



Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez
Facultad de Ciencias Agropecuarias



**Desempeño agrícola de plantas de *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng
obtenidas de semillas escarificada con Nitrógeno líquido.**

Tesis en opción al título de Ingeniero en Ciencias Agropecuarias

Gleyber Adolfo Rodríguez Blay

Ciego de Ávila, 2019.



Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez
Facultad de Ciencias Agropecuarias



Título: Desempeño agrícola de plantas de *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng obtenidas de semillas escarificada con Nitrógeno líquido.

Tesis en opción al título de Ingeniero en Ciencias Agropecuarias

Autor: Gleyber Adolfo Rodríguez Blay

Tutor: M.Cs. Yanier Acosta Fernández

Ciego de Ávila, 2019.

Pensamiento

Si el hombre sirve, la tierra sirve.

José Martí.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado en especial a mis padres quienes me ayudaron en toda mi carrera y a mi tutor principal promotor de la realización del mismo.

Agradecimiento

A todos mis compañeros y amigos ,a mis familiares y a todas aquellas personas que aportaron a la realización de la investigación.

Resumen

La siguiente investigación se desarrollo para conocer la respuesta morfoagronómica de plantas de *Teramnus labialis (L.f.) spreng*, cultivar Semilla Oscura, proveniente de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido. Se planificaron dos fases, la primera consistió en realizar el tratamiento de escarificación con Nitrógeno líquido a las semillas y la segunda en la siembra en campo en la Finca "La Esperanza". Se determinó la emergencia, altura de las plantas, número de hojas y la cobertura foliar como elementos para conocer el desempeño vegetativo de las plantas. A partir del comienzo de la floración se evaluó el Número de flores, frutos, largo de las vainas, semillas por vainas y el peso de mil semillas como componentes del rendimiento. Como principal resultado se obtiene que el tratamiento de escarificación con Nitrógeno líquido garantiza los mejores porcentajes de emergencia con 61%, y el tratamiento testigo un 22 %. La cobertura foliar fue significativamente superior en el tratamiento con N. líquido con respecto al el testigo. En cuanto a los componentes de rendimiento, solo el número ed flores y vainas fue estadísticamente superior en el tratamiento con N. líquido y en el resto de los elementos evaluados no existieron diferencias entre ambos tratamientos. Como principales conclusiones, se logra establecer la especie a los 150 días después de la siembra para el tratamiento con Nitrógeno líquido y este no afecta negativamente los componentes del rendimiento.

Índice

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introducción..... | 1 |
| 2 | Revisión bibliográfica..... | 5 |
| 2.1 | Generalidades de la Familia Leguminosae..... | 5 |
| 2.2 | Generalidades de la especie <i>Teramnus Labialis</i> (L.f.) Spreng, cultivar Semilla Oscura..... | 6 |
| 2.3 | Definición y clasificación de la dormancia en semillas..... | 7 |
| 2.4 | La dormancia física y sus métodos de ruptura en semillas de leguminosas..... | 8 |
| 2.5 | Influencia del Nitrógeno líquido en la germinación de semillas de leguminosas..... | 10 |
| 2.6 | Uso e importancia de las leguminosas..... | 11 |
| 2.6.1 | Importancia de las coberturas vivas..... | 11 |
| 2.6.2 | Las leguminosas como cultivos de cobertura..... | 12 |
| 3 | Materiales y métodos..... | 14 |
| 3.1 | Desarrollo de las fases experimentales..... | 14 |
| 3.2 | Evaluación del desarrollo vegetativo en plantas de <i>Teramnus Labialis</i> (L.f.) Spreng..... | 14 |
| 3.2.1 | Determinación del contenido de humedad de las semillas (CHS) 14 | |
| 3.2.2 | Inmersión en Nitrógeno líquido..... | 15 |
| 3.2.3 | Siembra del cultivo en condiciones de campo..... | 15 |
| 3.2.4 | Determinación de los componentes morfológicos..... | 16 |
| 3.3 | Evaluación del desempeño agroproductivo en plantas de <i>Teramnus Labialis</i> (L.f.) Spreng..... | 16 |
| 3.4 | Procesamiento Estadístico..... | 17 |
| 4 | Resultado y Discusión:..... | 18 |
| 4.1 | Evaluación del desarrollo vegetativo en plantas de <i>Teramnus Labialis</i> (L.f.) Spreng..... | 18 |
| 4.1.1 | Emergencia..... | 18 |
| 4.1.2 | Altura de la planta..... | 20 |
| 4.1.3 | Número de hojas por planta..... | 22 |
| 4.1.4 | Cobertura foliar..... | 23 |
| 4.2 | Evaluación del desempeño agroproductivo en plantas de <i>Teramnus Labialis</i> (L.f.) Spreng..... | 25 |
| 4.2.1 | Inflorescencias por metro cuadrado..... | 25 |
| 4.2.2 | Principales componentes del rendimiento..... | 26 |
| 5 | Conclusiones..... | 29 |
| 6 | Recomendaciones..... | 30 |
| 7 | Bibliografía..... | 31 |

1 Introduccion.

Los cultivos de cobertura han sido utilizados durante décadas en Mesoamérica para el control de la erosión del suelo, aporte de materia orgánica en suelos degradados, manejo de malezas y aporte de nutrientes tales como nitrógeno y potasio (Sancho y Cervantes, 1997; Flores-Sánchez *et al.*, 2013). Se conoce como leguminosas de cobertura a aquellas plantas de la familia Fabaceae que, por su crecimiento acelerado, su alta área foliar y su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en asociación con bacterias del suelo, son utilizadas como cultivos de cobertura en áreas agrícolas (Tonitto *et al.*, 2006).

Los cultivos de cobertura cumplen muchas más funciones ecológicas dentro de los agro ecosistemas, además de las ya mencionadas. La proliferación de raíces por parte de estas especies, permite una mejor infiltración del agua y mayor aireación del suelo (Lopes-Cruz *et al.*, 2014), lo que favorece el aumento de las poblaciones microbianas benéficas (Carrera *et al.*, 2007).

Cuando los cultivos de cobertura se siembran intercalados con el cultivo, o en sus bordes, la mayor diversidad vegetal atrae organismos benéficos, tales como polinizadores, depredadores y parasitoides de insectos plaga (Altieri y Schmidt, 1986). Además, la diversidad de especies, de leguminosas que pueden ser utilizadas como cultivos de cobertura, permite al productor contar con alternativas según ciclo de vida y hábito de crecimiento, por lo que, es posible sembrarlas en diferentes áreas agrícolas, según el objetivo agronómico que se persiga.

En el mundo son muchas las especies de leguminosas cuyas características de crecimiento y tolerancia al ambiente las hacen deseables como cultivos de

cobertura. Entre ellas, la especie *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng que es una de las más utilizadas, la misma es originaria de América tropical y está representada por varios ecotipos en Cuba, Jamaica, Haití, Barbados, Colombia, Paraguay, Brasil y Argentina, pero frecuente en Centro América; en Cuba se encuentra presente en todo el territorio nacional.

Las especies de leguminosas forrajeras, en su gran mayoría producen semillas que presentan dormancia por impermeabilidad de la cubierta al agua y al aire, lo que dificulta en gran medida el establecimiento de las diferentes especies (Thompson *et al.*, 2003). Entre estas, *T. Labialis* es una de las leguminosas que producen semillas con dormancia Física (González, 1991). A pesar de las ventajas ecológicas que conlleva su presencia al limitar la deshidratación por las altas temperaturas, impedir daños fisiológicos al embrión y otras estructuras, y mitigar los daños mecánicos causados por los animales y los patógenos (Bewley y Black, 1994), este mecanismo constituye un impedimento en los planes de fomento agrícola debido a la desigualdad en la germinación y dificultad en la propagación. Esto evidencia la necesidad de realizar tratamientos a las semillas para incrementar su porcentaje de germinación (Lafin, 1995).

Aunque existen diferentes métodos químicos, mecánicos (Sanabria, 2004) y físicos (Socorro-García, 2011), para interrumpir la latencia de la semilla e incrementar su porcentaje de germinación, en la actualidad, se incursiona en el empleo de otros métodos que garanticen mayores porcentajes de germinación, entre los que destaca la inmersión en Nitrógeno líquido, un procedimiento que ha sido utilizado con fines de conservación de especies ortodoxas y recalcitrantes a largo plazo (Abdelnour-Esquivel *et al.*, 2007). Este es un procedimiento que puede utilizarse en semillas de varias especies sin que existan daños que perjudiquen la viabilidad de las semillas (Cardoso *et al.*,

2000).

