

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE “*Clitoria ternatea*” EN CONDICIONES DE TRÓPICO**

Por:

**Sarahí Juárez Domínguez**

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista Saltillo, Coahuila,

Junio,2022

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

ANALISIS DE CRECIMIENTO DE "*Clitoria tematea*" EN CONDICIONES DE TROPICO

POR:

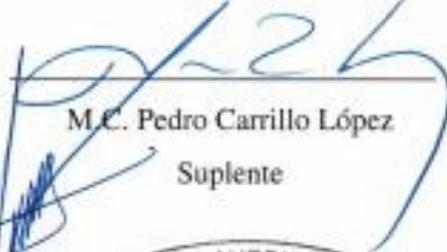
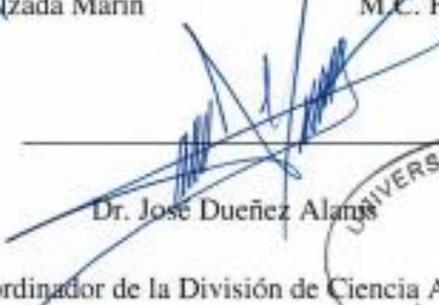
**Sarahi Juarez Dominguez**

TESIS

Que somete a la consideraci3n del H. Jurado Examinador como requisito para obtener el tftulo de:

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

 _____ Dr. Joel Ventura Ríos Director	 _____ M.C. Mario Alberto Santiago Ortega Codirector
 _____ Dr. Jesús Miguel Calzada Marín Asesor	 _____ M.C. Pedro Carrillo López Suplente
 _____ Dr. José Dueñez Alanís Coordinador de la División de Ciencia Animal	

Buenavista, Saltillo, Coahuila,



Junio 2022.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por su inmensa bondad, que me acompaña y me da fuerzas todos los días, por la bendición de contar con mi familia en todo momento y por permitirme terminar con buena salud mis estudios.

A mi Alma Terra Mater, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al Departamento de Producción Animal, por darme la oportunidad de formarme como persona y un profesionalista en el área de la agricultura.

Al Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantakin" y al equipo de trabajo administrativo y de campo, por el apoyo otorgado para el uso de las instalaciones y equipo para la realización de este proyecto de investigación.

Al Dr. Joel Ventura Ríos, M.C. Mario Alberto Santiago Ortega, por todo el apoyo incondicional en la dirección de esta investigación, su invaluable asesoría, consejos, disposición y enseñanza integral.

Al Dr. Francisco A. Cigarroa Vázquez, y al Dr. Jesús Miguel Calzada Marín por su colaboración y asesoría en los análisis estadísticos de esta tesis.

Al Ing. Pedro Carrillo López por ser parte del comité jurado examinador de este trabajo de investigación.

A la Lic. Laura Chuc López, del CDT por ser ejemplo de fuerza, inteligencia y valentía, una persona extraordinaria que fue una gran casualidad conocerla.

A los señores Pánfilo, Roberto Vidal, Gabino, Uriel, equipo de campo en el CDT, quien agradezco infinitamente por haberme acompañado en mi estadía en el estado de Yucatán, por haberme enseñado sus tradiciones y abrirme las puertas de su casa y compartir experiencias.

A mis amigas Marlenn, Karina y María Dolores, con quienes he contado en cada momento y he tenido la fortuna de su apoyo incondicional y amistad.

## **DEDICATORIA**

A la familia Juárez Domínguez:

A mi querida madre Luz María Domínguez Flores, siendo mi mayor ejemplo como madre y mujer en la vida, por haberme forjado de valores que me rigen hoy en día, que velaste por mis sueños y escuchaste mis dudas y tu consejo que me hizo mejor, porque hoy lucho y trabajo y tu nombre me da valor y a mi padre José Ismael Juárez García, por enseñarme cosas básicas del día a día como disfrutar de los pequeños detalles.

Por permitirme no tener miedo y, a la vez, tenerlo cuando se necesita....

Gracias por confiar en mí, porque esto aún empieza, con mucho amor para ustedes.

A mi hermana mayor Monserrat, por tu apoyo incondicional y paciencia que has tenido conmigo desde hace 23 años.

A mi querido hermano Ismael, que nunca me cansaré de bendecirte y pedirle a Dios por ti al ser siempre apoyo y sostén de la casa y demostrarme que la familia y el hogar es de los valores que se deben construir más importante en la vida.

A mi hermano Aarón, por ser el modelo a seguir en que si algo se quiere se puede.

A mi pequeña hermana Paulina, por tu nobleza conmigo, tu compañía y solidaridad y por todo lo que hemos pasado juntas

Y a mi hermanito Juan José, quien me ha dado grandes lecciones de vida a pesar de su corta edad y enseñado que no se necesita un apellido para considerarte parte de nuestra familia y ser el motivo de muchas alegrías en casa.

A Jorge Campos Marcos, por ser parte importante en el logro de esta meta. Gracias por creer en mi capacidad y ser pilar en estos momentos, por haberme enseñado el valor de la reciprocidad, eres alguien invaluable.

## DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, Junio de 2022

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado “ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE “*Clitoria ternatea*” EN CONDICIONES DE TRÓPICO” es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o que no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación del mismo, ni a un nuevo envío.

Atentamente



---

Sarahí Juárez Domínguez

## Análisis de crecimiento de *Clitoria ternatea* en condiciones de trópico

Sarahí Juárez Domínguez

### RESUMEN

El objetivo del presente proyecto de investigación fue evaluar el efecto del arreglo topológico y la altura de corte de la planta sobre el rendimiento de biomasa, y análisis del comportamiento morfológico en condiciones de temporal en trópico, Se evaluaron cuatro tratamientos comparando dos distancias entre surcos (80 y 60 cm) y dos alturas de corte de la planta (5 y 10 cm). El estudio se realizó en Yucatán, México, durante los meses de junio a septiembre del 2021. Las variables analizadas fueron, rendimiento de forraje ( $\text{g MS}^{-1}$ ), tasa de crecimiento (TC), alturas (cm), radiación interceptada (RI) a diferentes edades de crecimiento después del corte de homogenización. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, mediante un análisis de varianza (ANOVA) usando el Proc GLM. La mayor producción de forraje se alcanzó a los 80 d ( $4825.9 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ) después del corte de uniformidad en las parcelas del tratamiento 1 ( $p < 0.05$ ). La parcela de 60 cm y altura de corte de 5 cm, mostro la menor tasa de crecimiento ( $8.6 \text{ kg de MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  ( $p < 0.05$ )). Las alturas fueron diferentes ( $p < 0.05$ ), en las parcelas sembradas a 80 cm y cortadas a 10 cm sobre el nivel del suelo en los días 16 (40.8 cm) y 24 (75.4 cm) después del corte de uniformidad. La RI fue diferente ( $p < 0.05$ ) en parcelas sembradas a una distancia entre surcos de 80 cm y cortadas a una altura de 10 cm, a 56 d (70.5%) y 88 d (83%). El rendimiento de forraje de *Clitoria ternatea* está en función de la radiación interceptada, altura de corte y tasa de crecimiento.

**Palabras clave:** alturas, radiación interceptada, forraje y tasa de crecimiento, fabácea.

## **Growth analysis of *Clitoria ternatea* tropical conditions**

Sarahí Juárez Domínguez

### **ABSTRACT**

The objective of this research project was to evaluate the effect of topological arrangement and plant cutting height on biomass yield, and analysis of morphological behavior under tropical storm conditions. Four treatments were evaluated comparing two distances between rows (80 and 60 cm) and two cutting heights of the plant (5 and 10 cm). The study was carried out in Yucatan, Mexico, during the months of June to September 2021. The variables analyzed were forage yield (g MS<sup>-1</sup>), growth rate (TC), heights (cm), intercepted radiation (RI) at different growth ages after the homogenization cut. The data was analyzed under a completely randomized design, with four treatments and three repetitions, through an analysis of variance (ANOVA) using the Proc GLM. The highest forage production was reached at 80 d (4825.9 kg DM ha<sup>-1</sup>) after the uniformity cut in the plots of treatment 1 (p<0.05). The plot of 60 cm and cutting height of 5 cm, showed the lowest growth rate (8.6 kg of DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> (p<0.05). The heights were different (p<0.05), in the plots planted at 80 cm and cut at 10 cm above ground level on days 16 (40.8 cm) and 24 (75.4 cm) after the uniformity cut. The RI was different (p<0.05) in plots planted at a distance between rows of 80 cm and cut at a height of 10 cm, at 56 d (70.5%) and 88 d (83%). The forage yield of *Clitoria ternatea* is a function of the intercepted radiation, cutting height and growth rate.

