

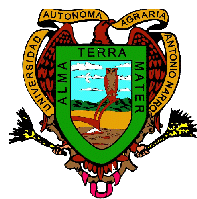
**TRATAMIENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MECÁNICOS PARA ROMPER LA
LATENCIA EN SEMILLA DE *Atriplex Nummularia* BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO E INVERNADERO.**

ERICK ARROYO RAMIREZ

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de:**

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**TRATAMIENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MECÁNICOS PARA ROMPER LA
LATENCIA EN SEMILLA DE *ATRIPLEX NUMMULARIA* BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO E INVERNADERO.**

TESIS

POR:

ERICK ARROYO RAMIREZ.

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y

aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

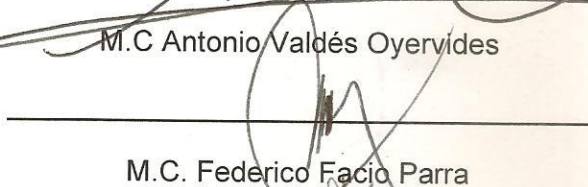
MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS.

COMITÉ PARTICULAR

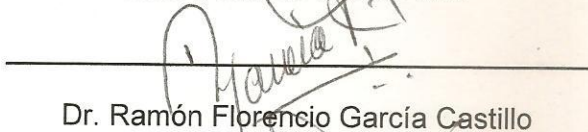
Asesor principal:


M.C. Antonio Valdés Oyervides

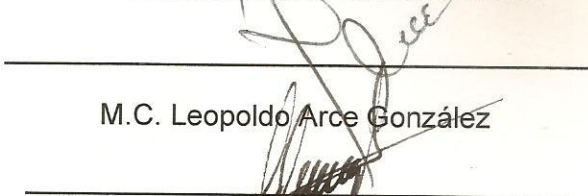
Asesor:


M.C. Federico Facio Parra

Asesor:


Dr. Ramón Florencio García Castillo

Asesor:


M.C. Leopoldo Arce González

Dr. Fernando Ruiz Zárate

Subdirector de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2014.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por su inmenso amor, por ser mi creador y estar conmigo siempre mostrándome su infinita misericordia.

A mi comité particular de asesoría, integrado por el **M.C Antonio Valdés Oyervides, M.C. Federico Facio Parra, Dr. Ramón Florencio García Castillo,** y el **M.C. Leopoldo Arce González,** por sus enseñanzas, por brindarme su amistad, por toda la comprensión y consideración hacia mí, siempre les estaré agradecido.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”,** por seguir formándome académicamente, dándome las herramientas necesarias para realzar su nombre.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT),** por haberme apoyado económicamente en mis estudios de posgrado.

A mis amigos y compañeros de posgrado del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Granos y Semillas, por el tiempo de convivencia que ahora serán bonitos recuerdos, ¡suerte a todos!

DEDICATORIAS

A mis padres, el Sr. Ramón Arroyo Domínguez y Sra. María Josefa Ramírez Vázquez, a ustedes por apoyarme en todo y confiar en mí, por estar siempre conmigo en mis alegrías y tristezas dándome amor, cariño, comprensión, sabios consejos y palabras de aliento, por ser mis mejores amigos, confidentes y un ejemplo de vida. Los amo. Que dios los bendiga.

A mis hermanas, Yesica, Virginia y Amairani Arroyo Ramírez, por el amor tan grande que nos tenemos, por sus consejos, cariño, confianza y por demostrarme que siempre puedo contar con ustedes.

A mi esposa Yanci Anílu Guzmán Roblero, por ser mi compañera de vida, por su apoyo, amor, cariño, comprensión y tiempo, por ser madre y padre de mis hijos en mis días de ausencia, porque a pesar de los obstáculos que nos pone la vida seguimos luchando juntos.

A los mejores regalos que dios me ha dado, Danna e Iann, mis dos pedacitos de cielo bajados hasta aquí para hacerme saber cuán grande es el amor de un padre, por ser mis motorcitos y la fuente de inspiración para lograr esta meta que es fruto de todo el sacrificio y sufrimiento pasado. ¡Los amo!

A todas las personas que de alguna manera han dejado huella en esta vida mía tan llena de su vida, ¡que dios los bendiga!

COMPENDIO

TRATAMIENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MECÁNICOS PARA ROMPER LA LATENCIA EN SEMILLA DE *Atriplex Nummularia* BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO E INVERNADERO.

POR

ERICK ARROYO RAMIREZ

MAESTRIA PROFESIONAL EN
TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. FEBRERO DE 2014.

MC. ANTONIO VALDEZ OYERVIDEZ---ASESOR---

Palabras clave: *Atriplex Nummularia, Escarificación, Germinación.*

Las semillas recién cosechadas del género *Atriplex* presentan latencia, lo cual es una desventaja tanto para su uso inmediato como para la evaluación de su calidad. Existen diferentes métodos para eliminar ésta característica. La presente investigación permitió conocer el efecto de cinco tratamientos y un testigo para eliminar este fenómeno y aumentar la

germinación; se utilizaron tratamientos físicos, químicos y mecánicos, aplicados a semilla de *Atriplex Nummularia* bajo condiciones de Laboratorio e Invernadero. Los tratamientos fueron Testigo (T1), Escarificación (T2), Remojo en H₂O por 48 horas (T3), H₂O a 60°C por 10 minutos (T4), KNO₃ al 0.2% por 10 minutos (T5) y H₂SO₄ a 140 ppm (T6); se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones; los tratamientos fueron sembrados en cajas Petri para laboratorio y en charolas germinadoras de Unicel para invernadero. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de germinación (G), Índice de velocidad de emergencia (IVE), Longitud media de plúmula (LP) y Longitud media de radícula (LR). Los resultados indicaron que en el T2 presento significancias altamente importantes al ser el tratamiento con mejores resultados en los dos ambientes estudiados. Como conclusiones se puede decir, que en general para esta especie, por lo tanto es el que se recomienda para romper latencia de la especie en analizada.

ABSTRACT

TREATMENT PHYSICAL, CHEMICAL AND MECHANICAL TO BREAK THE LATENCY IN SEED *Atriplex Nummularia* UNDER LABORATORY CONDITIONS AND GREENHOUSE

By

Erick Arroyo Ramírez

MAESTRIA PROFESIONAL EN TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. FEBRERO DE 2014.

MC. ANTONIO VALDEZ OYERVIDEZ---ASESOR---

Key words: *Atriplex Nummularia*, *scarification*, *Germination*.

The *Atriplex Nummularia* seeds just harvested show a noticeable state of latency, which as much constitutes a disadvantage for its immediate use as for the evaluation of its quality. Different methods exist to eliminate this one. The present research allowed to know the effect of six treatments that helped to

eliminate this phenomenon and consequently to increase the germination, physical, chemical and mechanical treatments were used, applying them in *Atriplex nummularia*, under conditions of Laboratory and Greenhouse. The treatments were blank (T1), scarification (T2), Soaking in H₂O by 48 hours (T3), H₂O to 60°C by 10 minutes (T4), KNO₃ 0,2% by 10 minutes (T5) and H₂SO₄ 140 ppm (T6); the experimental design was completely at random with four repetitions; the treatments were seeded so much in boxes petri for laboratory like in seedling trays for greenhouse. The evaluated variables: Percentage of Germination (G), Emergency Speed Index (ESI), Average Length of Plumule (LP) and Average Length of Radicle (LR). The results indicated that the T2 present highly important to be the best treatment results in the two environments studied significances. In conclusion we can say that in general for this species, therefore it is recommended to break dormancy of the species analyzed.