En este sentido, Acosta *et al.* (2012) lograron obtener altos porcentajes de germinación en semillas ortodoxas después de ser sometidas a un proceso de inmersión de nitrógeno líquido. Durante estudios preliminares realizados por nuestro equipo de investigación, dentro del marco del proyecto DEVAG “Investigaciones en Sistemas diversificados de frutales y pequeños rumiantes en la región del Caribe”, se han mostrado altos porcentajes de germinación en semillas de leguminosas forrajeras después de ser sometidas a un proceso de inmersión en Nitrógeno líquido (-196°C).

Estos criterios constituyen un precedente fundamental para la realización de la presente investigación y solucionar el siguiente **Problema:** Las semillas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura, presentan problemas de dormancia, lo que impide un rápido establecimiento de la especie en campo.

Hipótesis: La esacripción con Nitrógeno líquido de las semillas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura, asegurará un rápido establecimiento de la especie en campo.

Objetivo General: Evaluar la respuesta morfoagronómica de plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura, proveniente de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido, durante su establecimiento en campo.

Objetivos Específico:

1. Evaluar el desarrollo vegetativo en plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura, provenientes de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido.

2. Evaluar el desempeño agroproductivo en plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura proveniente de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido.

2 Revisión bibliográfica.

2.1 Generalidades de la Familia Leguminoseae

La familia de las leguminosas (Leguminoseae) es una familia del orden de las fabales y es de las más grandes dentro de las plantas con inflorescencia, con un estimado de 700 géneros y 14000 especies, en Cuba existen 125 especies nativas (Yepes, 1971), lo que representa el 34% del total y se distribuyen por sus familias de la siguiente forma: 36 Cesalpinoideae, 33 Mimosoideae y 38 Phaseoloideae.

Barreto *et al.*, (1995) señalan que, dentro de la flora de Cuba, las leguminosas forrajeras se consideran únicamente tropicales y en estas regiones han alcanzado su máxima diferenciación morfológica. Esta familia posee hojas alternas, mayormente pecioladas, multifoliadas de nerviación reticulada, cuyos folíolos son de forma orbicular, con estípulas y estípelas y un desarrollo pulvínolo que confiere gran movilidad a sus hojas. El tallo es típico de las dicotiledóneas, que se ramifica y contiene yemas basales, axilares y terminales.

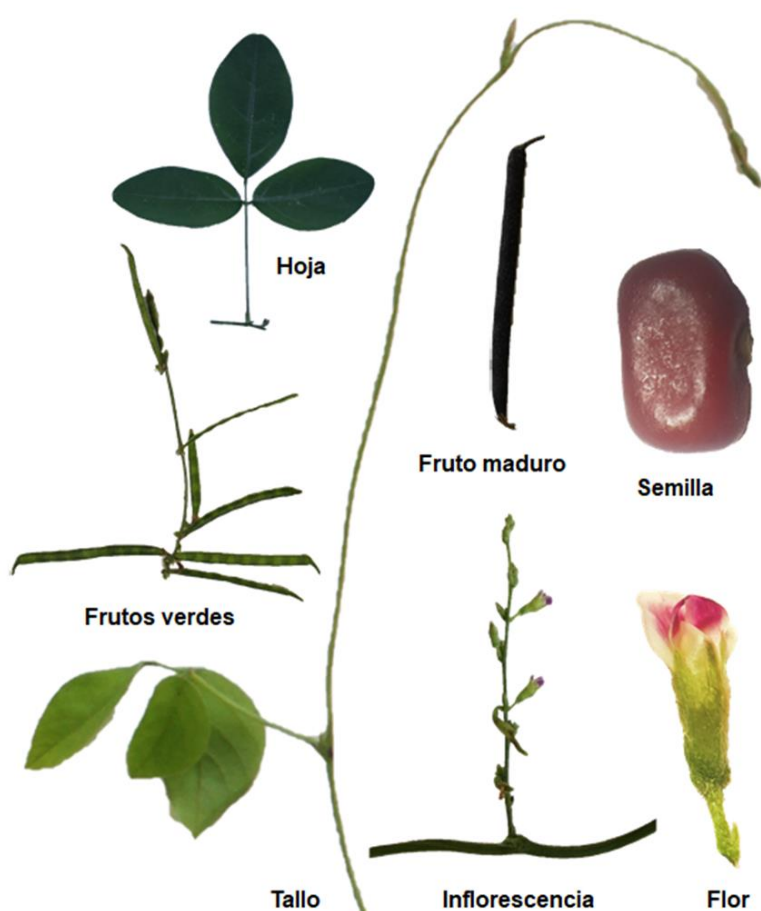
Sus inflorescencias son completas, con cuatro verticilos bien definidos; por su forma pueden ser zigomorfas, actinomorfas e irregulares y se dispone generalmente en inflorescencias de tipo racimo. El fruto es una legumbre, que puede ser dehiscente o indehiscente y contienen desde una hasta más de 20 semillas con variada forma, tamaño y coloración. La raíz es pivotante y se ramifica profundamente hasta un cuarto estrato.

2.2 Generalidades de la especie *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura

Esta una especie originaria de América tropical y está representada por varios ecotipos en Cuba, Jamaica, Haití, Barbados, Colombia, Paraguay, Brasil y Argentina, pero frecuente en Centro América; en Cuba se encuentra presente en todo el territorio nacional. Es una especie perenne, estolonífera de tallos finos, donde se destacan dos variedades: con semilla clara de entrenudos y hojas mayores y, con semilla oscura, de entrenudos y hojas menores.

Figura 1: Características morfológicas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura.

Teramnus labialis (L.f.) Spreng, cultivar "Semilla Oscura"



Es una planta perenne de gran habilidad asociativa (Menéndez, 1982), de tallos finos estoloníferos que enraízan en los entrenudos, volubles. Las hojas

son trifoliadas, cuyo foliolo central mide de 4 – 5.5 cm, lampiñas por el haz con pelos aplicados en el envés; las flores son blancas muy pequeñas en racimos axilares. Las vainas aplanadas y pubescentes miden de 3.5 – 5 cm de longitud y 2-3 mm de ancho con 6-10 semillas de coloración pardo claro hasta negras, según la variedad (Figura 1).

Se presenta como una especie muy plástica (vista como capacidad de adaptación edafoclimática), lo que le confiere alta persistencia en un amplio rango de suelo. En Cuba el mejor comportamiento lo exhibe en suelos del tipo loam arenoso fino aluviales, aunque se establece de igual modo en suelos Oscuros plásticos gleysosos, en los Gley ferralíticos, en los Ferralíticos pardos rojizos y en suelos no calcáreos.

A pesar de ser una leguminosa de semillas pequeñas, su establecimiento se logra en 6-8 meses después de la siembra siempre que se empleen densidades de 5-6 kg. ha⁻¹, lo que se atribuye a su facilidad para la nodulación espontánea a su facilidad para entremezclarse con otras especies.

2.3 Definición y clasificación de la dormancia en semillas

El término “semilla dormante” se refiere al estado en el cual las semillas intactas no germinan cuando se les brindan las condiciones que normalmente favorecen al proceso germinativo (Cohn, 2006) y estas pueden ser: humedad adecuada (agua), régimen apropiado de temperaturas, una atmósfera normal (oxígeno) y, en algunos casos, la luz (Hilhorst y Toorop, 1997).

La dormancia es una característica dependiente de la especie y el genotipo (Foley y Fennimore, 1998). Los factores ambientales pueden tener efectos significativos en la expresión fenotípica de la germinación y se conoce que

estos interactúan con el genotipo (Geneve, 2003; Dias, 2005). Según Li y Foley (1997) y Baskin y Baskin (2005), la presencia de dormancia en las semillas actúa como modulador de la regeneración de las especies vegetales, además de convertirse durante la evolución de las plantas en una estrategia para evitar la germinación en las condiciones donde es probable que la supervivencia de la plántula sea baja. Por su parte, Matilla (2003) define dos principales tipos de dormancia: exógena (dormancia física, mecánica y química) y endógena (dormancia morfológica y fisiológica). Por el alcance de la tesis solamente se detallará sobre la dormancia física.

2.4 La dormancia física y sus métodos de ruptura en semillas de leguminosas

La dormancia física es causada por una densa capa de células empalizadas, impregnadas con sustancias repelentes al agua, las cuales inhiben la imbibición (Baskin y Baskin, 1998) y ofrecen alta resistencia física para el crecimiento del embrión (Allen y Meyer, 1998; Alves *et al.*, 2004). Esto ocurre en aproximadamente 15 familias de plantas superiores que incluyen a Leguminosae (Morrison *et al.*, 1998; Baskin *et al.*, 2000; Turner *et al.*, 2005) y, de acuerdo con Kigel (1995) y Baskin y Baskin (1998), es la forma más común de dormancia en árboles y arbustos de regiones tropicales.

