romper la latencia de del embrión.

Así como además se observa que los tratamientos 1 y 2, del cuadro 8, presentan un porcentaje de germinación estadísticamente igual y a la vez dicho porcentaje es el mejor entre los 6 estudiados y es superior que el testigo. Y como ningún tratamiento superó el 60% de germinación, ninguno se ingreso a la fase II. Por último se dice que estos tratamientos no se recomiendan debido a que fueron superados por los del remojo en agua a 94°C, sin ningún enfriamiento posterior.

En el análisis de varianza (ANDEVA), que se muestra en el cuadro 9, practicado al porcentaje de germinación de la semilla de chipilín (Crotalaria spp.) obtenido de cada una de las combinaciones de los tratamientos del remojo en ácido Giberélico a concentraciones de 100; 200; 300; 400 y 500 ppm, durante 24 horas, además de un testigo. Al 1% de significancia, se observa que no existe ninguna diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica que todos los tratamientos estudiados, estadísticamente producen un porcentaje de germinación igual.

Cuadro 9: Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos del remojo en ácido Giberélico a concentraciones de 100; 200; 300; 400 y 500 ppm, durante 24 horas, además de un testigo, en semilla de chipilín (Crotalaria spp.), utilizando datos transformados.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.01
TRATAMIENTOS	5	89.15	17.83	0.77 ^N ^B	5.06
ERROR	12	276.47	23.04		
TOTAL	17	365.62			

COEFICIENTE DE VARIACION = 15.8

Debido a que el anterior análisis no presentó diferencia significativa entre tratamientos, no se le efectuó la prueba múltiple de medias Tukey, y únicamente se presentan las medias del porcentaje de germinación dentro del cuadro 10.

Cuadro 10: Medias de los porcentajes de germinación de los tratamientos del remojo en ácido Giberélico a concentraciones de 100; 200; 300; 400 y 500 ppm, durante 24 horas y además un testigo, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.).

No.	TRATAMIENTO	% DE GERMINACION
1.	Acido Giberélico a 500 ppm, durante 24 horas	30.66
2.	" " 300 ppm, " "	30
3.	" " 400 ppm, " "	26
4.	" " 200 ppm, " "	24
5.	Testigo (semilla sin tratamiento)	22.66
6.	Acido Giberélico a 100 ppm, durante 24 horas	22

Dentro del cuadro 10 se ve que los porcentajes de germinación de los tratamientos no superan en gran cantidad al porcentaje del testigo, lo cual se debe a que la semilla no se encuentra en estado de dormancia debido a la presencia de inhibidores, porque sino hubiese aumentado el porcentaje de germinación por la acción del ácido en la semilla. Y de acuerdo a que dentro de estos tratamientos no se superó el 60% de germinación no se ingresaron a la fase II.

En el análisis de varianza (ANDEVA) que se muestra en el cuadro 11, practicado al porcentaje de germinación de la semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), obtenido de cada una de las combinaciones de los tratamientos del ácido Sulfúrico a concentraciones de 20; 40; 60 y 80%; durante tiempos de 10; 30 y 60 segundos, además de un testigo. Al 1% de significancia, puede observarse la diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual significa que al menos uno de los tratamientos estudiados produce un porcentaje de germinación diferente a los demás.

Cuadro 11: Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos del ácido Sulfúrico a concentraciones de 20; 40; 60 y 80%, durante tiempos de 10; 30 y 60 segundos, además de un testigo, en semilla de chipilín (*Crotalaria spp.*), utilizando datos transformados.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.01
TRATAMIENTOS	12	977.72	81.48	4.17 * *	2.96
ERROR	26	508.42	19.55		
TOTAL	38	1486.14			

COEFICIENTE DE VARIACION = 13.8

Debido a que en el anterior análisis se presentó diferencia altamente significativa entre tratamientos, se le efectuó la prueba múltiple de medias Tukey, a un nivel de significancia del 1%, la que se presenta en el cuadro 12.

Cuadro 12: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de germinación de 13 tratamientos pregerminativos, de ácido Sulfúrico, en semilla de chipilín (*Crotalaria spp.*).

No.	TRATAMIENTO	GERMINACION (%)	INTERPRETACION PRUEBA MEDIAS
1.	Acido Sulfúrico al 40% durante 10 seg.	40.67	a
2.	" " 20% " "	38	a
3.	" " 80% " 60 seg.	37.33	a
4.	" " 20% " 30 "	34	a
5.	" " 60% " 10 "	32.67	a
6.	" " 80% " "	31.33	a
7.	" " 40% " 30 seg.	30.67	a
8.	" " 60% " 60 "	26	a
9.	" " 40% " "	24	a
10.	" " 60% " 30 seg.	23.33	a
11.	Testigo (semilla sin tratamiento)	22.67	a
12.	Acido Sulfúrico al 20% durante 60 seg.	18	a
13.	" " 80% " 30 "	14	b

Las semillas tratadas con ácido Sulfúrico no brindaron porcentajes de germinación de gran diferencia en relación al testigo, debido a que este tipo de escarificación no fue adecuada a la semilla de chipilín, de acuerdo a los resultados en el cuadro 12, ya que a una mayor concentración de ácido y mayor tiempo de

duración de sumergir la semilla, el porcentaje de germinación bajó, porque el ácido causó daños a la estructura de la semilla, al afectar la testa, como se ve en los resultados, una baja concentración de ácido Sulfúrico y menor tiempo del tratamiento, muestran los más altos porcentajes de germinación.

En el cuadro 12 se observa que de los tratamientos, ninguno supera el 60% de germinación, por lo que no se ingresaron a la fase II. Así también se nota que dentro del grupo que estadísticamente es igual y mejor el porcentaje de germinación, se encuentra el testigo, por lo que no es adecuado éste tipo de tratamiento.

Por último dentro de esta fase, debido a no tenerse tratamientos similares en cuanto al tipo de escarificación del raspado de la semilla, se analizó individualmente y después de hacerle los análisis de germinación a dicho tratamiento, se obtuvo un porcentaje de germinación de 70.77%, siendo el mayor porcentaje de germinación brindado de todos los tratamientos dentro de esta fase, así como fue el tratamiento con una germinación más uniforme, por lo que se ingreso a la fase II de esta investigación.

Como se indica, el raspado de la semilla fue el mejor tratamiento de los analizados, lo que indica que la semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.) posee un tipo de testa relativamente dura e impermeable al intercambio de agua y gases.

Los tratamientos seleccionados en esta fase de son:

1. Remojo en agua a 94°C, durante 60 segundos.
2. Remojo en agua a 94°C, durante 240 segundos.
3. Remojo en agua a 94°C, durante 120 segundos.
4. Remojo en agua a 94°C, durante 30 segundos.
5. Remojo en agua a 94°C, durante 960 segundos.
6. Remojo en agua a 94°C, durante 480 segundos.
7. Raspado de la semilla.

Tratamientos que obtuvieron una germinación mayor y/o estadísticamente igual a 60%, por lo que se ingresaron a la fase II.

7.2 FASE II

En esta fase se planteo un ensayo en el cual los tratamientos seleccionados en la fase I dentro de esta investigación, se evaluaron en un diseño experimental completamente al azar con 7 tratamientos y un testigo. La investigación se llevo a cabo en el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

En el análisis de varianza (ANDEVA), que se muestra en el cuadro 13, practicado al porcentaje de germinación de la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), obtenido de los tratamientos siguientes: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240; 480 y 960 segundos, raspado de la semilla y además un testigo. Al 1% de significancia, se nota la diferencia altamente significativa entre tratamientos, lo cual indica que al menos uno de los tratamientos estudiados produce un porcentaje de germinación diferente a los demás.

Cuadro 13: Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240; 480 y 960 segundos, raspado de la semilla y un testigo, en semilla de chipilín (Crotalaria spp.), utilizando datos transformados.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.01
TRATAMIENTOS	7	6587.23	941.03	110.06 * *	3.12
ERROR	40	342.12	8.55		
TOTAL	47	6929.35			

COEFICIENTE DE VARIACION = 6.28

Debido a que el anterior análisis presento diferencia altamente significativa entre los tratamientos, se le efectuó la

prueba múltiple de medias Tukey, a un nivel de significancia del 1%, la cual se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 14: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los porcentajes de germinación de 8 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.).

No.	TRATAMIENTO	GERMINACION (%)	INTERPRETACION PRUEBA MEDIAS
1.	Raspado de la semilla	89	a
2.	Agua a 94°C. durante 120 segundos	60.17	b
3.	" " " 240 "	57.67	b
4.	" " " 60 "	55	b
5.	" " " 30 "	50.5	b
6.	" " " 480 "	42.33	c
7.	" " " 960 "	42	c
8.	Testigo (semilla sin tratamiento)	20.5	d

El raspado de la semilla fue el mejor tratamiento de esta fase, indicando nuevamente que esta semilla es de una testa relativamente dura e impermeable al intercambio de agua y gases. por medio de éste tratamiento se rompe la testa de la semilla permitiendo así el paso de agua y gases para dentro y fuera de la semilla. De tal forma que el agua a 94°C, en tiempos no mayores de 240 segundos y no menores de 30 segundos, brindan un porcentaje de germinación adecuado a para éste tipo de semilla ya que el resultado del testigo se presenta relativamente bajo. El agua caliente ablandó la semilla del chipilín y permitió la entrada de agua para la germinación de la misma. El agua a 94°C en tiempos mayores de 240 segundos, posiblemente daña el embrión de la semilla.

