

## INTRODUCCION

Las leguminosas forrajeras tropicales se usan para proveer altos contenidos de proteínas a la dieta en la alimentación de ganado, incrementar la fertilidad del suelo al ser incorporadas o mediante su explotación y para la fijación biológica de nitrógeno atmosférico al suelo, mediante la simbiosis entre las células de la raíz y las bacterias del género *rhizobium*, por lo que, donde se cultiven exitosamente estas especies se puede esperar un incremento en su concentración en el suelo.

Lo anterior es importante en las áreas ganaderas, en donde el uso consecutivo del suelo por las gramíneas forrajeras han presentado una deficiencia de fertilidad del suelo, principalmente de nitrógeno, lo cual acontece severamente en la actualidad en las regiones tropicales. Por lo cual, para estabilizar la producción ganadera regional es relevante disponer de especies adaptadas y persistentes a las condiciones edafológicas y climáticas, que contribuyan a mejorar el valor nutritivo de la ingesta de los animales.

El problema de las leguminosas tropicales no está resuelto aún, pues si bien, hay muchas que tienen buenas cualidades alimenticias, su cultivo reviste algunos problemas o bien su aprovechamiento no es fácil, ya sea por su forma peculiar de crecimiento o por que resisten poco al pisoteo del ganado o por el consumo excesivo de los animales, ocasionando un deterioro acelerado de los potreros.

Además existen especies de importancia económica tanto de regiones tropicales y templadas que han presentado problemas en su germinación en

mayor o menor proporción, asociándose a la presencia de latencia en sus semillas, siendo mayor en semillas recién colectadas, ésta puede encontrarse prácticamente en todos los grupos o clases de plantas forrajeras.

Entre las limitantes en la multiplicación de *Clitoria ternatea*, se encuentran la falta de programación regional en la producción de semillas, así como la poca información sobre la calidad fisiológica. Por lo cual, la semilla recién cosechada de esta especie no germina cuando es sembrada en condiciones adecuadas del suelo, temperatura y humedad, ya que se caracteriza por presentar latencia principalmente después de la cosecha y algunos meses subsecuentes, esto se debe a que la testa de la semilla presenta impermeabilidad al agua durante el proceso de germinación, ocasionando que la semilla no se active para dar origen a la germinación misma.

La latencia en esta semilla ha traído como consecuencia una emergencia irregular de las plantas y una reducción en los niveles de rendimiento en campo. Por lo anterior, es importante determinar cual es el método más conveniente para romper la latencia de la semilla y tener información que nos permita determinar los niveles de calidad fisiológica de las semillas; motivo por el cual se realizó el presente trabajo, siendo los siguientes:

## Objetivos

1. Conocer el efecto del tamaño de la semilla en la germinación
2. Evaluar mediante el método químico y mecánico el rompimiento de latencia en semilla de la *clitoria ternatea* para promover la germinación

## Hipótesis

1. El tamaño de la semilla afecta su germinación
2. Los métodos químicos y mecánicos alteran positivamente el grado de latencia en la semilla.

## REVISION DE LITERATURA

### *Clitoria ternatea*

#### Origen

Es una semilla de la familia de las leguminosas, es originaria de Asia, en México se encuentran en forma silvestre o cultivada en los estados de Tabasco y Veracruz. Se le conoce como cuhna (Brasil), conchita azul (Puerto Rico y Cuba), zapatito de la reina (Venezuela) y conchita azul (Inglaterra). En México es nombrada campanita morada y conchita azul (Flores, 1980). Las hermosas flores de esta planta hacen que sean decorativas. La especie es cultivada en los países cálidos, es de origen africano y se ha introducido al Paraguay y el norte de Argentina.

#### Hábitat

Prospera bien desde el nivel del mar hasta los 1,600 msnm. Es tolerante a la sequía, salinidad y varios tipos de suelos, desde arcillosos hasta aluviales, limosos y profundos. Como muchas leguminosas, es una planta trepadora que se enreda en el cultivo más alto; Cuando crece sola produce una cobertura densa; se recomienda sembrar al inicio de las precipitaciones (como mínimo 400 mm), pero se desempeña mejor en regiones con 1500 mm anuales (Flores,1980). *Clitoria* es un género de amplia difusión en los trópicos, con más de 30 especies, de hábito variable. En Sudamérica resalta por su riqueza en este grupo, correspondiendo a la flora Argentina tres especies nativas, *C. cordobensis*, *C. nana Benth*, *C. guyannensis* (Burkart, 1943).

### **Establecimiento**

Su establecimiento es rápido cuando se siembra en suelos preparados rastreados y surcados, obteniéndose mejores rendimientos preferentemente en surcos que pueden ir desde 30 a 60 cm, sola o combinada con zacates como pangolas o estrellas, la siembra puede ser en surcos alternos utilizando de 5 a 7 kg de semilla por hectárea (González, 1995)

### **Descripción Botánica de la Planta**

La *Clitoria ternatea* es una leguminosa forrajera tropical perenne que presenta características de altura de planta que varía de 44.7 a 53.1 cm a las ocho semanas de su establecimiento (González, 1995).

La planta es semiarbusciva y voluble, de tallos lisos de 0.5 a 3 mm de diámetro. Hojas pinnadas con 5.7 foliolos, los cuales son oblongos lanceolados, casi orbiculares de 1.5 - 7.0 cm de longitud y 0.3 a 4.0 cm de ancho, pubescentes abajo y glabros en la parte superior. Presenta flores solitarias más o menos grandes de color azul o blanco, de cáliz tubular con una inclinación de 180° en sus pedicelos, por lo que el estandarte está hacia abajo.

Las vainas son alargadas y planas con 6 - 12 cm de longitud y 0.7- 12 cm de ancho, con más de 10 semillas globosas o elípticas, las cuales son de color oliva café o negras, regularmente moteadas o jaspeadas y de 4.5 - 7.0 mm de longitud y 3 - 4 mm de ancho (Bogdan, 1977; Hall, 1985).

## Utilización

Esta planta forrajera puede utilizarse para pastoreo directo, corte en verde, como heno, abono verde y ensilaje con gramíneas. Cuando se utiliza en pastoreo, éste debe ser rotacional y controlado, dando los días suficientes de descanso (40 a 60) para que la leguminosa logre un buen rebrote y pueda competir con los pastos. Para que la plantación esté siempre uniforme, es conveniente de cuando en cuando dejar que asemille y asegurar su propagación por este medio (Flores, 1980).

Peralta (1988) menciona que es posible obtener con *Clitoria* arriba de las 20 TMs/año aplicando riegos, mientras que González (1995) encontró que la producción de forraje era afectada por la humedad aprovechable en el suelo, obteniendo 3.2, 2.9 y 2.7 t/ha a 80, 60 y 40 por ciento de humedad aprovechable, respectivamente.

En el Valle de Cauca en Colombia, mezclado con pasto Guinea y Jaragua, se han obtenido producciones de 6 a 18 toneladas de forraje seco por hectárea al año, es decir de 30 a 90 toneladas en verde; conteniendo la mezcla una proporción de 5 a 19 por ciento de leguminosas. En Australia ha dado buenos resultados sembrar por separado leguminosas y otros zacates, desde luego con pastoreo controlado. En México, principalmente en Cotaxtla y Paso del Toro en Veracruz se han probado siembras de leguminosas, como *Centrocema pubescens*, *Centrocema plumiere*, *Clitoria ternatea*, *Phaseolus atropurpureus* y otras.

La producción de semilla de *Clitoria* es abundante, pero su maduración no es uniforme, lo cual dificulta la cosecha (Flores, 1980)

### **Semilla**

En términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de grano, frutos y estructuras más complejas que se emplea en las siembras agrícolas. Botánicamente, la semilla es el óvulo maduro encerrado dentro del ovario maduro o fruto, la cual esta compuesta de tres partes básicas; el embrión, los tejidos de reserva o almacenamiento y la testa o cubierta de las semillas (Camacho, 1994).

La semilla también ha sido definida como un óvulo maduro que consiste en un embrión, su reserva alimenticia almacenada y sus cubiertas protectoras (Moreno, 1996). Por su parte Hartmann y Kester (1986), dicen que el término semilla se usa también comúnmente para designar a los óvulos secos, indehiscentes de una sola semilla como carióspside, aquenio y nueces, y podría ser mejor definido como unidad de dispersión.

Potts (1992) agrupa las funciones de la semilla en tres grandes aspectos: Portadoras de las características genéticas inherentes de generación en generación sin cambio alguno. Tiene la capacidad de reproducirse cuando alcanzan las proporciones adecuadas de temperaturas, humedad, oxígeno y en ocasiones de luz. La semilla funciona como un sistema eficaz de almacenaje para una planta viva.