Este tipo de dormancia y su eliminación o atenuación en condiciones naturales ha sido poco explicada, especialmente en regiones tropicales (Baskin y Baskin, 1998; Morrison *et al.*, 1998; Foley, 2001; Baskin *et al.*, 2006), si se compara con semillas que poseen dormancia fisiológica, como las de regiones mediterráneas y templadas, donde están relativamente bien estudiados los mecanismos subyacentes de la dormancia (Handley y Davy, 2005).

La escarificación es una técnica elemental para romper la dormancia de las semillas duras (van Klinken *et al.*, 2006) de leguminosas arbóreas. Las cortezas seminales duras constituyen el medio para proteger las semillas contra ataques fúngicos y también de insectos, en condiciones de altas temperaturas y humedad (Leadem, 1997). El corte o la eliminación de una pequeña porción de la corteza en el extremo opuesto al embrión, con un instrumento filoso, puede ser eficaz cuando se realiza con cuidado, puesto que la semilla manipulada manualmente permite realizar el corte individual de acuerdo con el espesor de la cubierta seminal (Navarro *et al.*, 2002).

El uso de este método es frecuente, ya que virtualmente todas las semillas se pueden convertir en permeables y el riesgo de sobretratamiento (daño) es pequeño, dado que se evita manipular en las cercanías de la región radicular (Poulsen y Stubsggard, 2000).

Aunque se han probado varios líquidos como un medio para romper la dormancia por cubierta dura, solo dos han sido ampliamente adaptados el agua y el ácido (Navarro, 2002). El ácido utilizado para los pretratamientos es el H_2SO_4 , que causa algún tipo de combustión húmeda en la corteza seminal y es igualmente efectivo en leguminosas y en no leguminosas (Sanabria *et al.*, 2001). Sin embargo, el método no es aplicable a las semillas que fácilmente se convierten en permeables, debido a que el ácido penetra y daña el embrión. La duración de este pretratamiento debe tener como objetivo el alcance de un balance en el cual la corteza de la semilla (o pericarpio) sea suficientemente rota para permitir la imbibición, pero sin que el H_2SO_4 alcance al embrión (Teketay, 1996).

El agua caliente elimina la dormancia física en Leguminosae mediante el

incremento de la presión, lo cual causa la ruptura de la capa macroesclereidal, o a través de la alteración del tapón estrofiolar (Dell, 1980). El método es más efectivo cuando las semillas se sumergen directamente en agua caliente, o sea, no calentadas junto al agua, y cuando la inmersión es rápida, ya que evita los daños por calor en el embrión (Kannan *et al.*, 1996).

En ocasiones, el remojo en agua a temperatura ambiente incrementa la velocidad de germinación en semillas sin dormancia o con ligeros valores de esta; también se utiliza conjuntamente con un tratamiento más fuerte (CATIE, 2000). En ambos casos el efecto es la imbibición más rápida a partir del agua que rodea la semilla, si se compara con la que se puede lograr en una placa de Petri con un sustrato humedecido (prueba estándar de germinación) (Schmidt, 2000).

2.5 Influencia del Nitrógeno líquido en la germinación de semillas de leguminosas.

Los resultados obtenidos en diferentes trabajos indican que el Nitrógeno líquido puede utilizarse con semillas de numerosas plantas cultivadas (Cardoso *et al.*, 2000). El contenido de humedad de las semillas, su composición química y las velocidades de enfriamiento y recalentamiento son los factores que, habitualmente, se consideran determinantes del efecto de la crioconservación sobre las semillas (Stanwood, 1985). Las semillas de mayor tamaño, una composición química rica en lípidos o velocidades de enfriamiento-recalentamiento inadecuadas, pueden afectar la viabilidad de las mismas. Las semillas con mayor contenido en lípidos parecen ser más susceptibles a la crioconservación (Vertucci, 1989), aunque no está clara la existencia de una correlación entre la sensibilidad de las semillas a la crioconservación y su contenido en lípidos (Iriondo *et al.*, 1992).

Trabajos realizados destacan de positiva la respuesta germinativa que presentan diferentes especies de leguminosas frente a la crioconservación (Cardoso *et al.*, 2000). Estos autores plantean que antes de generalizar el uso de la crioconservación en semillas de leguminosas, debe evaluarse, en las diferentes especies y cultivares, el efecto de posibles alteraciones anatómicas sobre la viabilidad y vigor de las semillas.

2.6 Uso e importancia de las leguminosas.

2.6.1 Importancia de las coberturas vivas

A mediados de los años 80 del pasado siglo aumentó el interés por los cultivos de cobertura. Según Magdof (1996), estos cultivos pueden añadir y/o mantener materia orgánica si se les permite morir o incorporarse al suelo, contribuir a la estabilidad de los agregados, disminuir el escurrimiento y la erosión e influir en los procesos nutricionales de las plantas, a partir de los efectos de los ácidos a estos asociados. Según la FAO (1999), las coberturas son cultivos densos que se plantan principalmente para proteger el suelo de la degradación, para lo cual se establecen entre cultivos arbóreos o cultivos semipermanentes en dependencia de la estación del año.

Suquilanda (2001) planteó que los cultivos de cobertura consisten en la siembra de plantas anuales o perennes de sistemas radicales y foliares densos que se intercalan con el cultivo principal para lograr la completa cobertura del suelo e impedir el desarrollo de las malezas. Sirven, además, para proteger el suelo de la acción directa de las lluvias y mejoran sus condiciones físicas y químicas para el crecimiento del cultivo principal, aumentando el contenido de materia orgánica y, si son leguminosas, fijando

nitrógeno atmosférico.

Preston (2003) enfatiza que los cultivos de cobertura protegen el suelo y “sofocan” las malas hierbas. Cuando se mezclan con la tierra, la enriquecen y añaden materia orgánica. Entre estos cultivos pueden encontrarse cereales, plantas leguminosas o una combinación de estos. Funes (2003) señala que los cultivos de cobertura se emplean para cubrir y proteger al suelo de los agentes del intemperismo (radiación solar, temperaturas altas) y estos reducen la población de especies espontáneas, ayudan al manejo de plagas, sirven como hábitat a insectos benéficos y controles naturales, todo lo cual reduce los daños al entorno.

2.6.2 Las leguminosas como cultivos de cobertura

En trabajos realizados por Clavel (2004), Rodríguez (2005) y Navia (2005), se alude a los principales efectos de la utilización de las leguminosas como cultivos de cobertura. Entre los que señalan: aumento del contenido de materia orgánica del suelo a lo largo de los años; disminución del lavado de nutrientes y aumento de su disponibilidad (principalmente del nitrógeno) a través de su adición al suelo mediante la fijación biológica; incremento de la capacidad de reciclaje y movilización de nutrientes lixiviados que se encuentran en las capas más profundas del suelo y que no pueden ser aprovechados por cultivos con sistema radical superficial; elevación del pH del suelo; beneficio en la formación de ácidos orgánicos fundamentales en el proceso de solubilización de minerales del suelo; movilización de formas estables de fósforo y potasio, convirtiéndolas en formas asimilables para las plantas.

En sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, en la ganadería cubana, la

cobertura provee forraje para el ganado sin competir con la alimentación humana y logra optimizar la producción de estos sistemas con un rendimiento sostenido (Mazorra *et al.*, 2001; Simón, 2005). Por ello, la asociación de leguminosas forrajeras con árboles frutales y forestales ha despertado un creciente interés en los productores de varias partes del mundo, a partir de los efectos beneficiosos que aportan al sistema de producción (Mazorra, 2006). Otros trabajos que evidencian la utilización de cultivos de cobertura son los referidos por CIDICCO (2004), en plantaciones de guanábanas (*Annonamuricata*), en Costa Rica, con coberturas de *Mucuna* spp. Según esta referencia, también en Honduras y Surinam se emplea esta cobertura en plantaciones de cítrico y, en Panamá, es muy utilizada en bananos. En todos estos casos se plantea que disminuyen los costos de los sistemas de explotación, reducen la necesidad de aplicación de herbicidas químicos y mano de obra para el control de malezas.

En la agricultura cubana se han desarrollado diversas investigaciones con el uso de leguminosas como cultivos de cobertura, entre las que se destacan las realizadas por Pérez-Carmenate *et al.* (1996), en plantaciones de coco (*Cocusnucifera*) con dos leguminosas tropicales (*Neonotoniawightii*, y *Clitoriaternatea*). Por su parte, Cancio *et al.* (2003) señalaron que *A. pintoi* puede ser utilizada como cobertura viva en plantaciones de café, al manifestar buena adaptabilidad en este ecosistema.

