

Trabajo de diploma para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo

Evaluación de la *Tithonia Diversifolia* para la producción lechera en la región central de Cuba



Autor: José Manuel Pérez Macías

Tutor: MSc. Yanoris Bernal Carrazana

Curso 2022-2023

PENSAMIENTO

“El incremento de la producción agrícola se logra por la aplicación de la técnica y por la ampliación de la superficie. Nosotros vamos a avanzar por los dos caminos intensamente. La fertilización juega un papel importante en la aplicación de la técnica, es decir, en el incremento de los rendimientos por unidad agrícola”.

(Castro-Ruz, 1969)



DEDICATORIA

A Dios por existir. Por permitirme cada día, bajo su misericordiosa protección, disfrutar de las bendiciones todas de la vida. Por darme la posibilidad de llegar hasta este día y compartir el conocimiento en función de mi superación personal.

A mi padre, José Manuel Pérez Sánchez, que se encuentra ausente físicamente, por constituir principal motivación en la selección de esta hermosa y noble carrera, al ocupar la actividad agraria como fundamental alternativa de sustento para su familia en tiempos del período especial y continuarla por el resto de sus años en la variante de patios y parcelas.

A mi madre, Miriam Macías Velázquez, que junto a mi padre y posterior a su ausencia, mantuvo constancia y dedicación. A ambos por el apoyo incondicional y su perseverante interés en mis estudios, su motivación y guía constante con el fin de avanzar victorioso en la vida.

A mi hermana, Yoendy Pérez Macías, por su preocupación, ayuda e intercesión en el logro de mis metas.

A mis tías Cary y Luisita, a mi sobrina Ana Laura, a mi prima Gabriela y demás familiares que siempre estuvieron apoyándome para culminar, satisfactoriamente, mis estudios.

A mis compañeros de estudio y trabajo, por ayudarme, apoyarme y sostenerme durante todo ese arduo camino y compartir junto a mí, alegrías y penas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme su bendición y la sabiduría necesarias por intercesión de su Hijo Jesús y La Virgen María, madre de Dios, para culminar mi carrera de estudios profesional.

A mis padres, hermana y familiares que en un esfuerzo conjunto contribuyeron a impulsar mis estudios y abrirme paso hacia un porvenir promisorio.

A mi tutor, Ing. Yanoris Bernal Carrazana, por asumir mi conducción en la tarea investigativa y propiciarme los elementos necesarios en mi formación personal y profesional durante el período de estudios.

Al colectivo de profesores y trabajadores de la Sede Universitaria de Cumanayagua por el seguimiento, apoyo, contribución y valiosos consejos en el transcurso de mis estudios con un especial interés.

A mis compañeros y compañeras de estudio, por compartir junto a mí esta maravillosa etapa de vida, compartir momentos diversos, opiniones, criterios, pensamientos, conocimientos y experiencias y contribuir a mi realización profesional.

A mis compañeros de trabajo y vecinos de la calle Maceo por acoger mi vida y superación con peculiar interés y preocupación.

RESUMEN

Se llevó a cabo una investigación en la Vaquería 30 en Empresa Pecuaria Vitrina, perteneciente al municipio Manicaragua en la provincia de Villa Clara, con el objetivo de determinar el efecto de *Tithonia Diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Siboney. Se desarrollaron dos experimentos: caracterizar la especie *T. Diversifolia* desde el punto de vista de su rendimiento empleando la modalidad de siembra por esquejes y demostrar el efecto de la suplementación con *T. Diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Siboney en condiciones semintensivo. Se usaron 30 bovinos de la raza Siboney, de la categoría vaca, con un peso vivo de (380 Kg) y 95 días de lactancias para el tratamiento experimental; se utilizaron dos variantes alimentarias en una etapa de 75 días, divididos en cinco períodos de 15 días cada uno. Se concluye que *Tithonia Diversifolia*, desde el punto de vista productivo, se caracterizó por incrementar valores de rendimiento y establecimiento. La suplementación con *T. Diversifolia* incrementó la producción de leche en vacas Siboney en condiciones semintensivo de pastoreo en una región montañosa.