**Keywords:** heights, intercepted radiation, forage and growth rate, fabaceae.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos .....	3
1.1.1 Objetivo general .....	3
1.1.2 Objetivo particular.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Importancia de las leguminosas en un sistema de ganadería tropical.....	4
2.2 Características generales de la <i>Clitoria ternatea</i> .....	4
2.3 Descripción agronómica de la <i>Clitoria ternatea</i> .....	5
2.3.1 Adaptación. ....	5
2.3.2 Cultivares .....	5
2.3.3 Establecimiento .....	6
2.3.4 Preparación del terreno.....	6
2.3.5 Época, densidad y método de siembra .....	6
2.4 Descripción morfológica de la <i>Clitoria ternatea</i> .....	7
2.5 Factores climáticos que afectan la producción de forrajes.....	8
2.5.1 Radiación solar.....	8
2.5.2 Temperatura .....	9
2.5.3 Humedad .....	9
2.6 Factores edáficos que afectan la producción de forrajes .....	9
2.6.3 pH.....	10
2.7 Factores que afectan el crecimiento y rebrote de las plantas forrajeras .....	10
2.7.1 Índice de área foliar.....	11
2.7.2 Meristemos del crecimiento .....	12
2.7.3 Reservas del crecimiento.....	13
2.8 Taninos en leguminosas .....	14
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 Localización y descripción del área experimental .....	15
3.2 Condiciones climatológicas durante el estudio .....	15
3.3 Diseño de las parcelas .....	16
3.4 Definición de tratamientos .....	17

3.5 Variables evaluadas.....	17
3.5.1 Rendimiento de biomasa .....	17
3.5.2 Tasa de crecimiento del forraje (TC) .....	17
3.5.3 Alturas .....	17
3.5.4 Radiación interceptada (RI).....	18
3.6 Análisis estadísticos .....	18
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
4.1 Rendimiento de forraje.....	20
4.2 Tasa de crecimiento del forraje .....	21
4.5 Alturas .....	23
4.6 Radiación interceptada .....	24
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Rendimiento de biomasa (kg de MS ha <sup>-1</sup> ) de <i>Clitoria ternatea</i> a diferentes edades de corte en condiciones tropicales.....	20
Cuadro 2. Tasa de crecimiento de <i>Clitoria ternatea</i> a diferentes edades de corte en condiciones tropicales.....	22
Cuadro 3. Altura (cm) de <i>Clitoria ternatea</i> a diferentes edades de corte en condiciones tropicales.....	23
Cuadro 4. Radiación interceptada de <i>Clitoria ternatea</i> a diferentes edades de corte en condiciones tropicales.....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación, temperatura máxima y mínima durante la fase de muestreo en el sitio de fase experimental Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin. ....	16
---	----

## I. INTRODUCCIÓN

Las zonas tropicales en México representan aproximadamente el 25% del territorio nacional (INEGI, 2004), una superficie cercana a los 55.6 millones de hectáreas, compuestas por una amplia diversidad de ecosistemas con elevado potencial para la producción de carne y leche en pastoreo. La ganadería es más eficiente cuando se dispone de forraje de alto valor nutritivo que cumpla con los requerimientos del animal. Las praderas en el trópico mexicano básicamente se componen de gramíneas forrajeras, sin embargo, esta fuente alimenticia no cumple las exigencias requeridas por el animal (Alonso, 2011; Zamora-Olivo *et al.*, 2013).

Las leguminosas tropicales han sido muy poco aprovechadas en la alimentación animal. Sin embargo, son plantas que se encuentran de manera abundante en la mayor parte de los ecosistemas tropicales de México. Estas plantas tienen como atributo principal desde el punto de vista de forraje para el ganado, altos contenidos de proteína los cuales varían del 14 al 28% a diferencia de los niveles máximos de P.C. en pastos tropicales que van del 12 al 14%, contenidos de fibra menores al 40%, lo que permite un mayor consumo voluntario y digestibilidad, obteniendo incrementos en los rendimientos productivos de carne y leche (Lascano *et al.*, 1991).

En el trópico de México, la producción de forraje es estacional por las características climáticas y edafológicas, las cuales modifican la adaptación, el potencial productivo y la persistencia de las especies forrajeras. En estas condiciones, la duración del período de rebrote y la cantidad de forraje residual, son factores determinantes para la producción de biomasa vegetal (Pinto *et al.*, 2005; Ramírez *et al.*, 2010).

Durante el rebrote, las plantas forrajeras dependen del proceso de fotosíntesis para la generación de energía, que se destina al mantenimiento de su biomasa y formación de nuevo tejido, por lo que requieren del área foliar, para la interceptación de la radiación incidente (Alexandrino *et al.*, 2004). La producción de forraje es determinada por la radiación fotosintéticamente activa absorbida y por su eficiencia de conversión a materia seca (Gomide *et al.*, 2003). Además, las características estructurales de la pradera son importantes para establecer prácticas de manejo que promuevan la conservación y persistencia de la misma (Bauer *et al.*, 2011). La estructura de la pradera se define como la distribución y el arreglo

de los componentes morfológicos, acumulación de forraje, altura de la planta, densidad de tallos, relación hoja: tallo y proporción de material senescente de la parte aérea de la planta dentro de una comunidad vegetal.

Las explotaciones ganaderas en el trópico sustentan su eficiente productividad en tecnologías apropiadas, basadas en el uso y diversidad de especies forrajeras con un alto potencial productivo y que los cultivos preferentemente tengan un bajo costo durante su establecimiento, que la pradera sea persistente, tolerantes a plagas y enfermedades, de alta resistencia al pastoreo, que las praderas tengan un alto valor nutricional de alta gustocidad para el ganado, esto, complementado con prácticas de manejo que permitan prolongar al máximo la vida de las praderas, reducción del deterioro del recurso suelo por erosión, acidificación, además de prácticas de conservación del forraje que permitan aprovechar los excedentes de las épocas de abundancia, para su uso en periodos de escases para complementar la dieta de los animales en pastoreo (Rainer *et al.*, 2018).

Según Oguis *et al.* (2019) *Clitoria ternatea* es una leguminosa tropical multipropósito de interés medicinal, sobresaliente leguminosa tropical, por su adaptación, producción de forraje y su enorme potencial para mejorar la productividad animal a menor costo (Villa Nueva *et al.*, 2004). La caracterización morfológica y la evaluación agronómica de los recursos filogenéticos son actividades importantes, ya que permiten describir y diferenciar los atributos cualitativos y cuantitativos de una especie, basados en su utilidad, así como generar conocimiento técnico básico para el manejo, como cultivo en determinadas zonas agroecológicas (Ramos *et al.*, 2008). En México, particularmente, para esta leguminosa, son pocas las investigaciones sobre el efecto de la distancia entre plantas sobre el rendimiento. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la distancia entre plantas en el rendimiento, evaluar su comportamiento en condiciones de temporal en trópico, permitiendo obtener 4 curvas distintas de crecimiento, en distinta distancia entre surcos y alturas de corte.

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Objetivo general

Conocer el comportamiento productivo de *Clitoria ternatea* en condiciones de clima cálido subhúmedo, con suelos poco profundos y ligeramente alcalinos.

### 1.1.2 Objetivo particular

Evaluar la productividad de forraje de *Clitoria ternatea* variedad Tehuana a diferentes edades de rebrote durante el verano en el estado de Yucatán, México.

## **1.2 Hipótesis**

La distancia entre surcos y altura de corte causara efecto en al menos uno de los tratamientos probados.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia de las leguminosas en un sistema de ganadería tropical

Los forrajes tropicales vistos como leguminosas tienen el particular potencial de jugar un positivo papel en la solución de problemas ambientales (Shelton *et al.*, 2005). Diversos estudios en materia de forrajes basados en producción ganadera, confirman la eficiente relación del medio ambiente y la intensificación sostenible, impactando en resultados positivos en los ecosistemas (Peters *et al.*, 2013).

Las leguminosas forrajeras tropicales pueden impactar positivamente en el medio ambiente, principalmente debido a sus atributos clave que son característicos de la familia de las Leguminosae (Fabaceae): fijación simbiótica de nitrógeno, alto valor nutritivo; sistema de raíz pivotante profundo, amplia diversidad taxonómica y genética; y presencia de metabolitos secundarios particulares. Las leguminosas forrajeras tienen un potencial significativo para contribuir a la intensificación sostenible de la producción ganadera en el trópico, junto con la prestación de servicios ecosistémicos (Rainer *et al.*, 2018).

Una buena alternativa para la producción de ganado es a través de la utilización de leguminosas tropicales que pueden establecerse solas o asociadas con gramíneas, permitiendo incrementar la producción de forraje por hectárea y mejorar el valor nutricional de la pradera (Ruiz *et al.*, 2007). Las leguminosas, aumentan el consumo voluntario y mejoran el funcionamiento del rumen (Sahay *et al.*, 2016), también permiten mantener una buena simbiosis en la pradera, dado que fijan nitrógeno al suelo mediante bacterias *Rhizobium* presentes en los nódulos de sus raíces (Rojas *et al.*, 2017), mejorando su propio crecimiento, así como las demás plantas que se encuentran en la parcela.

### 2.2 Características generales de la *Clitoria ternatea*

Es una leguminosa de áreas tropicales y subtropicales del mundo, tiene sus orígenes en Asia tropical, actualmente se encuentra distribuida en África, Australia y América. Su nombre científico es *Clitoria ternatea*, pertenece a la familia *fabaceae* y es una planta de uso forrajero, medicinal y ornamental; con diversos estudios por su potencial de antioxidante y antimicrobiano, efectiva como antiinflamatoria, antipirética y analgésica. Así mismo se usa para mejorar la fertilidad en suelos degradados (Esmail, 2016). Se le conoce de forma popular

principalmente como conchita azul, campanilla, guisante azul, zapatito de la reina, bandera, choreque, bejuco de conchitas.