3 Materiales y métodos

3.1 Desarrollo de las fases experimentales

La presente investigación se dividió en dos etapas, la primera se llevó a cabo en áreas del Laboratorio de Fisiología Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, donde se escarificaron semillas de la especie *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura, por la inmersión en Nitrógeno líquido. La segunda etapa se desarrolló en áreas de la Finca “La Esperanza”, perteneciente al municipio Ciro Redondo, Provincia Ciego de Ávila, Cuba, donde se sembraron en condiciones de campo semillas escarificadas y sin escarificar.

Las semillas utilizadas en esta investigación fueron recolectadas en el año 2017 en la finca “La Esperanza”, donde se encontraba un pequeño banco de germoplasma de la especie objeto de estudio. Las mismas fueron recolectadas y tratadas según lo establecido en el Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma (Rao *et al.*, 2007). Hasta su utilización en este experimento, las semillas se almacenaron durante 12 meses en frascos de cristal ámbar debidamente sellados, en un lugar seco y a temperatura ambiente, según lo establecido por Rao *et al.* (2007).

3.2 Evaluación del desarrollo vegetativo en plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura

3.2.1 Determinación del contenido de humedad de las semillas (CHS)

Antes de comenzar la fase experimental se determinó el contenido de humedad en las semillas mediante el método de secado en horno tal como

recomienda ISTA (2005). De esta manera, se eliminó el agua de las semillas por la acción del calor, en condiciones controladas. Se tomó una muestra de 100 semillas y se depositaron en un recipiente de porcelana, donde se pesaron y después se colocaron en un horno a una temperatura de 130 °C durante 1 h.

Transcurrido el tiempo de permanencia en el horno, el recipiente se colocó en un desecador con sílice gel y se dejó enfriar durante 45 min. Posteriormente, las muestras fueron pesadas nuevamente y se calculó el contenido de humedad con base a la masa fresca de la semilla, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{CHS (\%mf)} = \frac{\text{masa fresca} - \text{masa fresca}}{\text{masa fresca}} * 100$$

3.2.2 Inmersión en Nitrógeno líquido

Para el tratamiento de inmersión en Nitrógeno líquido, las semillas se colocaron en crioviales y se introdujeron directamente en un tanque con nitrógeno líquido (velocidad de enfriamiento: -200°C/min), donde permanecieron por un periodo de 30 minutos. Transcurrido el periodo de tiempo previsto para la inmersión en Nitrógeno líquido, los crioviales se extrajeron del recipiente y se colocaron en una bandeja al aire libre hasta que las semillas alcanzaron el equilibrio con la temperatura ambiente, según lo referido por Cardoso *et al.* (2000).

3.2.3 Siembra del cultivo en condiciones de campo.

Anterior a la siembra de las semillas se realizó una preparación de suelo según lo recomendado por Pérez-Carmenate (1998). Se realizaron 6 parcelas de 4 metros de largo por 3 metros de ancho y se dividieron en dos

tratamientos de 3 parcelas cada uno (semillas tratadas con Nitrógeno líquido y testigo). Seguidamente, se surcó a una distancia de 0.70 m y se utilizó un marco de siembra de 0.70 m por 0.25 m, colocando en cada nicho un total de 3 semillas, para un total de 180 semillas por parcelas y cubriendo las mismas con una capa de 2.0 cm de suelo a partir de lo recomendado por Machado (2004). En el área experimental se encontraba un sistema de riego por aspersión con el cual se regaron las parcelas con un intervalo entre riegos de 3 d. No se realizó ninguna aplicación de fertilizantes durante el experimento y no fue necesaria la utilización de controles de malezas o plagas y enfermedades.

3.2.4 Determinación de los componentes morfológicos

Se contabilizó el número de plántulas emergidas por cada tratamiento a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 d después de la siembra. Fue determinado el tamaño de las plántulas emergidas, utilizando una cinta métrica, a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 d después de la siembra, tomando diez plantas por parcela para un total de 30 por cada tratamiento, y se expresaron los resultados en mm, con esta misma frecuencia se contabilizó el número de hojas/planta en las 30 plantas mencionadas anteriormente. A partir de los 60 d después de la emergencia, se determinó el área foliar cubierta por cada tratamiento, con un intervalo de 30 d, hasta los 180 d, para ello se empleó un marco de 1 m² dividido en 100 porciones y se expresaron los resultados en porcentaje (%), según recomendaciones de Machado *et al.*, (1998).

3.3 Evaluación del desempeño agroproductivo en plantas de. *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura

A partir de los 76 días, momento en que comenzó la floración, y con un

intervalo de 7 días, hasta los 111 días, se contabilizó el número de inflorescencias por metro cuadrado. El número de vainas por metro cuadrado se comenzó a contabilizar a partir de los 90 días con una frecuencia de 7 días entre evaluación y hasta los 118 días. Se realizaron tres cosechas comenzando cuando más del 50% de las vainas se encontraban de color pardo oscuro (González, 1991) y se contabilizaron las vainas cosechadas en cada una. Al final de la cosecha se determinó el largo de las vainas, tomando 100 vainas por tratamiento; el número de semillas por vaina, tomando 100 vainas por tratamiento y el peso de 1000 semillas.

3.4 Procesamiento Estadístico

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, donde se establecieron tres repeticiones para cada tratamiento evaluado. En el procesamiento estadístico de los datos se empleó el utilitario Statistical Package for Social Sciences (SPSS para Windows, versión 23.0, Copyright SPSS Inc., 1989-1997). Se realizaron pruebas paramétricas, t-student, para una significación del 5 %. En algunos casos fue necesaria la transformación de los datos, los detalles del tratamiento estadístico aparecen en cada figura o tabla de resultados y discusión.

4 Resultado y Discusión:

4.1 Evaluación del desarrollo vegetativo en plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura

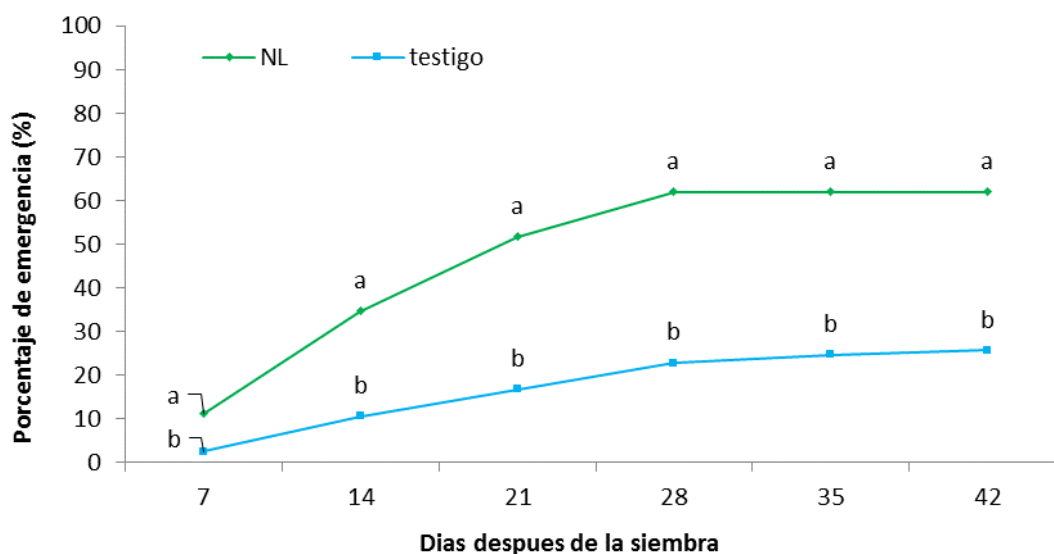
4.1.1 Emergencia.

A decir de Navarro (2003), la emergencia de las plantas, como fenómeno agrícola, es probablemente el evento fenológico más importante que influye en el éxito de una plantación. La emergencia representa el momento en el cual una plántula se hace independiente de las reservas seminales no renovables, originalmente producidas por sus progenitores, y cuando comienza el autotrofismo fotosintético.

Una vez que ha ocurrido la emergencia de la radícula y se ha iniciado el crecimiento de la planta, esta utiliza las reservas de nutrientes almacenadas en la semilla durante la fase de desarrollo con vistas a apoyar su crecimiento. La eficiencia con que ocurre este proceso está relacionada con el vigor y la tasa de crecimiento de la planta, que a su vez influye en la probabilidad de una exitosa emergencia en campo y en el establecimiento de la planta (Hilhorst y Bradford, 2000).

En la gráfica 1, se muestra el porcentaje de emergencia de plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días después de la siembra. En la misma se pueden apreciar diferencias significativas en cada uno de los momentos evaluados entre las plantas obtenidas a partir de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido y el tratamiento testigo. Los mayores resultados se obtienen a partir de los 28 días después de la siembra tanto en un tratamiento como en el otro. En las plantas obtenidas a partir de

semillas escarificadas se alcanzó un porcentaje final de emergencia de un 61%, manteniéndose constante, en este tratamiento, para los demás muestreos a partir de los 28 días. Para las plantas del tratamiento testigo se obtuvo valores de 21, 25 y 27% correspondiente a los últimos tres muestreos realizados.