INDICE DE CONTENIDO.

I.	Introducción.....	
	..1	
	Objetivo general.....	3
	Hipótesis.....	3
II.	Revisión de	
	literatura.....	4
	Valor nutritivo.....	4
	Concepto de latencia.....	5
	Importancia.....	7
	Tipos de latencia.....	13
	Latencia por la cubierta de las semillas	13
	Latencia combinada morfo-fisiológica.....	15
	Latencia combinada exógena-endógena...	15
	Tratamientos para eliminar latencia.....	15
	Estratificación.....	15
	Escarificación.....	16
	Lixiviación.....	17
	Combinación de tratamientos.....	17
	Hormonas y otros estímulos químicos.....	18
	Causas de latencia en especies forrajeras.....	18
	Cubiertas florales duras e impermeables	

	Al agua y al oxígeno.....	19
	Inmadurez del embrión.....	19
	Presencia de inhibidores de la Germinación.....	20
	Control hormonal.....	20
	Ruptura de la latencia en forrajeras.....	21
	Acido sulfúrico (H ₂ SO ₄).....	21
	Nitrato de potasio (KNO ₃).....	22
	Acido giberelico (GA ₃).....	23
	Oxígeno (O ₂).....	24
	Temperaturas alternas.....	25
	Almacenamiento.....	28
III.	Materiales y métodos.....	30
	Localización de la investigación.....	30
	Material genético en estudio.....	30
	Manejo de las semillas.....	30
	Fase “A” (Laboratorio).....	31
	Fase “B” (Invernadero).....	32
	Tratamientos.....	32
	Parámetros estudiados.....	32
	Variables de laboratorio.....	33
	Variables de invernadero.....	33
	Análisis estadísticos.....	34

IV.	Resultados y discusión.....	36
	Laboratorio.....	36
	 Índice de velocidad de germinación.....	37
	 Capacidad germinativa.....	37
	Invernadero.....	39
	 Índice de velocidad de emergencia.....	40
	 Capacidad de emergencia.....	40
V.	Conclusiones.....	42
VI.	Literatura citada.....	44

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro		Página
4.1	Cuadrados medios de las variables estudiadas en las pruebas de vigor en condiciones de Laboratorio.....	37
4.2	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio.....	38
4.3	Cuadrados medios de las variables estudiadas en las pruebas de vigor en condiciones de Invernadero.....	39
4.4	Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero.....	41

I. INTRODUCCION

Atriplex nummularia es una especie botánica arbustiva forrajera de probada adaptabilidad a aridez y a semiaridez y con buena apetecibilidad y aceptación por el ganado. Originaria de la zona mediterránea árida y semiárida de Australia, próspera con precipitaciones que van de 250-600 mm/año.

Es arbusto perenne, dioico, erecto, ramoso, siempre-verde, coloración cenicienta (ramas blancas), alcanza de 1-3 m de altura, de aspecto columnar aunque es frecuente que algunos ejemplares presenten ramas colgantes, y son muy quebradizas.

Corteza abierta longitudinalmente en ramas viejas. Hojas de 2-7 cm de largo y 1-4 cm de ancho, alternas, ovales deltoides o redondeadas, coriáceas, gruesas, verdosas glaucas, cinéreas, pecíolo de 4 a 10 mm de largo.

Inflorescencia masculina espiciforme, en panojas ramificadas hacia los ápices de las ramas. Inflorescencia femenina poco vistosa, en panojas ramificadas densas y gruesas, y gran número de brácteolas. Las brácteolas fructíferas de 4-10 mm de largo y 4-9 mm de ancho, oval deltoides a redondeadas, con cuerpo basal duro, grises a verde glauco, margen herbáceo. Semilla lenticular, de 2 mm de diámetro, tegumento pardo oscuro.

Es una especie no freátofita. Pero, en aridez, puede alcanzar humedad de napa subterránea hasta de 10 m de profundidad. Y hace alta eficiencia en el uso de agua.

Es muy resistente a alta temperatura, con 30-35 °C de temperatura óptima de fotosíntesis. Y resiste baja temperatura, entre -8 a -12 °C, por pocas horas, y temperaturas invernales muy bajas causan la muerte del vegetal.

La semilla de esta especie presenta bajos porcentajes de germinación, debido a su propia dureza por lo que requiere de un pre-tratamiento que facilite la germinación y vigor para su posterior establecimiento en campo, debido a esto se llevo a cabo el presente trabajo de investigación, con el objetivo, de eliminar la latencia y por consecuencia aumentar el porcentaje de germinación, utilizando diferentes tratamientos en dos especies de *Atriplex* bajo condiciones de laboratorio e invernadero.

Dada la importancia de estas planta y conociendo de antemano el problema de la escasa o mínima germinación que se tiene, se implementó el presente estudio teniendo como objetivos, el eliminar la latencia y por consecuencia aumentar el porcentaje de germinación, utilizando diferentes tratamientos en *Atriplex nummularia* bajo condiciones de laboratorio e invernadero

La investigación se llevó a cabo en dos ambientes, laboratorio e invernadero. Durante el periodo 2010-2011, en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), de la Universidad Autónoma

Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, México. Esta se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 25´23´ latitud Norte y 103´01´ longitud Oeste y a una altitud de 1743msnm.

Objetivo General

Evaluar diferentes tratamientos físicos, químicos y mecánicos, para eliminar la latencia en semilla de Atriplex nummularia.

Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos físicos, químicos o mecánicos aquí planteados ayudara a eliminar la latencia en semillas de Atriplex nummularia.

II. REVISION DE LITERATURA

El *Atriplex Nummularia* como forrajera se utiliza de complemento del pastoreo en pastizal natural. Las plantas se producen en almácigos y luego se replican en macetas, permaneciendo hasta una altura adecuada y así trasplantadas a campo al comienzo de las lluvias.

El *Atriplex* se implanta en potreros cerrados, sin acceso de animales; es necesario el riego de los plantines en el proceso de implantación. Se utiliza ya como forrajera al segundo año de trasplantada. Se realizan cortes a una altura no menor de 5 dm del suelo, y se suplementa a corral.

Hay mucha experiencia argentino-chilena de su aceptación por los caprinos como alternativa forrajera, pero como recurso alimenticio único no cubre los requerimientos nutritivos del ganado caprino

Valor Nutritivo

Uno de los atributos que más se le acreditan al arbusto es el hecho de poseer un alto valor nutritivo durante casi todas las épocas del año, considerándose importante principalmente en las épocas en que se escasean los pastos ya que poseen un alto contenido de proteínas y grasa necesaria para complementar la dieta de algunos herbívoros (Alsen, 1972).

Costello (1944), observo que el ganado aumenta de peso de una manera más considerable en pastizales en donde estaban presentes plantas pertenecientes al género Atriplex.

Cuando los periodos de seca se alargan, la cantidad de proteínas o fósforos se ven restringidos en la dieta del animal y una manera rápida y costeable de corregir esta deficiencia podría ser suplementando la dieta del ganado con arbustos de Atriplex y Acacia (Le Houerou, 1971).