En el cuadro 14 se observa que el tratamiento del raspado de la semilla: presenta el porcentaje de germinación estadísticamente mayor entre los 8 estudiados y por se este porcentaje mayor del 60%. se ingreso a la fase III, de esta investigación.

Los tratamientos con agua a 94°C, en tiempos de 120; 240; 60 y 30 segundos, muestran un porcentaje de germinación estadísticamente igual, ocupando el segundo lugar entre los 8

estudiados, y de acuerdo a que el porcentaje de germinación es mayor y/o estadísticamente igual al 60%, se ingresaron al igual que el primero a la siguiente fase.

En el último lugar se ubica el tratamiento No. 8, o sea el testigo del ensayo experimental, el cual presenta un porcentaje de germinación relativamente bajo, comparándolo con los resultados de los mejores tratamientos de esta fase, este testigo se descarta para su utilización en la fase III, debido a que en los análisis hechos en las primeras dos fases se demostró que no supera el 23% de germinación, por lo cual es inútil continuar trabajando con él.

Después del análisis de los porcentajes de germinación, dentro de esta fase, los tratamientos seleccionados para ingresar a la siguiente fase son:

1. Raspado de la semilla.
2. Remojo en agua a 94°C, durante 120 segundos.
3. Remojo en agua a 94°C, durante 240 segundos.
4. Remojo en agua a 94°C, durante 60 segundos.
5. Remojo en agua a 94°C, durante 30 segundos.

Estos tratamientos se ingresaron a la fase III, ya que superaron y/o estadísticamente se presentaron igual al 60% de germinación.

7.3 FASE III

Dentro de esta fase se realizó un ensayo experimental evaluándose los tratamientos seleccionados en la fase II, sometiéndose a interacciones con niveles de otros dos factores a estudiar, como lo son: 4 profundidades de siembra y 4 texturas de suelo. Se llevo a cabo a nivel de invernadero, utilizándose un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas.

En el cuadro 15, se muestra el resumen de los resultados de los análisis de varianza (ANDEVA), practicado a las diferentes

variables, como lo son: porcentaje de emergencia, días a emerger, altura de plántulas, diámetro de plántulas, el peso fresco y el peso seco de las plántulas de chipilín (Crotalaria spp.), todas ellas obtenidas de los siguientes tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín: raspado de la semilla, remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120 y 240 segundos, además de los otros dos factores; 4 texturas de suelo y 4 profundidades de siembra. Al 1% de significancia, puede observarse la diferencia altamente significativa entre los tratamientos, lo cual indica que al menos uno de los tratamientos estudiados produce un resultado diferente a los demás, para cada una de las variables analizadas.

Cuadro 15: Resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables estudiadas en 4 texturas de suelo, 4 profundidades de siembra y 5 tratamientos pregerminativos, en semilla de chipilín (Crotalaria spp.), utilizando datos transformados para las variables porcentaje de emergencia y días a emerger.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO DE LAS VARIABLES					
		% DE EMERGEN	DE DIAS A EMERGE	DE ALTURA	DIAMETRO	PESO FRESCO	SECO
REPETICION	2	0.6115	0.0002	0.0065	0.0015	0.5442	0.0145
FACTOR A	3	172.88**	0.0050**	8.7159**	0.9604**	24.277**	0.6316**
ERROR (a)	6	5.7040	0.0005	0.0216	0.0014	0.5596	0.0144
FACTOR B	3	379.12**	1.7736**	8.4568**	1.7134**	2.9076**	0.6011**
A x B	9	91.572**	0.0048**	0.7772**	0.1776**	2.2128**	0.1922**
ERROR (b)	24	2.5398	0.0004	0.0176	0.0109	0.2105	0.0050
FACTOR C	4	2338.1**	3.5476**	5.3779**	1.1883**	26.503**	0.7284**
A x C	12	77.439**	0.0020**	0.1887**	0.0275**	2.9214**	0.0858**
B x C	12	89.985**	0.0373**	0.1112**	0.0249**	1.0517**	0.2990**
A x B x C	36	44.475**	0.0045**	0.2124**	0.3120**	1.0671**	0.1561**
ERROR (c)	128	2.4644	0.0004	0.0153	0.0036	0.0446	0.0044
COEFICIENTE DE VARIACION (%)		3.67	0.78	2.96	4.3	6.68	8.39

Debido a que los análisis presentados en el cuadro 15, mostraron diferencias altamente significativa en los factores dobles y triples interacciones, se le efectuó la prueba múltiple de medias Tukey, a un nivel de significancia del 5%, a los resultados de la triple interacción para cada una de las variables

estudiadas, y estas pruebas con sus resultados se muestran en los cuadros siguientes.

Cuadro 16: Prueba múltiple de medias Tukey para la comparación de los porcentajes de emergencia de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

No.	TEXTURA DE SUELO	PROF. (mm)	TRATAMIENTO	EMERGENCIA (%)	INTERPRET. PRUEBA MEDIAS
1.	Franco arcilloso	6	Raspado	82.8	a
2.	Arenoso	3	"	76.79	b
3.	"	6	"	76.05	b
4.	Franco arcilloso	3	"	75.45	b
5.	"	24	"	75.45	b
6.	" arenoso	3	"	74.7	b
7.	Arcilloso	6	"	74.54	b
8.	Franco arcilloso	12	"	70.65	c
9.	Arcilloso	12	"	66.94	d
10.	Arenoso	12	"	65.28	d
11.	Franco arenoso	6	"	64.62	d
12.	Arcilloso	3	"	61.76	e
13.	Arenoso	6	Agua 94°C, 60 seg.	60.4	e
14.	Arcilloso	24	Raspado	57.99	f
15.	franco arenoso	12	"	57.99	f
16.	Arenoso	24	Agua 94°C, 60 seg.	57.13	g
17.	"	24	" " 30 "	55.23	h
18.	Franco arcilloso	3	" " 120 "	54	i
19.	" arenoso	12	" " 30 "	52.44	i
20.	arenoso	12	" " 30 "	52.09	j
21.	Franco arenoso	3	" " 30 "	50.7	k
22.	"	6	" " 30 "	48.95	l
23.	"	3	" " 60 "	48.78	l
24.	Arenoso	6	" " 30 "	48.6	l
25.	"	12	" " 60 "	48.08	l
26.	Franco arcilloso	3	" " 240 "	47.91	l
27.	"	3	" " 30 "	47.38	m
28.	Arcilloso	3	" " 60 "	47.03	m
29.	"	24	" " 60 "	46.69	m
30.	Franco arcilloso	6	" " 30 "	46.69	m
31.	"	12	" " 30 "	46.69	m
32.	" arenoso	6	" " 120 "	46.69	m
33.	" arcilloso	6	" " 60 "	45.99	m
34.	"	3	" " 60 "	45.29	n
35.	Arenoso	12	" " 240 "	44.8	ñ
36.	Arcilloso	12	" " 60 "	44.08	o
37.	Arenoso	3	" " 30 "	44.08	o
38.	Arcilloso	6	" " 60 "	43.91	p

Continuación cuadro 16:

39.	Franco arcilloso	6	Agua 94°C,	120	seg.	43.39	q
40.	" "	24	" "	30	"	43.39	q
41.	Arcilloso	24	" "	30	"	42.7	r
42.	franco arenoso	3	" "	120	"	42.7	r
43.	" "	6	" "	60	"	42.7	r
44.	Arenoso	6	" "	120	"	42.7	r
45.	Franco arcilloso	12	" "	60	"	42	s
46.	" arenoso	12	" "	120	"	42	s
47.	" arcilloso	24	" "	60	"	41.32	t
48.	Arcilloso	3	" "	30	"	40.91	u
49.	Franco arenoso	24	" "	60	"	40.63	v
50.	Arenoso	6	" "	240	"	40.63	v
51.	"	3	" "	60	"	39.95	w
52.	Arcilloso	6	" "	30	"	39.60	x
53.	Arenoso	12	" "	30	"	39.43	x
54.	Arcilloso	6	" "	120	"	38.92	y
55.	"	12	" "	30	"	38.75	y
56.	franco arenoso	6	" "	240	"	38.07	z
57.	" "	12	" "	60	"	38.07	z
58.	Arenoso	3	" "	240	"	37.4	a'
59.	Arcilloso	6	" "	240	"	36.72	b'
60.	"	24	" "	120	"	36.72	b'
61.	Franco arcilloso	24	" "	120	"	36.72	b'
62.	" "	24	" "	240	"	35.38	c'
63.	Arcilloso	3	" "	120	"	35.05	d'
64.	Franco arenoso	24	Raspado			34.72	d'
65.	Arenoso	3	Agua 94°C,	120	seg.	34.72	d'
66.	"	24	" "	120	"	34.72	d'
67.	Arcilloso	12	" "	120	"	34.05	c'
68.	"	12	" "	240	"	33.39	d'
69.	Franco arcilloso	6	" "	240	"	33.39	d'
70.	Arcilloso	3	" "	240	"	33.06	d'
71.	Franco arcilloso	12	" "	120	"	32.57	d'
72.	" arenoso	24	" "	30	"	32.57	d'
73.	" arcilloso	12	" "	240	"	31.27	e'
74.	" arenoso	3	" "	240	"	31.27	e'
75.	Arcilloso	24	" "	240	"	30.62	f'
76.	Arenoso	24	" "	240	"	30.62	f'
77.	Franco arenoso	12	" "	240	"	28.55	g'
78.	Arenoso	24	Raspado			28.55	g'
79.	Franco arenoso	24	Agua 94°C,	120	seg.	24.4	h'
80.	" "	24	" "	240	"	21.32	i'