En México, se le conoce como “alfalfa tropical”, debido a su composición química, tolerar sequía y su habilidad de rebrotar después del corte o pastoreo. *Clitoria ternatea* desde el punto de vista de nutrición animal produce una gran cantidad de MS y tiene un buen valor nutritivo, comparadas con los pastos, estas plantas tienen más proteína y menos fibra (Solati *et al.*, 2017). En una evaluación de cuatro leguminosas en el estado de Veracruz, México, reportaron valores de proteína cruda 22.7% mientras que los valores de fibra cruda fueron de 40% (Sosa-Montes *et al.*, 2020).

## **2.3 Descripción agronómica de la *Clitoria ternatea***

### **2.3.1 Adaptación.**

*Clitoria ternatea* se desarrolla en una gama amplia de condiciones de suelo desde arenosos a franco-arcillosos con un pH de 4.5 a 8.7 y tiene cierta tolerancia a la salinidad, crece a una altitud de hasta 1800 msnm, pero su crecimiento óptimo se da a los 1600 msnm, con una precipitación anual de 800 a 4000 mm y temperaturas de 19 a 32°C. Tolera temperaturas bajas de hasta 15°C, resiste ligeramente la sombra y es muy susceptible a las heladas (Castrejón *et al.*, 2017).

### **2.3.2 Cultivares**

Una de las cualidades de las leguminosas es su amplia variedad genética (Rainer *et al.*, 2018). las variedades que más se conocen son: indio hatuey, negra, oriente, jaspeada y conchita clara, siendo esta última la de mayor producción de forraje y tolerante a la sequía.

En 1968 se introdujo al Campo Agrícola Experimental del Istmo de Tehuantepec, semilla de *Clitoria ternatea* proveniente del Campo Cotaxtla, Veracruz, que a su vez la había recibido de Australia. A través de ciclos sucesivos de selección masal, en México se obtuvo e identificó a la variedad con el número de Catálogo IPINIA – 1984, la cual finalmente derivó en *Clitoria ternatea* L., con identificación regional de cultivar (*cv*) Tehuana. Trabajos de prospección realizados en México, permitieron recolectar un abundante germoplasma de leguminosas forrajeras nativas o naturalizadas, capaces de proliferar en los ecosistemas

ganaderos para mejorar la composición del pastizal y con ello la respuesta productiva de los animales (Córdoba *et al.*, 1993).

### **2.3.3 Establecimiento**

Aunque esta planta presenta un crecimiento adecuado en una amplia variedad de suelos y condiciones edáficas, se recomienda seleccionar un área de fácil acceso, con buen drenaje interno y sin problemas de inundación o encharcamientos durante la estación lluviosa (Sosa *et al.*, 1996). Por otro lado, también se debe seleccionar un área topográfica plana u ondulada, donde sea factible la mecanización agrícola y preferentemente usar sistemas de riego y que nos permita trabajar en cualquier época del año (Villa Nueva *et al.*, 1996).

### **2.3.4 Preparación del terreno**

Cuando se cuenta con sistemas de riego la siembra puede realizarse en cualquier época del año. En suelos mecanizables, una preparación adecuada del terreno implica un barbecho profundo y uno o dos pasos de rastra, lo cual permite una siembra en surcos, mediante el empleo de menores cantidades de semilla y una distribución más homogénea de la misma dentro del terreno, facilitando la aplicación de riego y otras prácticas de manejo de cultivo. En terrenos susceptibles de inundaciones temporales es recomendable la utilización y trazo de camas anchas o melgas de 4.0 m de ancho (Sosa *et al.*, 1996).

### **2.3.5 Época, densidad y método de siembra**

Lo ideal es llevarse a cabo en el temporal al inicio de las lluvias, en los meses de junio a julio. Debe hacerse manualmente, en el fondo del surco, tapando ligeramente la semilla con 2 a 3 cm de tierra, en surcos de 60 a 80 entre sí. Para su óptimo establecimiento, esta leguminosa requiere suelos desde mediana hasta alta fertilidad, con buen drenaje interno y pH desde alcalino hasta medianamente ácido (pH=5.0), aunque existen evidencias en el estado de Quintana Roo donde se ha adaptado a una amplia diversidad de suelos, desde muy fértiles hasta los de baja fertilidad, observándose mejor desarrollo en suelos luvisoles, con textura ligera y buen drenaje (Sosa *et al.*, 2008).

Mientras en condición bajo riego, la época de siembra más apropiada comprende el periodo de los meses de noviembre a enero, ya que en esta época el problema de las malas hierbas se reduce al mínimo. El riego depende del tipo de terreno que se tenga y de las

condiciones climáticas del lugar, pero los riegos se pueden realizar con intervalos de 8 a 15 días aproximadamente. El cultivo de *Clitoria ternatea* es de muy rápido establecimiento en terrenos preparados, rastreados y surcados. La recomendación es utilizar 20 kg de semilla ha<sup>-1</sup> para asegurar un 80% como mínimo de germinación, en el establecimiento, se puede sembrar sola o asociada, si el cultivo será mixto o asociado se debe sembrar proporciones de 50:50 para un buen establecimiento (Ponce, 2014).

#### **2.4 Descripción morfológica de la *Clitoria ternatea***

*Clitoria ternatea* es una planta trepadora o rastrera perenne, con un patrón leñoso fuerte, con un tallo principal subrecto a erecto, algo leñoso en la base; los tallos secundarios finos, retorcidos, escasamente pubescentes casi desprovisto de vellosidades con alturas que van de 0.5 a 3 m de largo (Tropical forages, 2020).

Hojas imparipinnadas con 2–3 pares de folíolos y un folíolo terminal; pecíolo de 1.5–3 cm de largo; estípulas persistentes, estrechamente triangulares, 2–5 mm de largo, subuladas, prominentemente con 3 nervios; raquis de 1–7 cm de largo; estípulas filiformes, de hasta 2 mm de largo; pecíolos de 1–2 mm de largo; folíolos elípticos, casi orbiculares, de 1.5 a 5 cm de largo, de 0.3 a 3 cm de ancho, ápice agudo o redondeado, a menudo con muescas (emarginado); base cuneada o redondeada; ambas superficies escasamente adpresas pubescentes, a veces glabras.

Flores axilares, pedículos de 4–9 mm de largo; bractéolas persistentes, 4–12 mm de largo, ampliamente ovadas o redondeadas con venas reticuladas obvias; cáliz de 5 lóbulos, lóbulos lanceolados de 1.5–2.2 cm de largo con algunos pelos finos; corola blanca, rosa, malva, azul claro a azul oscuro; tubo campanulado, 0.8–1.2 cm de largo; lóbulos triangulares u oblongos, 0.7–1 cm de largo, con muescas o redondeado en el ápice, centro blanco y verde amarillento pálido, algunos pelos finos en el ápice; alas y quillas mucho más cortas que las estándar. Las flores pertenecen a la clasificación de cleistogamias, mecanismo de reproducción por la cual la flor se auto poliniza y se auto fecunda debido a que la misma permanece cerrada, sin embargo, son visitadas por insectos en la naturaleza, principalmente abejas (Rojas-Sandoval, 2018).

Las flores de *Clitoria ternatea* se asocian típicamente como azul profundo a púrpura, pero también pueden exhibir colores blancos, malva, púrpura o azul claro (Nadzirah *et al.*, 2018).

Las vainas de *Clitoria ternatea* maduran entre 8 - 10 semanas después de la floración, comenzando de color verde brillante madurando a un marrón moteado tras la deshidratación (Rojas-Sandoval, 2018). Son típicamente de 4 - 13 cm de largo y 0.9 - 1.2 cm de ancho con márgenes gruesos y una forma aplanada, lineal-oblonga. Las vainas son casi rectas, pero con una ligera curva, estrechas pero afiladas en un punto, se desecan en condiciones secas y en la madurez se rompen por acción de dehiscencia, liberando las 6 - 11 semillas contenidas dentro. Las semillas son de 5 - 7 mm de largo y 3 - 4 mm de ancho; moteadas, brillantes y de color marrón amarillo a negro; ovaladas, subglobosas o reniformes en forma (Nadzirah *et al.*, 2018).

## **2.5 Factores climáticos que afectan la producción de forrajes**

El medio ambiente junto con las interacciones de temperatura, humedad y la luz, puede afectar el vigor de las plantas forrajeras, lo que tiene un efecto sobre el rendimiento de forraje (Quiroz *et al.* 2011).

### **2.5.1 Radiación solar**

La luz es la principal fuente de energía para las plantas a través de la producción fotosintética, por lo tanto, tiene un impacto significativo en el crecimiento y el desarrollo a través de la cantidad de luz, la calidad y el fotoperiodo. La cantidad de luz se refiere a la intensidad de la luz y se define como la cantidad total recibida por la planta (Poh, 2019).

Dada su diversa gama y condiciones ambientales, *Clitoria ternatea* prefiere cultivarse a plena luz del sol, pero se clasifica como moderadamente tolerante a la sombra (Poh, 2019). Dadas sus cualidades como leguminosa forrajera fijadora de nitrógeno capaz de mejorar la fertilidad del suelo (Mahfouz *et al.*, 2020), ha expresado interés en utilizar *Clitoria ternatea* para remediar áreas agrícolas anteriormente sobrecultivadas.

### **2.5.2 Temperatura**

Las leguminosas requieren temperaturas óptimas de 25 a 30 °C; si estas aumentan o disminuyen afectan directamente el crecimiento y desarrollo de la planta. La temperatura alta afecta negativamente la calidad del forraje, mediante la modificación de la relación hoja/tallo y la disminución de la digestibilidad de la materia seca, ya que, bajo estas condiciones, las plantas presentan una mayor concentración de paredes celulares o fibra. *Clitoria ternatea*, se desarrolla muy bien en regiones tropicales y subtropicales que muestran temperaturas de 18 a 28 °C a lo largo del año (Poh, 2019).