Gráfica 1: Porcentaje de emergencia de plantas de *T labialis* (L.f.) Spreng, cultivar Semilla Oscura, en seis momentos de evaluación. Medias con letras desiguales, en cada momento de evaluación, significan diferencias estadísticas entre los tratamientos. (t-student; $p < 0.05$). Los datos se transformaron para el análisis según $y' = 2 \arccos((y/100)^{0.5})$. E.E.= 0.064, E.E.= 0.064, E.E.= 0.064, E.E.= 0.064, E.E.= 0.064, E.E.= 0.064

Los porcentajes de emergencia obtenidos en esta investigación, referentes al tratamiento testigo, se corresponden con los resultados alcanzados por, Hernandez et al. (1995) y Fontes et al. (2008). Estos autores habían descrito que esta es una especie de bajos porcentajes de germinación y emergencia, lo que dificulta su supervivencia y establecimiento en condiciones de campo. En este sentido, Skerman et al. (1991) también reconocía que esta era una especie de un crecimiento inicial lento en los primeros estadios de vida de las plantas.

Se pudo demostrar, además, que, para la emergencia, las semillas obtenidas a partir del proceso de escarificación con Nitrógeno líquido comienzan a emerger en un mayor porcentaje y con mayor rapidez. Esto demuestra, que este tratamiento pregerminativo favorece la ruptura de la dormancia presente en las semillas de esta especie. Baskin and Baskin (2014), describieron que un tratamiento de escarificación con Nitrógeno líquido, en algunas especies con dormancia física, incrementaba el poder germinativo de las semillas. Por otra parte, Bonilla *et al.* (2007), utilizaron el Nitrógeno líquido, como una forma de almacenamiento en semillas de chambimbe y lograron que el 62% de las semillas germinadas se convirtieran plántulas normales y vigorosas, de rápido crecimiento y de desarrollo uniforme.

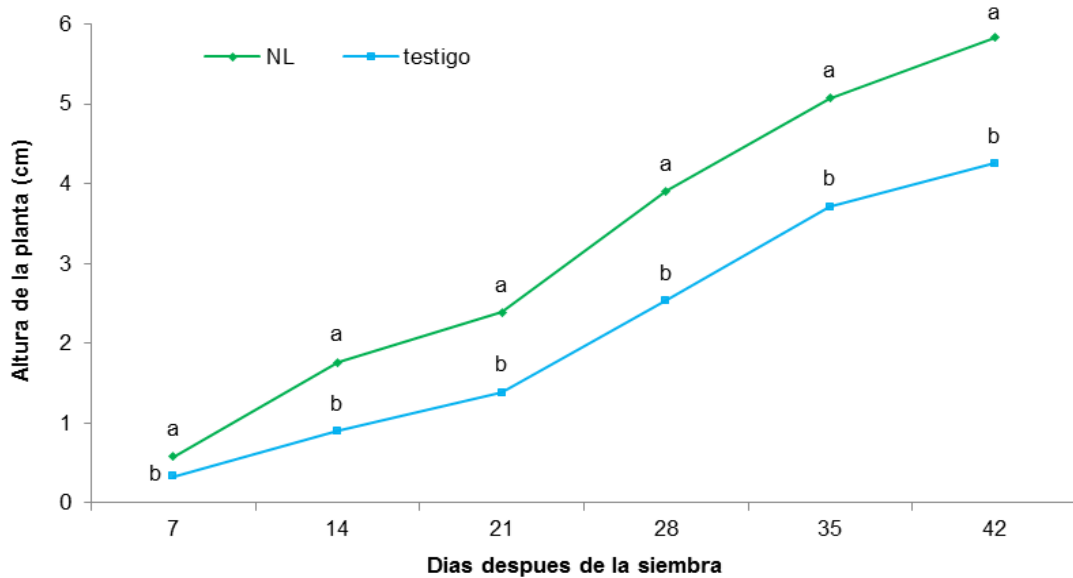
4.1.2 Altura de la planta.

La altura de las plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura en seis momentos de evaluación, se muestran en la gráfica 2. Se observan diferencias significativas en cada uno de los momentos evaluados entre las plantas obtenidas a partir de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido y el tratamiento testigo. Los mayores resultados son observados en el momento en que se realiza el sexto muestreo. Alcanzando valores de 5,9 cm en las plantas obtenidas a partir de las semillas escarificadas y un valor de 4,2 cm correspondiente a las plantas testigo.

Debido al lento crecimiento de las plantas emergidas y la dificultad que presenta esta especie para su establecimiento, en el primer mes de vida se observa una baja altura de las plantas en cada momento de evaluación (Figura 1). Sin embargo, el mayor tamaño alcanzado para las plantas obtenidas de las semillas tratadas se debe a que estas emergieron con mayor rapidez que las del tratamiento testigo. Lo anterior garantiza que comiencen

los procesos fisiológicos y la absorción de nutrientes del suelo más rápido para las plantas del tratamiento con Nitrógeno líquido y por consiguiente se obtienen plantas de mayor tamaño.

Figura 2: Altura de las plantas a los 28 días de germinadas.



Gráfica 2: Altura de las plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura en seis momentos de evaluación. Medias con letras desiguales, en cada momento de evaluación, significan diferencias estadísticas entre los tratamientos. (t-student; $p < 0.05$). Los datos se transformaron para el análisis según $y' = 2 \arccos((y/100)^{0.5})$. Error Típico = 0.064.

Indistintamente que el proceso de emergencia es mas lento para el tratamiento testigo, las que logran emerger tienen la capacidad de presentar

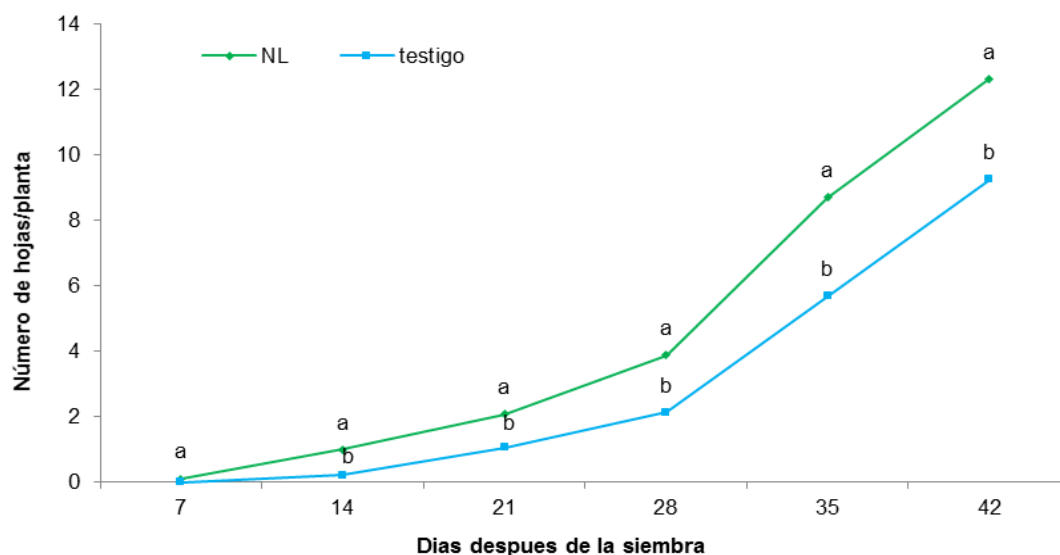
una tasa de crecimiento normal para esta especie cuando se comparan con los resultados alcanzados por Fontes *et al.* (2008) y Gómez *et al.* (2006). Por otra parte, el retardo en la emergencia influye negativamente en la supervivencia y el tamaño de las plantas, dado que están expuestas a condiciones de desventaja en cuanto a las variaciones de temperatura, humedad y las condiciones de competencias con otras plantas de crecimiento más acelerado según lo planteado por Carvalho y Nakagawa, (2000).

4.1.3 Número de hojas por planta.

En la gráfica 3 se muestra el número de hojas por plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura en seis momentos de evaluación después de la siembra. Se puede apreciar que el número de hojas, aumenta para ambos tratamientos en la medida que pasan los días. Sin embargo, los mayores resultados son observados en el momento en que se realiza el sexto muestreo, para el tratamiento de plántulas obtenidas a partir de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido con un aproximado de 12 hojas por plantas, mientras que para el tratamiento testigo se obtiene un total de 9 hojas por plantas en ese mismo momento. En el primer momento de evaluación no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, pero a partir de los 14 días se registraron diferencias, entre los tratamientos, para cada uno de los días evaluados.