En el cuadro 16 se observa que el tratamiento No. 1, presentó el mejor porcentaje de emergencia de todos los estudiados, en los tratamientos No. 2; 3; 4; 5; 6 y 7, el porcentaje de emergencia estadísticamente es igual y se encuentran en el segundo lugar de los analizados, seguidos del tratamiento No. 8, después los tratamientos No. 9; 10 y 11 los que son estadísticamente iguales, y así sucesivamente hasta llegar al tratamiento No. 80, el cual

brinda el más bajo porcentaje de emergencia de todos los estudiados.

se puede ver que en el suelo franco arcilloso la profundidad a que se sembró la semilla que brindó el mejor porcentaje de germinación, fue de 6 milímetros y el mejor tratamiento fue el de raspado de la semilla. En el suelo arenoso las profundidades a sembrar que brindaron los mejores resultados fueron las de 3 y 6 milímetros y el tratamiento mejor fue el raspado de la semilla. En el suelo franco arenoso la profundidad que brindó el mejor resultado fue la de 3 milímetros y el tratamiento mejor fue el raspado. En el suelo arcilloso la profundidad de los mejores resultados fue la de los 6 milímetros y al igual que en las tres texturas anteriores el mejor tratamiento pregerminativo fue el del raspado de la semilla. Por estos resultados se nota claramente que el tratamiento pregerminativo que brindó los mejores resultados en cada clase textural fue el raspado de la semilla y para las 4 clases texturales de suelo, las profundidades de siembra que obtuvieron los mejores resultados fueron las de 3 y 6 milímetros, siendo mejor manejable la de los 6 milímetros, debido a que a 3 milímetros a causa del agua de riego, la semilla queda muy superficial en el suelo.

Entre los mejores porcentajes de emergencia obtenidos en esta prueba, el tratamiento pregerminativo del raspado de la semilla fue constante para estos y la profundidad varía de 3 y 6 milímetros, siendo la textura del suelo el factor que varía entre los mencionados mejores porcentajes de emergencia, ya que se presentan las 4 clases texturales en los primeros lugares. Por lo que al raspar la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), y sembrarla a 6 milímetros de profundidad en cualquier clase textural de las cuatro estudiadas, se esperan obtener adecuados porcentajes de emergencia.

En las medias de los porcentajes de emergencia que se presentan agrupadas de acuerdo al tratamiento pregerminativo, profundidad de siembra y textura de suelo, que se presentan en el

cuadro 17, se pueden notar los resultados de las interacciones para cada uno de los tratamientos, en las profundidades sembradas y en cada una de las texturas de suelo.

Cuadro 17: Medias de los porcentajes de emergencia de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo, agrupadas de acuerdo a cada uno de estos factores.

TEXT. DE SUELO	PROF. (mm)	% DE EMERGENCIA DE LOS TRATAMIENTOS RASPADO AGUA 94°C, TIEMPOS DE (SEG.)					TOTALES	MEDIAS
		30	60	102	240			
ARCILLOSO	3	61.76	40.91	47.03	35.05	33.06	217.81	43.56
	6	74.54	39.60	43.91	38.92	36.72	233.69	46.74
	12	66.94	38.75	44.08	34.05	33.39	217.21	43.44
	24	57.99	42.7	46.69	36.72	30.62	214.72	42.94
								44.17
FRANCO	3	75.45	47.38	45.29	54	47.91	270.03	54.01
ARCILLOSO	6	82.8	46.69	45.99	43.39	33.39	252.26	50.45
	12	70.65	46.69	42	35.57	31.27	223.18	44.64
	24	75.45	43.39	41.32	36.72	35.38	232.26	46.45
								48.89
FRANCO	3	74.77	50.7	48.78	42.7	31.27	248.15	49.63
ARENOSO	6	64.62	48.95	42.7	46.69	38.07	241.03	48.21
	12	57.99	52.44	38.07	42	28.55	219.05	43.81
	24	34.72	32.57	40.63	24.4	21.32	153.64	30.73
								43.10
ARENOSO	3	76.79	44.08	39.95	37.72	37.4	235.94	47.19
	6	76.05	48.6	60.4	42.7	40.63	268.38	53.68
	12	65.28	52.09	48.08	34.43	44.6	244.48	48.90
	24	28.55	55.23	57.13	34.72	30.62	206.25	41.25
								47.76
TOTALES		1044.28	730.77	732.05	616.78	554.2		
MEDIAS		65.27	45.67	45.75	38.55	34.64		

De acuerdo al cuadro 17, de manera general se dice que la textura de suelo que brindó los más altos porcentajes de emergencia fue el suelo franco arcilloso, debido a que este retuvo mejor la humedad, así como éste suelo se encontraba más suelto, lo cual se puede notar en la Densidad Aparente del mismo (ver metodología) y así la plántula pudo emerger sin mayor esfuerzo. Seguidamente encontramos al suelo arenoso; acá no se retuvo en

gran cantidad la humedad, pero la consistencia de éste de acuerdo a la Densidad Aparente, el suelo es bastante suelto, por lo que la plántula emergió sin tener alguna resistencia en su contra. En el tercer lugar de los cuatro suelos se encuentra el arcilloso, en éste suelo si se retuvo la humedad pero debido a la compactación que posee, hubo resistencia de parte del suelo a la emergencia de las plántulas. Por último se sitúa al suelo franco arenoso en el cual no se retuvo la humedad y debido a la consistencia, comparado con el suelo arenoso, éste fue más resistente a la emergencia de las plántulas, por lo que brindó los resultados más bajos de emergencia en cuanto a texturas se refiere.

En el suelo arcilloso la profundidad que brindó los mejores resultados fue la de los 6 milímetros, esto debido a que a esta profundidad llegó más rápido la humedad de la superficie del suelo, la semilla responde y emerge rápidamente así como a esta profundidad el enraizamiento de las plántulas es más fácil. En el suelo franco arcilloso la mejor profundidad fue la de los 3 milímetros ya que esta textura retiene mejor la humedad en la superficie, que las otras texturas, pero a esta profundidad no es aconsejable sembrar la semilla de chipilín, ya que con el agua de riego, la semilla quedó muy superficial y posteriormente es difícil el enraizamiento de las plántulas. En el suelo franco arenoso la mejor profundidad fue la de los 3 milímetros y esto se debe a que fue la semilla que tubo contacto con el agua más rápidamente, pero no es aconsejable por las razones ya indicadas anteriormente. En el suelo arenoso la mejor profundidad fue la de los 6 milímetros, porque a esta profundidad además de las razones indicadas en la textura arcillosa, la semilla siempre se encuentra cubierta del substrato lo cual le permite abastecerse fácil y rápido de agua.

El mejor tratamiento pregerminativo fue el del raspado de la semilla, en el se rompió la cubierta relativamente dura e impermeable de la semilla y se permitió el paso del agua e intercambio de gases. El segundo fue el de agua a 94°C, durante 60 segundos, donde se ablandó la semilla para su germinación.

Cuadro 18: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de los días a emerger de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

No.	TEXTURA DE SUELO	PROF. (mm)	TRATAMIENTO	DIAS A EMERGER	INTERPRET. PRUEBA MEDIAS
1.	Arenoso	3	Raspado	3	a
2.	Franco arenoso	3	"	3	a
3.	" arcilloso	3	"	3	a
4.	Arenoso	6	"	4	b
5.	Franco arenoso	6	"	4	b
6.	" arcilloso	6	"	4	b
7.	Arcilloso	6	"	4	b
8.	"	6	"	4	b
9.	Arenoso	12	"	5	c
10.	Franco arenoso	12	"	5	c
11.	" arcilloso	24	"	5	c
12.	" "	12	"	5	c
13.	Arcilloso	24	"	5	c
14.	"	12	"	5	c
15.	Franco arenoso	24	"	6	d
16.	Arenoso	24	"	6	d
17.	"	3	Agua a 94°C, 120 seg.	6	d
18.	"	3	" " 60 "	6	d
19.	"	3	" " 30 "	6	d
20.	Franco arenoso	3	" " 120 "	6	d
21.	" "	3	" " 60 "	6	d
22.	" "	3	" " 30 "	6	d
23.	" arcilloso	24	" " 240 "	6	d
24.	" "	3	" " 120 "	6	d
25.	" "	3	" " 60 "	6	d
26.	" "	3	" " 30 "	6	d
27.	Arcilloso	3	" " 120 "	6	d
28.	"	3	" " 60 "	6	d
29.	"	3	" " 30 "	6	d
30.	Arenoso	6	" " 120 "	7	e
31.	"	6	" " 60 "	7	e
32.	"	6	" " 30 "	7	e
33.	"	3	" " 240 "	7	e
34.	Franco arenoso	6	" " 120 "	7	e
35.	" "	6	" " 60 "	7	e
36.	" "	6	" " 30 "	7	e
37.	" "	3	" " 240 "	7	e
38.	" arcilloso	6	" " 120 "	7	e
39.	" "	6	" " 60 "	7	e
40.	" "	6	" " 30 "	7	e
41.	Arcilloso	6	" " 60 "	7	e
42.	"	6	" " 120 "	7	e
43.	"	6	" " 30 "	7	e
44.	"	3	" " 240 "	7	e
45.	Arenoso	24	" " 240 "	8	f
46.	"	24	" " 120 "	8	f
47.	"	24	" " 60 "	8	f
48.	"	24	" " 30 "	8	f
49.	"	12	" " 240 "	8	f
50.	"	12	" " 120 "	8	f