-Palabras Clave: Producción de Leche, *Tithonia Diversifolia*, Semintensiva ó Pastoreo

SUMMARY

An investigation was carried out in Dairy 30 in Empresa Pecuaria Vitrina, belonging to the Manicaragua municipality in the province of Villa Clara, with the objective of determining the effect of *Tithonia Diversifolia* on increasing milk production in Siboney cows. Two experiments were developed: to characterize the *T. Diversifolia* species from the point of view of its performance using the sowing modality by cuttings and to demonstrate the effect of supplementation with *T. Diversifolia* on the increase in milk production in Siboney cows under conditions semi-intensive. 30 cattle of the Siboney breed, of the cow category, with a live weight of (380 Kg) and 95 days of lactation were used for the experimental treatment; Two dietary variants were used in a period of 75 days, divided into five periods of 15 days each. It is concluded that *Tithonia Diversifolia*, from a productive point of view, was characterized by increasing yield and establishment values. Supplementation with *T. Diversifolia* increased milk production in Siboney cows under semi-intensive grazing conditions in a mountainous region.

ÍNDICE.....	Pág
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1. Origen y distribución de la <i>Tithonia Diversifolia</i>	6
1.2. Propagación agronómica de la <i>Tithonia Diversifolia</i>	8
1.3. Efectos de la <i>Tithonia Diversifolia</i> en el suelo.....	11
1.4. El uso de la <i>Tithonia Diversifolia</i> como forraje para la producción de leche.....	14
1.5. Acerca de la producción de leche.....	19
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
2.1. Sitio del experimento.....	22
2.2. Mediciones experimentales.....	23
2.3. Efecto de la suplementación con <i>Tithonia Diversifolia</i> en el incremento de la producción de leche en vacas Siboney en condiciones de semi pastoreo.....	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
3.1. Caracterización bromatológica de algunos componentes del valor nutritivo de <i>Tithonia Diversifolia</i>	26
3.2. Efecto de la suplementación con <i>Tithonia Diversifolia</i> en el incremento de la producción de leche en vacas Siboney en condiciones semintensivas.....	27
CONCLUSIONES.....	30
RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

En el trópico existen numerosos árboles y arbustos que se pueden utilizar como alternativa práctica y económicamente viable para garantizar una producción animal sostenible (Clavijo y Balbis, 2002).

El mayor uso de la tierra en los agroecosistemas en América tropical es en pasturas. En algunos países ocupa más del 70 % del territorio destinado a la producción agropecuaria.

Como el incremento de esta actividad se realiza, principalmente, a expensa de la reducción de los ecosistemas naturales, las expresiones del cambio climático conducen a plantear una reconversión ambiental de la producción ganadera.

Un grupo de investigaciones demuestra que en la ganadería de América tropical el cambio de los monocultivos de pastos por vegetación mixta (combina en el mismo espacio y tiempo gramíneas, leguminosas rastreras, arvenses nobles y no tóxicas, palmas, arbustos y árboles) incrementa la fotosíntesis, mejora el ciclo de formación de nutrientes, recupera la biota e incrementa la biodiversidad (Murgueitio, 2011).

Otros autores (Acosta et al, 2009) señalan que los Sistemas de Silvopastoreo (SSP) sirven a su vez para revertir los procesos de degradación de los pastizales, así como resarcir el alto impacto ambiental asociado al desarrollo de la ganadería.

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que presentan bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de fibra, el follaje de las especies arbustivas y arbóreas se ha considerado, en muchos casos, como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes en el trópico con el fin de mejorar el nivel productivo y alimentario de los animales, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Milera et al., 2010).

La no utilización del potencial de biodiversidad presente en América Latina, tanto en la investigación como en el aspecto comercial y productivo, constituye una de las

limitaciones más importantes para desarrollar la agroforestería en la producción animal en el continente (Clavero y Suárez, 2006).

En la actualidad, las especies *Leucaena Leucocephala* y *Tithonia Diversifolia* son consideradas las de mayor soporte científico y aplicación práctica como componentes del estrato forrajero arbustivo de alta densidad que identifica al Sistema de Silvopastoreo Intensivo (Murgueitio et al, 2015).

Muchas de estas especies tienen un valor nutricional superior al de los pastos y pueden producir altas cantidades de biomasa comestible, que son más sostenidas en el tiempo que las de éstos bajo condiciones de cero fertilizaciones. En este sentido, existen especies de plantas no leguminosas como *Tithonia Diversifolia Hemsl. Gray*, cuyas características nutricionales las convierten en altamente valoradas por su calidad alimentaria (Murgueitio et al., 2009a).

La utilización de árboles y arbustos para la alimentación, en el caso de los rumiantes, es ampliamente abordada en la literatura internacional. En los bovinos existen resultados trascendentes sobre el incremento de la producción de leche con la utilización de diferentes especies arbóreas.