La temperatura del sustrato durante la germinación, expresada principalmente como la temperatura óptima de germinación, es otro factor ambiental relevante capaz de tener un impacto sustancial en la capacidad y velocidad de germinación, para *Clitoria ternatea* se recomienda temperatura optima de 30 °C (Selvamaleeswaran *et al.*, 2011).

### **2.5.3 Humedad**

El agua es importante en el desarrollo de las leguminosas debido a que participa directa e indirectamente en todas las funciones fisiológicas de las plantas, pero es particularmente importante en la fase de establecimiento, por su influencia en el proceso de germinación y el crecimiento acelerado de las plantas en las que el agua puede representar hasta el 80% de su peso. En este sentido, lo más importante a tomar en cuenta es la frecuencia de precipitaciones posteriores a la siembra y no a la cantidad total de lluvia que se registre en una zona. *Clitoria ternatea* se adapta muy bien a condiciones de baja humedad, con precipitaciones que van de 400 hasta 1500 mm, teniendo un mejor desempeño en áreas con 1500 mm (Nadzirah *et al.*, 2018).

## **2.6 Factores edáficos que afectan la producción de forrajes**

Deben considerarse tres factores del suelo, que son de gran importancia para el establecimiento y rendimiento de forrajes, lo cuales son: a) acidez, b) salinidad y alcalinidad y c) profundidad del suelo y drenaje. La planta de *Clitoria ternatea* se adapta a una gama amplia de condiciones de suelo, desde arenosos a franco- arcillosos, pero prefiere suelos de mediana a alta fertilidad, con buen drenaje interno (Villanueva *et al.*, 2002).

### **2.6.2 Fertilidad**

La aplicación de nutrientes suplementarios, o fertilización, es una práctica generalizada en las operaciones de producción de plantas agrícolas y hortícolas para cumplir con los requisitos del cultivo, aumentar el rendimiento y facilitar el cultivo en condiciones inadecuadas. Esto se logra comúnmente a través del uso de fertilización complementaria, principalmente química, orgánica y biofertilizantes (Nadzirah *et al.*, 2018).

Bakhashwain y Elfeel (2011) evaluaron la planta de *Clitoria ternatea* en diferentes tratamientos de fertilización: fertilizante granular NPK (18-18-5 + 1.5 MgO), urea (46), fosfato diamónico (DAP 18-46-0), y un control no tratado. Concluyeron que la fertilización tuvo un efecto significativo en el rendimiento de la planta y que el NPK granular (10.6 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento seco) aumentó significativamente la productividad de *Clitoria ternatea*, seguido del nitrógeno puro aplicado como urea (9.4 ton ha<sup>-1</sup>), el fosfato diamónico (8.41 ton ha<sup>-1</sup>) y el control sin tratar (6.89 ton ha<sup>-1</sup>).

### **2.6.3 pH**

El suelo como medio donde las plantas donde se desarrollan la mayor parte de su sistema radicular y en donde se concentra la actividad biológica, lo conforma propiedades físicas de los suelos: textura, estructura, color, permeabilidad, densidad, porosidad total, consistencia y capacidad de retención de agua. En relación con las propiedades químicas de los suelos, se discute sobre capacidad de intercambio de cationes, bases intercambiables y reacción del suelo o pH.

La acidez es probablemente uno de los factores que resultan de mayor trascendencia en la limitación al área de cultivo de forrajes. Para su establecimiento la planta de *Clitoria ternatea* requiere suelos con pH alcalinos a medianamente ácido, aunque su mejor desarrollo se logra en suelos luvisoles de textura ligera (Villanueva 2002). Por otro lado, la acidez del terreno determina fundamentalmente: a) la nodulación y, consecuentemente, la nutrición nitrogenada de la planta, b) la utilización del ión calcio y c) la absorción de los iones aluminio y manganeso (Del Pozo, 1983).

## **2.7 Factores que afectan el crecimiento y rebrote de las plantas forrajeras**

El rebrote es el material nuevo que se acumula en el tiempo, sobre el nivel del suelo, después de una cosecha total o parcial, influenciado por gran número de factores, tales como

climáticos, reservas de carbohidratos, hormonales, disponibilidad de nutrientes (principalmente nitrógeno), área foliar a partir de la cual se llevará a cabo la fotosíntesis y la competencia entre plantas y tallos (Hunt, 1990).

La importancia de conocer la forma en que se comporta el rebrote de una especie para entender el grado de persistencia de la pradera a través de los años, esto conlleva a conocer la posibilidad de que una pradera presente un máximo en producción de materia seca por unidad de superficie, ya que se obliga a la planta a producir más de una fase lineal, la limitante del rebrote son las primeras fases de la curva de acumulación de forraje, ya que, si la planta o el rebrote no superan estas fases, puede morir y, por tanto, la producción de forrajes disminuye (Lemaire, 2001). La capacidad de rebrote de una planta, después de una defoliación, está determinada por numerosos factores fisiológicos, entre los que destacan las reservas de carbohidratos presentes en la raíz y el área foliar remanente, así como los meristemas de crecimiento presentes, después de la cosecha. Ambos atributos están relacionados con la cantidad de hojas disponibles, a partir de las cuales tendrá lugar la fotosíntesis, para iniciar el almacenaje de energía. Esta función es usada como una medida de la cantidad de luz interceptada, la cual, a su vez, dependerá de la distribución espacial de las hojas (Chapman, *et al.*, 1993).

### **2.7.1 Índice de área foliar**

El índice de área foliar (IAF) se refiere a la superficie de las hojas presentes por unidad de área. A medida que el IAF aumenta, menor será la cantidad de la luz que pueda llegar al suelo y mayor será la tasa de crecimiento (Hodgson, 1990). Cuando prácticamente toda la luz incidente es interceptada, la tasa de crecimiento es máxima y el IAF es óptimo. Puede ocurrir que la superficie de hojas sea excesiva, por lo que el IAF es superior al óptimo y las hojas basales no reciben suficiente luz. En estos casos, es común observar un incremento de pigmentación amarilla y muerte de las hojas ubicadas en la base del tallo (Baguet *et al.*, 2001).

El crecimiento de una planta es abastecido por la energía en forma de azúcares simples, producidos en el proceso de la fotosíntesis, cuando la clorofila de la hoja verde es expuesta a la luz solar. A medida que el IAF aumenta, será mayor la cantidad de luz

interceptada y la tasa de crecimiento (Horrocks *et al.*, 1999). De acuerdo con Villegas (2002) la acumulación de MS está relacionada directamente con el IAF, es decir, que a más IAF se presenta mayor intercepción de luz y, por tanto, mayor rendimiento.

### **2.7.2 Meristemos del crecimiento**

El rebrote rápido se debe a la presencia de regiones meristemáticas activas de los tallos, que permanecen en la planta después de una defoliación, lo cual acelera la expansión foliar (Briske, 1991). Los meristemos son regiones celulares de las plantas, formados por células que, continuamente son embrionarias, pero cuya multiplicación y diferenciación se forma del resto de los tejidos. Se pueden distinguir entre meristemos primarios, de los que depende el crecimiento en longitud y meristemos secundarios, que producen engrosamiento de los tallos y raíces (Rojas, 1993). Sin embargo, la activación de las zonas meristemáticas está influenciada por el balance entre auxinas y citoquininas y, dependiendo del balance, se va a inducir la formación de hojas jóvenes, que son capaces de producir auxinas, necesarias para promover el desarrollo de nuevo tejido foliar y radicular (Baguet *et al.*, 1979).

La velocidad de rebrote, se considera una característica distintiva de las especies tolerantes a la defoliación; entre las características más importantes se consideran a los meristemos activos de tallos remanentes. Si la cosecha se realiza muy cercana al suelo, las especies rastreras se favorecen en relación a las erectas, pero si la cosecha no es cercana al suelo son las especies erectas las que responden más rápido. Esto se ha atribuido a que, conforme van creciendo las plantas los puntos de crecimiento se alejan del suelo, lo que origina que la recuperación sea más favorecida por las reservas almacenadas, que por el área foliar, lo cual no sucede en pastos rastreros en los que es más difícil efectuar una cosecha, que implique dejar sin área foliar remanente a la pradera.

En leguminosas como la alfalfa, en la que los meristemos apicales permanecen al alcance del corte o pastoreo, durante una gran parte del período vegetativo y estado reproductivo, como consecuencia de la elongación de sus tallos, el rebrote posterior a la defoliación, se produce desde las yemas de la corona y meristemos axilares de los tallos más bajos. Su activación requiere cierto tiempo, por lo que el rebrote es demorado, ya que la activación de las yemas de la corona, se maximiza cuando la planta está en estado

reproductivo, situación que no se alcanza, normalmente, en condiciones de pastoreo (Baguete *et al.*, 2001).

### **2.7.3 Reservas del crecimiento**

Inmediatamente después de una defoliación moderada a severa la planta inicia una fase transitoria con variación en sus patrones de disponibilidad y distribución de carbohidratos y nutrientes, para reestablecer el balance previo existente entre el tallo y la raíz; así la disponibilidad de recursos modifica la prioridad de asignación, pues pueden alterar la relación raíz: parte aérea y la magnitud de los recursos entre estos órganos (Briske *et al.*, 1996). De acuerdo con Richards (1993) las reservas de carbohidratos, la cantidad y tipo de tejidos removidos (tejido remanente y meristemas de crecimiento), son los factores más importantes, que determinan el impacto de la defoliación en la planta y las características que regulan la posterior recuperación.