Continuación cuadro 18:

51.	Arenoso	12	Agua a 94°C.	60	seg.	8	f
52.	"	12	"	30	"	8	f
53.	"	6	"	240	"	8	f
54.	franco arenoso	24	"	240	"	8	f
55.	"	24	"	120	"	8	f
56.	"	24	"	60	"	8	f
57.	"	24	"	30	"	8	f
58.	"	12	"	240	"	8	f
59.	"	12	"	120	"	8	f
60.	"	12	"	60	"	8	f
61.	"	12	"	30	"	8	f
62.	"	6	"	240	"	8	f
63.	arcilloso	24	"	240	"	8	f
64.	"	24	"	120	"	8	f
65.	"	24	"	60	"	8	f
66.	"	24	"	30	"	8	f
67.	"	12	"	240	"	8	f
68.	"	12	"	120	"	8	f
69.	"	12	"	60	"	8	f
70.	"	12	"	30	"	8	f
71.	"	6	"	240	"	8	f
72.	Arcilloso	24	"	240	"	8	f
73.	"	24	"	120	"	8	f
74.	"	24	"	60	"	8	f
75.	"	24	"	30	"	8	f
76.	"	12	"	240	"	8	f
77.	"	12	"	120	"	8	f
78.	"	12	"	60	"	8	f
79.	"	12	"	30	"	8	f
80.	"	6	"	240	"	8	f

En el cuadro 18 se ve que el menor número de días a emerger se obtuvo del raspado de la semilla, sembrándola a 3 milímetros, para las texturas arenosa, franco arenosa y franco arcillosa.

Dentro del menor número de días a emerger, en el suelo arcilloso hubo diferencia de un día, en la profundidad de los 3 milímetros, lo cual se debe a que la semilla encontró dificultad en la compactación superficial del suelo, por lo que en esta textura la semilla tardó más en emerger debido a la fuerza que ejerció en contra de la resistencia del suelo.

Las plántulas que emergieron rápidamente son las de los 3 milímetros de profundidad, donde llegó fácil y rápido el agua, luego de germinar la semilla, las plántulas llegaron a la superficie en menor tiempo que las más profundas, ya que esta semilla quedó superficialmente en el suelo, pudiéndose decir que emergieron el mismo día de su germinación.

Cuadro 19: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación de alturas de las plántulas, de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria spp.*), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

No.	TEXTURA DE SUELO	PROF. (mm)	TRATAMIENTO	ALTURA (cm)	INTERPRET. PRUEBA MEDIAS
1.	Franco arcilloso	6	Raspado	5.6	a
2.	"	12	"	5.47	a
3.	"	6	Agua 94°C, 120 seg.	5.23	b
4.	"	6	" " 30 "	5.20	b
5.	"	3	" " 120 "	5.73	b
6.	Arcilloso	6	Raspado	5.1	b
7.	Franco arcilloso	6	Agua 94°C, 60 seg.	5.1	b
8.	" arenoso	6	raspado	5.1	b
9.	" arcilloso	3	Agua 94°C, 60 seg.	5.03	c
10.	"	3	Raspado	5.03	c
11.	"	6	Agua 94°C, 240 seg.	4.97	d
12.	"	12	" " 240 "	4.97	d
13.	"	6	" " 240 "	4.83	e
14.	Arcilloso	12	Raspado	4.8	e
15.	"	12	Agua 94°C, 240 seg.	4.77	e
16.	Franco arcilloso	3	" " 240 "	4.77	e
17.	Arenoso	6	Raspado	4.77	e
18.	Franco arenoso	6	Agua 94°C, 120 seg.	4.63	f
19.	Arcilloso	12	" " 120 "	4.6	f
20.	Franco arcilloso	12	" " 120 "	4.6	f
21.	Arcilloso	6	" " 240 "	4.53	f
22.	"	3	Raspado	4.5	f
23.	"	6	Agua 94°C, 120 seg.	4.5	f
24.	"	24	Raspado	4.5	f
25.	Franco arenoso	3	"	4.5	f
26.	"	12	Agua 94°C, 240 seg.	4.5	f
27.	"	12	Raspado	4.5	f
28.	Arcilloso	24	Agua 94°C, 240 seg.	4.47	g
29.	Arenoso	6	" " 240 "	4.47	g
30.	Arcilloso	12	" " 60 "	4.43	h
31.	Franco arenoso	12	" " 120 "	4.43	h
32.	"	6	" " 60 "	4.4	h
33.	Arenoso	6	" " 120 "	4.4	h
34.	Franco arcilloso	24	Raspado	4.37	i
35.	Arcilloso	24	Agua 94°C, 120 seg.	4.33	j
36.	Arenoso	6	" " 60 "	4.3	j
37.	Franco arenoso	3	" " 240 "	4.2	k
38.	"	24	raspado	4.2	k
39.	Arcilloso	3	Agua 94°C, 240 seg.	4.17	l
40.	Franco arcilloso	12	" " 60 "	4.17	l
41.	" arenoso	12	" " 60 "	4.17	l
42.	"	12	" " 30 "	4.1	m
43.	"	24	" " 60 "	4.1	m
44.	Arenoso	12	Raspado	4.1	m
45.	Arcilloso	12	Agua 94°C, 30 seg.	4.07	m
46.	Franco arcilloso	24	" " 240 "	4.07	m
47.	Arenoso	3	Raspado	4.03	n
48.	Arcilloso	3	Agua 94°C, 120 seg.	4	n
49.	Arcilloso	6	" " 60 "	4	n

Continuación cuadro 19:

50.	Franco arcilloso	12	Agua 94°C.	30	"	4	n
51.	" arenoso	3	" "	120	"	3.87	n
52.	Arenoso	6	" "	30	"	3.87	n
53.	Franco arenoso	6	" "	30	"	3.83	o
54.	" arcilloso	3	" "	30	"	3.8	o
55.	" "	24	" "	120	"	3.8	o
56.	Arcilloso	6	" "	30	"	3.77	o
57.	Franco arcilloso	24	" "	60	"	3.77	o
58.	" arenoso	24	" "	120	"	3.77	o
59.	Arenoso	12	" "	240	"	3.77	o
60.	Franco arenoso	3	" "	60	"	3.7	p
61.	" "	24	" "	30	"	3.7	p
62.	Arenoso	3	" "	240	"	3.7	p
63.	Arcilloso	3	" "	60	"	3.67	q
64.	Arenoso	3	" "	60	"	3.53	r
65.	"	12	" "	60	"	3.53	r
66.	"	12	" "	120	"	3.53	r
67.	Arcilloso	3	" "	30	"	3.5	r
68.	"	24	" "	30	"	3.5	r
69.	Franco arcilloso	24	" "	30	"	3.5	r
70.	" arenoso	24	" "	240	"	3.47	r
71.	Arenoso	24	Raspado			3.47	r
72.	"	12	Agua 94°C.	30	seg.	3.3	s
73.	"	24	" "	60	"	3.3	s
74.	Franco arenoso	3	" "	30	"	3.27	s
75.	Arenoso	24	" "	240	"	3.23	s
76.	"	3	" "	120	"	3.2	s
77.	"	24	" "	30	"	3.2	s
78.	"	24	" "	120	"	3.2	s
79.	Arcilloso	24	" "	60	"	3.03	t
80.	Arcilloso	3	" "	30	"	3.03	t

De acuerdo al cuadro 19, para las alturas de las plántulas, los resultados estuvieron basados en la textura del suelo ya que para los cuatro suelos la mejor altura la proporcionó el raspado de la semilla sembrada a 6 milímetros de profundidad. El suelo franco arcilloso brindó la mejor altura debido a que este retuvo mejor la humedad y las plántulas la aprovecharon para su crecimiento al igual que en el suelo arcilloso y franco arenoso, solo que en menor escala, por el contrario en el suelo arenoso la disponibilidad de agua fue menor por lo que las plántulas se desarrollaron escasamente.

Como se puede notar en cada uno de los mejores resultados de las texturas, la profundidad fue constante a 6 milímetros, profundidad que fue buena en el porcentaje de emergencia y una en las de menor número de días a emerger, por lo que tubo mayor tiempo para crecer y desarrollarse mejor que las demás.