La composición de las partes básicas de la semilla se detalla a continuación:

1) Embrión.- Es una nueva planta que resulta de la unión de los gametos masculinos y femeninos durante la fecundación. El embrión o cigoto  $2N$  es la planta embrionaria que se origina de la fusión de una célula espermática del tubo polínico ( $1N$ ) con la célula huevo ( $1N$ ) del saco embrionario. El embrión puede mostrar diferentes patrones de desarrollo alcanzando diferentes tamaños y grados de diferenciación. Su estructura básica es un eje embrionario, con un punto de crecimiento en cada extremo, uno para el tallo y otro para la raíz, y una o más hojas seminales (cotiledones) adheridas al eje embrionario. Algunas veces consta de un brote apical, el epicotilo y un primordio radicular, la radícula y normalmente al final de la radícula se desarrolla una capa que la cubre.

2) Tejido de Almacenamiento. Las semillas no endospermicas almacenan alimentos en los cotiledones, los cuales forman las partes dominantes de la semilla. En las semillas endospermicas, el material de reserva se encuentra en el endospermo, perisperma, o en el caso de las gimnospermas en el gametofito haploide femenino. Todas las semillas tienen un endospermo derivado de la fusión nuclear triploide de los núcleos polares en el saco embrionario y la otra célula espermática del tubo polínico siendo por lo tanto  $3N$ . El endospermo puede persistir como un tejido rudimentario particularmente en dicotiledóneas, donde los cotiledones sirven como órganos de reserva.

En algunas semillas que carecen de endospermo o perispermo se conocen como exalbúminas donde el embrión es grande en proporción al total

de la semilla La semilla está casi llena y los cotiledones almacenan las reservas (Leguminosas, Cucurbitáceas, Compuestas). Las semillas con endospermo o perispermo son llamadas albúminas, donde el embrión varía en tamaño con relación a la cantidad de endospermo. El endospermo almacena diversas sustancias; principalmente carbohidratos que pueden estar combinados en varias porciones con proteínas y lípidos que son utilizados por el embrión en desarrollo durante la germinación.

3) Cubierta. Esta puede consistir de los tegumentos, los remanentes de la nucela y a veces partes del fruto. Las cubiertas de la semilla, o bien testa, por lo general, una o dos (rara vez tres) se derivan de los tegumentos del óvulo. Durante el desarrollo, las cubiertas de la semilla se modifican de manera que en la madurez presentan un aspecto característico. Las propiedades de la cubierta externa de la semilla pueden ser características de la familia a la que pertenece la planta. Usualmente la cubierta externa se seca, se engrosa y se endurece. En ciertas familias se vuelven impermeables al agua.

La cubierta de la semilla varía según las especies, dependiendo estas diferencias en el grado de escarificación, distribución de capas celulares, de posición de sustancias segregantes y otras sustancias orgánicas y diferenciación de tricomas formados por el crecimiento de células epidérmicas (Potts, 1992)

## **Germinación**

Robles (1987) menciona que la germinación es el crecimiento y continuación del desarrollo del embrión, hasta el momento de romper sus envolturas (pericarpio o testa) para que la radícula y talluelo o gémula broten y salgan. En genotecnia es muy importante conocer o determinar la capacidad de germinación de las semillas correspondientes al material genético o germoplasma con que se esté trabajando; esta determinación se realiza mediante la prueba del “porcentaje de germinación”.

Debe diferenciarse la germinación de la emergencia en la semilla; la primera es la brotación de la radícula y de la plúmula; la segunda, es la salida del talluelo sobre el suelo después de la siembra.

Moreno (1996) y Carambula (1981), definen a la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que proviene del embrión y que manifiesta la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Camacho (1994) por su parte, indica que la germinación es el proceso mediante el cual un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en planta adulta.

Según Hartmann y Kester (1986) para que la germinación se realice, se necesita que: a) la semilla sea viable, que tenga un embrión vivo capaz de crecer; b) se tenga la temperatura, aireación y humedad adecuada para el

proceso, c) se eliminen bloqueos fisiológicos presentes en la semilla que impiden la germinación.

Plántulas Normales. Son aquellas que poseen las estructuras esenciales que son indicativas de su habilidad para producir plantas normales bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Pueden clasificarse como normales cuando presentan un sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto para aquellas plantas (gramíneas) que normalmente presentan raíces seminales, un hipocotilo bien desarrollado y sin daños en el tejido conductor, una plúmula intacta, presentando una hoja verde bien desarrollada dentro o emergida del coleoptilo, o un epicotelo entero con yema normal.

Plántulas Anormales. No muestran el mismo potencial de desarrollo a una planta normal cuando crecen en suelo de buena calidad y bajo condiciones adecuadas de humedad, temperatura y luz. Se consideran anormales a:

a) Plántulas Dañadas.- Son aquellas que tienen algunas de sus estructuras esenciales dañadas en forma parcial o totalmente irreparable por lo que no se puede esperar un desarrollo de la planta balanceado.

b) Plántulas Podridas.- Aquellas que muestran algunas de sus estructuras esenciales enfermas o podridas como resultado de una infección primaria que procede de la misma semilla original, para posteriormente no originar un desarrollo normal (Moreno, 1996).

Semillas No Germinadas. De acuerdo a la ISTA (1996), son aquellas que no llegan a germinar al final del ensayo de germinación cuando han sido colocadas bajo condiciones establecidas y se clasifican como: Semillas duras (semillas que permanecen duras al final del ensayo debido a que no pueden absorber agua), semillas hinchadas (aquellas semillas que al final del ensayo se hinchan y se pudren) y Semillas muertas (son aquellas semillas que al final del ensayo y que sin ser duras ni frescas no pueden producir alguna estructura de una plántula).

### **Requerimientos de Germinación**

De manera mas precisa, Ruiz *et al.* (1962), consideran que existen condiciones intrínsecas y extrínsecas para que una semilla germine y origine una nueva planta:

#### **Condiciones Intrínsecas**

Las condiciones intrínsecas se pueden agrupar en 3 categorías:

Que la semilla se encuentre constituida normalmente, en donde las sustancias acumuladas en el endospermo o en los cotiledones sirven como alimento al embrión durante su germinación y en ocasiones es suficiente la proporción en la que se encuentran. Por otra parte, el embrión por causas muy diversas no se desarrolla de manera normal, lo cual puede distinguirse por ciertos caracteres externos como tamaño anormal, arrugamiento, deformación o pérdida de peso.

Que la semilla esté madura, generalmente la madurez de las semillas se alcanza en el punto máximo de peso seco, coincidiendo con la madurez del fruto. Siendo este momento cuando tiene su más alta capacidad germinativa.

Ausencia de latencia es indispensable que la semilla haya perdido algún tipo de latencia, es decir que haya tenido un período de postmaduración y que esta sea desaparecida en forma natural.

### **Condiciones Extrínsecas**

**Humedad**.- Cuando el protoplasma entra en actividad, puede contener suficiente proporción de agua; también es importante en la disolución de las sustancias de reserva y el transporte de la misma. Además, actúa en el desarrollo de las reacciones químicas que se realizan en el proceso de germinación, así como el de reblandecer, hinchar y romper la cubierta de la semilla.

**Temperatura**.- Cada especie tiene una temperatura para su germinación, lo cual se confirma en el tipo de clima al que pertenecen, siendo generalmente entre 20 y 30°C, sin embargo, regímenes muy altos (40°C) o muy bajos (menos de 5°C) obstaculizan el desarrollo del embrión.

**Oxígeno**.- Por medio del oxígeno se efectúan las oxidaciones de las sustancias orgánicas, debido al incremento en la respiración durante la germinación.

**Luz**.- Aunque la mayoría de las especies germinan en ausencia de luz, en algunas es un requerimiento indispensable.

Moreno (1996) considera que la germinación de una determinada semilla, la necesidad de luz podrá ser natural o artificial procurando que su intensidad sea uniforme, para no elevar la temperatura de la prueba con la aplicación de la luz.

Otros factores que afectan la germinación de la semilla y el desarrollo de la plántula son: la especie, madurez de la semilla y medio ambiente.

### **Eventos durante la Germinación**

Copeland (1976), afirma que la mayoría de las semillas siguen el mismo patrón de la germinación en la que se realiza una secuencia específica de eventos que son:

**Imbibición.** Consiste en la absorción de agua por la semilla, donde la permeabilidad de la cubierta y disponibilidad de agua son los principales factores que influyen en la extensión de la imbibición.

**Activación de Enzimática.** Esta resulta en parte de la reactivación de las enzimas durante el desarrollo del embrión y en parte de la síntesis de las nuevas enzimas al comenzar la germinación. En el endospermo, los cotiledones, el perispermo o en el gametofito femenino en el caso de las coníferas se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos, estos compuestos son dirigidos a sustancias más simples, que son traslocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

**Crecimiento del Embrión.** El desarrollo de la plántula resulta de la división celular continua en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de las plántulas. La iniciación de la división celular en los puntos de crecimiento es independiente de la iniciación de la elongación celular. Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementa el peso fresco y el peso seco de la plántula, pero disminuye el peso total de los tejidos de almacenamiento.

**Emergencia de la Radícula.** Indica que el proceso de germinación está completo y puede estar terminado a través de la elongación o división celular. En general, la elongación celular precede a la división celular, pero hay pocas excepciones como en la semilla de pino y de fresa.