En Nicaragua se evidencia el efecto positivo de los Sistemas de Silvopastoreo en la producción de leche (Yamamoto et al, 2007). En varias regiones de Colombia los SSP avanzan con éxito en fincas ganaderas, de carne, cría, doble propósito y lechería tropical (Murgueitio et al, 2015). La experiencia más exitosa se encuentra en la reserva natural El Hatico, donde se reportan producciones promedio de 18 000 L/ha/año.

El análisis de los antecedentes muestra que los sistemas ganaderos de trópico alto pueden requerir profundas transformaciones en el manejo alimenticio, donde se considere la actividad ganadera como un ecosistema, con una utilización más efectiva de los recursos (Mahecha et al, 2002) para alcanzar resultados positivos económica, social y ambientalmente (Verdecia et al, 2011).

En Cuba aparecen pocas opciones al elegir especies forrajeras de interés nutricional que generen impacto en la ganadería. Esta investigación se interesa por la *Tithonia Diversifolia*, al considerar que su contenido de proteína, carbohidratos solubles (Medina et al, 2009) y la presencia de taninos pueden ayudar a mejorar el balance ruminal en cuanto al aporte de energía y proteína.

Tithonia Diversifolia (anexo 1) es una planta no leguminosa considerada como promisorio para su empleo en la alimentación de diferentes especies animales (Mahecha, 2002) y su utilización con este fin ha aumentado en los últimos años (Fasuyi e Ibitayo, 2011).

Se conoce que dicha especie mejora el reciclaje de nutrientes, previene la erosión, reduce los efectos del pisoteo animal sobre el suelo, ofrece una alta productividad de biomasa sin insumos agroquímicos, así como es ideal para utilizarla en sistema de corte y acarreo y para la conservación de los suelos frágiles; además, se emplea en producciones campesinas y en lechería (Murgueitio *et al*, 2009b); Londoño et al (2019) de ahí, la importancia de evaluar las potencialidades agro productivas y de aceptabilidad, para determinar la contribución que esta forrajera pudiera tener como suplemento dietético en los animales (Mahecha et al, 2007).

El género *Tithonia* comprende diez especies, originarias de México y Centro América. *Tithonia Diversifolia* es un arbusto que fue introducido a las Antillas y a Ceilán (Ríos y Salazar, 1995). Se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical y se tienen reportes del Sur de México, Honduras, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceilán, Cuba, Venezuela y Colombia (Roig, 1928 y 1974; Ríos, 1999).

Según Murgueitio et al (2015) uno de los atributos que han llamado la atención de investigadores y ganaderos para que *Tithonia Diversifolia* sea considerada como estratégica, es su capacidad de adaptación a múltiples condiciones ambientales (agroecosistemas subtropicales y tropicales húmedos, subhúmedos y montañosos).

El programa nacional de Plantas proteicas en Cuba incluye el trabajo con la especie objeto de estudio. Declara entre sus principales ventajas que acumula tanto nitrógeno

en sus hojas como las leguminosas; tiene altos niveles de fósforo; posee un gran volumen radicular; es capaz de recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación; tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, es muy rústica y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema; posee un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo.

Londoño *et al* (2019) reseña que en Colombia *Tithonia Diversifolia (Hemsl.) Gray* se consume perfectamente por especies de rumiantes como ovinos, caprinos, bovinos y búfalos, así como por animales mono gástricos tales como, cerdos y conejos; estos mismos autores declaran que los rumiantes pueden consumir la planta entera, hasta un diámetro de tallo de 1 a 1,5 cm, especialmente cuando se suministra tierno, alrededor de los 50 días de edad, periodo en la cual la planta presenta un buen valor nutricional.

Los reportes del Programa Nacional de Plantas proteicas muestran que aún el uso y las bondades de esta especie son poco generalizadas, existen volúmenes pequeños de áreas insuficientes para satisfacer las demandas nutritivas de los animales.

Los estudios son limitados acerca de la evaluación de la *Tithonia Diversifolia* en diversas condiciones de clima, suelo, relieve, manejo, fertilización, riego, composición nutritiva, capacidad asociativa, potencialidades para la producción de leche y otros que demandan la realización de investigaciones.

Por consiguiente, se realizó el presente estudio en la Vaquería 30 de la Unidad Básica Producción Cooperativa unidad básica de producción cooperativa “Mártires del Escambray”, perteneciente a la empresa pecuaria Vitrina; es parte del proyecto no asociado a programas PNAP 2409 “Manejo integrado de tecnologías para el desarrollo sostenible de unidades lecheras en la región central de Cuba”, liderado por la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) de Suelos Cienfuegos.