Cuadro 20: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación del diámetro de plántulas, de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria spp.*), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

No.	TEXTURA DE SUELO	PROF. (MM)	TRATAMIENTO	DIAMETRO (mm)	INTERPRET. PRUEBA MEDIAS
1.	Franco arcilloso	6	Raspado	2	a
2.	"	12	"	2	a
3.	Arcilloso	6	"	1.9	b
4.	Franco arcilloso	3	"	1.87	b
5.	"	3	Agua 94°C, 120 seg.	1.8	c
6.	"	3	" 240 "	1.8	c
7.	Arcilloso	12	" 240 "	1.77	d
8.	"	12	Raspado	1.77	d
9.	Franco arcilloso	3	Agua 94°C, 60 seg.	1.77	d
10.	" arenoso	6	Raspado	1.77	d
11.	" arcilloso	6	Agua 94°C, 120 seg.	1.73	d
12.	"	6	" 30 "	1.7	e
13.	"	6	" 60 "	1.67	f
14.	"	6	" 240 "	1.67	f
15.	" arenoso	6	" 120 "	1.67	f
16.	" arenoso	6	" 240 "	1.67	f
17.	Arenoso	6	Raspado	1.67	f
18.	Arcilloso	6	Agua 94°C, 240 seg.	1.63	g
19.	"	12	" 120 "	1.63	g
20.	Franco arcilloso	3	" 240 "	1.63	g
21.	Arcilloso	12	" 60 "	1.6	h
22.	Franco arcilloso	12	" 120 "	1.6	h
23.	Arcilloso	6	" 120 "	1.57	i
24.	Arenoso	6	" 120 "	1.57	i
25.	"	6	" 240 "	1.57	i
26.	Franco arenoso	12	" 240 "	1.53	j
27.	"	12	Raspado	1.53	j
28.	Arcilloso	3	"	1.5	k
29.	"	12	Agua 94°C, 30 seg.	1.5	k
30.	Franco arenoso	3	Raspado	1.5	k
31.	"	12	Agua 94°C, 120 seg.	1.5	k
32.	Arenoso	6	" 60 "	1.5	k
33.	Arcilloso	24	Raspado	1.47	l
34.	Franco arcilloso	24	"	1.47	l
35.	" arenoso	6	Agua 94°C, 60 seg.	1.43	m
36.	Arcilloso	6	" 60 "	1.4	n
37.	Franco arenoso	3	" 240 "	1.4	n
38.	"	12	" 60 "	1.4	n
39.	Arenoso	3	Raspado	1.4	n
40.	"	12	"	1.4	n
41.	Arcilloso	24	Agua 94°C, 240 seg.	1.37	ñ
42.	Franco arcilloso	12	" 60 "	1.37	ñ
43.	" arenoso	24	Raspado	1.37	ñ
44.	"	24	Agua 94°C, 60 seg.	1.33	o
45.	Arcilloso	3	" 240 "	1.3	p
46.	"	24	" 120 "	1.3	p
47.	Franco arcilloso	24	" 240 "	1.3	p
48.	Franco arenoso	3	" 120 "	1.3	p
49.	Franco arenoso	12	" 30 "	1.3	p

Continuación cuadro 20:

50.	Arenoso	6	Agua 94°C.	30	seg.	1.3	D
51.	"	12	" "	240	"	1.3	D
52.	Arcilloso	3	" "	120	"	1.27	Q
53.	Franco arcilloso	12	" "	30	"	1.27	Q
54.	Arenoso	3	" "	240	"	1.23	R
55.	Franco arcilloso	3	" "	30	"	1.2	S
56.	" "	24	" "	60	"	1.2	S
57.	" "	24	" "	120	"	1.2	S
58.	" arenoso	3	" "	60	"	1.2	S
59.	" "	6	" "	30	"	1.2	S
60.	" "	24	" "	120	"	1.2	S
61.	" "	24	" "	240	"	1.2	S
62.	Arenoso	12	" "	60	"	1.2	S
63.	"	12	" "	120	"	1.2	S
64.	"	24	Raspado			1.2	S
65.	Arcilloso	6	Agua 94°C.	30	seg.	1.17	t
66.	Franco arenoso	24	" "	30	"	1.17	t
67.	Arenoso	3	" "	60	"	1.17	t
68.	Arcilloso	3	" "	60	"	1.13	u
69.	Arenoso	3	" "	120	"	1.1	u
70.	"	12	" "	30	"	1.1	u
71.	"	24	" "	60	"	1.1	u
72.	Franco arenoso	3	" "	30	"	1.07	v
73.	Arenoso	24	" "	240	"	1.07	v
74.	"	24	" "	120	"	1.07	v
75.	Arcilloso	3	" "	30	"	1.03	w
76.	"	24	" "	30	"	1.03	w
77.	Arenoso	24	" "	30	"	1.03	w
78.	Arcilloso	24	" "	60	"	1	x
79.	Franco arenoso	24	" "	30	"	1	x
80.	Arenoso	24	" "	30	"	0.9	y

En el cuadro 20 se nota que el mayor diámetro de las plántulas en cada una de las texturas se obtuvo del raspado de la semilla, sembrada a 6 milímetros de profundidad. El suelo franco arcilloso brindó los mayores diámetros porque éste retuvo mejor la humedad y las plántulas la aprovecharon para su crecimiento y desarrollo, seguidamente esta el suelo arcilloso, luego el franco arenoso, en los que se dio un proceso similar pero con menor intensidad: por último se encuentra el suelo arenoso en el cual la disponibilidad de agua fue menor por lo que las plántulas se desarrollaron escasamente, mostrándose menos vigorosas.

La profundidad de los 6 milímetros fue la mejor porque acá la plántula emergió más rápido en comparación con las de mayor profundidad, teniendo más tiempo para su crecimiento y desarrollo, acá el enraizamiento fue fácil comparándose con la profundidad de los 3 milímetros.

Cuadro 21: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación del peso fresco de plántulas, de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

No.	TEXTURA DE SUELO	PROF. (mm)	TRATAMIENTO	PESO (g)	INTERPRET. PRUEBA MEDIAS
1.	Franco arcilloso	6	Raspado	6.97	a
2.	"	3	"	6.5	b
3.	"	12	"	6.34	b
4.	"	24	"	5.97	c
5.	Arcilloso	6	"	5.32	d
6.	"	24	"	4.74	e
7.	Franco arcilloso	24	Agua 94°C, 30 seg.	4.73	e
8.	Arenoso	6	Raspado	4.57	e
9.	Franco arcilloso	3	Agua 94°C, 120 seg.	4.56	e
10.	"	6	" 60 "	4.31	f
11.	Arcilloso	12	Raspado	4.27	f
12.	Arenoso	3	"	4.22	g
13.	Franco arenoso	6	"	4.16	g
14.	" arcilloso	3	Agua 94°C, 240 seg.	4.09	g
15.	Arenoso	12	Raspado	4.09	g
16.	Franco arcilloso	24	Agua 94°C, 240 seg.	4.06	g
17.	Arenoso	6	" " 60 "	3.91	h
18.	"	12	" " 30 "	3.85	i
19.	"	12	" " 240 "	3.69	j
20.	Franco arcilloso	3	" " 30 "	3.62	j
21.	"	6	" " 30 "	3.61	j
22.	"	3	" " 60 "	3.57	k
23.	Arenoso	24	" " 30 "	3.49	l
24.	Arcilloso	12	" " 60 "	3.47	l
25.	Franco arcilloso	6	" " 120 "	3.46	l
26.	" arenoso	3	" " 60 "	3.39	m
27.	Arcilloso	3	Raspado	3.37	m
28.	Franco arenoso	3	Agua 94°C, 30 seg.	3.3	n
29.	"	3	Raspado	3.3	n
30.	" arcilloso	12	Agua 94°C, 60 seg.	3.27	ñ
31.	Arenoso	6	" " 30 "	3.26	ñ
32.	Franco arcilloso	12	" " 30 "	3.21	o
33.	" arenoso	6	" " 120 "	3.21	o
34.	" arcilloso	24	" " 60 "	3.14	p
35.	" arenoso	6	" " 60 "	3.1	p
36.	" arcilloso	6	" " 240 "	3.04	q
37.	Arenoso	12	" " 60 "	2.99	q
38.	Franco arenoso	12	Raspado	2.96	r
39.	Arenoso	3	Agua 94°C, 240 seg.	2.9	s
40.	Arcilloso	12	" " 30 "	2.88	t
41.	"	6	" " 240 "	2.83	u
42.	"	3	" " 60 "	2.82	u
43.	"	24	" " 30 "	2.82	u
44.	Franco arenoso	6	" " 60 "	2.8	u
45.	Arenoso	6	" " 120 "	2.72	v
46.	"	24	" " 60 "	2.7	v
47.	Arcilloso	12	" " 120 "	2.67	w
48.	Franco arenoso	12	" " 30 "	2.65	w
49.	Arenoso	12	" " 120 "	2.62	x

Continuación cuadro 21:

50.	Arenoso	24	Agua 94°C,	240	seg.	2.62	x
51.	Arcilloso	3	" "	30	"	2.6	x
52.	"	24	" "	120	"	2.6	x
53.	"	24	" "	60	"	2.58	x
54.	Franco arcilloso	12	" "	120	"	2.58	x
55.	Arcilloso	6	" "	30	"	2.55	y
56.	Franco arenoso	12	" "	120	"	2.55	y
57.	Arenoso	6	" "	240	"	2.5	z
58.	"	24	" "	120	"	2.5	z
59.	Arcilloso	24	" "	240	"	2.39	a'
60.	Franco arenoso	24	" "	60	"	2.38	a'
61.	Arenoso	3	" "	30	"	2.38	a'
62.	Arcilloso	3	" "	120	"	2.37	a'
63.	Franco arenoso	6	" "	240	"	2.37	a'
64.	Arcilloso	6	" "	120	"	2.32	b'
65.	Franco arcilloso	12	" "	240	"	2.39	b'
66.	" arenoso	3	" "	120	"	2.28	b'
67.	Arcilloso	6	" "	60	"	2.22	c'
68.	Franco arenoso	12	" "	60	"	2.22	c'
69.	Arcilloso	12	" "	240	"	2.17	d'
70.	Arenoso	24	Raspado			2.15	d'
71.	Franco arenoso	12	Agua 94°C,	240	seg.	2.14	d'
72.	" "	24	" "	240	"	2.14	d'
73.	" arcilloso	24	" "	120	"	2.13	d'
74.	" arenoso	24	Raspado			2.12	d'
75.	Arenoso	3	Agua 94°C,	30	seg.	1.86	e'
76.	Franco arenoso	24	" "	30	"	1.77	f'
77.	Arcilloso	3	" "	240	"	1.75	f'
78.	Arenoso	3	" "	120	"	1.75	f'
79.	Franco arenoso	24	" "	120	"	1.62	g'
80.	" "	3	" "	240	"	1.51	g'

En el cuadro 21, vemos que el mayor peso fresco de las plántulas, para cada textura, se obtuvo del raspado de la semilla, sembrándola a 6 milímetros. El suelo franco arcilloso fue la textura que brindó los mejores resultados, debido al igual que en la altura y el diámetro de plántulas, a que éste suelo tubo más humedad disponible a las plántulas, quienes tomaron el agua para crecer y desarrollarse, la mayoría del peso fresco contenido en cada plántula es agua por ello las plántulas más grandes fueron las más pesadas, de lo que a mayor tamaño de plántulas, mayor será el peso fresco y mayor contenido de agua dentro de la plántula, después se encuentra el suelo arcilloso en el cual se dio el mismo fenómeno solo que en menor escala, seguidamente se ubica el suelo arenoso y por último el franco arenoso, en cuyas texturas el agua disponible para las plántulas era menor. El suelo franco arcilloso mediante el raspado de la semilla superó a los otros suelos, en el peso fresco, en las 4 profundidades sembradas.