La velocidad de recuperación de las plantas forrajeras, está en función del almacenamiento de productos energéticos, los cuales son utilizados rápidamente en la respiración y en los procesos de crecimiento. Varios tipos de azúcares (almidón y fructosas) y otros hidratos de carbono, son almacenados en las raíces y base de los tallos. Estos glúcidos se almacenan cuando la fotosíntesis sobrepasa a la respiración, que ocurre cuando existe una alta captación de energía luminosa. Así pues, posterior a una defoliación intensa, la respiración sobrepasa a la fotosíntesis y es cuando las plantas hacen uso de sus reservas de carbohidratos para su crecimiento. Las reservas de carbohidratos y nitrógeno (N), en varias partes de la planta, han sido consideradas, tradicionalmente, una fuente importante de nutrimentos para el rebrote, después de una defoliación (Rojas, 1993). El crecimiento inicial, con frecuencia, depende de la movilización de las reservas de N y carbohidratos no estructurales (CNE) almacenadas en raíces y coronas. El grado con el cual la movilización de CNE y N contribuyen al rebrote, depende de las concentraciones internas y externas de CO<sub>2</sub> y del suministro de N (Skinner *et al.*, 1999).

El rebrote de las plantas forrajeras se ha atribuido, primariamente, a los carbohidratos no estructurales (Richards, 1993); sin embargo, se ha observado la movilización específica de componentes de N del tejido residual, después de la defoliación, a zonas de crecimiento

en varias especies forrajeras (Volenec *et al.*, 1996). La cantidad de carbohidratos de reserva usados en el rebrote, depende de la severidad de la cosecha, la capacidad fotosintética de las hojas remanentes y las condiciones ambientales para la fotosíntesis durante el crecimiento.

## **2.8 Taninos en leguminosas**

Los taninos son compuestos fenólicos comunes en las leguminosas y arbustos, que se asocian a las proteínas y son responsables del sabor amargo y de la astringencia de algunas plantas, así como de la reducción del consumo voluntario y la digestibilidad de algunas especies forrajeras. Las plantas que contienen taninos pueden presentar efectos benéficos, como disminución de los problemas de meteorismo o timpanismo. Las leguminosas que contienen taninos protegen las proteínas de la acción de las bacterias del rumen, por lo que pasan directamente a otros compartimentos del estómago donde son degradadas y aprovechadas por el animal. Existen estudios relativamente recientes, en los cuales se ha encontrado que algunos taninos presentes en el follaje del cocoite y la yuca, tienen propiedades vermífugas para ciertos parásitos, principalmente gastrointestinales (Quiroz *et al.*, 2011).

En el estado de Tabasco se realizó un trabajo de concentración de compuestos fenólicos en fabáceas forrajeras tropicales en edad diferente del rebrote, donde se evaluó Cacahuatillo (*Arachis pintoi* Krapovickas & Gregory), Stylo (*Stylosanthes guianensis*), Clitoria (*Clitoria ternatea* L.) y Kudzú (*Pueraria phaseoloides* Roxburgh Bentham), los resultados arrojaron concentraciones mayores de compuestos fenólicos se observaron en *Clitoria ternatea* concentraciones que fueron menores a las identificadas como tóxicas por algunos autores. Los niveles mayores de taninos condensados (16.9 y 20%) en *Clitoria ternatea*, a la edad de 42 d en los meses sin y con lluvias (García Ferrer *et al.*, 2016).

La edad de rebrote son fuente de variación en la concentración de polifenoles totales durante el crecimiento; la edad de rebrote (madurez de la planta) es el factor que afecta más esas concentraciones. Las concentraciones máximas de compuestos fenólicos se observaron a los 42 d, y no alcanzaron los niveles tóxicos para los animales.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

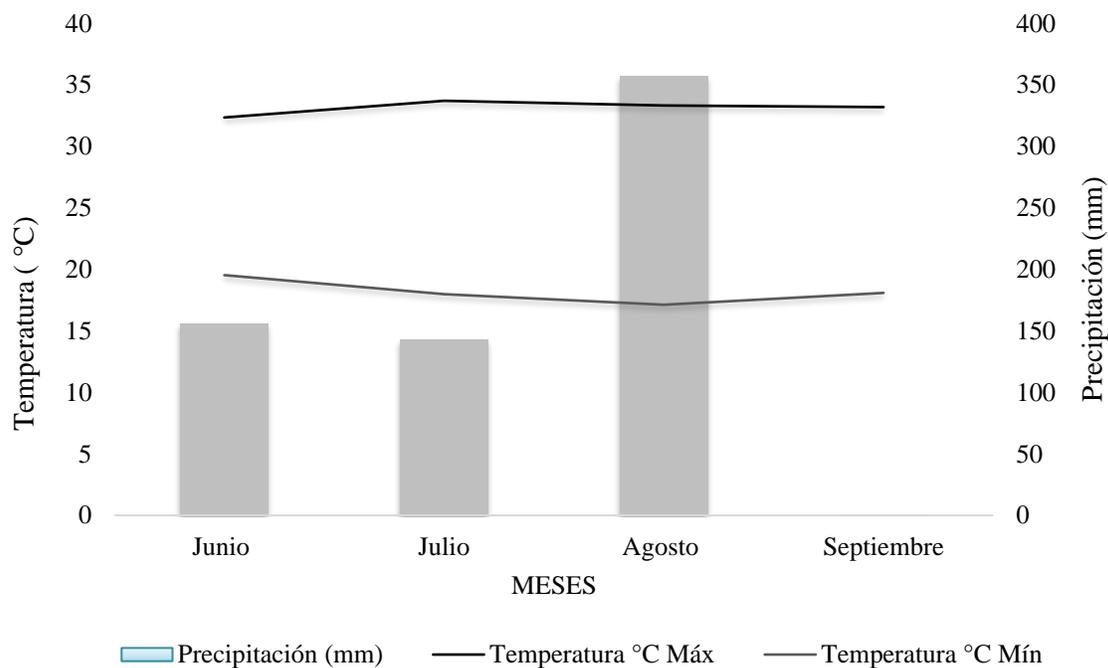
#### **3.1 Localización y descripción del área experimental**

El estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) “Tantakin” propiedad de Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA), ubicado en el municipio de Tzucacab localizado en la región sur del estado de Yucatán, (19° 38' y 20° 09' LN y 88° 59' y 89o 14' LO); a 36 msnm (INEGI, 2000), la zona presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y con un porcentaje de lluvia invernal menor a cinco. Los suelos presentes en esta zona son poco profundos de textura franco arcillosa, ligeramente alcalinos, de color pardo carbonatado y rojo ferralítico (los más abundantes). El predio del CDT tiene una extensión de 437 hectáreas y (FIRA, 2000).

Para este estudio se realizó un análisis de fertilidad del suelo, los resultados fueron los siguientes: pH de 7.2, textura arcillosa (45 % arcilla, 41% arena y 14% limo), los aniones (ppm) analizados fueron: nitrógeno nítrico (N-NO<sub>3</sub>) 20.8, fosfatos (P-PO<sub>4</sub>) 4.0 y sulfatos (S-SO<sub>4</sub>-2) 3.3. Los cationes (Meq/100 g) registrados fueron Na (1.5), K (1.6), Ca (17.2) y Mg (5.5). Los microelementos (ppm) fueron: Fe (11.2), Zn (2.1), Cu (2.5), Mn (6.4) y B (0.4).

#### **3.2 Condiciones climatológicas durante el estudio**

Las temperaturas fueron monitoreadas por la estación meteorológica del Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin, Tzucacab, Yucatán, Méx. En la figura 1, se muestran los promedios de la temperatura máxima y mínima durante el desarrollo experimental. La temperatura máxima oscilo de 32.4 a 33.7 °C mientras que la mínima fue de 17.1 a 19.5 °C. La precipitación acumulada durante esta investigación fue de (655.9 mm), encontrándose mayor precipitación en el mes de agosto (357.1 mm), mientras que junio y julio fueron similares (Figura 1).



**Figura 1.** Precipitación, temperatura máxima y mínima durante la fase de muestreo en el sitio de fase experimental Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin.

### 3.3 Diseño de las parcelas

Las parcelas fueron sembradas el 12 de febrero del 2021 y se inocularon con *hongos micorrizicos* y *Rhizobium etli*, al momento de la siembra, las semillas fueron enterradas a una profundidad de 1.0 a 1.5 cm. 30 días después del establecimiento las parcelas fueron inoculadas con *Azospirillum brasilens*. La semilla empleada para la siembra fue adquirida a la empresa PAPANOTLA S.A. de C.V., México, la variedad sembrada fue Tehuana del lote 01-2021, con una pureza del 98%, viabilidad del 80% y un índice de vigor en el crecimiento del 77%.

Previo a los muestreos se realizó un corte de uniformidad a 5 y 10 cm. Los muestreos se realizaron a intervalos de 8 días durante la mañana, durante 88 días, después del corte de uniformidad. El riego de auxilio se efectuó según las condiciones climáticas.