2. PROBLEMA

¿Qué influencia tiene el uso de la *Tithonia Diversifolia* para la producción de leche de la vaquería 30 en la empresa pecuaria Vitrina en la provincia de Villa Clara?

3. HIPÓTESIS

El uso de la *Tithonia Diversifolia* en la alimentación de vacas lecheras incrementa la producción de leche de la vaquería 30 en la empresa pecuaria Vitrina en la provincia de Villa Clara.

4. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del uso de *Tithonia Diversifolia* como forraje para la producción de leche de la vaquería 30 en la empresa pecuaria Vitrina en la provincia de Villa Clara.

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el establecimiento, rendimiento y calidad del forraje de *Tithonia Diversifolia* (Hemsl.) en condiciones de producción por vía agámica.
2. Determinar el efecto de la suplementación con *Tithonia Diversifolia* (Hemsl.) sobre la producción de leche de vacas Siboney en ordeño.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Origen y distribución de la *Tithonia Diversifolia*

El árbol maravilla, el girasol mexicano, el falso girasol, el crisantemo de Nitobe, Quil Amargo, Wild Sunflower (Cairns, 1996; Nash, 1976) son algunos de los nombres con los que se identifica la *Tithonia Diversifolia*, planta de la familia Asteraceae, la cual se encuentra en las áreas tropicales y subtropicales del planeta y posee casi 15 000 especies distribuidas por todo el mundo.

En el caso del género *Tithonia*, posee 10 especies en Centroamérica y es comúnmente aceptado que su centro de origen es América Central o México (Nash, 1976), aunque no se descarta que lo sea América del Sur.

Roig y Mesa (1974) la observaron y clasificaron en Cuba, pero también ha sido reportada en Las Filipinas y Kenia (Wanjau et al, 1998), India, Ceilán, sur de México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras, Panamá, Colombia y Venezuela (Martínez, 1979; Ríos, 1993), con diversos nombres y usos, incluida la nutrición animal.

En el medio rural cubano se conoce como margaritona o árnica de la tierra (Roig y Mesa, 1974); pero, en los últimos tiempos, dada su distribución acelerada, se identifican otros nombres como girasolillo y el propio *Tithonia*.

Descripción botánica

Tithonia Diversifolia es una planta herbácea o arbustiva robusta, perteneciente al reino: *Plantae*, subreino: Traqueobionta (plantas vasculares), división: *Magnoliophyta* (plantas con flor), clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase: *Asteridae*, orden: *Asterales*, familia: Asteraceae, género: *Tithonia*, especie: *Tithonia Diversifolia* (Hemsl.) Gray.

Según Nash y Williams (1976), es una planta que la altura oscila entre 1,5 a 4,0 m; el tallo es erecto, ramificado, las ramas tiernas cubiertas de pelillos, que con la edad se pierden.

Posee hojas alternas, pecioladas, que pueden tener hasta 20 cm de largo y de ancho; generalmente divididas en tres a cinco lóbulos, con dientes redondeados en el margen,

con la base a veces algo truncada pero muy angosta a lo largo del pecíolo, en cuya base se amplía en dos lóbulos pequeños; la cara superior cubierta de pelos de base hinchada, con abundantes pelillos (a veces sin pelillos) y con puntos glandulares en la cara inferior.

La inflorescencia se presenta en capítulos y está formada por pequeñas flores sésiles, dispuestas sobre un receptáculo convexo, provisto en su superficie de brácteas (páleas) rígidas, puntiagudas, hasta 11 mm de largo (con algunos pelillos en su superficie), que abrazan las flores del disco; el conjunto de flores está rodeado por fuera por el involucre, anchamente acampanado (hasta 4 cm de ancho), constituido por numerosas brácteas (dispuestas en cuatro series), ovals y generalmente con el ápice redondeado, o bien las brácteas exteriores ovadas a redondeadas y con el ápice más o menos agudo, a veces cubiertas de pelillos.

Las flores, en número de 12 a 14, son liguladas, ubicadas en la periferia de la cabezuela; la corola hasta 6 cm de largo, es un tubo en la base y a manera de cinta hacia el ápice, se asemeja al pétalo de una flor sencilla, de color amarillo brillante o anaranjado, con dos o tres dientes en el ápice.

Las flores del disco son numerosas, hermafroditas, ubicadas en la parte central; la corola, hasta 8 mm de largo, es un tubo delgado que se ensancha hacia la parte superior (garganta) y se divide en cinco lóbulos, de color amarillo; los estambres alternos con los lóbulos de la corola; sus filamentos libres e insertos sobre el tubo de la corola; las anteras soldadas entre sí formando un tubo alrededor del estilo, con la base aflechada; el ovario ínfero.