Las hojas son el principal órgano fotosintético de las plantas superiores y el número de ellas, en la fase inicial del desarrollo de una planta, está estrechamente relacionado con el crecimiento inicial de la planta (Mohr, 1995). Los resultados alcanzados para en esta investigación están en la línea de lo planteado por Gómez *et al.* (2006) en resultados obtenidos en esta especie con el uso de estiércol vacuno como fertilizante orgánico. Además,

cuando las semillas son tratadas con Nitrógeno líquido, es importante conocer, morfológicamente, como es el desarrollo posterior de las plantas (Cardoso *et al.*, 2000). En el caso de esta investigación, y como se puede apreciar en la figura (1), las plantas se desarrollaron sin alteraciones anatómicas visibles.



Gráfica 3: Número de hojas por plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura en seis momentos de evaluación. Medias con letras desiguales, en cada momento de evaluación, significan diferencias estadísticas entre los tratamientos. (t-student; $p < 0.05$). Los datos se transformaron para el análisis según $y' = 2 \arccos((y/100)^{0.5})$. Error Típico = 0.064.

4.1.4 Cobertura foliar.

Se observan diferencias estadísticas en cada uno de los momentos de observación entre las plantas obtenidas a partir de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido y el tratamiento testigo en cuanto a la cobertura foliar (Gráfico 4). Se obtienen los mayores resultados, a partir del sexto muestreo, con un 100% de cobertura foliar para las plantas obtenidas a partir de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido, mientras que para el tratamiento testigo se obtiene solo un 75% para ese mismo momento. En el caso del tratamiento con Nitrógeno líquido el mayor porcentaje de área foliar alcanzado está estrechamente relacionado con el número de plantas desarrolladas y la taza

de crecimiento de las mismas

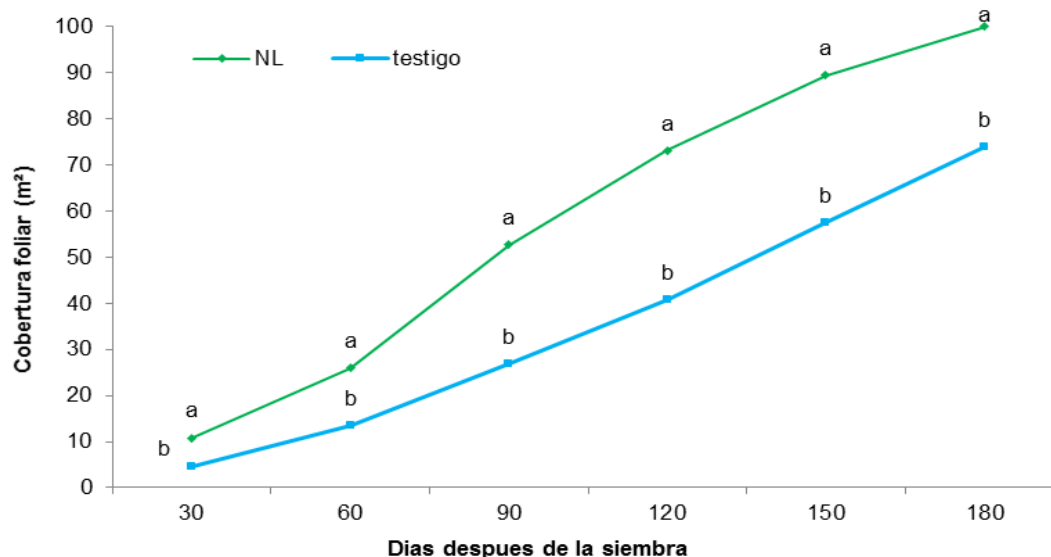


Gráfico 4: Cobertura foliar en plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura en seis momentos de evaluación. Medias con letras desiguales, en cada momento de evaluación, significan diferencias estadísticas entre los tratamientos. (t-student; $p < 0.05$). Los datos se transformaron para el análisis según $y' = 2 \arccos((y/100)^{0.5})$. Error Típico = 0.064.

Alcanzar el 100 % del área cubierta para el periodo evaluado por el tratamiento con Nitrógeno líquido convierte este tratamiento en un método de escarificación viable para garantizar establecer la especie en el menor tiempo posible y con un número reducido de semillas empleadas. En trabajos realizados por Hernández *et al.* (2001) se garantiza solo entre 60 y 70 % de cobertura foliar a los 180 días con densidades de siembra de 5 Kg/ha de semillas. Para Fontes (2007), la especie *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura garantiza un 70 % del área cubierta a los 180 días después de la siembra y la define como establecida para cuando alcance estos dígitos.

Este tratamiento en específico logra a los 150 días una cobertura foliar del 90 %, y a los 120 días presentaba un área cubierta del 74 %, lo que evidencia un crecimiento precoz, que, ligado a un mayor número de plantas establecidas, genera una densidad poblacional y un área cubierta superior en comparación con el tratamiento testigo. Tales condiciones convierten este método en una

garantía para su utilización en el establecimiento de la especie como cobertura viva.

4.2 Evaluación del desempeño agroproductivo en plantas de. *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura

4.2.1 Inflorescencias por metro cuadrado.

El gráfico 5 muestra el número de inflorescencias por metro cuadrado de plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura a los 76, 83, 90, 97, 104 y 111 días después de la siembra. Se encontraron diferencias estadísticas significativas, entre los dos tratamientos, para cada uno de los momentos evaluados. Los mayores resultados se observan a los 104 días de evaluación para ambos tratamientos, para el tratamiento de plantas obtenidas a partir de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido con un aproximado de unas 98, inflorescencias por metro cuadrado mientras que para el tratamiento testigo se obtienen unas 71 inflorescencias por metro cuadrado en ese mismo momento. Las diferencias encontradas entre tratamientos esta ligado al número de plantas establecidas para cada tratamiento, es decir, un mayor número de plantas por métro cuadrado garantiza un mayor número de inflorescencias.

Se puede apreciar un aumento progresivo de las inflorescencias hasta los 104 días y a partir de este momento comienza a disminuir para ambos tratamientos. El tiempo prolongado de floración, se debe a que esta es una especie que su período de floración es irregular, esta es una observación reseñada por González *et al.* (1991). En cuanto a la disminución del número de inflorescencias en el último momento evaluado se debe al comienzo de la formación del fruto.

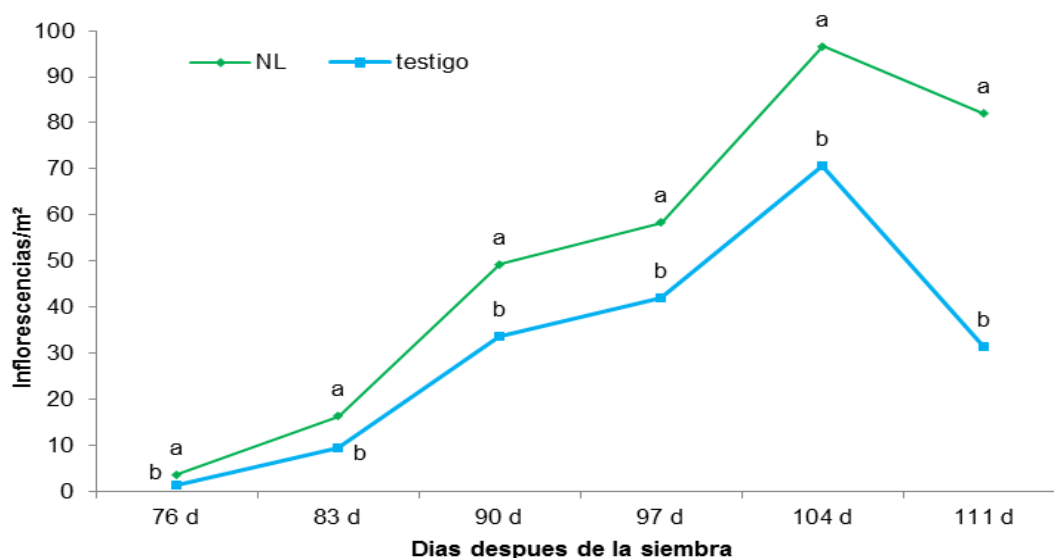


Gráfico 5: Inflorescencias por metro cuadrado en plantas de *T. Labialis*, cultivar Semilla Oscura en seis momentos de evaluación. Medias con letras desiguales, en cada momento de evaluación, significan diferencias estadísticas entre los tratamientos. (t-student, $p < 0.05$). Los datos se transformaron para el análisis según $y' = 2 \arccos((y/100)^{0.5})$. Error Típico = 0.064.