### **3.4 Definición de tratamientos**

Los tratamientos fueron diseñados en bloques al azar y cada bloque comprendió un área de de 5 m<sup>2</sup>. Se evaluaron dos alturas de corte (5 y 10 cm) y dos distancias entre surcos (60 y 80 cm). Para los muestreos se evaluó un metro lineal con tres repeticiones, dando un total de 72 m lineales en total por tratamiento. Tratamiento 1: altura 5 cm, distancia 80 cm. Tratamiento 2: altura 10 cm, distancia 80 cm. Tratamiento 3: altura 5 cm, distancia 60 cm. Tratamiento 4: altura 10 cm, distancia 60 cm.

### **3.5 Variables evaluadas**

#### **3.5.1 Rendimiento de biomasa**

La producción de biomasa se determinó por unidad de superficie para cada frecuencia de corte 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80, 88, días después del corte de homogeneización (ddch) en muestreos destructivos. En cada surco se cortó el forraje total (planta entera), el remanente se dejó a 5 o 10 cm de altura para la recuperación de la planta. La biomasa cosechada se pesó en balanza de precisión (Ohaus, Mod. GT-4000; 6.200 kg ± 0.1 g). Después, el peso fresco de una submuestra se registró, se deshidrató en una estufa de convección forzada (Felisa, Mod. FE-243A), a 55 °C hasta peso constante y se obtuvo el peso de la MS.

#### **3.5.2 Tasa de crecimiento del forraje (TC)**

Con los datos de rendimiento de forraje por corte se calculó la tasa de crecimiento (TC) mediante la siguiente fórmula Chapman y Lemaire (1993):

$$TC = FC/t$$

Donde:

FC = Forraje cosechado (kg MS ha<sup>-1</sup>) y

t = días transcurridos entre un corte y el siguiente.

#### **3.5.3 Alturas**

Se toman al azar 20 lecturas. Para ello se utiliza una regla graduada de 100 cm, con un centímetro de precisión la cual se colocó al azar en las parcelas, de forma que la parte inferior de la regla graduada quedara a nivel de suelo y tomando el dato al primer contacto superior de la planta con la regla.

### **3.5.4 Radiación interceptada (RI)**

Se toman al azar 10 lecturas de intercepción de luz por repetición con el método del metro de madera, las lecturas se realizan aproximadamente a las 12:00 h, ya que es el momento en el que sol se encuentra en el cenit y los rayos de luz llegan perpendicularmente a la pradera evitando efectos de sombras laterales. El procedimiento consistió en colocar la regla debajo del dosel, con orientación sur-norte, e inmediatamente después se contaron los centímetros sombreados, los cuales representaron el porcentaje de radiación interceptada por la planta.

### **3.6 Análisis estadísticos**

Los datos obtenidos de las variables respuesta se analizaron estadísticamente, utilizando procedimientos del programa estadístico SAS (SAS, 2014), para un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, mediante un análisis de varianza (ANOVA) usando el Proc GLM.

El modelo experimental fue el siguiente:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Las variables respuestas en el tratamiento i, repetición j.

$\mu$  = Media General

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio

Las variables que se expresaban en datos porcentuales fueron transformadas antes de realizar el análisis estadístico y fueron representadas en medias por cada tratamiento y una media general con el error estándar por cada tratamiento y día de corte. La significancia estadística de las diferencias entre los promedios de los tratamientos se verificó mediante la prueba de Tukey, en el nivel de significancia  $P \leq 0.05$ .

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Rendimiento de forraje

La producción de forraje se incrementó a medida que aumento el corte de uniformidad. La mayor producción se alcanzó a los 80 d (4825.9 kg MS ha<sup>-1</sup>) después del corte de uniformidad en las parcelas del tratamiento 1 (p<0.05), sin embargo, cuando la planta fue cortada a 10 cm su producción fue de 4278.8 kg de MS ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Rendimiento de forraje (kg de MS ha<sup>-1</sup>) de *Clitoria ternatea* a diferentes edades de corte en condiciones tropicales.

Días de corte	n	Distancia en surco / corte (cm)				MEDIA	EEM
		80		60			
		Altura de corte (cm)		Altura de corte (cm)			
		5	10	5	10		
8	12	5.6	4.1	5.2	3.3	4.61	1.3
16	12	133.8	292.2	46.0	68.6	135.2	109.5
24	12	278.6	731.2	121.0	178.5	327.3	300.1
32	12	899.9	1189.8	310.6	448.4	712.2	370.8
40	12	1813.5a	1751.6a	758.3b	649.5b	1243.2	667.8
48	12	1996.5a	2122.5a	815.4b	883.3b	1454.4	673.9
56	12	3546.3a	2587.9b	1291.1c	1244.6c	2167.5	1131.0
64	12	3902.4a	2718.4b	1895.1c	1475.5c	2497.9	1152.0
72	12	4493.5ab	4638.3a	2592.5c	3414.8b	3784.8	938.1
80	12	4825.9a	4278.8a	2393.9b	2221.0b	3429.9	1262.8
88	12	3416.3a	2889.2a	2207.1c	3078.5a	2897.8	566.0
Media		2301.1a	2109.5ab	1130.6bc	1242.4c		
EEM	132	1789.0	1517.7	1025.7	1173.2		

Por otro lado, las parcelas del tratamiento 3 y 4 sembradas a 60 cm entre surcos mostraron menor producción de forraje en los diferentes muestreos comparado con las

parcelas sembradas a 80 cm entre surcos; en estas parcelas, los muestreos a 88 d (3078.5 kg de MS ha<sup>-1</sup>) alcanzaron el máximo rendimiento cuando la planta fue cortada a una altura de 10 cm sobre el nivel del suelo, sin embargo, este rendimiento solo fue diferente (p<0.05) a las parcelas que fueron cortadas a 5 cm sobre el nivel del suelo a la misma distancia entre surcos.

Estudios previos han demostrado que se pueden obtener hasta tres cortes al año con producciones de 4 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Sosa *et al.*, 2008), estos trabajos reportan producciones similares a los resultados obtenidos en los muestreos de 80 d en parcelas sembradas a 80 cm entre surcos, sin embargo, otros investigadores reportan valores que superan las 4.5 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> a 56 d de rebrote, donde el uso de *C. ternatea* es usada en heno para la alimentación de bovinos de carne y leche. Otras investigaciones conducidas en México en condiciones tropicales, reportan rendimientos de 3.3 a 5.0 t ha<sup>-1</sup> a 63 y 84 d después del rebrote, respectivamente (García-Ferrer *et al.*, 2015). En este proyecto de investigación, el corte a 56 días después del corte de uniformidad nos permite dar 6.5 cortes al año, alcanzando un rendimiento de 22 795.7 kg de biomasa ha<sup>-1</sup>, en parcelas sembradas a 80 cm entre surcos y cortadas a 5 cm de altura, mientras que las parcelas sembradas a 60 cm y alturas de corte a 10 cm, nos permitiría obtener un rendimiento de 8 112.1 kg de biomasa ha<sup>-1</sup>.

#### **4.2 Tasa de crecimiento del forraje**

Los índices mayores para la tasa de crecimiento se obtuvieron en los muestreos de 72 d, donde en promedio se obtuvo 10.7 kg de MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, las parcelas sembradas a 80 cm y cortadas a 5 y 10 cm de altura no mostraron diferencia estadística (p>0.05), sin embargo, fueron diferente (p<0.05), a la parcela de 60 cm y altura de corte de 5 cm, quien mostro la menor tasa de crecimiento (8.6 kg de MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; Cuadro 2). El rendimiento de biomasa está en función de la tasa de crecimiento, como se demostró en los muestreos a 80 d, donde se alcanzó la mayor producción de biomasa (4825.9 kg MS ha<sup>-1</sup>) en parcelas de 80 cm entre surcos y altura de corte de 5 cm sobre el nivel del suelo, similarmente, la mejor tasa de crecimiento en promedio (7.0) fue mayor y diferente (p<0.05) para las parcelas sembradas a 80 cm entre surcos y cortadas a 5 cm sobre el nivel del suelo. Generalmente, la tasa de

crecimiento está influenciada por factores directos como: agua, nutrientes y luz, estos efectos evidencian la tasa de aparición y elongación del área foliar (Durand *et al.*, 1999).

**Cuadro 2.** Tasa de crecimiento de *Clitoria ternatea* a diferentes edades de corte en condiciones tropicales.

Días de corte	n	Distancia en surco / corte (cm)				MEDIA	EEM
		80		60			
		5	10	5	10		
8	12	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
16	12	1.5	3.2	0.6	1.0	1.6	1.1
24	12	2.0b	5.4a	1.2b	1.7b	2.6	2.1
32	12	5.0	6.6	2.3	3.3	4.3	1.7
40	12	8.1a	7.8a	4.5b	3.8b	6.1	2.5
48	12	7.4a	7.9a	5.2b	3.7b	6.1	2.1
56	12	11.3a	8.3b	5.5c	5.3c	7.6	3.1
64	12	10.9a	7.6b	7.1b	5.5b	7.8	2.9
72	12	11.2a	11.5a	8.6b	11.3a	10.7	1.6
80	12	10.8a	9.6a	7.1b	6.6b	8.5	2.0
88	12	8.3	7.1	6.0	8.3	7.4	1.1
Media		7.0a	6.8ab	4.4bc	4.6c		
EEM	132	4.2	3.2	3.13	3.2		

a,b: Diferente literal minúscula, en la misma hilera indican diferencias significativas entre edades de corte ( $p < 0.005$ ).