**Establecimiento de Plántulas.** Las plantas se mantienen así mismas cuando pueden abastecerse de agua y fotosintetizar; inicialmente se someten a un estado de transición durante el cual producen algún alimento propio, dependiendo en forma parcial del desdoblamiento de reservas de los tejidos de almacenamiento así como las plántulas que se van estableciendo firmemente en el suelo, se abastecen de agua y elaboran su propio alimento, volviéndose independientes.

### **Factores que Afectan la Germinación**

El efecto de la temperatura sobre la ruptura del letargo son bastantes generales y conocidos como está demostrado ampliamente. Las Normas de la

ISTA (1996), recomiendan que en ensayos de germinación en laboratorios, las temperaturas alternadas ayudan a superar las situaciones de letargo y favorece a la germinación.

**Oxígeno.** Existen casos aislados en los que la anaerobiosis puede inducir letargo secundario en suelos arcillosos mal aireados. Sin embargo esto no parece ser frecuente, pues la situación de anaerobiosis artificial en la atmósfera de nitrógeno, provoca en muchos casos la ruptura del letargo y se piensa que el letargo es fundamentalmente un estado que se da en situaciones de en su aerobiosis (Moreno, 1996).

**Luz.** La mayoría de las semillas presentan diferencias en germinación de acuerdo a las condiciones de luz. Numerosas semillas no germinan cuando se colocan en condiciones favorables, pero en presencia de oscuridad. Otras permanecen aletargadas bajo una iluminación continua. Finalmente, hay semillas que germinan tanto a la luz como en la oscuridad (Besnier, 1989).

### **Latencia**

Camacho (1994) dice que dormición es sinónimo de dormancia, letargo, latencia, reposo y vida latente. El autor lo define como el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aunque disponga de suficiente humedad para embeberse, a una aireación similar a la de las primeras capas de un suelo bien ventilado y una temperatura que se encuentre entre 10 y 30°C.

Una definición concreta no existe, pero una definición más usual, es que la latencia es un estado en el cual una semilla viable disminuye su germinación

bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y oxígeno. En otras palabras, latencia se define como un estado en el cual una semilla viable no germina aún cuando se encuentre en condiciones óptimas para germinar, esto es cuando se tiene una adecuada temperatura, humedad y oxígeno (Camacho, 1994).

Se le denomina letargo al fenómeno por el cual una semilla viable no germina cuando se coloca en un sustrato húmedo, aireado y con temperaturas adecuadas para sostener los procesos metabólicos que conducen a la germinación, salvo casos extremos estas temperaturas oscilan entre 20°C y 25°C.

El letargo es una fase de la vida de la semilla después de la maduración, en la cual su desarrollo se encuentra detenido por factores estructurales o fisiológicos dependientes de la propia semilla. Según Besnier (1989), la mayoría de la semilla de plantas cultivadas, secas y sanas, germinan rápido y uniforme cuando se siembra en suelos húmedos y en épocas apropiadas.

Sin embargo, cuando estas mismas semillas se hacen germinar antes de la época normal de siembra siguiente a la cosecha (análisis de germinación en laboratorio), es frecuente la aparición de anomalías, que generalmente se manifiestan en la obtención de porcentajes de germinación inferiores a los normales. Este fenómeno es mucho más frecuente y se presenta en aquellas plantas herbáceas y cultivadas. Sin embargo, el fenómeno es muy patente en el caso de las semillas de muchas plantas arbóreas y arbustivas forestales, frutales, etc.

## **Clasificación de Latencia**

Dada la diversidad de situaciones en las que las semillas y plántulas han de sobrevivir, la adaptación a dichas situaciones en las que el letargo interviene como factor importante son muy variadas. Esto da lugar a la existencia de muchos tipos de letargo cuya clasificación puede facilitar la comprensión del fenómeno, pero tal clasificación puede hacerse según diferentes criterios, de intensidad y uniformidad (Besnier, 1989).

Respecto a la causa inmediata, los distintos tipos de letargo pueden agruparse en dos grandes categorías, según los factores atribuibles a las cubiertas que rodean al embrión o factores existentes en el propio embrión. En la práctica, gran parte de los tipos de letargo que se tienen en la cubierta, pueden superarse por el procedimiento de la escarificación.

Por otra parte, las circunstancias ambientales en las que madura la semilla, influye mucho más en las cubiertas que en el letargo embrional (Besnier, 1989).

En relación con el momento de la aparición del letargo, suelen admitirse dos categorías, según Besnier (1989):

**Latencia Primaria.** Corresponde al estado de desarrollo en que están las semillas en el momento en que se desprenden de la planta madre o inmediatamente.

**Latencia Secundaria.** Es un estado del letargo inducido en semillas en reposo a causa de la presencia de determinados factores ambientales.

Moreno (1996) y Hartmann y Kester (1986), señalan como semilla latente cuando la germinación es impedida por mecanismos propios de la semilla.

Crocker (1916), describe siete tipos de latencia en semillas: inmadurez del embrión, impermeabilidad de la cubierta al agua, restricción mecánica al crecimiento del embrión, impermeabilidad de la cubierta al oxígeno, latencia endógena del embrión, combinación de tipos de latencia y latencia secundaria.

### **Causas de la Latencia**

La clasificación de las causas de la latencia de acuerdo a Nikolaeva (1977), son:

1. Latencia por cubierta de la semilla
2. Latencia morfológica
3. Latencia interna
4. Latencia doble
5. Latencia secundaria

Las causas de latencia debido a las cubiertas del embrión las divide a su vez en tres tipos:

**Física.** En este tipo se encuentran las semillas de la familia de las leguminosas, *Malvaceas*, *Cannaceas*, *Geraniaceas*, *Chenopodiaceas*, *Convolvulaceas* y *Solanaceas*. El embrión se encuentra encerrado en una cubierta que conserva a las semillas con un bajo contenido de humedad por largo tiempo, a una temperatura alta. Ejemplos de semillas de este tipo son

leguminosas, herbáceas (trébol, alfalfa y otras), así como otras leguminosas arbóreas (Robina, Acacia y otras). La dureza de la semilla depende de la especie y condiciones ambientales durante su almacenamiento.

**Mecánica.** En este tipo se encuentran semillas en las que sus cubiertas son demasiado duras y gruesas y no permiten la expansión del embrión durante la germinación. Una vez que el agua ha sido absorbida por la semilla, las fuerzas expansivas de la germinación rompen la cubierta y desgarran cualquier parte externa.

**Química.** Las sustancias inhibidoras de la germinación se producen y acumulan en el fruto, así como en las cubiertas de la semilla. Esto ocurre en cítricos, cucúrbitas, frutos de hueso, pomáceas y solanáceas; así como en la cáscara de la semilla de guayule, *Pennisetum ciliares*, trigo y en las cápsulas de mostaza blanca (*Brassica*). Cuando las cubiertas del fruto se quedan en la semilla, algunas de las sustancias asociadas con la inhibición de la germinación pueden persistir hasta el período de germinación, pudiendo ser fenoles, cumarina y ácidos abscísicos.

### **Métodos para Romper Latencia**

**Almacenamiento en Seco.** Para especies con latencia natural de corta duración, con frecuencia es suficiente almacenar la muestra en un lugar adecuado por un corto período de tiempo.

**Preenfriamiento.** Se colocan las semillas en el sustrato húmedo que se utiliza para la prueba de germinación y bajo esas condiciones se someten al período

de enfriamiento. Para las semillas en latencia, recomiendan temperaturas de 5 a 10°C por períodos de 5 a 30 días; generalmente son suficientes de tres a siete días para romperla (Besnier, 1989).

**Presecado.** Las condiciones de la AOSA (1983) para el presecado son; colocar las semillas a una temperatura de 35 a 40 °C por periodo de cinco a siete días, con circulación continua de aire. La ISTA (1996), señala colocar las semillas a una temperatura que no exceda los 30 - 35 °C bajo continúa circulación de aire, por un períodos de hasta siete días, después se someten a la prueba normal de germinación.

Para ciertas especies trópicas y subtropicales, la temperatura de presecado que puede utilizarse es de 40 a 50 °C, por ejemplo, en *Archis hypogea* (40°C) y *Oryza sativa* (50°C).

**Luz.** Muchas gramíneas responden al tratamiento de luz. Se recomiendan lámparas fluorescentes de luz blanca.

**Nitrato de Potasio.** Se recomienda el uso de una solución al 0.2% de KNO<sub>3</sub> para el humedecimiento inicial del sustrato en las pruebas de germinación con el fin de superar latencia de semillas especialmente en las gramíneas. Se prepara la solución en 2 g de KNO<sub>3</sub> en 1000 ml de agua.

**Acido Giberélico (GA<sub>3</sub>).** Su uso está recomendado para *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *Triticum secale* y *Triticum aestivum*. El sustrato se humedece con una solución con 200 ppm de ácido giberélico y cuando es alta se puede usar 1000 ppm (Besnier, 1989).