Por su parte Cook (1972), menciona que algunos arbustos, como las del genero Atriplex presentan características nutricionales favorables y pueden llegar a proporcionar rangos hasta de un 25-30 % de la proteína cruda en rebrotes nuevos. Y concluye diciendo que una dieta compuesta por arbustos, hierbas y gramíneas aporta un alimento bastante balanceado y completo para la alimentación del ganado durante las épocas de invierno.

Concepto de Latencia

En español se han usado las palabras Dormancia o Dormición, latencia, Letargo Reposo y vida latente para referirse a la ausencia o inhibición del crecimiento vegetal y en particular de la germinación.

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española contiene las palabras letargo, dormición y reposo pero ninguna se refiere a la inhibición del crecimiento vegetal; la misma situación se presenta en el diccionario de

Botánica con las palabras mencionadas y con latencia en donde se afirma que la vida latente es la de las semillas vivas no germinadas.

En un diccionario de agricultura internacional se define la dormición como la falta o inhibición de la germinación mientras que en un diccionario agropecuario editado en México (1091/ se emplea dormancia y letargo para referirse al estado de las semillas antes de que se lleve a cabo la germinación.

Algunos autores emplean el término dormancia para referirse a la falta de germinación debida a un medio desfavorable o a mecanismos inhibidores residentes en la semilla mientras que otros autores nada más la usan para la última causa y utilizan la palabra quiescencia para referirse a la falta de germinación debida a un medio desfavorable.

Latencia es el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine aunque disponga de suficiente humedad para embeberse y una aeración similar a la de las primeras capas de un suelo bien ventilado y una temperatura que se encuentre entre 10 o y 30 °C.; Por lo tanto/ quiescencia se entenderá como la inhibición por no tener las condiciones ambientales adecuadas para la germinación.

En si dormancia es sinónimo de letargo latencia reposo y vida latente, hay autores que llaman semillas no durmientes a las que están en quiescencia; en si serán denominadas: quiescentes aquellas semillas que no germinan.

Por último se puede afirmar que existe latencia en poblaciones de semillas cuya germinación tenga una o más de las siguientes características:

A) Incompleta, ya que parte de la población permanece firme mucho tiempo o sea se embebe pero no germina ni se pudre o bien permanece dura es decir ni siquiera se embebe.

b) Lenta, debido a que las semillas (individualmente o en conjunto) tardan en completar su germinación.

c) Extremadamente sensible al medio, ya que para establecerse requiere de determinadas condiciones de iluminación, temperatura o composición de la atmósfera, entre otros factores.

Importancia

Para que se realice la germinación en las semillas con latencia o durmientes es necesario que se eliminen los mecanismos fisiológicos que la inhiben, lo que ocurre bajo la influencia de ciertos factores ambientales que no siempre corresponden a las exigencias de las semillas quiescentes para que germinen. De acuerdo con varios autores dichos factores presentan las siguientes características.

I. Con frecuencia son señales de que el lugar y el momento resultan adecuados para la germinación y el desarrollo de las plántulas durante un periodo

suficientemente largo como para que se realice el establecimiento o la reproducción.

2. Permiten a las plantas disponer de un banco permanente de semillas viables en el suelo, dispuestas a germinar tan pronto como el ambiente sea propicio, con lo que se vuelve a poblar áreas cuya vegetación ha sido alternada.
3. La germinación de dichos bancos se lleva a cabo en varios años o estaciones de crecimiento, ya que puede no haber las condiciones que favorezcan el crecimiento.
4. Incrementan las posibilidades de dispersión de aquellas semillas alejadas de la planta que las produjo. La latencia preserva la viabilidad de las semillas porque impide que la germinación se haga en forma indiscriminada, y permite que las mismas plantas la programen. Para entender lo antes expuesto hay que considerar algunas estrategias germinativas, a saber:
 - a) Cuando el medio es muy desfavorable para el crecimiento, la germinación sólo se realiza si existe una alta probabilidad de que las plantas producidas lleguen a la madurez reproductiva. Como ejemplo se tiene a las semillas de algunas plantas del desierto que no germinan si la cantidad de agua aportada al suelo es insuficiente para asegurar la producción de nuevas semillas.

- b) En ocasiones se pospone la germinación del término de una estación de crecimiento, al principio de la siguiente, con el fin de evitar un periodo en el que se presenten condiciones meteorológicas desfavorables para el crecimiento. Un ejemplo de esto son las plantas que habitan en lugares que sufren de inviernos, fríos y cuyas semillas deben permanecer embebidas varios meses a bajas temperaturas para germinar, por lo que las plántulas no emergen antes que haya pasado el peligro de que mueran heladas.

- c) En caso de que las condiciones del microhábitat, indiquen que las plántulas no podrán sobrevivir, se debe contar con mecanismos fisiológicos que retrasen la germinación hasta que haya mejores condiciones.

Las semillas que requieren luz manejan esta estrategia; si se encuentran enterradas, al punto de que los tallos no alcancen a salir del suelo, la germinación deberá posponerse hasta que algún suceso coloque las semillas cerca de la superficie.

- d) El polimorfismo germinativo, es decir, que las exigencias para eliminar los mecanismos inhibidores de las semillas de un mismo lote sean variables y permitan que sólo una parte de las semillas de la población, germine bajo condiciones ambientales particulares.

Algunas especies como *Isanthus brachiatus* produce lotes de semillas en los que una fracción de ellos requiere para germinar de un solo periodo de enfriamiento en húmedo para germinar, mientras que el resto requiere de dos y hasta tres periodos.

Estas exigencias permiten la supervivencia de la especie, pues es frecuente que en su hábitat las heladas de primavera maten a todas las plantas nacidas.

- e) Que la germinación se realice rápida y completamente en un amplio intervalo de condiciones ambientales; éste es el patrón germinativo de las semillas quiescentes entre las que se encuentran muchas de las cultivadas en las que los cuidados del hombre sustituyen los mecanismos naturales que aseguran su supervivencia.

Algunas veces la latencia de las semillas es útil al hombre, por ejemplo, cuando la maduración de los cereales coincide con un periodo húmedo, la latencia impide que germinen; también evita volver a sembrar los claros dejados por el pastoreo en los pastizales, pues permite que las plantas forrajeras acumulen en el suelo un banco de semillas.

Hay casos en que el establecimiento de semillas durmientes en un cultivo es mejor que cuando se elimina el bloqueo a la germinación; por ejemplo, las siembras de temporal con semillas tratadas de *Stiloshantes spp* están expuestas a perderse por completo debido a que éstas germinan en su

totalidad con las lluvias esporádicas que se presentan antes del establecimiento del temporal en Australia, porque las plántulas quedan expuestas a sequías bastante largas como para matarlas en cambio, cuando hay semillas durmientes, la germinación se lleva a cabo en varias etapas, que permite que al menos una parte de las plántulas producidas disponga de varios meses de condiciones favorables al crecimiento.

No obstante, las semillas durmientes no permiten aprovechar al máximo la capacidad germinativa de los lotes, y dificultan las labores de cultivo debido a la lenta e incompleta germinación además, frecuentemente requieren de tratamientos caros, largos, peligrosos o complejos para que germinen.