Resultados similares a los alcanzados en esta investigación han sido reportados por Matías (1993). Sin embargo, para el tratamiento con Nitrógeno líquido estos resultados son superiores a los alcanzados por el mismo autor y por González *et al.* (1991). En el caso de los resultados de Matías (1993) se debe en gran medida a la forma en que fueron desarrolladas las plantas en ambas investigaciones. En el caso de esta investigación las plantas se desarrollaron postradas al suelo y en el otro caso, las plantas se desarrollaron con espalderas.

4.2.2 Principales componentes del rendimiento.

El total de vainas por metro cuadrado, el largo de las vainas, semillas por vainas y el peso de mil semillas, se muestran en la Tabla 1. Para la evaluación del total de vainas por metro cuadrado se observó que existen diferencias

significativas entre el tratamiento de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido (348) y el tratamiento testigo (154). Este elemento en particular, guarda una estrecha relación con el número de inflorescencias por metro cuadrado, donde para el tratamiento con Nitrógeno líquido se alcanzan los mayores resultados.

En el caso de, largo de las vainas, semillas por vainas y el peso de mil semillas no existen diferencias significativas entre los dos tratamientos evaluados, aunque en las plantas obtenidas a partir de semillas escarificadas con Nitrógeno líquido se obtuvieron mayores resultados que en el tratamiento testigo para cada uno de los aspectos evaluados.

Tabla 1: Principales componentes del rendimiento.

| | Vainas/m² | Largo vainas (cm) | Semillas/vaina | Peso 1000 semillas (g) |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| N. líquido | 348 | 4.21 | 7.76 | 6.842 |
| Testigo | 154 | 3.88 | 7.49 | 6.7467 |
| Sig. | * | | | |
| SE | | | | |

El resultado de número de vainas por metro cuadrado que se obtiene en esta investigación, para el tratamiento con Nitrógeno líquido, pudo deberse a la mayor área cubierta en este tratamiento. Lo anterior proporciona una mayor área de contacto directo con la radiación solar, factor muy importante para provocar una mayor floración y fructificación de las legumbres, según lo señalado por Hopkinson y Reid (1979), Matías y Ritt (1988) y Matías (1993) para varias leguminosas tropicales. En tanto, para el tratamiento testigo, los resultados alcanzados son similares a los reportados por Matías y Matías (1995) cuando compararon la influencia del uso de soportes en la producción de semillas de esta especie.

El largo de las vainas, semillas por vainas y el peso de mil semillas fueron elementos que, al parecer, no sufrieron variaciones cuando las semillas fueron tratadas con Nitrógeno líquido, antes de la seimbra. Los resultados alcanzados para ambos tratamientos concuerdan con los alcanzados por González *et al.* (1991), Matías y Matías (1995) y Fontes *et al.* (2008). Sin embargo, es importantes señalar que los resultados alcanzados demuestran la viabilidad de utilizar el Nitrógeno líquido como un método de escarificación en semillas de esta especie, ya que existen diversos criterios en cuanto al desarrollo vegetativo y productivo de plantas luego que las semillas son tratadas por este método (Cardoso *et al.*, 2000, Mira *et al.*, 2018)

5 Conclusiones.

- ❖ El porcentaje de emergencia en el tratamiento con Nitrógeno líquido fue superior al tratamiento testigo en un 31%.

- ❖ Se logra establecer la especie a los 150 días después de la siembra para el tratamiento con Nitrógeno líquido.

- ❖ El tratamiento con nitrógeno líquido de las semillas no afecto negativamente los principales componentes del rendimiento en esta especie.

6 Recomendaciones.

- ❖ Desarrollar investigaciones donde se realicen estudios histológicos en las semillas antes y después de la inmersión en Nitrógeno líquido.

- ❖ Realizar experimentos con otras especies que presenten problemas de dormancia, para determinar las respuestas y comparar resultados.

- ❖ Realizar experimentos donde se compare este tratamiento con otros tratamientos de escarificación usados en esta especie.

7 Bibliografía.

- Allen, P.S. y Meyer, S.E. 1998. Ecological aspects of seed dormancy loss. *Seed Sci. Res.* 8:183.
- Alves, E.U.; Saderz, R.; Bruno, R.L.A.; Alves, A.U. 2004. Dormência e desenvolvimento de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia Benth*). *Revista Árbore.* 28(5):665-662
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. 1998. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.* Academic Press, San Diego. 666p.
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. 2005. Seed dormancy in wild flowers. En *Flower Seeds: Biology and technology* (M. B. McDonald y F. Kwong, Eds.). CABI Wallingford, UK. p.163.
- Baskin, J.M.; Baskin, C.C.; Dixon, K.W. 2006. Physical dormancy in the endemic Australian genus *Stylobasium*, a first report for the family Surianaceae (Fabales). *Seed Sci. Res.* 16:229-232.
- Baskin, J.M.; Baskin, C.C.; Li, X. 2000. Taxonomy, ecology, and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology.* 15:139-152.
- Bonilla C., K. L. Arce, M. S. Sánchez, R. Escobar. 2007. Morfoanatomía y respuesta fisiológica de las semillas de chambimbe a condiciones de crioconservación. *Acta Agronómica,* 56(3):135-140. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=169913315005>
- Cancio, T.; Ortega, E.; Quintana, M. 2003. Utilización de Leguminosas como cobertura viva en Café. *Memorias del V Taller Internacional sobre Recursos Filogenéticos. Fitogen 2003.* Sancti Spiritus, Cuba. p.168.
- Cardoso, F.A.; Pita, J.M.; Palmeira, J. 2000. Efecto de la crioconservación sobre la germinación de semillas de leguminosas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande,* 2 (1): 67-71.
- Cardoso, F.A.; Pita, J.M.; Palmeira, J. 2000. Efecto de la crioconservación sobre la germinación de semillas de leguminosas. *Revista Brasileira de*

- Produtos Agroindustriais, Campina Grande, 2 (1): 67-71.
- , L.M., J.S. Buyer, B. Vinyard, A.A. Abdul-Baki, L.J. Sikora, and J.R. Teasdale. 2007. Effects of cover crops, compost, and manure amendments on soil microbial community structure in tomato production systems. *Appl. Soil Ecol.* 37:247-255. doi: 10.1016/j.apsoil.2007.08.003.
- CATIE. 2000. Técnicas para la germinación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico N° 39. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 54 p.
- CIDICCO. 2004. El uso de coberturas en plantaciones de frutales tropicales. Disponible en: http://www.cidicco.hn/especies_av_cc.htm. Consultado el 20 de noviembre del 2012.
- Clavel, N. 2004. Contribución de la cobertura con leguminosas forrajeras a la conversión a orgánico de un agroecosistema citrícola. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. 82p.
- Cohn, M.A. 2006. Dormancy: an overview. En: *The Encyclopedia of Seeds: Science, Technology and Uses* (J.D. Bewley, M. Black y P. Halmer, Eds.). CABI Publishing. Wallingford, UK
- Dell, B. 1980. Structure and function of the strophiolar plug in seeds of *Albizia lophanta*. *American Journal of Botany.* 67:556
- Dias, D. 2005. Dormancia en semillas. *Revista SEED News.* IX (4). http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed94/artigocapa94_esp.shtml.
- FAO. 1999. Enfoque "La Agricultura orgánica". Informe presentado ante el comité de Agricultura de la FAO (COAG), Roma. 25 p.
- Foley, M.E. 2001. Seed dormancy: An update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Science* 49:305-317.
- Foley, M.E. y Fennimore, S.A. 1998. Genetic basis for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 8:173-182.
- Fontes, D. 2007. Beneficios agroproductivos de *Teramnus labialis* (L.f.)

- Spreng.* como cobertura en plantaciones cítricas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. 143 p.
- Fontes, D; Machado, R; Cubillas, N; Mazorra, C; Borroto, A; Pulido, L; Lezcano, Y; Hernández, N y Martínez, J. 2008. Selección de leguminosas herbáceas para el fomento de cobertura en plantaciones de naranja *Valencia late*. Pastos y forrajes. Vol. 15, No. 2. 10 p.
- Funes, F. 2003. Pastos y forrajes tropicales, ganadería sostenible y medioambiente. Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana. DECAP. Módulo V: 104p.
- Geneve, R. L. 2003. Impact of temperature on seed dormancy. Hort Science. 38:336-341.
- González, Y. y Mendoza, F. 1991. Comportamiento de la germinación de *Teramnus labialis* cv. Semilla clara I. con tratamientos antes de sembrar. Pastos y Forrajes, 14 (1).
- Handley, R.J. y Davy, A.J. 2005. Temperature effects on seed maturity and dormancy cycles in an aquatic plant, *Najas marina*, at the edge of its range. Journal of Ecology 93:1185-1193.
- Hernández, D.; Carballo, Mirtha; González, Antonia; Sánchez, Tania, Reyes, F.; Castrellón, J.L. y Zaragoza, J.L. 2001. Composición botánica de gramíneas y leguminosas seleccionadas por vacas que pastorearon en un sistema silvopastoril multiasociado. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35 (3): 221- 228.
- Hernández, I; Lascaiba, T; Yepes, L y Rolo, R. 1995. Efecto de diferentes proporciones de semilla en la siembra asociada de *Teramnus labialis* y *Andropogon gayanus* 1. Fase de establecimiento. Pastos y Forrajes, Vol. 18, No. 1. 8 p.
- Hilhorst, H.W.M. y Bradford, K.J. 2000. Seed physiology. International Course on Seed Production and Seed Technology. IAC. Wageningen, Netherlands. 74 p.