**Sellado de Sobres de Polietileno.** Cuando se encuentra una alta proporción de semilla fresca sin germinar al final de la prueba estándar (por ejemplo, *Trifolium sp*). Esto induce la germinación de las semillas y la prueba será satisfactoria durante ocho y 24 horas (Moreno, 1996 y Besnier, 1989).

**Remojo en Agua.** La ISTA (1996), recomienda que en semillas que presentan cubiertas duras, la germinación puede ser más rápida después que las semillas son remojadas durante 24 a 48 horas en agua, para el caso de *Acacia spp*, después de hundir la semilla aproximadamente tres veces en su volumen de agua hirviendo, desde que esta empieza a hervir hasta que enfríe, la germinación se puede realizar inmediatamente. La entrada del agua a la semilla es importante para que se dé el primer evento durante la germinación que es la imbibición. La cantidad de agua que entra a la semilla es influenciada por la naturaleza de la cubierta de la semilla.

**Escarificación.** La escarificación se practica en semillas con tegumentos excesivamente duros y normalmente impermeables que impiden la entrada de gases y agua, formando una barrera para la germinación. Para algunas especies donde se presentan semillas duras y no se hace ningún intento de germinación, se reporta el porcentaje encontrado, requiriéndose una evaluación de algún tratamiento especial y esencial (Moreno, 1996). Este puede ser aplicado previo a la prueba de germinación, o si se sospecha que pueden afectar a las semillas no duras, las duras pueden secarse después del período de la prueba estándar (Moreno, 1996).

**Escarificación Química.** La inmersión en ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ), es efectiva para algunas especies (ejemplo; *Macroptilium sp* y *Brachiaria sp*). Las semillas se remojan en ácido hasta que aparezcan perforaciones en la cubierta. La inmersión puede ser rápida o tardarse más de una hora, pero las semillas deben ser examinadas en pocos minutos. Después de la inmersión se deben lavar las semillas completamente en agua antes de iniciar la prueba de germinación (Moreno, 1996).

Whiteman y Mendra (1982) condujeron un experimento sobre semilla recién cosechada y de 10 meses de edad del pasto *Brachiaria decumbens*, a la cual aplicaron escarificación con ácido sulfúrico durante 0,5,10,15 y 20 minutos. Basándose en sus resultados ellos concluyeron, que la aplicación de ácido sulfúrico en semilla de 10 meses de edad se encontró un efecto significativo con la aplicación de ácido sulfúrico.

El ácido sulfúrico es un método muy usado y efectivo. La duración del tratamiento es muy variable de acuerdo con la especie que se trate. Se recomienda agitar la mezcla con precaución a fin de impedir la acumulación de material oscuro y resinoso de las semillas. Después, la semilla se lava con agua corriente, considerando un tiempo razonable de 10 minutos (Hartmann y Kester, 1986).

Smith (1971) al trabajar con *Panicum maximum* observo, que tratando la semilla con ácido sulfúrico concentrado por cinco minutos se logró aumentar el número de plántulas en un 40 por ciento y que este valor disminuyó en semilla con más de dos años de almacenamiento.

McDonald (1987) indica que además del ácido se han usado enzimas como celulosa y pectinosa que alteran la cubierta y permeabilidad de la semilla. El alcohol y la acetona se han utilizado para disolver componentes insolubles en agua.

**Escarificación Mecánica.** Consiste en modificar la cubierta dura o impermeable de la semilla, entendiéndose por escarificación, cualquier proceso de ruptura, rayado o alteración física de la semilla para hacerla permeable al agua y gases (Besnier, 1989).

El frotar las semillas con papel lija, rayarlas con una lima y romper las cubiertas son métodos sencillos útiles para lotes pequeños de semillas.

Las leguminosas de semilla pequeñas se tratan de este modo en ocasiones para aumentar la germinación. El tiempo de escarificación es variable para cada especie, lo cual depende del grosor y resistencia de la cubierta. El exceso de escarificación daña la semilla reduciendo la germinación (Hartmann y Kester, 1986).

La escarificación mecánica se ha desarrollado en escala comercial en semillas de *Medicago*, *Melolitos*, *Leucaena*, *Bactisia*, *Centrosema*, *Calopogonium*, *Glycine*, *Stylosanthes* y *Pueraria* (Hartmann y Kester, 1986).

Este método fue utilizado por Strickland *et al.* (1976), quienes reportan latencia en semillas de *Panicum coloratum*, siendo necesario 12 meses de almacenamiento para obtener 75 por ciento de germinación, además de escarificación mecánica para obtener dicho porcentaje de germinación.

Así mismo Purcell (1974) en pasto Buffel, comenta que si la semilla es pasada por el molino de martillo, generalmente se provoca una rápida germinación, siempre y cuando se cuente con condiciones de humedad.

Beltrán (1984) estudió la germinación de semillas de 5 especies de nopal, encontrando que la escarificación mecánica (corta uñas y lima) logró la tasa media de germinación y velocidad de germinación en *Opuntia streptacantha* y *O.robusta*.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del Area Experimental

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (C.C.D.T.S), de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra ubicada a los 25° 22' de latitud norte y 10° 00' de longitud oeste, con una altitud de 1742 msnm, en Buenavista, Saltillo Coahuila (García, 1986)

### Material Experimental

Se utilizó semilla de una leguminosa forrajera tropical *Clitoria ternatea* Cv. Tehuana proveniente de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Ciudad Victoria, Tamaulipas.

### Manejo de la Semilla

Antes de empezar a trabajar en el laboratorio con la semilla, se realizó la separación de la semilla por tamaño, chico y grande.

La separación de la semilla se realizó con un tamiz con diámetro de  $\frac{1}{12} \times \frac{1}{2}$  pulgadas de malla, lo cual tenía un marco de 12 x 12 pulgadas de ancho. Para esto se removi6 la semilla, eliminando todo tipo de material indeseable dejado por la criba, quedando la muestra dividida en dos parte.

La separación posteriormente se llev6 acabo en un aparato llamado Carter Day con orificio de 18 pulgadas de diámetro, en la cual se vaciaron las muestras de semilla obtenidas anteriormente, la separaci6n consistió de

manera en que giraban las bandas, ya que en los orificios quedaron las semillas más grandes, y el resto brincaba hacia otro recipiente del mismo aparato (Facio y Dávila, 1984)

## **Métodos para Romper Latencia**

### **Escarificación Química**

Para la escarificación de la semilla se utilizó Acido Sulfúrico concentrado, de acuerdo a la ISTA (1996). La semilla se remojo en la solución durante 0.5, 5, 10 y 15 minutos, procurando que el ácido cubriera totalmente la semilla, después se lavaron con agua corriente durante tres a cinco minutos y secadas al ambiente, quedando listas para las pruebas fisiológicas de germinación. Para el manejo del ácido se usaron vasos de precipitado o recipientes de vidrio, extremando todos los cuidados necesarios por el riesgo de la sustancia.

### **Escarificación Mecánica**

Para este método, la semilla se colocó sobre la superficie de una mesa de laboratorio, en la cual contenía una lija puesta en la superficie, las semillas fueron raspados manualmente durante una, dos, tres y cuatro, pasadas, evitando que las raspados en las semillas no fueran desuniformes. Posteriormente quedaron listas para realizar las pruebas de germinación.

## **Variables a Evaluar**

### **Germinación Estándar**

Para la germinación estándar se siguió el método sugerido por la ISTA (1996), en donde se utilizó ocho repeticiones de 50 semillas, la germinación se

llevó acabo entre toallas de papel Anchor humedecidas y enrolladas en forma de “tacos”. Estos se colocaron dentro de una bolsa de plástico, posteriormente se colocaron en la estufa de germinación a 25 °C constante con 16 horas luz y 8 horas oscuridad.

Los conteos de germinación se hicieron a los cuatro y diez días, registrando información de número de plántulas normales, anormales, semillas duras, muertas e hinchadas de acuerdo a las recomendaciones de la ISTA (1996).

### **Longitud Media de Plúmula**

Se determino en 25 plántulas obtenidas al azar durante el segundo conteo de germinación. Para cada una de las repeticiones de cada tratamiento.

Para esto se utilizó una toalla de papel secante de 30 x 25 cm, rayada con líneas paralelas cada 2 cm, marcadas en el eje de 30 cm del papel y a partir de la parte media hacia arriba. Se midieron las plúmulas. Al final se contó el número de plumúlas que estaban situada en cada línea. A las líneas se les dio valores de 1, 3, 5, 7, 9, 11 y 13 cm, tomando el valor estándar del punto medio de cada paralela a la línea central. El número de plúmulas que quedo entre cada línea se multiplicó por la correspondiente distancia y se sumó, dividiendo la longitud total entre el número de plántulas normales (25).

### **Longitud Media de Radícula**

Esta variable se realizó mediante la medición de 10 plántulas normales seleccionadas al azar de las repeticiones de cada tratamiento. Para esto se utilizó una regla metálica de 50 cm, se tomo la media de las plántulas seleccionadas de los tratamientos.