La latencia permite a las malezas acumular enormes poblaciones de semillas en los suelos agrícolas, parte de las cuales, debido a las labores de cultivo, está en condiciones de germinar, y la otra parte permanece como durmiente. Esto, aunado al continuo transporte de semillas que hace el viento, los animales y el propio hombre, hace imposible el exterminio de estas plantas.

La latencia es originada generalmente por cubiertas de la semilla duras o impermeables al agua u oxígeno, inmadurez del embrión y presencia de inhibidores que controlan la germinación.

Por su parte, Patiño *et al.* (1983) y Willan (1991) mencionan que una parte importante de las especies que poseen algún tipo de impedimento para que germinen las semillas puede deberse a dos causas:

1. El medio no es favorable para el crecimiento vegetativo a causa de una escasa disponibilidad de humedad, aireación o temperatura inadecuada. A este tipo de inhibición se le llama quiescencia, o
2. Las condiciones del medio son adecuadas, pero la semilla tiene una combinación fisiológica tal que impide su crecimiento. Este tipo de inhibición se denomina latencia, dormancia o letargo.

Hartmann y Kester (1988) y Willan (1991), mencionan que en la naturaleza, el efecto de esos controles es preservar las semillas y regular la germinación de manera que coincida con los períodos del año en que las condiciones naturales son favorables para la supervivencia de las plántulas, en consecuencia, los mecanismos de control de la germinación existen como una adaptación para la supervivencia natural de las especies.

Los mecanismos de latencia son importantes para las plantas que crecen en donde ocurren condiciones ambientales extremas, como en los desiertos o en las regiones frías, en donde las condiciones ambientales después de la diseminación de las semillas, pueden no ser favorables para la germinación inmediata.

Patiño *et al.* (1983) Y Willan (1991), afirman que para terminar con la latencia, algunas semillas necesitan estar húmedas y a bajas temperaturas por un período de varios meses, esta condición se podría cumplir en lugares donde cae nieve en invierno, mientras que en zonas áridas, ciertas especies de

semillas sólo germinan si se presenta una lluvia lo suficientemente abundante para asegurar el establecimiento de las plántulas.

Otras especies requieren de iluminación para germinar, evitando así que el proceso se desarrolle cuando las semillas están enterradas profundamente o son muy sombreadas por otras plantas.

La latencia de las semillas termina cuando existe algún estímulo ambiental que anuncie que las condiciones son favorables para el desarrollo de la planta.

Tipos de Latencia

Latencia por la Cubierta de las Semillas

Latencia Física. Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aún con temperaturas elevadas.

Latencia Mecánica. En esta categoría, las cubiertas de las semillas son demasiadas duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste factor no es la única causa de latencia, ya

que la mayoría de los casos se combina con otros tipos para retardar la germinación.

Latencia Química. Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.

Latencia Morfológica Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas no se ha desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el establecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo. Dentro de ésta categoría hay dos grupos:

Embriones Rudimentarios. Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pro embrión embebido en un endosperma al momento de la maduración del fruto. También en el endosperma existen inhibidores químicos que se vuelven activos con altas temperaturas.

Embriones no Desarrollados. Algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados en forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación.

Fisiológica. Corresponde aquella en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibidor.

Interno Intermedio. Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante. Este es característico de las coníferas.

Del Embrión. Se caracteriza principalmente por la incapacidad del embrión separado y no puede germinar con normalidad, el cual necesita un período de enfriamiento en húmedo para la germinación.

Latencia Combinada Morfo-fisiológica

Consiste en la combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismos fisiológicos inhibidores fuertes.

Latencia Combinada Exógena – Endógena

Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena

Tratamientos para Eliminar Latencia

Patiño et al. (1983); Hartmann y Kester (1988), proponen que existen algunos tratamientos para eliminar la latencia, los cuales son:

Estratificación

Consiste en colocar las semillas embebidas de agua, en capas o estratos húmedos, usando como sustrato arena. El período de estratificación

varía según la especie. Se utiliza para superar latencias provenientes del embrión.

Existen varias formas para llevar a cabo la estratificación, siendo estas en forma cálida y fría. La cálida se realiza a temperaturas altas (22 a 30° C), mientras que la fría se realiza a temperaturas bajas (0 a 10° C).

En invernadero, también se puede estratificar empleando el mismo suelo o algún otro sustrato húmedo. La estratificación fría se realiza en invierno y la cálida en verano.

Escarificación

Es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.

Mecánica. Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas, si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava.

Con Agua Caliente. Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de cuatro a cinco veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 70 y 100°C. De inmediato se retira del fuego y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente.

Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento. Phipps (1973) afirma que en semillas de leguminosas forrajeras de los géneros *Leucaena*, *Clitoria*, *Atriplex*, *Prosopis* entre otras, han obtenido incrementos en germinación de 30 a 60 por ciento, al sumergir estas en agua hirviendo por determinado tiempo.

Con Ácido. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período del tratamiento, las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. Después del tiempo de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles residuos del ácido.

Lixiviación

El propósito es remover los inhibidores, remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia. El tiempo de esta práctica es de 12 a 24 horas.

Combinación de Tratamientos

Se utiliza en semillas de especies que tienen más de un tipo de letargo. Como se aprecia en el tipo de latencia que presenta la semilla de algunas especies de arbustivas del desierto, podría ser originada por una

combinación de factores: un embrión inmaduro, una cubierta dura y la presencia de inhibidores químicos solubles en agua.

Al almacenar la semilla se le da oportunidad al embrión de alcanzar las condiciones fisiológicas adecuadas para iniciar el proceso de germinación, mientras que al tratar las semillas con ácido sulfúrico y con agua en ebullición se elimina la cubierta dura; la imbibición de las semillas en agua, originaría el lavado de las sustancias químicas inhibitoras de la germinación, permitiendo estos procedimientos el intercambio de agua y aire; y en consecuencia el inicio del proceso de germinación (Pietrosemoli, 1997).

Hormonas y Otros Estimulantes Químicos

Existen compuestos que sirven para estimular la germinación, entre los más usados están: el nitrato de potasio, etileno, ácido gibérelico (GA_3), citoquininas, entre otros, estas sustancias se emplean en diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie de que se trate.

Causas de Latencia en Especies Forrajeras

La latencia en las especies forrajeras pueden ser por uno o la interacción de varios factores que inhiben la germinación de las semillas, las características son las siguientes:

Cubiertas Florales Duras e Impermeables al Agua y al Oxígeno

González *et al.* (1988) mencionan que el término cubierta incluye estructuras externas o internas que cubren al embrión. Estas pueden ser duras y resistentes a la entrada de agua, lo cual puede limitar la difusión del oxígeno y resistir la expansión del embrión.

Esta causa de latencia se encuentra en casi todos los géneros de leguminosas tropicales como *Leucaena*, *Stylosanthes*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Teramnus* y en algunas gramíneas de los géneros *Brachiaria*, *Paspalum* *Panicum*, *Cenchrus*

Inmadurez del Embrión

Valdez (1993) menciona que se presenta en la mayoría de las gramíneas forrajeras, al no haber completado la semilla la madurez embriónica al momento de la cosecha, a causa de la desuniformidad en la etapa de floración. La especie *C. ciliaris* es un ejemplo típico.