- Hilhorst, H.W.M. y Toorop, P.E. 1997. Review on dormancy, germinability, and germination in crop and weed seeds. *Advances in Agronomy*. 61:111-165.
- Hopkinson, J.M. y Reid, R. 1979. Significance of climate in tropical pasture/legumes seed production. In: *Pasture production in acid soils of the tropics*. (Eds. P.A. Sánchez and L.E. Tergas). CIAT. Cali, Colombia. p. 343.
- Iriondo, J.M.; Pérez, C.; Pérez-García, F. 1992. Effect of seed storage in liquid nitrogen on germination of several crop and wild species. *Seed Science and Technology*, 20:165-171.
- ISTA. 2005. *International Rules for Seed Testing*. Edición 2005. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Suiza. Sitio de la ISTA: <http://www.seedtest.org>.
- Kannan, C.S.; Sudhakara, K.; Augustine, A.; Ashokan, P.K. 1996. Seed dormancy and pre-treatments to enhance germination in select *Albizia* species. *Journal of Tropical Forest Science*. 8:369.
- Kigel J. 1995. Seed germination in arid and semiarid regions. En: *Seed development and germination* (J. Kigel y G. Galili, Eds.). Marcel Dekker Inc. New York. p. 645.
- Leadem, C.L. 1997. Dormancy-Unlocking seed secrets. En: *National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations*. (Landis, T.D.; Thompson, J.R., Eds.) Gen. Tech. Rep. PNWG TR-419. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station: 43-52.
- Li, B. y Foley, M.E. 1997. Genetic and molecular control of seed dormancy. *Trends in Plant Science*. 2:384-389.
- Lopes-Cruz, J.L., L. da-Silva-Souza, N.C. dos-Santos-de-Souza, and C.R. Pelacani. 2014. Effect of cover crops on the aggregation of a soil cultivated with papaya (*Carica papaya* L.). *Sci. Hortic*. 172:82-85. doi: 10.1016/j.scienta.2014.03.045

- Machado, R. y Roche, R. 2004. Colecta del germoplasma forrajero en la región norte de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 27:219.
- Machado, R.; Seguí, E. y Alonso, O. 1998. Metodología para la evaluación de especies herbáceas. EEPF "indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 35 p.
- Magdof, F. 1996. Calidad y manejo del suelo. *Agroecología y desarrollo*. 10:25p.
- Matías, C y Matías, Y. 1995. Efecto de los soportes en la producción de semillas de *Teramnus labialis* cv. semilla clara. *Pastos y Forrajes*, Vol. 18, No. 1, 7p.
- Matías, C. & Ritt, S. 1988. Influencia de dos zonas edafoclimáticas diferentes en el potencial de producción de semilla de guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *Pastos y Forrajes*. 11:143.
- Matías, C. 1993. Producción y calidad de las semillas de cultivares promisorios de Centrosema y otros géneros de leguminosas. *Pastos y Forrajes*. 16:221.
- Matilla, A. 2003. Ecofisiología de la germinación de semillas. En: M. J. Reigosa, N. Pedrol y A. Sánchez-Moreiras, Eds. *La Ecofisiología Vegetal. Una ciencia de síntesis*. 29:901-922. Paraninfo S.A., Madrid.
- Mazorra, C. 2006. Manejo de la selección del alimento para reducir el ramoneo de ovinos integrados a plantaciones de cítricos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. 124p.
- Mazorra, C.; Rosa, A.; Borges, G.; Tapia, L.; Fontes, D.; Pérez, R. 2001. Food selection modification: Method to achievement sheep-citrus crop integration. *Memorias Simposio Internacional sobre sistemas silvopastoriles*. San José, Costa Rica.
- Menéndez, J. 1982. Estudio regional y clasificación de las leguminosas forrajeras autóctonas y/o regionalizadas en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ICA, La Habana.

- Morrison, D.A.; McClay, K.; Porter, C.; Rish, S. 1998. The role of the lens in controlling heat-induced breakdown of testa-imposed dormancy in native Australian legumes. *Ann. Bot.* 82:35-40.
- Navarro, M. 2002. Evaluación del vigor de las semillas de *Albizia lebbbeck* (L.) *Benth* durante la emergencia de plántulas. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas, Cuba. 77 p.
- Navarro, M. 2003. Desempeño fisiológico de las semillas de árboles leguminosos de uso múltiple en el trópico. *Pastos y Forrajes*.2(1):19.
- Navia, Y. 2005. Uso de la leguminosa herbácea (*Teramnus labialis*) como cobertura en el cultivo de la guayaba. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ciencias Agrícolas. UNICA. 62 p.
- Pérez Carmenate, R. 1998. Leguminosas herbáceas perennes una alternativa para la diversificación de las fincas cítricas. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". 75.
- Pérez-Carmenate, R.; Carrera, J.; Borroto, A.; Mazorra, C.; Osuna, A.; Arencibia, A.; Rodríguez, Z.; García, J.R. y Santana, M. 1996. Establecimiento de Leguminosas como cobertura para sistemas mixtos de producción sostenible en finca de cocos (*Cocos nucifera*). *Pastos y Forrajes*, 19:261.
- Poulsen, K. y Stubsgaard, F. 2000. Tres métodos de escarificación mecánica de semillas de testa dura. En: Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico N° 36. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica
- Preston, T. R. 2003. El reciclaje como epicentro de la producción agropecuaria. Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana. DECAP. Módulo II: 85 p.
- Rao, N.K.; Hanson, J.; Duloo, M.E.; Ghosh, K.; Novell, D.; Larinde, M. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales

- para Bancos de Germoplasma n° 8. Bioversity International, Roma, Italia.
- Rodríguez, O. 2005. Efectos de una cobertura de *Teramnus labialis* en una plantación de naranja Valencia late. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. UNICA. 56 p.
- Sanabria V. D., R. Silva, M. A. Oliveros, R. Barrios. 2001. Escarificación química y térmica de semillas subterráneas de *Centrosema Rotundifolium*. Bioagro, 13(3):117-124.
- Sancho, F., y C. Cervantes. 1997. El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. Agron. Costarricense 21(1):111-120.
- Schmidt, L. 2000. Handling of tropical and subtropical forest tree seed. DFSC. Hummleback, Denmark. 511 p.
- Simón, L. 2005. Del Monocultivo de Pastos al Silvopastoreo: La experiencia de la EEPF "indio Hatuey". En: El silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Editorial Universitaria de San Carlos de Guatemala. 5 p.
- Skerman, P. J.; Cameron, D. G. y Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO, Producción y Protección Vegetal. Italia. Roma. 2:707.
- Stanwood, P.C. 1985. Cryopreservation of seed germplasm for genetic conservation. En: Cryopreservation of Plant Cells and Organs. Kartha, K.K. (Ed.), CRC Press, Boca Ratón, Florida, pp. 199-236.
- Suquilanda, B. M. 2001. Cultivos controlados. (Fecha de acceso 20 de noviembre del 2012). 3(5):15-18. URL: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/y2779S/y2779s05.htm.
- Teketay D. 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. Forest Ecology Management 80: 209-223.

- Tonitto, C., M.B. David, and L.E. Drinkwater. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agric. Ecosyst. Environ.* 112:58-72. doi:10.1016/j. agee.2005.07.003
- Turner, R.; Merritt, D.J.; Baskin, C.C.; Dixon K.W.; Baskin, J.M. 2005. Physical dormancy in seeds of six genera of Australian Rhamnaceae. *Seed Sci. Res.* 15:51-58.
- van Klinken, R.D.; Flack, L.K.; Pettit, W. 2006. Wet-season Dormancy Release in Seed Banks of a Tropical Leguminous Shrub is Determined by Wet Heat. *Annals of Botany.* 98: 875-883.
- Vertucci, C.W. 1989. Effects of cooling rate on seeds exposed to liquid nitrogen temperatures. *Plant Physiology*, 90:1478-1485.
- Yepes, S. 1971. Observaciones sobre la evaluación de las leguminosas serie1. *Ing. Agrónomo.* 7. Univ. De La Habana. 14 p.