### **Peso Seco de Plántulas**

Se determinó desprendiéndole los cotiledones a cada plántula en los distintos tratamientos, se colocaron en sobres con perforaciones para permitir el paso del aire caliente generado por la estufa de aire forzado a 65°C por 24 horas hasta obtener peso constante. Después se colocaron en el desecador durante 30 minutos y se pesaron en una balanza de precisión, reportando el resultado en mg/ plántula.

### **Análisis Estadístico.**

Los datos de los tratamientos se analizaron bajo un diseño completamente al azar, en un arreglo trifactorial, donde el factor A, corresponde a los tipos de métodos, el factor B a tamaños de semilla y factor C a los tratamientos dentro de Métodos:

El modelo estadístico utilizado es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{jk} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación del i-ésimo método en la j-ésimo tamaño de semilla del k-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$A_i$  = Efecto del i-ésimo método

$B_j$  = Efecto de la j-ésimo tamaño de semilla

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo método en la j-ésimo tamaño de semilla

$C_k$  = Efecto del k-ésimo tratamiento

$AC_{ik}$  = Efecto de la interacción de i-ésimo método de semilla en el k-ésimo tratamiento

$BC_{jk}$  = Efecto de la interacción del j-ésimo tamaño de semilla en el k-ésimo tratamiento

$ABC_{ijk}$  = Efecto de la triple interacción del i-ésimo método y j-ésimo tamaño de la semilla y el k-ésimo tratamiento

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado con ijk-ésimo observaciones

## RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los análisis de varianza (Cuadro1), se observa que en la prueba de germinación estándar, se presentaron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ), para la fuente de variación de métodos para romper la latencia, entre tamaño de semillas (T) y tratamientos (Tr), así como en las interacciones método por tratamientos (M\*Tr), tamaño por tratamiento (T\*Tr) y métodos por tamaños por tratamiento (M\*T\*Tr), en cambio, para la interacción métodos por tamaño (M\*T\*) presentaron solo diferencias significativas ( $\alpha= 0.05$ ).

En longitud media de radícula, se encontró que para la fuente de métodos, tratamientos y la interacción método por tratamiento (M\*Tr), presenta diferencia altamente significativa ( $\alpha=0.01$ ). En cambio para el tamaño de semilla (T) y las interacciones método por tamaño (M\*T), tamaño por tratamiento (T\*Tr) y la triple interacción presentaron diferencias significativas.

Para longitud de plúmula y en la fuente de métodos, tratamientos y la triple interacción (métodos, tamaño, tratamientos) presentan diferencias altamente significativas, por lo cual, para el tamaño (T), método por tamaño (M\*T), método por tratamiento y tamaño (M\*Tr\*T), presentaron diferencias significativas.

En el caso del peso seco de planta, se aprecia que para la fuente de tratamientos, esta presentó una diferencia altamente significativa, mientras que en métodos (M), método por tratamiento (M\*Tr), tamaño por tratamiento (T\*Tr), y la triple interacción (M\*T\*Tr), solo presentaron diferencias significativas.

Respecto a los coeficientes de variación obtenidos, se observa que estos son aceptables para la prueba de germinación estándar, longitud media de radícula y longitud media de plúmula, ya que estos oscilaron entre 13.53 a 17.21, en cambio en peso seco por planta el coeficiente de variación fue alto al presentar 25.91 por ciento, esto fue debido a la variabilidad obtenida en los diferentes tratamientos.

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza en las variables evaluadas de germinación estándar, longitud media de radícula, longitud media de plúmula, peso seco por plántula.

Fuente de Variación	G.L	Germinación Estándar	Longitud Media de Radícula	Longitud Media Plúmula	Peso Seco por Plántula
Métodos	1	39690.0**	237.41**	40.189**	27.672*
Tamaños	1	280.90**	1.243*	1.022*	54.382*
Met*Tam	1	152.10*	0.018*	0.120*	7.022*
Tratamientos	4	22311.188**	79.9426**	8.365**	489.417**
Met*Trt	4	10468.563**	17.741**	4.261*	30.937*
Tam*Trt	4	174.463**	1.888*	5.261*	3.574*
Met*Tam*Trt	4	238.788**	1.714*	9.643**	1.544*
Error Exp.	140	25.821	1.876	2.310	11.260
C.V(%)	-----	14.21	17.21	13.53	25.91

\*,\*\*; = Significativo al 5 y 1% de nivel de significancia, respectivamente

## Comparación de Medias

### Germinación Estándar

Entre los métodos evaluados (Cuadro 2) se observa que el método químico fue el mejor, al presentar 51.5 por ciento de germinación, mientras que en el método mecánico, registró un 20.0 por ciento. En el caso del tamaño de la semilla evaluada, encontramos que en la semilla grande y chica tuvieron 37.07 y 34.42 por ciento de germinación, respectivamente, lo anterior, nos indica que la semilla grande presenta mayor vigor y/o germinación que la semilla pequeña.

En el Cuadro 3 se presenta la comparación de medias entre los métodos de rompimiento de latencia y tratamientos dentro de los métodos. En dicho cuadro se observa que la germinación obtenida en la semilla sumergida en ácido sulfúrico por 10 y 15 minutos respectivamente, registraron germinaciones más altas con 95.87 y 96.37 por cientos, ambas no difieren estadísticamente entre sí, sin embargo superan al resto de los tratamientos.

Por otra parte, la semilla sumergida en cinco minutos en ácido sulfúrico presenta una germinación de 49.25 por ciento, seguida por los tratamientos del método mecánico, específicamente en el tratamiento de cuatro pasadas de lija, quien presentó 31.1 por ciento, en cambio, dentro del mismo método mecánico se aprecia que a menor pasadas de lija de la semilla, la germinación disminuye

de 24.5, 21.1 y 19.0 por ciento para 3, 2 y 1 pasadas de la semilla por lija. Por otra parte, se observa que la semilla testigo registra menor porcentaje de germinación al tener 4.25 por ciento.

### **Longitud Media de Plúmula**

En el Cuadro 2 se observa que en el método químico la longitud media de plúmula resulto ser la mejor con 11.73 cm de longitud con respecto al método mecánico quien presentó 10.73 cm. En cambio en la semilla de tamaño grande existe mayor longitud de plúmula con 11.31 cm, mientras que en la semilla de tamaño chico presento la menor longitud con 11.15 cm.

En el Cuadro 3 se observa que los tratamientos de inmersión en ácido sulfúrico por 0.5, 10 y 15 minutos respectivamente, registraron mayor longitud de plúmula, de 11.73, 12.05 y 12.01 cm, ambos no difieren estadísticamente entre sí, superando al resto de los tratamientos. Por lo tanto, los tratamientos de inmersión por cinco minutos y el testigo presentaron la menor longitud de plúmula de 11.50 y 11.90 cm. Seguido por los tratamientos del método mecánico de tres, cuatro y dos pasadas de lija, los cuales presentan 11.32, 11.61 y 11.05 cm, dentro del mismo método, se aprecia que el testigo presenta una mayor longitud al tener 9.96 cm, que el tratamiento de una pasada de lija al tener 9.72 cm.

### **Longitud Media de Radícula**

En el Cuadro 2 se observa que el método químico es mejor que el método mecánico ya que presentó 9.15 cm de longitud media de radícula, en cuanto al método mecánico este fue de 6.71 cm de longitud media de radícula.

En el tamaño de la semilla, se observa que el tamaño grande presenta una mayor longitud radicular al tener 8.02 cm, mientras que la semilla chica tuvo 7.84 cm de longitud.

Para la longitud media de radícula (Cuadro 3) se observa que el tratamiento de inmersión en ácido sulfúrico de 15 minutos mostró mayor longitud de radícula con 12.12 cm, sin embargo, este supera al resto de los tratamientos, en cambio en los tratamientos de inmersión en ácido sulfúrico de cinco y 10 minutos presentan una longitud de 9.40 y 10.26 cm, ambos no difieren estadísticamente entre sí, seguido por el tratamiento del método mecánico y específicamente del tratamiento de cuatro pasadas de lija quien presenta 7.90 cm de longitud de radícula, por lo cual se observa dentro del mismo método mecánico que a menor cantidad de pasada de lija de la semilla, la longitud de radícula disminuye de 7.42, 6.18 y 6.37cm, para tres, dos y una pasada de la semilla de lija respectivamente. Por otra parte, se observa que la semilla testigo registro menor longitud, al tener 6.10 cm, para el método químico y 5.68 cm en el método mecánico.

### **Peso Seco por Plántula**

En el Cuadro 2 se observa en esta variable que el método químico resulto ser el mejor, al presentar 13.36 mg/pta, con respecto al método mecánico con 12.57 mg/pta.

En la semilla de tamaño grande se observa que esta presenta mayor peso seco de 13.53 mg/pta, mientras que el tamaño chico presentó 12.37 mg/pta.