Miles *et al.* (1996) señalan que la latencia en semillas del género *Brachiaria* es física, porque la semilla posee una cubierta impermeable al paso de gases y agua y/o fisiológicamente por inmadurez del embrión.

La presencia de embriones inmaduros es una de las principales causas de la baja calidad y germinación de los lotes de semillas de gramíneas tropicales.

Las semillas inmaduras aunque se incluyan en la fracción pura en el análisis de pureza, tienen un potencial de germinación más bajo, menor longevidad y menor capacidad de emergencia en el campo (Hopkinson *et. al.*, 1996).

Presencia de Inhibidores de la Germinación

Cordero y Oliveros (1983) dicen que los inhibidores más comunes son compuestos orgánicos aromáticos, ácidos grasos o iones metálicos. Muy común en semillas de *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum*.

Control Hormonal

Zulay (1993) señala que a medida que se incrementa la germinación, el contenido del ácido gibérelico, citocianinas y otras sustancias que estimulan el crecimiento se van biosintetizando a nivel de la semilla, mientras que sustancias inhibitoras letales como ácido absicico y derivados de fenoles disminuyen su presencia. Esta causa de latencia ha sido señalada en semillas de *B. dictyoneura* y *B. Brizantha*.

Ruptura de Latencia en Forrajeras

Las semillas forrajeras pueden presentar uno o varios tipos de latencia en forma combinada, que conllevan a emplear varios tratamientos en secuencia. Por tal motivo se han desarrollado diferentes métodos: químicos (H_2SO_4 , KNO_3 , hormonas), físicos (temperatura, oxígeno, imbibición) y mecánicos.

Ácido Sulfúrico Concentrado (H_2SO_4)

Zulay (1998) y Ramos (1975) reportan que es el método químico más utilizado en semillas de especies forrajeras tropicales, porque disuelve, agrieta y debilita las cubiertas florales, lo cual permite la entrada de agua e intercambio de gases, facilita la expansión del embrión y la salida de la radícula.

En semillas de leguminosas de los géneros: *Medicago*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Leucaena*, *Macroptilium*, *Neonotonía* y *Stylosanthes*, se han obtenido altos porcentajes de germinación (80 - 90 por ciento) cuando la semilla se trata durante cierto tiempo (10 - 15 min.) con ácido sulfúrico concentrado.

Así mismo, Castiblanco y Mendoza (1985) mencionan que gramíneas forrajeras como *B. decumbens*, *B. húmídicola*, *B. ruzizensis* y *B. brizantha*, han sido sometidas a estos tratamientos, lográndose resultados altamente satisfactorios. En semillas de *B. húmídicola* y *B. dictyoneura* se redujo acortar el

período de latencia sometiendo la semilla a escarificación ácida durante 11 y 20 minutos respectivamente, incrementando su germinación en 20 por ciento.

Magalhaes *et al.* (1992) señalan que en semillas de *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. ruzizensis* se confirma la efectividad del ácido sulfúrico, acelerando la ruptura de latencia y con ello su germinación.

Rarivoson *et al.* (1987) reafirman que la latencia puede ser suspendida por diversos métodos de escarificación. Se considera que la química con H_2SO_4 es más efectiva que el agua hirviendo y altas temperaturas.

Fariñas *et al.* (1997) trabajando con semilla de *Centrosema* encontraron altos porcentajes de germinación con escarificación química de ácido sulfúrico al 95 por ciento de concentración durante 10 minutos y con una concentración baja encontraron que las semillas muertas y plántulas anormales ocurrieron en muy baja proporción, indicando que a pesar de haber alto porcentaje de semillas duras y bajos porcentajes de germinación, el ácido no está causando perjuicios en la semilla; por el contrario estimuló la germinación, aunque en baja proporción.

Nitrato de Potasio (KNO_3)

Harty *et al.* (1983) reportan que el nitrato de potasio (KNO_3), es recomendado como estimulador de la germinación cuando se utiliza para humedecer los sustratos, a fin de formar el medio complementario a otros

tratamientos tendientes a romper latencia. El KNO_3 al 0.2 por ciento, ha sido efectivo en semillas de *Panicum maximum*, cultivares *Makueni*, *Gatton*, *Trichoglume* y *Likini*, incrementaron su germinación en 15 por ciento.

Nava y Nova (1988) mencionan que aplicando nitrato de potasio (0.2 por ciento) y ácido sulfúrico en semillas forrajeras tropicales, encontraron que el nitrato de potasio favorecía la germinación de las semillas, mientras que el ácido sulfúrico fue letal en algunos casos.

Ácido Giberélico (GA_3)

Ramos (1975) menciona que ciertas especies de semillas requieren ser estimuladas por la giberelina a fin de promover la acción enzimática que induce la ruptura del almidón y otras sustancias de reserva.

En semillas intactas de *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura* se obtuvo incrementos de germinación en 47 por ciento; con concentraciones de 100 y 200 ppm. También se recomiendan aplicaciones de ácido giberélico en semillas de *C. ciliaris*, previamente escarificadas con H_2SO_4 (Castiblanco y Mendoza 1985).

Ludking (1971) aplicó ácido giberélico a semilla de *Panicum maximum* recién cosechada, y encontró que este tratamiento rompió la latencia sin afectar el desarrollo del embrión. También Don (1979) utilizó ácido giberélico

en dos variedades de cebada y obtuvo resultados favorables al estimular la germinación.

Manjarres y Valdez (1996) reportan que con semillas de *Brachiaria brizantha*, que al aplicar ácido giberélico en combinación con escarificación mecánica por 30 minutos rompió la latencia.

Vieira (1998) estudio varios métodos para romper la latencia de semillas de *Brachiaria brizantha*; y observó que el ácido giberélico fue la sustancia más eficaz para promover la germinación, principalmente cuando las semillas fueron lavadas antes de la aplicación.

Bioenzimas (1989) menciona que la utilización de estimulantes de la germinación en el tratamiento de semilla contribuye a mejorar la calidad de las mismas; ya que beneficia la velocidad y uniformidad de la germinación y emergencia, asegurando una mayor densidad de plantas de mejor vigor, permitiendo mayor tolerancia a las condiciones ambientales adversas e influyendo además en el crecimiento de la planta adulta.

Oxígeno (O₂)

Según Whiteman y Mendra (1982), muchas semillas de especies forrajeras se caracterizan por poseer dos tegumentos muy compactos y que actúan como una barrera física para evitar la entrada de agua y el intercambio de gases, particularmente O₂ y CO₂. Semillas de *B. decumbens* y *B. dictyoneura*

al ser colocadas en una atmósfera rica en oxígeno incrementaron significativamente su germinación, asociando esta respuesta a una mayor disponibilidad de O_2 por el embrión, sin embargo semillas de *B. humidicola* no respondieron favorablemente a la condición de alta cantidad de O_2 (Fuchs, 1989).

Temperaturas Alternas

Valdez y Vargas (2005) reportan que la aplicación de temperaturas alternas como mecanismo de romper latencia ha sido frecuentemente utilizado.

Al parecer estas producen incrementos de la respiración y metabolismo, especialmente en semillas húmedas, cambiando el balance de los componentes intermedios del ciclo respiratorio, sin embargo su mantenimiento por tiempo prolongado puede ser desfavorable para la germinación de las semillas.