Cuadro 22: Prueba múltiple de medias Tukey, para la comparación del peso seco de plántulas, de 5 tratamientos pregerminativos en semilla de chipilín (*Crotalaria spp.*), sembrada a 4 profundidades en 4 clases texturales de suelo.

No.	TEXTURA DE SUELO	PROF. (mm)	TRATAMIENTO	PESO (g)	INTERPRET. PRUEBA MEDIAS
1.	Franco arenoso	6	Raspado	1.98	a
2.	"	3	Agua 94°C, 30 seg.	1.58	b
3.	" arcilloso	24	Raspado	1.47	c
4.	" arenoso	3	Agua 94°C, 60 seg.	1.25	d
5.	"	3	Raspado	1.23	d
6.	Arcilloso	24	"	1.16	e
7.	Arenoso	24	"	1.16	e
8.	"	24	Agua 94°C, 240 seg.	1.12	f
9.	Franco arcilloso	24	" 240 "	1.11	f
10.	Arenoso	12	Raspado	1.09	f
11.	"	3	"	1.08	g
12.	Franco arenoso	24	Agua 94°C, 240 seg.	1.05	g
13.	Arenoso	6	Raspado	1.04	g
14.	"	3	Agua 94°C, 60 seg.	1.03	g
15.	Franco arcilloso	6	" " 120 "	1	h
16.	Arenoso	3	" " 60 "	1	h
17.	Arcilloso	3	" " 30 "	0.95	i
18.	Arenoso	12	" " 240 "	0.95	i
19.	"	3	" " 240 "	0.93	i
20.	"	3	" " 30 "	0.92	j
21.	"	24	" " 120 "	0.92	j
22.	Franco arcilloso	6	Raspado	0.92	j
23.	Arenoso	6	Agua 94°C, 30 seg.	0.90	j
24.	"	12	" " 30 "	0.90	j
25.	Arcilloso	12	Raspado	0.88	j
26.	"	24	Agua 94°C, 30 seg.	0.87	k
27.	Franco arcilloso	3	" " 240 "	0.86	k
28.	Arenoso	3	" " 120 "	0.86	k
29.	"	6	" " 120 "	0.86	k
30.	"	24	" " 60 "	0.86	k
31.	Franco arenoso	24	Raspado	0.84	l
32.	Arcilloso	3	Agua 94°C, 60 seg.	0.8	m
33.	"	6	" " 240 "	0.8	m
34.	Franco arcilloso	3	" " 30 "	0.78	n
35.	Arcilloso	3	Raspado	0.77	n
36.	"	6	"	0.76	n
37.	Franco arenoso	12	Agua 94°C, 60 seg.	0.76	n
38.	"	12	" " 240 "	0.76	n
39.	Arcilloso	6	" " 120 "	0.74	n
40.	"	24	" " 240 "	0.74	n
41.	"	24	" " 120 "	0.72	n
42.	Franco arcilloso	3	Raspado	0.72	ñ
43.	Arenoso	6	Agua 94°C, 240 seg.	0.72	ñ
44.	Franco arcilloso	12	" " 60 "	0.71	ñ
45.	Arenoso	12	" " 60 "	0.71	ñ
46.	Arcilloso	12	" " 240 "	0.70	o
47.	Arenoso	24	" " 30 "	0.70	o
48.	Arcilloso	3	" " 120 "	0.69	p
49.	Franco arenoso	24	" " 120 "	0.68	q

Continuación cuadro 22:

50.	Arcilloso	6	Agua 94°C,	30	seg.	0.67	q
51.	Franco arenoso	6	" "	60	"	0.67	q
52.	" arcilloso	24	" "	120	"	0.66	r
53.	" arenoso	6	" "	30	"	0.66	r
54.	Arenoso	12	" "	120	"	0.66	r
55.	Arcilloso	12	" "	30	"	0.65	r
56.	"	6	" "	60	"	0.64	s
57.	Franco arcilloso	12		Raspado		0.64	s
58.	" "	3	Agua 94°C,	120	seg.	0.63	t
59.	" "	3	" "	60	"	0.62	t
60.	" arenoso	3	" "	240	"	0.62	t
61.	" arcilloso	6	" "	240	"	0.61	u
62.	" arenoso	12		Raspado		0.61	u
63.	" "	3	Agua 94°C,	120	seg.	0.6	u
64.	" "	12	" "	30	"	0.6	u
65.	" arcilloso	6	" "	60	"	0.59	v
66.	" "	6	" "	30	"	0.58	v
67.	" "	24	" "	60	"	0.58	v
68.	Arcilloso	12	" "	60	"	0.56	v
69.	Franco arcilloso	24	" "	30	"	0.56	v
70.	" arenoso	24	" "	30	"	0.53	w
71.	Arcilloso	24	" "	60	"	0.51	w
72.	Franco arenoso	6	" "	120	"	0.48	x
73.	" "	6	" "	240	"	0.48	x
74.	" "	12	" "	120	"	0.46	x
75.	" "	24	" "	60	"	0.46	x
76.	Arcilloso	12	" "	120	"	0.41	y
77.	"	3	" "	240	"	0.40	y
78.	Franco arcilloso	12	" "	120	"	0.40	y
79.	" "	12	" "	30	"	0.33	z
80.	" "	12	" "	240	"	0.27	a'

Dentro del cuadro 22, notamos que el peso seco de plántulas fue mayor en el suelo franco arenoso a una profundidad de siembra de 6 milímetros, raspando la semilla previamente. En las texturas arcillosa, arenosa y franco arcillosa; el mejor peso seco se obtuvo también con el raspado de la semilla con la diferencia que la profundidad mejor fue la de los 24 milímetros, estos resultados se deben a que las plántulas poseían menor cantidad de agua dentro de su componente celular, en base a los resultados del peso fresco ya que dicho peso fresco de estas profundidades fue menor al de profundidades de siembra menores, así como el suelo franco arenoso estuvo por debajo de las otras texturas.

De acuerdo a los mejores resultados del peso seco, obtenido en cada una de las texturas de suelo, se nota que el raspado de la semilla se mantiene constante entre ellas, variando la profundidad de siembra en la textura franco arenosa.

El resumen de los mejores resultados para cada una de las variables estudiadas dentro de la presente investigación, se presentan en el cuadro 23, en el se encuentran además de los mejores resultados que brindó la interacción en cada variable, los resultados que brindaron para las otras variables.

Cuadro 23: Relación de textura de suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), que brindaron los mejores resultados en cada una de las variables estudiadas.

TEXTURA DE SUELO	PROF. (mm)	TRATTO.	VARIABLES					
			EMERG. (%)	DIAS A EMERGER	ALTURA (cm)	DIAMETRO (mm)	PESO (g) FRESCO SECO	
F. ARCILLOSO	6	RASPADO	82.8	4	5.6	2	6.97	0.92
F. "	12	"	70.65	5	5.47	2	6.34	0.64
F. ARENOSO	3	"	76.79	3	4.03	1.4	4.22	1.08
F. ARENOSO	3	"	74.7	3	4.5	1.5	3.3	1.23
F. ARCILLOSO	3	"	75.45	3	5.03	1.87	6.5	0.72
F. ARENOSO	6	"	64.62	4	5.1	1.77	4.16	1.98

En el cuadro 23, se nota que en el suelo franco arcilloso, sembrando a 6 milímetros de profundidad la semilla de chipilín previamente raspada, fue la relación que brindó en el mayor número de variables los mejores resultados. El tratamiento pregerminativo que brindó los mejores resultados en todas las variables fue el raspado de la semilla, por parte de las profundidades de siembra estas varían de 3; 6 y 12 milímetros y los suelos son franco arcillosos, franco arenosos y arenosos.

En la variable más importante, porcentaje de emergencia, se puede notar que para los suelos, profundidades y el tratamiento del raspado, ningún resultado se encuentra debajo del 60% y para los días a emerger no se sobrepasan los 5 días, lo que indica que cualquiera de estas relaciones puede facilitar el establecimiento del cultivo. De acuerdo al menor número de días a emerger, las profundidades de siembra no se recomiendan, porque la semilla queda muy superficial, el agua las descubre y muchas veces las podría arrastrar, así como el enraizamiento se torna difícil y lento.

8. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo la presente investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos dentro de la misma, se llegó a las siguientes conclusiones.

- Si existe una relación entre la textura de suelo, profundidad de siembra y tratamiento pregerminativo en la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), que permite un porcentaje de emergencia adecuado, plántulas uniformes y vigorosas, para el establecimiento del cultivo, y esta relación es: el suelo franco arcilloso, a una profundidad de siembra de 6 milímetros y el raspado de la semilla, por lo que se cumple con el objetivo general de esta investigación y a la vez se aprueba la hipótesis planteada.
- Los mejores tratamientos pregerminativos, fueron los siguientes: raspado de la semilla y el remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120 y 240 segundos.
- La textura franco arcillosa, fue la que brindó los mejores resultados en: el porcentaje de emergencia, número de días a emerger, altura, diámetro y peso fresco de las plántulas.
- La profundidad de siembra de los 6 milímetros, fue la que brindó los mejores resultados en: el porcentaje emergencia altura, diámetro, peso fresco y peso seco de plántulas.
- El raspado de la semilla fue el tratamiento pregerminativo que brindo los mejores resultados en todas las variables: porcentaje de emergencia, número de días a emerger, altura, diámetro, peso fresco y peso seco de las plántulas.

9. RECOMENDACIONES

- En suelos de las siguientes texturas: arcillosa, franco arcillosa, franco arenosa y arenosa, raspar la semilla de chipilín (Crotalaria spp.) y sembrarla a 6 milímetros de profundidad.
- Se recomienda no utilizar la profundidad de los 3 milímetros, ya que la semilla queda muy superficial, es descubierta por el agua, en algunos casos arrastrada y además la plántula presenta problemas de enraizamiento.
- Realizar un estudio con el fin de obtener un método o métodos de raspado de la semilla de chipilín (Crotalaria spp.), ya que esta práctica se torna difícil de ejecutar.
- Realizar estudios con el propósito de evaluar los 5 tratamientos pregerminativos analizados en la fase III de esta investigación, y su respuesta en el campo definitivo del cultivo.
- Ejecutar estudios con el objeto de ensayar la utilización de métodos de raspado de la semilla del chipilín (Crotalaria spp.) y diferentes concentraciones de Giberelinas.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AZURDIA, C. et al. 1989. Contribuciones al conocimiento de los recursos fitogenéticos del chipilín (Crotalaria spp.) en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 12 p.
2. _____; GONZALES, M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 256 p.
3. _____. 1986. Situación actual y planes futuros en recursos fitogenéticos en Guatemala. Turrialba, C. R., Centro de Agricultura Tropical de Investigación y Enseñanza. 159 p.
4. CASTILLO M., M. R. 1991. Efecto de cuatro frecuencias de corte en chipilín (Crotalaria longirostrata Hook & Arn.) sobre el rendimiento foliar y el de proteína. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
5. CHACON, J. 1961. Bledos, moras, quiletes y chipilines. Agricultura de El Salvador (Salv.) 2(4):25-26.
6. COBON S., N. 1980. Caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de chipilín (Crotalaria spp.) nativos en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 170 p.
7. DEVLIN, R. 1980. Fisiología vegetal. Trad. Xavier Llimona Pages. España, Omega. p.471-488.
8. FLINTA, C. 1972. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma, FAO. Cuaderno forestal No. 11. p. 87-88.
9. GOMEZ B., R. 1985. Investigaciones sobre recursos fitogenéticos; aspectos alimenticios y nutricionales. In Reunión Sobre Recursos Fitogenéticos de Guatemala, (1., 1984, Guatemala). Memorias. Guatemala, INCAP, ICTA, USAC, FAG. p. 71.
10. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas geográfico nacional. Guatemala. Esc. 1:50000. s.p.
11. HARTMAN, H.; KESTER, D. 1982. Propagación de plantas, principios y prácticas. México, CECOSA. p. 124-215.
12. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (Gua.). 1961. Tabla de composición de alimentos de uso en América Latina. Guatemala. p. 29.

13. KAMRA, S. 1974. Seeds problem of some developing countries in Asia, Africa and Latin American and escope for international cooperation. Estocolmo, Suecia, Royal College of Forestry. p. 1-7; 37-42.
14. LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, D.F., Trillas. 270 p.
15. MARTINEZ A., V. 1984. Recolección y caracterización del germoplasma del chipilín (Crotalaria spp.) de la vertiente del pacífico de la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 223 p.
16. MEJIA A., A. 1980. Evaluación agronómica de 10 cultivares de chipilín (Crotalaria spp.) bajo dos sistemas de siembra en dos localidades de la cuenca del río Achiguate, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
17. MILLER, E. 1981. Fisiología vegetal. Trad. Francisco Latorre. México, UTEHA. p. 245-248.
18. MONTERROZO DE CACERES, E. 1986. Uso de métodos de escarificación para acelerar la germinación del chipilín (Crotalaria spp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
19. PADILLA, L. F. 1977. Análisis de germinación de teca (Tectona grandis L.) especie con grandes posibilidades de reforestación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69 p.
20. RODRIGUEZ R., F. et al. 1978. Aspectos de la medicina popular en el área rural de Guatemala. Guatemala Indígena (Gua.) 13(3-4):616.
21. ROJAS, M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. 2 ed. México, McGraw Hill. p. 92-97.
22. WEAVER, R. 1982. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. Agustin Cotin. México, Trillas. p. 173-204.
23. WILSON, C.; LOOMIS, W. 1980. Botánica. Trad. Irina de Cool. México, UTEHA. p. 333-336.
24. NOTOWIEC, P. 1983. Tratamientos sencillos para semillas forestales en viveros en Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, CATIE. 10 p.

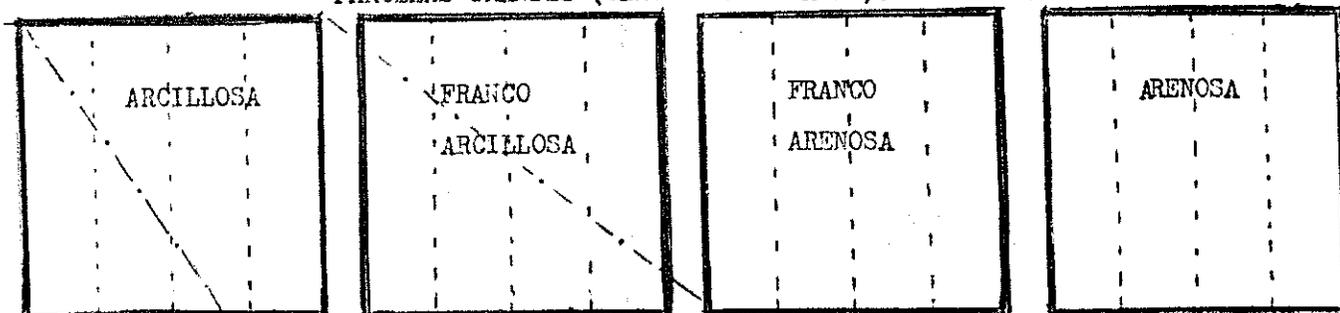
Yo. Bo. Quiam de la Boca



11. A P E N D I C E

APENDICE 1: Esquema de una repetición de la fase III.

PARCELAS GRANDES (CLASES TEXTURALES): FACTOR "A"



A 1 DIAMETRO DE LA SEMILLA

DE PROFUNDIDAD (3 mm)

2 DIAMETROS DE LA

SEMILLA DE PROFUNDIDAD (6 mm)

4 DIAMETROS DE LA

SEMILLA DE PROFUNDIDAD
(12 mm)

8 DIAMETROS DE LA

SEMILLA DE PROFUNDIDAD (24 mm)

SUBPARCELAS

(PROFUNDIDADES

DE SIEMBRA) :

FACTOR " B "