Para el peso seco de plántula (Cuadro 3) observa que los tratamientos de inmersión en ácido sulfúrico por 10 y 15 minutos registraron el mayor peso seco de plántula con 16.72 y 16.67 mg/pta, ambos no difieren estadísticamente entre sí, sin embargo superan al resto de los tratamientos. En cambio el tratamiento de inmersión en cinco minutos presentó menor peso seco de 14.90 mg/pta, seguido por los tratamientos del método mecánico, de uno, dos, tres y cuatro pasadas de lija, los cuales presentaron 14.43, 14.08, 13.72 y 14.35 mg/pta. Por otro lado, la semilla testigo registro el menor peso seco al tener 6.10 mg/pta.

Cuadro 2. Medias de la interacción métodos y tamaños de las variables germinación estándar, longitud media de radícula, longitud media plúmula, peso seco por plántula

<b>Métodos</b>	<b>Germinación estándar</b>	<b>Longitud media de radícula</b>	<b>Longitud media de plúmula</b>	<b>Peso seco por plántula</b>
Químico	51.5	11.73	9.15	13.36
Mecánico	20.0	10.73	6.71	12.57
<b>Tamaños</b>				
Grande	37.07	11.31	8.02	13.53
Chico	34.42	11.15	7.84	12.37

Cuadro 3. Medias de la interacción métodos y tratamientos dentro de métodos en evaluación de las variables: germinación estándar(G.E), longitud media de radícula(LMR), longitud media de plúmula(LMP) y peso seco por plántula(PSP).

<b>METODOS</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>G.E</b>	<b>LMR</b>	<b>LMP</b>	<b>PSP</b>
QUIMICO	0.5 min.	11.75 e	7.875 cd	11.73 a	12.46 b
	5 min.	49.25 b	9.40 bc	11.40 abc	14.90 ab
	10 min.	95.87 a	10.26 b	12.05 a	16.72 a
	15 min.	96.37 a	12.12 a	12.01 a	16.67 a
	Testigo	4.25 f	6.100 ef	11.50 ab	6.10 c
MECANICO	Una pasada	19.0 d	6.375 def	9.72 c	14.43 ab
	Dos pasadas	21.12 d	6.188 ef	11.05 abc	14.08 ab
	Tres pasadas	24.50 d	7.425 de	11.61 ab	13.72 ab
	Cuatro pasadas	31.12 c	7.906 cd	11.32 abc	14.35 ab
	Testigo	4.25 f	5.681 f	9.96 bc	6.10 c

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes, Tukey

(0.05)

En el Cuadro 4 se presenta la comparación de medias entre los métodos de rompimiento de latencia, tratamientos y tamaños dentro de los métodos. En el cuadro se observa que la germinación obtenida en los dos tamaños de semilla sumergida en ácido sulfúrico por 10 y 15 minutos respectivamente, registraron las más altas germinaciones con 96.75 y 96.00, por ciento, para el tamaño grande y 96.75 y 95.00 por ciento de germinación para la semilla de tamaño chico, ambos no difieren estadísticamente entre sí, sin embargo, los tamaño de semilla grande y chico en inmersión de cinco minutos en ácido sulfúrico presentaron germinación de 60.00 y 38.5 por ciento. Seguida por los tratamientos del método mecánico, en los tratamientos con tres y cuatro pasadas de lija presentaron 28.50 y 23.75 por ciento de germinación para el tamaño grande y 33.75 y 25.75 por ciento para el tamaño chico, en cambio, dentro del mismo método mecánico se observa que a menor cantidad de pasadas de lija a la semilla en los dos tamaños disminuye la germinación de 21.25, 20.75, 21.00 y 17.25 por ciento. Por otra parte, se observa que la semilla testigo presentó un porcentaje menor de germinación en los dos métodos tanto químico y mecánico para los tamaños grande y chico de la semilla al tener 4.5 y 4.0 por ciento. En la figura uno y dos se observa el mismo comportamiento de la variable mencionada.

En este sentido Whiteman y Mendra (1982) coincidieron con los tratamientos de escarificación pero en la especie *Brachiaria decumbens*, donde encontraron que en 10 y 15 minutos de exposición se elimina la latencia.

Sin embargo Jonston y Harty (1981) coinciden con los tratamientos de escarificación de 10 y 15 minutos, donde encontraron que la germinación en *Brachiaria decumbens* es eficiente, sumergiendo la semilla en ácido sulfúrico concentrado por 13 minutos este tiempo lo obtuvo del promedio de los tiempos de inmersión con mayor porcentajes de germinación.

Roe y Williams (1969) no difiere con estos resultados de escarificación, donde mencionan que al trabajar con la semilla *Panicum coloratum* con ácido sulfúrico concentrado durante 20 minutos mostró una alta germinación.

En base a los resultados de escarificación mecánica, Hernández y Rodríguez (1998) encontraron que la escarificación es una forma práctica y adecuada para conocer la germinación potencial de la semilla. Esto lo encontró en semilla *Buffel*, en donde realizó la remoción de la semilla en forma mecánica y obtuvo porcentaje de germinación de 72 por ciento.

Para la longitud media de radícula se observa que los tratamientos de inmersión en ácido sulfúrico por 15 minutos en los dos tamaños de semilla, registraron la mayor longitud de radícula con 11.52 y 12.71 cm, ambos no difieren estadísticamente entre sí, sin embargo superan al resto de los tratamientos. En cambio los tratamientos de 10 minutos en ácido sulfúrico presenta menor longitud de radícula de 10.35 y 10.16 cm para la semilla grande y chica seguido por los tratamientos del método mecánico, específicamente en el tratamiento de cuatro pasadas de lija que presentó 7.98 y 7.87 cm, para los dos tamaños de semillas, grande y chico. Además se muestra dentro del mismo método que a menor cantidad de pasadas de lija en la semilla, la

longitud de radícula disminuye en el tamaño grande con 7.73, 5.95 y 5.50 cm en las pasadas de tres, dos y una y 7.11, 6.42 y 6.25 cm para el tamaño chico. Mientras que en los tamaños grande y chico de semilla testigo estas presentaron menor longitud de radícula en el método químico con 6.75 y 5.52 y 5.83 y 5.52 cm para el método mecánico. Así mismos en la figura tres y cuatro se presenta la misma concentración de datos de esta variable, con el mismo comportamiento.

Respecto a los resultados anteriores Manjarrez (1996) al trabajar con pasto llanero bajo escarificación química de  $AG_3$ , en encontró diferencia altamente significativa en longitud de la radícula.

En la longitud media de plúmula se observa que los tratamientos en inmersión de ácido sulfúrico por 0.5, 5, 10 y 15 minutos y el testigo en los dos tamaños de semilla, registraron mayor longitud de plúmula con 11.80, 11.02, 12.57, 11.66 y 11.36 cm para el tamaño grande y 11.66, 11.77, 11.52, 12.35 y 11.63 cm de longitud de plúmula para el tamaño chico, seguido por los tratamientos del método mecánico en los tratamientos de dos, tres y cuatro pasada de lija y el testigo con 11.06, 11.12, 11.32 y 11.16 cm de longitud de plúmula, mientras que en semilla grande y en las pasada de lija de una, dos, tres y cuatro con 10.97, 11.03, 12.11 y 11.31 cm de longitud de plúmula para el tamaño chico. Por lo cual, se observa que la semilla testigo y el tratamiento de una pasada de lija presentan menor longitud de plúmula al tener 8.77 cm y 8.47 cm para la semilla grande y chica, dentro de este método mecánico. En la

figura cinco y seis se muestra la misma tendencia de esta variable estudiada, en los respectivos tratamientos.

De igual manera, Herrera (1995) en sus resultados donde encontró que en pasto Pretoria y bajo escarificación química, existieron diferencias altamente significativa en la longitud de plúmula.

Para el peso seco de plántula se observa que los tratamientos en inmersión en ácido sulfúrico por 0.5, 5, 10 y 15 minutos respectivamente en los dos tamaños de semilla, registraron el mayor peso seco por planta de 12.29, 15.66, 17.36 y 17.13, para el tamaño grande de semilla y 12.61, 14.12, 16.07 y 16.19 mg/pta para el tamaño chico, seguidos por los tratamientos del método mecánico de una, dos, tres y cuatro pasada de lija para los dos tamaños de semilla con 15.31, 15.29, 14.36 y 15.42 mg/pta correspondiendo al tamaño grande, y de 13.54, 12.87, 13.06 y 13.27 mg/pta para el tamaño chico. Por otro lado, la semilla testigo presentó menor peso seco de 6.25 y 5.95 mg/pta para los dos métodos y tamaños de semilla. En la figura siete y ocho se muestra la misma tendencia de los tratamientos en los dos métodos de escarificación.