Humphreys, L.R. (1980) reporta que la aplicación de altas temperaturas $40^\circ C$ durante 10 días como mecanismo de romper latencia ha sido frecuentemente utilizada.

Al parecer estas producen incrementos de la respiración y metabolismo, especialmente en semillas húmedas, cambiando el balance de los componentes intermedios del ciclo respiratorio, sin embargo su mantenimiento

por tiempo prolongado puede ser desfavorable para la germinación de las semillas.

Ramos (1975) señala que en semillas de *B. decumbens* y *B. dictyoneura* se recomienda el calor seco entre 35 y 50°C por un tiempo de exposición no mayor de 30 minutos.

A medida que las semillas emergen del estado de latencia tienden a buscar temperaturas específicas en las cuales pueden germinar. Cuando se reduce progresivamente este estado, la franja de temperatura aumenta.

Los requisitos específicos de temperatura para las semillas latentes pueden incluir temperaturas alternas. La semilla de *Neonotomia wightii* germina bien en un rango de temperaturas alternas de 10 – 35 °C, pero muy lentamente a una temperatura constante de 25°C, cuando las semillas de esta especie no tienen latencia germinan muy bien a una temperatura constante de 25°C.

Cabello y Camelio (2002) encontraron que la temperatura tiene un efecto significativo sobre el porcentaje y la velocidad de germinación. Entre 5 y 15°C, ambos parámetros aumentaron con el incremento de la temperatura del cultivo, luego declinaron, siendo la temperatura de 30°C letal para la germinación.

Bierhuizen y Wagenvoort (1974) mencionan que varios controles pueden actuar en estas especies para eliminar el efecto supresor de la

germinación, en la forma de pre-tratamiento como enfriamiento del sustrato húmedo, exposición de las semillas a nitratos a un período de post-maduración a temperatura ambiente o directamente como factor en forma de temperaturas alternas o iluminación del sustrato. Cuando la humedad es la adecuada, la germinación final de una muestra de semillas está controlada por la temperatura.

Ferrari y López (2000) al analizar el comportamiento de la germinación de semilla *Briza subaristata* dentro de cada temperatura, el efecto principal "sitio de recolección" siempre fue significativo. Para las temperaturas de 15, 20, 15 - 10, 20 - 10, 20 - 15 y 25 - 20°C, la pre-refrigeración (7°C) tuvo un efecto significativo, pero disminuyó el porcentaje de germinación respecto de las semillas no pre-refrigeradas.

También encontraron los mayores porcentajes de germinación cuando la temperatura era constante a 15°C, sin pre-refrigeración y humedeciendo el sustrato con solución de KNO₃ y cuando las temperaturas de germinación eran alternas de 15-10°C con pre-refrigeración, pero sin KNO₃. Las temperaturas alternas 20 - 30°C fueron ensayadas en el mismo experimento produciendo los porcentajes de germinación más bajos.

Zulay (1996) también afirma que en temperaturas de 10°C, las semillas de *Brachiaria dictyoneura* no superaron el 17 por ciento de germinación y por el contrario, a medida que avanzaron los meses en estas condiciones de frío, las semillas aparentemente entraron en una latencia secundaria, inducida

por las bajas temperaturas y su germinación posteriormente disminuyó hasta 8 por ciento.

Alonso y Peretti (1995) señalaron que a 20°C y KNO₃ bajo iluminación, fueron las mejores condiciones para la germinación de *Briza subaristata*. Las especies de pastizales presentan un comportamiento oportunista, siendo capaces de germinar en un amplio rango de temperaturas (Bewley y Black, 1994).

Almacenamiento

Zulay (1996) dice que las condiciones de almacenamiento de la semilla pueden influir sobre la promoción o retención del estado de latencia en especies forrajeras. Ya que se caracterizan por tener tegumentos muy compactos y marcada latencia cuando están recién cosechada.

Reporta también que a través del almacenamiento se logra preservar la calidad de la semilla minimizando su deterioro, pero debe tenerse especial cuidado cuando las semillas presentan estado de latencia, el deterioro es un proceso natural que se acelera o reduce bajo determinadas condiciones ambientales, en semilla de especies forrajeras con estado de latencia, el tiempo que debe transcurrir desde la cosecha hasta la germinación, varía según la especie y puede ser de unos días hasta más de un año. Así mismo, obtuvo resultados satisfactorios de germinación de semilla de *B. Dictyoneura*

evaluadas en condiciones diferentes de almacenamiento, siendo después del quinto mes de cosechada los mayores porcentajes, sin aplicar tratamiento químico adicional.

Matías y Bilbao (1985) señalan que las semillas de las especies *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayanus* y de las especies del género *Brachiaria* presentaron latencia recién cosechadas y que este período puede durar entre tres y doce meses, según la especie y las condiciones de almacenamiento. Por otro lado, Zulay (1996) trabajó con la especie *Brachiaria dictyoneura*, observando que las semillas presentaron una fuerte latencia y que esta puede durar entre ocho y diez meses.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) y el Invernadero de alta tecnología, los cuales pertenecen a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada a los 25° 22' de Latitud Norte y 101°01'48'' Longitud Oeste, con una Altitud de 1742 msnm. Donde se realizaron las pruebas de análisis de calidad.

Material Genético en Estudio

Se utilizaron semillas de *Atriplex nummularia*, las cuales fueron proporcionadas por el campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) con sede en Torreón.

Manejo de las Semillas

Antes de iniciar los tratamientos a los que se sometían las semillas, se procedió a eliminar las impurezas, tales como tierra, palos, tallos y algunos otros residuos, para lo cual se utilizó un soplador de tipo South Dakota; el cual

consta de dos cámaras de compresión y un ventilador impulsado por un motor de velocidad uniforme para poder mantener una corriente de aire estable.

El diámetro del tubo soplador fue proporcional al tamaño de la muestra de trabajo y el tubo fue lo suficientemente largo para permitir una separación satisfactoria de la muestra. La válvula o compuerta que regula la corriente de aire permitió un ajuste preciso.

Fase “A” (laboratorio)

Este se desarrolló en el Laboratorio del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en Saltillo. Coahuila. México.

Las semillas de la especie en investigación se colocaron en cajas petri estándar de polietileno de 150 x 15 Mm, Se colocaron doscientas semillas por tratamiento con cuatro repeticiones de cincuenta semillas por caja petri, para el cual se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Una vez expuesto al tratamiento se colocaron en forma equidistante en cajas petri provistas de papel filtro Watman No.1 humedecido con agua corriente, se identificaron y se colocaron en una cámara de germinación Lab-Line a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ con 16 horas oscuridad y 8 horas luz, por 15 días.

Fase “B” (invernadero)

Se utilizaron cuatro repeticiones de 50 semillas por tratamiento, las semillas fueron sembradas en charolas de unicel de 200 cavidades y se utilizó como sustrato una combinación de peat moos y perlita en una proporción de 2:1, las evaluaciones se hicieron diariamente hasta los 15 días cumplidos, el riego fue cada tercer día con agua corriente. se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

Tratamientos.