Por otro lado, la persistencia y el vigor de rebrotes posteriores dependen de la etapa fisiológica en la que se encuentre la planta ya que la remoción del meristemo apical favorecerá la disminución de carbohidratos no estructurales, considerados como la fuente primaria de reserva energética para el rebrote (Pérez *et al.*, 2004). Al respecto, Villareal *et al.* (2014) argumenta que la época del año influye en una mayor tasa de crecimiento, por ejemplo, ellos reportaron mayor tasa de crecimiento en primavera – verano (98.5 kg de MS

ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) mientras que en otoño fue de 77 kg de MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> en pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.).

#### 4.5 Alturas

El crecimiento de *C. ternatea*, durante la primera semana de muestreo no mostro diferencia estadística entre tratamientos ( $p > 0.05$ ), sin embargo, las parcelas sembradas a 80 cm y cortadas a 10 cm sobre el nivel del suelo fueron diferentes ( $p < 0.05$ ), en los días 16 (40.8 cm) y 24 (75.4 cm) después del corte de uniformidad (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Altura (cm) de *Clitoria ternatea* a diferentes edades de corte en condiciones tropicales.

Días de corte	Distancia en surco / corte (cm)						MEDIA	EEM
	n	80		n	60			
		5	10		5	10		
8	60	6.8a	10.9a	60	5.8a	11.2a	8.7	1.1
16	60	22.7b	40.8a	60	19.5b	23.4b	26.6	1.1
24	60	46.6b	75.4a	60	33.9c	44.1b	50.0	1.1
32	60	90.1a	97.6a	60	65.3b	64.91b	79.5	1.1
40	60	91.2a	97.9a	60	84.5a	80.9a	88.6	1.1
48	60	98.9a	97.8a	60	84.8a	89.8a	92.8	1.1
56	60	97.3a	100.8a	60	84.9a	92.0a	93.8	1.1
64	60	97.8a	98.7a	60	89.8a	92.4a	94.6	1.1
72	20	97.5a	100.3a	60	89.6a	94.7a	95.4	1.4
80	20	97.8a	105.4a	60	90.9a	93.8a	96.9	1.4
88	20	103.9a	110.7a	60	95.4a	102.8a	103.1	1.4
MEDIA		77.1b	85.2a		67.7b	71.8b		
EEM		1.7	1.7		1.7	1.7		

a,b: Diferente literal minúscula, en la misma hilera indican diferencias significativas entre edades de corte ( $p < 0.005$ ).

El crecimiento alcanzado por las plantas sembradas a 80 cm y cortadas a 5 cm (90.1 cm) y 10 cm (97.6 cm) fueron similares ( $p>0.05$ ) al día 32 de muestreo, sin embargo, fueron diferentes ( $p<0.05$ ) a las parcelas sembradas a 60 cm y cortadas a 5 cm (65.3 cm) y 10 cm (64.9 cm), respectivamente. En promedio, las plantas sembradas a 80 cm y cortadas a una altura de 10 cm, mostraron un mejor desempeño durante la fase experimental, alcanzando un crecimiento de 85.2 cm, el cual fue diferente ( $p<0.05$ ) a los demás tratamientos.

#### 4.6 Radiación interceptada

**Cuadro 4.** Radiación interceptada de *Clitoria ternatea* a diferentes edades de corte en condiciones tropicales.

Días de corte	Distancia en surco / corte (cm)						MEDIA	EEM
	80			60				
	n	5	10	n	5	10		
8	30	3.9a	6.0a	30	2.9a	5.0a	4.4	0.4
16	30	13.4a	16.7a	30	9.2a	14.5a	13.4	0.4
24	30	27.1ab	31.0a	30	21.1b	29.2a	27.1	0.4
32	30	36.9a	40.5a	30	32.3ab	32.0b	35.4	0.4
40	30	43.0a	41.9a	30	45.5a	34.3b	41.2	0.4
48	30	52.2a	53.8a	30	46.7a	48.8a	50.3	0.4
56	30	62.1b	70.5a	30	59.2b	54.5b	61.5	0.4
64	30	67.4ab	70.5a	30	60.9b	57.5b	64.0	0.4
72	10	70.0ab	71.5ab	30	58.6b	69.7ab	67.3	0.7
80	10	76.0ab	76.0a	30	66.3b	67.0b	71.2	0.7
88	10	77.4b	83.0a	30	74.4b	73.3b	76.9	0.7
MEDIA		48.0b	50.9a		43.3c	44.1c		
EEM		0.4	0.4		0.3	0.3		

a,b: Diferente literal minúscula, en la misma hilera indican diferencias significativas entre edades de corte ( $p<0.005$ ).

Las plantas sembradas a una distancia entre surcos de 80 cm y cortadas a una altura de 10 cm, mostraron diferencia estadística ( $p<0.05$ ) a 56 d (70.5%) y 88 d (83%) sobre los

demás tratamientos; estas parcelas en promedio mostraron una mejor radiación interceptada de 50.9% el cual fue diferente ( $p<0.05$ ) a los demás tratamientos (Cuadro 4).

## V. CONCLUSIONES

La mayor producción de forraje se alcanzó a los 80 días de corte ( $4825.9 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ) en parcelas sembradas a distancia de 80 cm y cortadas a una altura de 5 cm.

La menor tasa de crecimiento ( $8.6 \text{ kg de MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) se presentó en parcelas sembradas a 60 cm de distancia y altura de corte de 5 cm ( $p<0.05$ ).

Las alturas solo fueron diferentes ( $p<0.05$ ), en las parcelas sembradas a 80 cm y cortadas a 10 cm sobre el nivel del suelo en los días de corte de 16 (40.8 cm) y 24 (75.4 cm).

La radiación interceptada fue diferente ( $p<0.05$ ) en parcelas sembradas a una distancia entre surcos de 80 cm y cortadas a una altura de 10 cm, a 56 d (70.5%) y 88 d (83%).

## VI. LITERATURA CITADA

- Alatorre-Hernández, A., Guerrero-Rodríguez, J de D., Olvera-Hernández, J. I. y Aceves-Ruíz, E. 2018. Productividad, características fisicoquímicas y digestibilidad in vitro de leguminosas forrajeras en trópico seco de México. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 9(2):296-315. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4361>.
- Alexandrino, E., Nascimento, D. J., Mosquim, P. R., Regazzi, A. J., Cipriano, R. F. 2004. Características Morfogênicas e Estruturais na Rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu Submetida* a Três Doses de Nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 33:1372-1379. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600003>
- Alonso, J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 45(2): 107-115.
- Baguet, H.A. y Bavera G. A. 2001. Fisiología de la planta pastoreada. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional del Río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina.  
[http://www.produccionovina.com.ar/produccioymanejopastras/pastoreosistemas/04fisiologia\\_de\\_la\\_planta\\_pastoreada.htm](http://www.produccionovina.com.ar/produccioymanejopastras/pastoreosistemas/04fisiologia_de_la_planta_pastoreada.htm)
- Bakhashwain A.A.S. and Elfeel A. 2011. Foliage productivity and quality of valuable medicinal plant (*Clitoria ternatea L.*) as affected by different fertilizers. *J. Med. Plant Res.* 6. 4225- 4230. <https://10.5897/JMPR12.321>.
- Bauer, M.O., Pacheco, L. P. A., Chichorro, J. F., Vasconcelos, L. V. y Pereira, D. F. C. 2011. Produção e características estruturais de cinco forrageiras do gênero *Brachiaria* sob intensidades de cortes intermitentes. *Revista Ciência Animal Brasileira.* 12(1):17-25. <https://doi.org/10.5216/cab.v12i1.4817>
- Bidwell, R. G. S. 1979. *Fisiología Vegetal.* A. G. T. Editor. A. A. México. 784.
- Briske, D. D. 1991. Development morphology and physiology of grasses. In: *Grazing Management: an ecological perspective.* Heitschmidt, R. K., Stuth J. W. (eds.). Timber Press, Portland, Oregon, USA. 85-108.
- Briske, D. D., Boutton, T. W. and Wang, Z. 1996. Contribution of flexible allocation priorities to herbivore tolerance in C4 perennial grasses: an evaluation with 13 Clabelling. *Oecologia.* 105.151-159.

- Castrejón-Pineda, F. A., Corona G. L., Martínez R.R., Martínez P. P., Lorenzana M.A. V., Arzate V. L. G., Olivos A. P., Guzmán S. S., García P. Á., Avilés N. J. N., Valles de la Mora B., Castillo G. E., Jarillo R. J., Durán M. E., Flores C. G., Paredes R. S., Santiago A. R., Martínez R. R. D., Hernández R. G., Valle C. J. L., Soto C. R., Carrillo P.S. 2017. Características nutrimentales de gramíneas, leguminosas y algunas arbóreas forrajeras del Trópico Mexicano. ISBN. Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, Ciudad de México, México. 130-133
- Chapman, D. F. y Lemaire G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proceedings of the XVII International Grassland Congress. New Zealand and Australia. 95 -104.
- Córdoba, B.A. y Ramírez R.R., Conchita azul *Clitoria ternatea* cv Tehuana, leguminosa forrajera para el Istmo de Tehuantepec. Folleto técnico N° 2. CIRPS. Campo Agr. Exp. "Istmo de Tehuantepec" INIFAP-SAGAR 1993.
- Cruz, H.A., Hernández G.A., Enríquez Q.J.F., Gómez V.A., Ortega J.E. y Maldonado G.N.M. 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto mulato (*Brachiaria hibrida* 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2 (4): 429-443.
- Del Pozo, M. 1983. La Alfalfa. Su Cultivo y Aprovechamiento. Editorial Mundi-Prensa.
- Enríquez, Q. J. F., Meléndez N. F., Bolaños A. E. D., Esqueda E. V. A., 2011. Producción y manejo de forrajes tropicales. Libro técnico número 28. 111.
- Escalante, E. J. y Kohashi S. J. 2015. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para toma de datos. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Mpio. De Texcoco Méx. 84.
- Esmail, Ali Al-Snafi. 2016. Pharmacological importance of *Clitoria ternatea* – A review. IOSR Journal of Pharmacy. Volume 6. 68-83.
- Espinoza, C. J. Ma. y Ramos, G. J. L. 2001. El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para productores. No. 22. Fundación Produce de Aguascalientes e INIFAP. Campo Experimental Pabellón. CIRNOC-INIFAP. Pp. 11  
[inifap@codagea.edoags.gob.mx](mailto:inifap@codagea.edoags.gob.mx)
- Fick, G. & Holthausen, R. 1985. Alfalfa leaf protein and stem cell wall polysaccharide yields under hay and biomass management systems. Crop Science.