Cuadro 4. Comparación de medias de la interacción métodos por tamaño, tratamiento en evaluación de las variables: germinación estándar(G.E), longitud media de radícula(LMR), longitud media de plúmula(LMP) y peso seco por plántula(PSP)

<b>T a m a ñ o: G r a n d e</b>					
<b>MÉTODOS</b>	<b>TRAT</b>	<b>G.E</b>	<b>LMR</b>	<b>LMP</b>	<b>PSP</b>
<b>Químico</b>	0.5 min.	10.25 hi	8.03 cdef	11.80 a	12.29 ab
	5 min.	38.5 c	9.66 bcd	11.02 abc	15.66 a
	10 min.	96.75 a	10.35 abc	12.57 a	17.36 a
	15 min.	96.00 a	11.52 ab	11.66 ab	17.13 a
	Testigo	4.5 i	6.75 ef	11.36 ab	6.25 bc
<b>Mecánico</b>	Una pasada	20.75 efg	6.50 f	8.47 c	15.31 a
	Dos pasadas	21.25 efg	5.95 f	11.06 abc	15.29 a
	Tres pasadas	23.25 ef	7.73 def	11.12 abc	14.36 a
	Cuatro pasadas	28.50 de	7.93 cdef	11.32 ab	15.36 a
	Testigo	4.50 i	5.83 f	11.16 abc	6.25 bc
<b>T a m a ñ o: C h i c o</b>					
<b>Químico</b>	0.5 min.	13.25 ghi	7.71 def	11.66 a	12.61 a
	5 min.	60.00 b	9.15 bcde	11.77 a	14.12 a
	10 min.	95.00 a	10.16 bcd	11.52 ab	16.07 a
	15 min.	96.75 a	12.71 a	12.35 a	16.19 a
	Testigo	4.00 i	5.52 f	11.63 a	5.95 c
<b>Mecánico</b>	Una pasada	17.25 fgh	6.25 f	10.97 abc	13.54 a
	Dos pasadas	21.00 efg	6.42 f	11.03 abc	12.87 a
	Tres pasadas	25.75 def	7.11 ef	12.11 a	13.06 a
	Cuatro pasadas	33.75 cd	7.87 cdef	11.31 ab	13.27 a
	Testigo	4.00 i	5.52 f	8.77 bc	5.95 c

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes, Tukey

(0.05)



Figura 1. Respuesta de la semilla grande y chica de *clitoria ternatea* al tratamiento de escarificación química en germinación estándar

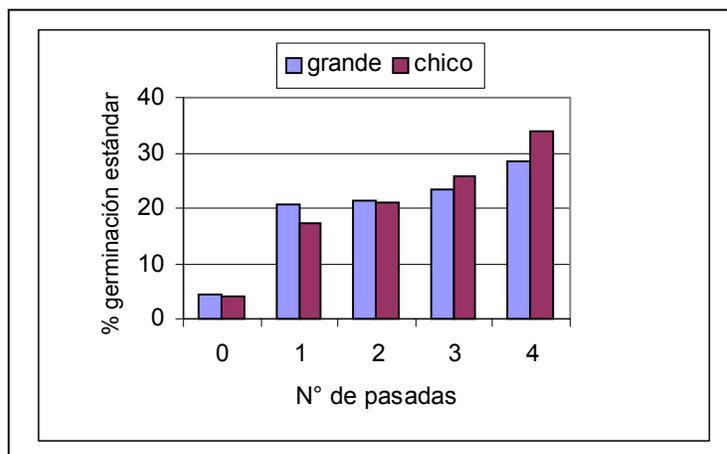


Figura 2. Respuesta de la semilla grande y chica de *Clitoria ternatea* al tratamiento de escarificación mecánica en germinación estándar.

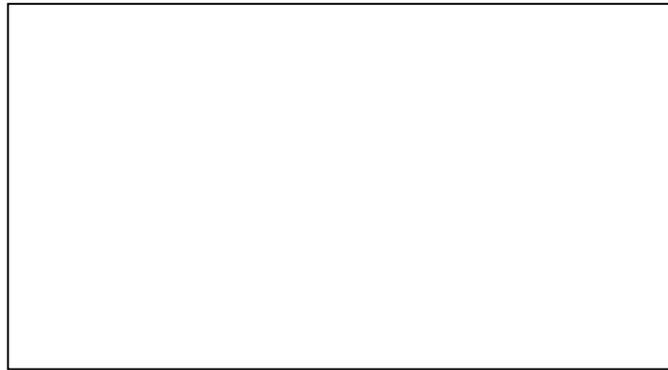


Figura 3 Respuesta de la semilla grande y chica de *Clitoria ternatea* al tratamiento de escarificación química en longitud de plúmula.

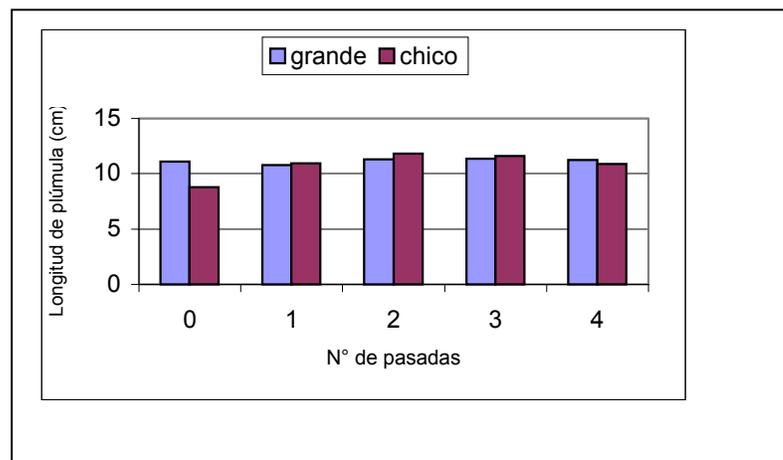


Figura 4 Respuesta de la semilla grande y chica de *Clitoria ternatea* al tratamiento de escarificación mecánica en longitud de plúmula

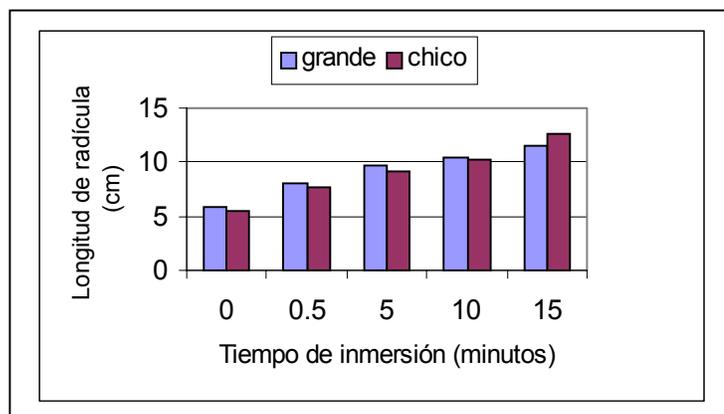


Figura 5. Respuesta de la semilla grande y chica de *clitoria ternatea* al tratamiento de escarificación química en longitud de radícula.

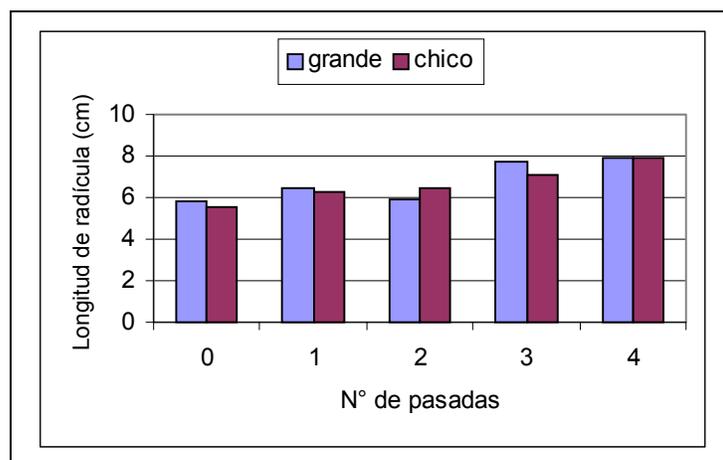


Figura 6. Respuesta de la semilla grande y chica de *Clitoria ternatea* al tratamiento de escarificación mecánica en longitud de radícula.

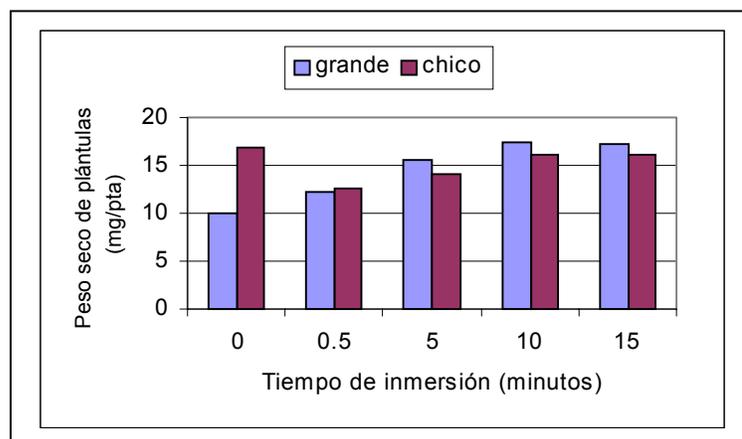


Figura 7. Respuesta de la semilla grande y chica de *Clitoria ternatea* al tratamiento de escarificación química en peso seco por plántula.