Se utilizaron, un testigo y cinco tratamientos, estos fueron, Testigo (T1), Escarificación (T2), Remojo en H₂O por 48 horas (T3), H₂O caliente a 60°C por 10 minutos (T4), KNO₃ al 0.2% por 10 minutos (T5) y H₂SO₄ a 140 ppm (T6).para ambas condiciones(Laboratorio e Invernadero), se utilizaron cuatro repeticiones para cada tratamiento de 50 semilla cada una, una vez expuesto al tratamiento se sembraron en la germinadora, en el caso de invernadero, se utilizaron charolas de unicel y como sustrato una combinación de peat moos y perlita

Parámetros estudiados.

1.-Capacidad de germinación 2.- (G), Longitud de radícula (LR),y Longitud de plúmula (LP); Los datos de los tratamientos en estudio se analizaron bajo un

diseño completamente al azar y las variables evaluadas que presentaron diferencias significativas, se empleó una prueba de Tukey para la comparación de medias con un nivel de significancia del 0.05.

Variables evaluadas en el laboratorio.

1.- Capacidad de germinación (C.G. %): En este parámetro se contarán las semillas normales, anormales y semillas sin germinar y se sacará en porcentaje de las plántulas normales del total de la muestra.

2.- Índice de velocidad de germinación (I.V.G.): Se contarán a los cuantos días germinaron el 50% más 1 de la muestra total.

3.- Longitud de la plúmula (LP): Se medirán 5 plantas al azar por repetición en cada tratamiento a evaluar a los 7 días de siembra.

4.- Longitud de radícula (LR): Se medirá en 5 plantas al azar por repetición en cada tratamiento a evaluar a los 7 y 14 días después de la siembra respectivamente.

Variables a evaluar en invernadero.

1.- Índice de velocidad de emergencia (IVE): Esta variable se obtendrá con los conteos diarios de las plántulas emergidas, consideradas aquellas que

sobresalían de 5 a 6 mm sobre la superficie del suelo. Se utilizara la fórmula de (Maguire, 1962).

$$IVE = \sum No P/d$$

Donde.

IVE = índice de velocidad de germinación

No p = Número de plántulas emergidas

d = días después de la siembra

2.- Capacidad de emergencia (CE%): Este parámetro se medirá en porcentaje y se obtiene al contar las plántulas emergidas sobre la superficie del suelo en cada repetición, registrándose a los 14 días.

3.-Longitud media de plúmula (LP): Se medirá la plúmula del total de plántulas normales con una regla milimétrica

4.-Longitud media de radícula (LR): Se medirán la radícala del total de plántulas normales con una regla milimétrica.

Análisis estadístico.

El análisis utilizado fue una distribución completamente al azar, en la cual los tratamientos fueron asignados aleatoriamente a las unidades experimentales, con la finalidad de eliminar el efecto que pudo causar alguna variable perturbadora al llevar la experimentación a la práctica, los datos obtenidos se corrieron y analizaron con el paquete estadístico de diseños

experimentales "SAS". El modelo estadístico del diseño que siguió la investigación está representado por el siguiente modelo:

$$\underline{Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i.

ε_{ij} = Error aleatorio, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

El diseño completamente al azar se obtuvo del sorteo de las posiciones de cada una de las plantas, se escribió la clave de cada una de las semillas en papeles pequeños y se colocaron dentro de un vaso, posteriormente se sacaron los papeles uno a la vez, y se obtuvo así un mapa de localización de plantas dentro del diseño completamente aleatorio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

De acuerdo al análisis estadístico aplicado, así como la información obtenida en el presente trabajo de investigación se presentan los resultados y la interpretación para cada variable de las dos etapas evaluadas.

Laboratorio

A continuación se presenta los resultados obtenidos del análisis de varianza de las variables evaluadas en condiciones de laboratorio.

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) de los parámetros evaluados de la prueba de capacidad de germinación: IVG= Índice de Velocidad de Germinación; CG%= capacidad germinativa (porciento); LMP = Longitud Media de Hipócotilo; LMR = Longitud Media de Radícula. Los resultados obtenidos en el análisis muestran que el índice de velocidad de germinación (IVG) y el porciento de la capacidad germinativa (CG%) estudiadas tuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios de las variables estudiadas en las pruebas de vigor en condiciones de Laboratorio.

LABORATORIO.	GL	IVG	CG %	LMP cm	LMR cm
TRATAMIENTO	5	0.398 **	322.13333 **	0.00261333	0.02892889
ERROR	12	0.032	20.444444	0.00224444	0.03884444
CV (%)		70.09	56.51942	0.773368	2.369186

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); * = Significativo (0.05 % de probabilidad); NS = No Significativo; GL=Grados de Libertad; IVG= Índice de Velocidad de Germinación; CG%= Por ciento de la capacidad germinativa; CV= Coeficiente de Variación (porcentaje); LMP = Longitud Media de Hipocotilo; LMR = Longitud Media de Radícula.

Índice de Velocidad de Germinación.

Debido a las diferencias estadísticas, la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.1) muestra que en la variable índice de velocidad de germinación (IVG), el tratamiento de escarificación (T2) obtuvo el mayor índice de velocidad de germinación con 0.9400, mientras que los tratamientos 1. (Testigo), Tratamiento 3 (remojo en H₂O POR 48 h), Tratamiento 4 (H₂O a 60 °C), Tratamiento 5 (KNO₃ al 0.2%), Tratamiento 6 (H₂SO₄ a 140 ppm), obtuvieron menor velocidad de germinación con 0.0433, 0.0000, 0.3900, 0.1567, 0.0176 respectivamente.

Capacidad Germinativa.

Debido a las diferencias estadísticas, la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.1) muestra que en la variable capacidad germinativa (CG), el

tratamiento de escarificación (T2) obtuvo la mayor capacidad germinativa con 26.66%, seguido del Tratamiento 4 (H₂O a 60 °C) con 13.33%, posteriormente estuvieron el Tratamiento 5 (KNO₃ al 0.2%), Tratamiento 6 (H₂SO₄ a 140 ppm) y el tratamiento 1 (Testigo) con 5.33% , 1.33% y 1.33% respectivamente, el tratamiento que obtuvo la menos capacidad de germinación fue el Tratamiento 3 (remojo en H₂O POR 48 h) con 0.00% de capacidad. Cabe mencionar que las variables Longitud Media de Plúmula y Longitud Media Radícula no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 4.2. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de laboratorio.

TRATAMIENTO	IVG	CG %	LMP cm	LMR
T1	0.0433 B	1.333 BC	6.42000 A	8.5060 A
T2	0.9400 A	26.667 A	6.46667 A	8.2867 A
T3	0.0000 B	0.000 C	6.48000 A	8.2733 A
T4	0.3900 B	13.333 B	6.46000 A	8.3133 A
T5	0.1567 B	5.333 BC	6.50000 A	8.3133 A
T6	0.0167 B	1.333 BC	6.43333 A	8.2200 A

IVG= Índice Velocidad de germinación; CG%= Por ciento de la capacidad germinativa; LMP = Longitud Media de Hipócotilo; LMR = Longitud Media de Radícula. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.01).

INVERNADERO

A continuación se presenta los resultados obtenidos del análisis de varianza de las variables evaluadas en condiciones de laboratorio.