- García-Ferrer L., Bolaños-Aguilar, E.D., Ramos-Juárez, J. Osorio-Arce, M. y Lagunes-Espinoza, LC. 2015. Rendimiento y valor nutritivo de leguminosas forrajeras en dos épocas del año y cuatro edades de rebrote. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 6(4). 453-468. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v6i4.4105>
- Gomide, M. C. A., Gomide, J. A. & Alexandrino, E. 2003. Índices Morfogênicos e de Crescimento durante o Estabelecimento e a Rebrotação do Capim-Mombaça (*Panicum maximum Jacq.*). *Revista Brasileira de Zootecnia.* 32:795-803. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000400003>
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management. Science into Practice.* Longman Scientific and Technical. Harlow, England. 204.
- Horrocks, R. D. and Vallentine, J. F. 1999. *Harvested Forages.* Academic Press. Oval Road, London. United States of America. 426.
- Hunt, R. 1990. *Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis.* Edward Arnold Ltd. 53-156 p.p.
- Hutasoit, R. 2018. Evaluation of four pasture legumes species as forages and cover crops in oil palm plantation. 22. 124. <https://10.14334/jitv.v22i3.1801>
- INEGI. 2004. *Anuarios Estadísticos de los Estados, 2004.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. 2004. p. 197.
- Kumar, G., Chahal J. & Bhatia M. 2010. *Clitoria ternatea (L.): Old and new aspects.* *Journal of Pharmacy Research.* 3. 2610-2614.
- Lascano, C. E. y Ávila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3):2-10. 380 p.
- Mahfouz, H., Megawer E.A., Maher A., and Shaaban A. 2020. Integrated effect of planting dates and irrigation regimes on morpho-physiological response, forage yield and quality, and water use efficiency of *clitoria (Clitoria ternatea L.)* in arid region. *Arch. Agron. Soil Sci.* 66:152-167. <https://10.1080/03650340.2019.1605165>
- Nadzirah, J., Mohd N. M. Z., Nur A'in M. N., Furzani P. 2018. Influences of Environmental Conditions to Phytoconstituents in *Clitoria ternatea* (Butterfly Pea Flower) – A Review. *Journal of Science and Technology.* 10. 208-228. <https://10.30880/jst.2018.10.02.029>

- Oguis, G. K., Gilding, E. K., Jackson, M. A., y Craik, D. J. 2019. Butterfly pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotidebearing plant with applications in agriculture and medicine. *Frontiers in plant science*. 10. 645.
- Peters M., Herrero M., Fisher M., Erb K-H., Rao IM., Subbarao GV., Castro A., Arango J., Chara J., Murgueitio E., van der Hoek R., Läderach P., Hyman G., Tapasco J., Strassburg B., Paul BK., Rincon A., Schultze-Kraft R., Fonte S., Searchinger T., 2013. Challenges and opportunities for improving eco- efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 1. 137–148. [https://10.17138/TGFT\(1\)156-167](https://10.17138/TGFT(1)156-167).
- Pinto R.R., Gómez H., Martínez B., Hernández A., Medina F.J., Gutiérrez R., Escobar E., Vázquez J. 2005. Árboles y Arbustos Forrajeros del Sur de México. *Pastos y Forrajes* 28(2): 87-97.
- Poh A. 2019. Research on the ecology and morphology of *Clitoria ternatea*. Singapore School of Science and Technology. <https://10.13140/RG.2.2.20004.63362>
- Ponce, M. F., 2014, Conchita azul, potencial forrajero, *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana*, 27-2.
- Rainer, S.K., Iidupulapattim. M.R., Peters M., Clements J.R., Changjun B. and Guodao L. 2018. Tropical forage legumes for environmental benefits: An overview. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. 6(1):1–14 [https://doi.org/10.17138/tgft\(6\)1-14](https://doi.org/10.17138/tgft(6)1-14).
- Ramirez, R.O., Hernández G.A., Da Silva S.C., Pérez P.J., De Souza Júnior S.J., Castro R.R., Enríquez Q.J.F. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto *Mombaza*, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12(2): 303-311.
- Ramos, Y., Álvarez O., Quintana M., Vega S. y Palmero L. 2008. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 2. 19-24.
- Richards, J. H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. In: *Proceedings of the XVII International Grassland Congress*. New Zealand and Australia. 85-94.
- Rojas, G. A. R., Torres S. N., Joaquin. C. S., Hernández-Garay, A., Maldonado, P. M. A., Sánchez, S. P. (2017) Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*). *Agrociencia*. 51. 697-708.

- Rojas-Sandoval, J. 2018. *Clitoria ternatea* (butterfly-pea). Invasive Species Compendium, <https://www.cabi.org/isc/datasheet/55416>
- Ruiz, T.E., Febles G., Díaz H. y Díaz J. 2007. Estudio del número de leguminosas rastreras asociadas a una gramínea y su persistencia en el pastizal. *RCCA* 41 (3): 271-274.
- Selvamaleeswaran, P., Wesely J., Vennila B., and Balakrishnan S. 2011. Dormancy breaking and seed germination techniques for *Clitoria ternatea* Linn. 1:185-192.
- Shelton, HM., Franzel S., Peters M., 2005. Adoption of tropical legume technology around the world: Analysis of success. *Tropical Grasslands* 39:198–209. [Goo.gl/Y5Mcie](http://Goo.gl/Y5Mcie)
- Skinner, R. H. and Hanson J. D. 1999. Carbon and nitrogen reserve remobilization following defoliation: nitrogen and elevated CO<sub>2</sub> effects. *Crop Science*. 39:1749-1756
- Solati, Z., Jørgensen, U., Eriksen J. and Sørengaard K. 2017. Dry matter yield, chemical composition and estimated extractable protein of legume and grass species during the spring growth. *J. Sci. Food Agric.* 97. 3958-3966. <https://10.1002/jsfa.8258>.
- Sosa, R.E., Zapata B.G., Pérez R.J. 1996. Tecnología para la producción de la leguminosa forrajera *Clitoria Ternatea* L., una opción para la ganadería en Quintana Roo. Folleto técnico. INIFAP-SAGAR.
- Sosa, R.E.E., Cabrera, T.E., Pérez, R.D., Ortega, R.L. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. *Rev. Tec. Pec. Méx.* 46(4): 413-426.
- Sosa-Montes, E., Alejos-de la Fuente, J. I., Pro-Martínez, A., González-Cerón, F., Enríquez-Quiroz, J. F., & Torres-Cardona, M. G. 2020. Composición química y digestibilidad de cuatro leguminosas tropicales mexicanas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 11. 211-220. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2371>
- Suárez H., W. Mercado, Ramírez M., Bracho B., J. Rivero y García D.E. 2012. Morphoagronomic characterization and protein content evaluation in two genotypes of *Clitoria ternatea* L. cultivated on a trellis system. *Pastos y Forrajes*.3. 365-380.
- Tropical Forages. 2020, *Clitoria ternatea*, Australian Center for International Agricultural Research.
- Velasco, Z.M.E., Hernández-Garay, A., Gonzalez-Hernández, V.A., Pérez, P.J., Vaquera H.H. 2002. Curvas estacionales de crecimiento del ballico perenne. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25 (1). 97.106.

- Villanueva, A. J. F. 2002. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche Técnica Pecuaria en México. 2004. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 42. 79-96.
- Villanueva, A.F., Mena H.L. 1996. Establecimiento y utilización de *Clitoria ternatea* L. en zonas tropicales. Publicación Técnica Núm. 1. INIFAP-SAGAR.
- Villanueva, J. F. A., Bonilla C.J.F., Rubio C.J.A., Vidal J., Bustamante G.J.J. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Técnica Pecuaria en México, 42 (1), 79-96
- Villegas, A. Y. 2002. Análisis de crecimiento estacional y componentes del rendimiento de cuatro variedades de alfalfa. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 91.
- Volenc, J. J., Ourry A. and B. C. Joern. 1996. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. *Plant Physiology*. 97. 185-193.
- Zamora-Olivo, M. A., Aguirre-Medina, J. F., Cano-García, M. A., y Martínez-Tinajero, J. J. 2013. Productividad de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) y *Clitoria ternatea* L. con biofertilizantes. *AGROProductividad*. 6(6): 23-30.