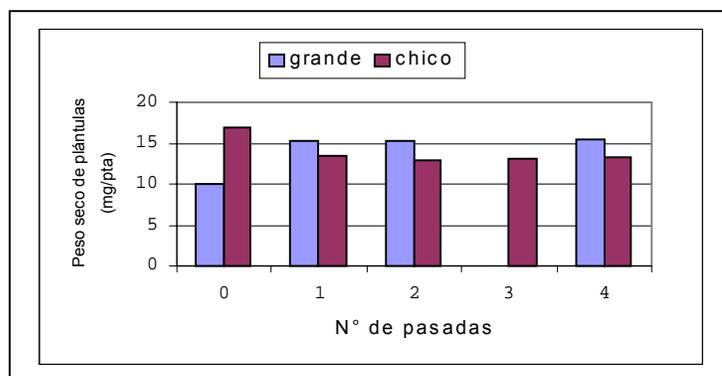


Figura 8. Respuesta de la semilla grande y chica de *Clitoria ternatea* al tratamiento de escarificación mecánica en peso seco por plántula.

## CONCLUSIONES

1. El método químico a base de ácido sulfúrico concentrado resultó ser más eficiente para promover la germinación de la semilla de *Clitoria ternatea* que el método mecánico mediante la técnica del lijado de la semilla.
2. El mayor tiempo de exposición de la semilla en la solución del ácido sulfúrico para promover el mayor porcentaje de germinación fue el de 10 y 15 minutos respectivamente.
3. El método mecánico refleja que a mayor cantidad de raspado de la semilla en la superficie de la lija, esta presentó mayor porcentaje de germinación.
4. El tamaño grande de la semilla presentó una mayor germinación que la registrada por la semilla chica.
5. El método químico es más eficiente que el método mecánico al tener mayor eficiencia en tiempo, manejo y mejor manifestación de la germinación.

## RESUMEN

Con el objetivo de romper latencia de la semilla y promover la germinación y emergencia en semilla de *Clitoria ternanea* C.v. Tehuana, se aplicaron dos métodos de escarificación químico y mecánico.

Se aplicaron cuatro tratamientos y un testigo de escarificación con ácido sulfúrico concentrado, ambos en diferentes tiempos de inmersión, y cuatro tratamientos con un testigo de escarificación mecánica, los cuales fueron una, dos, tres y cuatro pasada de lija. Las variables de respuesta para notar el efecto de los tratamientos fue germinación estándar, longitud de radícula, longitud de plúmula y peso seco por plátula.

La respuesta a los tratamientos fue positiva, con resultados altamente significativos en inmersión de 10 y 15 minutos en ácido sulfúrico para los dos tamaños de semilla. Con 96 y 97 por ciento de germinación para el tamaño grande y 95 y 97 por ciento de germinación correspondiente a la chica.

Así mismo, la longitud de radícula, longitud de plúmula, peso seco si mantuvieron correlación con los tratamientos de inmersión de ácido sulfúrico, presentando los mayores resultados.

Sin embargo, la escarificación con lija, mostró menor eficiencia en comparación al ácido sulfúrico, para las variables estudiadas excepto para el peso seco por plántula, la cual presentó diferencias en los tratamientos para los dos tamaños de semilla.

## LITERATURA CITADA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. N°- 32. Pp. 20-24. USA.
- Besnier, R. F. 1989. Semillas Biológicas y Tecnología. Editorial MP. Primera Edición. Pp. 494 - 510
- Burkart, A.1943. Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas. Edición Acme Agency. Soc. De Resp. Ltda. Ciencias Biológicas y Agronómicas. Editorial Coni. Pp. 416- 420
- Bogdan, A.V. 1977. Tropical pasture and fodder plants (Grasses and legumes) Group Ltd. London, Great Britain. 475 p
- Beltrán, E. 1964. Evaluación del potencial germinativo en el laboratorio de cinco especie de Opuntia de los estados de Sanluis Potosí y Zacatecas, México. Tesis Licenciatura. Esc. de Biología. Univ. Michoacán de san Nicolás de Hidalgo Morelia. Mich. México. 49 p
- Carámbula, M. 1981. Producción de semilla de forrajes de plantas forrajeras Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur. Pp. 415- 417
- Camacho, M.F. 1994. Dormición de Semillas. Causas y Tratamientos. Editorial Trillas. Primera Edición. Pp. 13 –15
- Copeland, L.O. 1976. Principies of seed science and tecnology. Ed. Burgues, Minneapolis, Minnesota.
- Crocker, W. 1916. Mechanics of Dormancy in Seeds. Ann J. Bot. 3. 99 -120
- Facio, P.F. y Davila S.I. 1984. Acondicionamiento de semillas. UAAAN. Saltillo Coahuila. Pp. 29- 48
- FAO. 1985. Procesamiento de Semilla de Cereales y Leguminosas de Grano. Organizaciones de las Naciones Unidas Para la Agricultura y Alimentación Roma. Pp.13-19
- Flores, J.A.M.1980. Bromatología Animal. Editorial Limusa México. Segunda Edición. Pp. 422- 430

- García de M.E. 1986. Climatología Sed. UNAM. México. 155 p
- González, B.A. 1995. Humedad aprovechable del suelo sobre rendimiento de materia seca en *Clitoria ternatea*. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario N° 18 Villa Ursulo Galván Veracruz; México. 41 p
- Hall, T. J. 1985. Adaptation Agronomy of *Clitoria ternatea* L. In Northern Australia. Tropical Grasslands 19(4):56-163
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1986. Propagación de Plantas, Principio y Practicas. Editorial Continental, S.A de C.V, México. Tercera Edición. Pp. 192 - 212
- Hernández, R.P y Rodríguez, G.A. 1998. Remoción Manual de la cubierta en la Semilla del zacate Buffel y su efecto en la Germinación. En: Resumen de la XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Querétaro. 61 p
- Herrera, C.F. 1995. Efecto de diferentes Métodos para romper Latencia de Semilla en cuatro Especies de Gramíneas Forrajeras. Tesis de Maestría UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila. Pp. 48-50
- Internacional Seed Testing Asociación (ISTA). 1996. International Rurales for Seed testing Rules 1996. Seed Science and Technology. 24. Supplement. Pp.62 - 69
- Jonston, M. E. H. and Harty, R.L. 1981. Report of the germination committee working group on tropical and subtropical seed 1977-1980. Seed Science and Technology. International Seed Testing Association(ISTA).Nineteenth International Seed Testing Congress. Vol. 9. Pp. 136- 140. Netherlands
- Moreno, M.M. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Editorial. FAO. Tercera Edición. UNAM. Pp.113-129
- Mc Donald, M.B. 1987. Principles of seed science and techology. 2nd. Ed. Burgues Publishing Minneapolis. Minesota. USA

- Manjarrez, S.M. 1996. La escarificación de semilla como medio de romper latencia en especie de gramíneas forrajeras tropicales. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila. Pp. 64-65
- Nikolaeva, M.G. 1977. Factors affecting the seed dormancy pattern. In The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. A.A. Khan, ed. Amsterdam: North Holland Publishing. Biomedical Press. Holanda. Pp. 50-73
- Peralta, M.A. 1988. Leguminosas en la Producción de Carne y leche en el Trópico. Revista Cebú 14(5):35-52
- Potss, J.M. 1992. Calidad de la Semilla. Semana de la Semilla del Centro Internacional de Mejoramiento De Maíz y Trigo (CIMMYT) Curso a Becarios. El Batán. Texcoco, México. 230 p
- Purcell, D. 1974. Producción, almacenamiento y tratamiento de semilla forrajera. Editado por la Caja de Crédito Agrarios, industrial y Minera. 112 p
- Robles, S.R. 1987. Terminología genética y fitogenética. Editorial Trillas. S.A, C.V. México. D.F.64 p
- Rodríguez, R.L. 1997. Rompimiento de Latencia en Semilla de *Echinocactus playacanthus* Link et otto. Forma visnaga (Hooker) Bravo. Mediante Remojo y Escarificación con Ácido Sulfúrico. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pp.18-23
- Roe, R. and Williams, R.W. 1969. Viability of *Panicum coloratum* Seed in Storage. Trop. Grasslands. 1969. London. Vol 3 (2) 141-142.
- Ruiz, O; M.D. Nieto y R. Lario. 1962. Tratado elemental de botánica. Editorial. Cient. Latina Americana Larios. México. 730 p
- Smith, C.J. 1971. Seed dormancy in baby *Panicum*. Proc. Int. Seed Test. Ass. 36(1): 81- 97. The Netherlands
- Strickland, R.W; Siro, C. and C. Brisbane.1976. Seed production and testing problems in tropical and subtropical pasture species. Proc. Int. Seed Test. Ass. 36(1): 189- 199. The Netherlands.

Whiteman, P.C. and K. Mendra. 1982. Effects of storage and seed treatments In germination of *Brachiaria decumbens*. Seed Science and Techonology. 10: 233-242. The Netherlands.