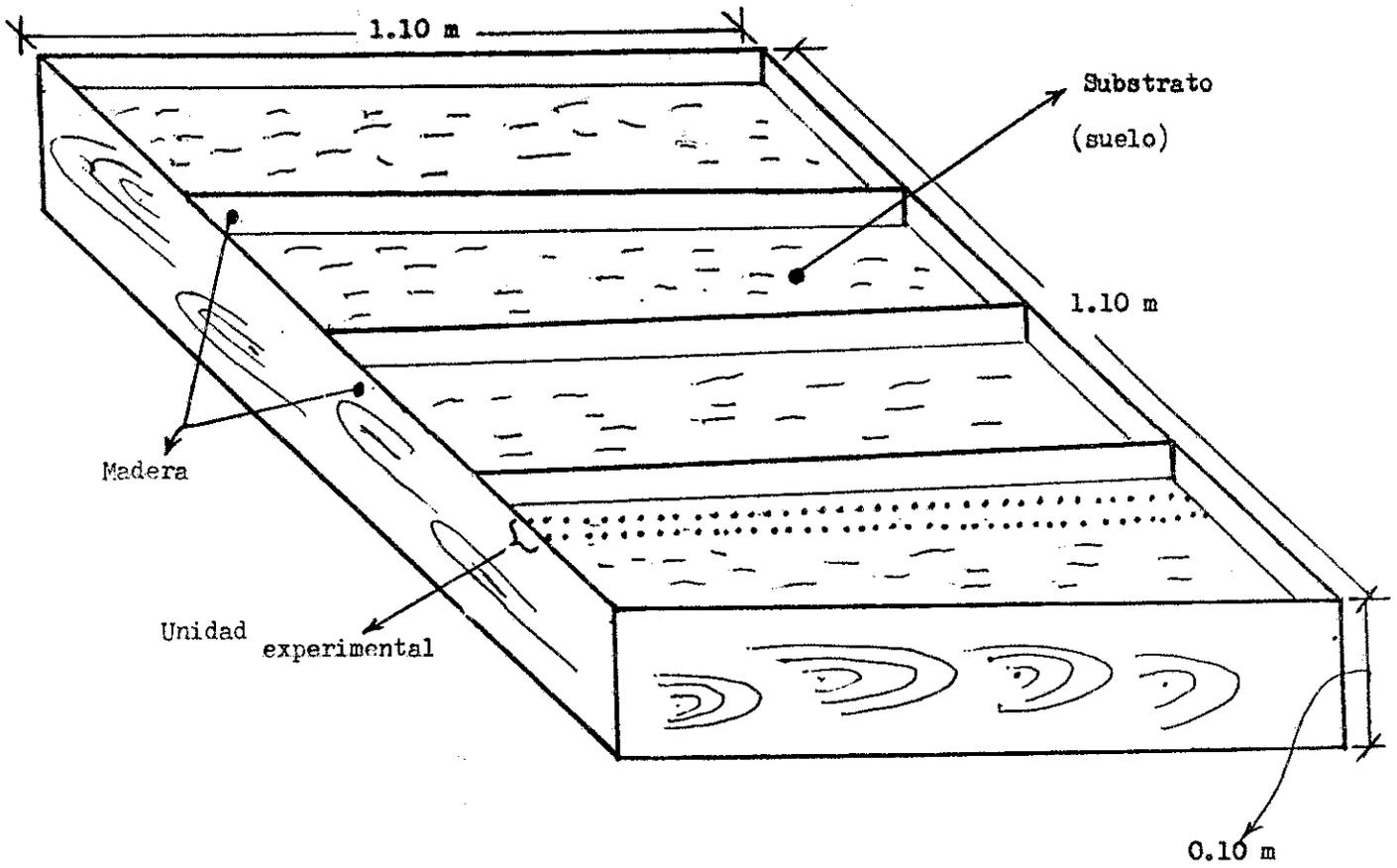
SUB-SUBPARCELAS (TRATAMIENTOS PRERGERMINATIVOS):
FACTOR " C "

TRATAMIENTOS SELECCIONADOS

EN LA FASE II:

Agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120 y 240 seg. Raspado de la semilla

APENDICE 2: Esquema de la caja utilizada como parcela grande.



APENDICE 3:

Cuadro 24"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el porcentaje de emergencia de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y el raspado, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo. Utilizando datos transformados.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	Pr>F
REPETICION	2	1.22308	0.61154		
TEXTURA DE SUELO	3	518.63250	172.87750	70.15**	0.0001
ERROR (a)	6	34.22425	5.70404		
PROF. DE SIEMBRA	3	1137.3535	379.11783	153.84**	0.0001
A x B	9	824.15117	91.57235	37.16**	0.0001
ERROR (b)	24	60.95533	2.53981		
TRAT. PREGERMINATIVO	4	9352.43808	2338.10952	948.77**	0.0001
A x C	12	929.26792	77.43899	31.42**	0.0001
B x C	12	1079.81525	89.98460	36.51**	0.0001
A x B x C	36	1601.09342	44.47482	18.05**	0.0001
ERROR (c)	128	315.4373	2.4644		
TOTAL	239	15854.5918			

APENDICE 4:

Cuadro 25"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el número de días a emerger de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y el raspado, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo. Utilizando datos transformados.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	Pr>F
REPETICION	2	0.0004508	0.0002254		
TEXTURA DE SUELO	3	0.0151350	0.0050450	11.36**	0.0001
ERROR (a)	6	0.0031025	0.0005171		
PROF. DE SIEMBRA	3	5.3209350	1.7736450	3993.2**	0.0001
A x B	9	0.0429550	0.0047728	1075 **	0.0001
ERROR (b)	24	0.0106600	0.0004442		
TRAT. PREGERMINATIVO	4	14.1903292	3.5375823	7987.1**	0.0001
A x C	12	0.0237275	0.0019773	4.45**	0.0001
B x C	12	0.4478775	0.0373231	84.03**	0.0001
A x B x C	36	0.1611325	0.0044759	10.08**	0.0001
ERROR (c)	128	0.0568533	0.0004442		
TOTAL	239	20.2731583			

APENDICE 5:

Cuadro 26"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para la altura de plántulas de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y el raspado, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	Pr>F
REPETICION	2	0.0130000	0.0065000		
TEXTURA DE SUELO	3	26.1476667	8.7158889	570.75**	0.0001
ERROR (a)	6	0.1293333	0.0215556		
PROF. DE SIEMBRA	3	25.3703333	8.4567778	553.79**	0.0001
A x B	9	6.9946667	0.7771852	50.89**	0.0001
ERROR (b)	24	0.4230000	0.0176250		
TRAT. PREGERMINATIVO	4	21.5116667	5.3779167	352.17**	0.0001
A x C	12	2.2640000	0.1886667	12.35**	0.0001
B x C	12	1.3346667	0.1112222	7.28 **	0.0001
A x B x C	36	7.6470000	0.2124167	13.91 **	0.0001
ERROR (c)	128	1.9546667	0.0152708		
TOTAL	239	93.790000			

APENDICE 6:

Cuadro 27"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el diámetro de plántulas de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y el raspado, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	Pr>F
REPETICION	2	0.00308333	0.00154167		
TEXTURA DE SUELO	3	2.88112500	0.96037500	263.42**	0.0001
ERROR (a)	6	0.00825000	0.00137500		
PROF. DE SIEMBRA	3	5.14012500	1.71337500	469.95**	0.0001
A x B	9	1.59837500	0.17759722	48.71**	0.0001
ERROR (b)	24	0.26200000	0.01091667		
TRAT. PREGERMINATIVO	4	4.75308333	1.18827083	325.93**	0.0001
A x C	12	0.32991667	0.02749306	7.54**	0.0001
B x C	12	0.29925000	0.02493750	6.84**	0.0001
A x B x C	36	1.12308333	0.03119676	8.56**	0.0001
ERROR (c)	128	0.4666667	0.0036458		
TOTAL	239	16.8649583			

APENDICE 7:

Cuadro 28"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el peso fresco de plántulas de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y el raspado, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	Pr>F
REPETICION	2	1.088418	0.544209		
TEXTURA DE SUELO	3	72.830922	24.276974	543.62**	0.0001
ERROR (a)	6	3.357742	0.559624		
PROF. DE SIEMBRA	3	8.722670	2.907557	65.11**	0.0001
A x B	9	19.915168	2.212796	49.55**	0.0001
ERROR (b)	24	5.052628	0.210526		
TRAT. PREGERMINATIVO	4	106.012804	26.503201	593.47**	0.0001
A x C	12	35.056342	2.921362	65.42**	0.0001
B x C	12	12.620893	1.051741	23.55**	0.0001
A x B x C	36	38.417357	1.067149	23.90**	0.0001
ERROR (c)	128	5.716267	0.044658		
TOTAL	239	308.791210			

APENDICE 8:

Cuadro 29"A": Análisis de varianza (ANDEVA) para el peso seco de las plántulas de los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua a 94°C, durante tiempos de 30; 60; 120; 240 segundos y el raspado, en semilla de chipilín (*Crotalaria* spp.), sembrada a 4 profundidades, en 4 clases texturales de suelo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	Pr>F
REPETICION	2	0.02905963	0.01452982		
TEXTURA DE SUELO	3	1.89474755	0.63158252	143.89**	0.0001
ERROR (a)	6	0.08671507	0.01445251		
PROF. DE SIEMBRA	3	1.80333521	0.60111174	136.95**	0.0001
A x B	9	1.73019454	0.19224389	43.80**	0.0001
ERROR (b)	24	0.11897530	0.00495730		
TRAT. PREGERMINATIVO	4	2.91368831	0.72842208	165.95**	0.0001
A x C	12	1.02946589	0.08578882	19.54**	0.0001
B x C	12	3.58865039	0.29905420	68.13**	0.0001
A x B x C	36	5.61874994	0.15607639	35.56**	0.0001
ERROR (c)	128	0.5618407	0.0043894		
TOTAL	239	19.3754225			



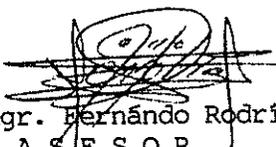
LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DE LA GERMINACION Y EMERGENCIA DE LA SEMILLA DE CHIPILIN
(Crotalaria spp.) SOMETIDA A VARIOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JOSE VIRGILIO BORRAYO CASTAÑEDA

CARNET No.: 8813227

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin
Ing. Agr. Ana Dolores Arévalo
Ing. Agr. Edgar Martínez

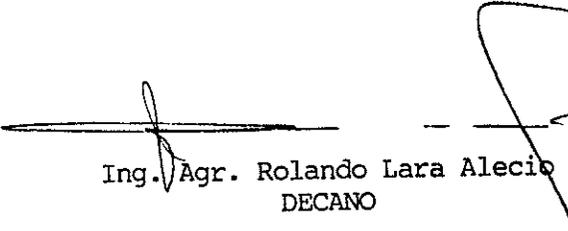
Los Asesores y la Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Fernando Rodríguez
A S E S O R


Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
DECANO



c.c. Control Académico
Archivo

FRB/kder

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770