En el cuadro 4.2 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza (ANVA) de los parámetros evaluados de IVE= Índice de Velocidad de Emergencia; CE%= capacidad Emergencia (porcentaje); LMP = Longitud Media de Hipócotilo; LMR = Longitud Media de Radícula. Los resultados obtenidos en el análisis muestran que el índice de velocidad de Emergencia (IVE) y el porcentaje de la capacidad Emergencia (CE%) estudiadas tuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios de las variables estudiadas en las pruebas de vigor en condiciones de Invernadero.

INVERNADERO.	GL	IVE	CE %	LMP cm	LMR cm
TRATAMIENTO	5	53.3890489**	167.822222**	0.08928000	0.01049333
ERROR	12	2.4703611	15.111111	0.06513333	0.04911111
CV (%)		5.962337	8.024246	2.262521	2.681851

** = Altamente Significativo (0.01 % de probabilidad); * = Significativo (0.05 % de probabilidad); NS = No Significativo; GL=Grados de Libertad; IVE= Índice de Velocidad de Emergencia; CE%= Porcentaje de la capacidad Emergencia; CV= Coeficiente de Variación (porcentaje); LMP = Longitud Media de Hipócotilo; LMR = Longitud Media de Radícula.

Índice de Velocidad de Emergencia

Debido a las diferencias estadísticas, la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.4) muestra que en la variable índice de velocidad de emergencia (IVE), el tratamiento de escarificación (T2) obtuvo el mayor índice de velocidad de germinación con 32.803, mientras que los tratamientos 1. (Testigo), Tratamiento 6 (H_2SO_4 a 140 ppm), Tratamiento 3 (remojo en H_2O POR 48 h), Tratamiento 4 (H_2O a $60\text{ }^{\circ}C$), obtuvieron 27.403, 27.203, 26.223 y 24.730 respectivamente, mientras que el Tratamiento 5 (KNO_3 al 0.2%), obtuvo una menor velocidad de emergencia con 19.803.

Capacidad de Emergencia

Debido a las diferencias estadísticas, la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.4) muestra que en la variable capacidad emergencia (CE%), el tratamiento de escarificación (T2) obtuvo la mayor capacidad de emergencia con 61.33%, seguido del Tratamiento 6 (H_2SO_4 a 140 ppm) con 50.66%, posteriormente estuvieron el Tratamiento el tratamiento 1 (Testigo), Tratamiento 3 (remojo en H_2O POR 48 h) y el Tratamiento 4 (H_2O a $60\text{ }^{\circ}C$) con 48.00%, 46.66% y 45.33 % respectivamente, destacando que el tratamiento con menos capacidad de emergencia fue el tratamiento 5 (KNO_3 al 0.2%) con 38.66%. Cabe mencionar que las variables Longitud Media de Plúmula y Longitud Media Radícula no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 4.4. Comparación de medias de las variables evaluadas en las pruebas de vigor en condiciones de invernadero.

TRAT	IVE	CE %	LMP cm	LMR
T1	27.403 B	48.000 BC	11.0067 A	8.3133 A
T2	32.803 A	61.333 A	11.2733 A	8.1800 A
T3	26.223 B	46.667 BC	11.1533 A	8.2533 A
T4	24.730 B	45.333 BC	11.4467 A	8.2867 A
T5	19.803 C	38.667 C	11.3733 A	8.3333 A
T6	27.203 B	50.667 B	11.4267 A	8.2133 A

IVE= Índice Velocidad de Emergencia; CE%= Por ciento de la capacidad Emergencia; LMP = Longitud Media de Hipócotilo; LMR = Longitud Media de Radícula. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.01).

V. CONCLUSIONES.

La falta de germinación en la mayoría de las plantas forrajeras de recién cosecha, es un factor importante en la comercialización, en el caso de las semillas de *Atriplex Nummularia*, la latencia es el aspecto más destacado en la inhibición de la germinación, dadas las características físicas y fisiológicas de las especies. En el presente trabajo de investigación se evaluó la especie antes mencionada, la cual fue sometida a cinco tratamientos y un testigo diferentes entre sí, a continuación se presentan las conclusiones:

- ❖ Más de uno de los tratamientos aquí evaluados lograron minimizar la latencia de la especie estudiada, por lo tanto la hipótesis planteada es aceptada, destacando el tratamiento 2 (escarificación) el cual es definitivamente el mejor tratamiento utilizado en la ruptura de esta condición para esta especie, ya que fue la que mejores resultados proporciono en ambos ambientes de estudio.

- ❖ La combinación de factores como la imbibición y la temperatura es bastante favorable en el tratamiento de latencia en condiciones de laboratorio, ya que dentro del segundo grupo de importancia en los

tratamientos se encuentra el T4, en donde se combinó la utilización del agua con la temperatura, esto resulto benéfico debido a que la temperatura reblandece las capas que recubren la semilla facilitando así el proceso de la germinación.

- ❖ Un tratamiento abrasivo resulta benéfico en el tratamiento de la latencia bajo condiciones de invernadero, ya que dentro del segundo grupo de importancia se encuentra en T6, en la cual el ácido sulfúrico reblandece la cubierta de la semilla facilitando la germinación.

VI. LITERATURA CITADA.

- Adams, L.E., 1961. Gibberellin and thiourea break seed dormancy in California ceanothus. Pacific Southwest Forest and Range experiment Station, Berkeley, California. Research Note No. 178.pp.1-4.
- Alsen, E. F., 1972. Critical soil moisture levels for field planning fourwing saltbush. J. Range Manage 25:311-312.
- Arango, R. M., 2001. Calidad de semillas de soja. INTA Oliveros, IDIA XXI. Santa Fé.
- Cook, C.W. and L.A. Stoddart. 1963. The effects of intensity and season of use on the vigor of desert range plants. 24:315-317.
- Costello. D.F. 1944. Know your range grasses and plants. Fourwing saltbush (*A. Canescens*) the westerner. Pp 7-10, 315-317.
- COTECOCA-SAG. 1969. Coeficientes de agostadero de la República mexicana: Estados de Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas. SAG. México.
- De la Cruz, J.A., 2008. Comunicación personal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de compras. Área de invernaderos. Saltillo, Coahuila, México.
- Flores, H. A., 2004. Introducción a la tecnología de semillas. Ed. Universidad Autónoma Chapingo, México D.F. pp. 60-61.

Le Houeriou, J.N., 1972. African the mediterranean region. Ed. Mckell C.M. pp.26-36.

Sanchez, M., J. E. Ferguson. 1986. Medición en la calidad de semillas de *Andropogon gayanus*. Revista Brasileira de sements. Vol. 8, No. 1, P.p. 10.

Soltero, S. y L. C. Fierro. 1980. Contenido y Fluctuación de Nutrientes del Chamizo (*Atriplex canescens*) Durante el Periodo de Sequía, en Un Matorral Micrófilo de *Atriplex Prosopis*. Bol. Pastizales. Vol. XI No. 6. Chih. Méx. p. 2-7.

Springfield, H.W., 1970. Germination and establishment of fourwing saltbush in the southwest.U.S.D.A. forest service. Res. Rap. RM-55. 48p.

Ungar, I.A. +],...`l...and Khan, M.A., 2001. Effect of bracteoles on seed germination and dispersal of two species of *Atriplex*. U.S.A. Vargas, C.F. 2007. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía mesoamericana 19(2): 233-240. 2008. ISSN: 1021-7444.