El fruto es seco y no se abre (indehiscente), contiene una sola semilla; se le conoce como aquenio; es oblongo, hasta 6 mm de largo, cubierto de pelillos recostados sobre su superficie; en el ápice del fruto se presenta una estructura llamada vilano que consiste en dos aristas (raramente ausentes) desiguales, hasta 4 mm de largo, además de 6 a 10 escamas de hasta 2,5 mm de largo, unidas en la base e irregularmente divididas en su margen superior en segmentos muy angostos.

Tabla 1. Análisis bromatológico proximal de la *Tithonia Diversifolia* en función de su estado vegetativo

Características bromatológicas	Estado vegetativo				
	1	2	3	4	5
Materia seca	14,10	17,22	17,25	17,75	23,25
Proteína cruda	28,51	27,48	22,00	20,20	14,84
Fibra cruda	3,83	2,50	1,63	3,30	2,70
Extracto etéreo	1,93	2,27	2,39	2,26	2,43
Cenizas	15,66	15,05	12,72	12,70	9,42
Extracto no nitrogenado	50,00	52,70	61,40	61,50	65,60
NDT	48,00	46,80	46,00	46,00	45,00
Calcio	2,30	2,14	2,47	2,40	1,96
Fósforo	0,38	0,35	0,36	0,36	0,32
Magnesio	0,05	0,05	0,07	0,06	0,06

Tomado de Navarro y Rodríguez (1990), citado por Sepúlveda (2019)

1.2. Propagación agronómica de la *Tithonia Diversifolia*

La *Tithonia Diversifolia* posee un gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo y un amplio rango de adaptación; de acuerdo con las informaciones brindadas por Murgueitio *et al.* (1999) la especie en cuestión se manifiesta con gran plasticidad ecológica, (Wanjau *et al.*, 1998). Además, tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos para su cultivo (Ríos, 1998). Es una especie con buena capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, lo que depende de la densidad de siembra, de los suelos y del estado vegetativo; Ríos (1998) obtuvo un rendimiento de 35 t/ha a los 60 días de siembra.

En bancos de proteína de alta densidad, Ramírez *et al.* (2006) obtuvieron una producción de forraje de 5 t de MS/ha/corte. Por su parte Ríos y Salazar (1995) al evaluar la producción de la especie bajo diferentes densidades de siembra y alturas de corte, obtuvieron un rendimiento considerable de biomasa fresca (46-82t/ha). También se ha comprobado la factibilidad de asociarla con otras especies arbóreas y gramíneas (Canul *et al.*, 2006; Chay ,2006) .Acorde con lo reportado por Navarro y Rodríguez (1990) y Mahecha y Rosales (2005), en términos generales, el follaje de *Tithonia* se caracteriza por un alto contenido de nitrógeno total, una alta proporción

de nitrógeno de naturaleza aminoácido, un alto contenido de fósforo y una rápida degradabilidad y fermentación a nivel ruminal, así como un bajo contenido de fibra y de compuestos del metabolismo secundario.

1.2.1 Siembra por estolón o estaca (reproducción asexual)

La *Tithonia Diversifolia* es un arbusto de fácil crecimiento que se posiciona en los manejos nutricionales para las producciones ganaderas. Se puede encontrar hasta los 2500 msnm desde el nivel del mar, con precipitaciones anuales entre 800 a 5000 mm y en diferentes tipos de suelo; tolera condiciones de acidez, de baja fertilidad y crece espontáneamente en lugares adversos o suelos fracturados (Londoño et al, 2019).

La extensión de la *Tithonia Diversifolia*, se puede realizar a través de semillas sexuales o vegetativas. De manera vegetativa es una de las formas más vistas últimamente. Este método es por medio de estacas, donde se toma directamente la planta cuando esta llega a su punto ideal de corte, se seleccionan los tallos más gruesos y vigoroso. Toma una forma de siembra vertical (anexo 2) u horizontal, al considerar que la posición tiene una repercusión directa sobre la velocidad de crecimiento y la producción de biomasa (Londoño et al, 2019).

Según Recia, revista colombiana de ciencia animal, la siembra por estaca es de mayor rentabilidad cuando se siembra la parte media del tallo de la planta en forma horizontal (acostada), a una profundidad de aproximadamente unos 15 cm. Se determinó que de esta manera su crecimiento y biomasa es mayor, el contacto que tiene el tallo con el suelo al ubicarse la estaca de forma horizontal propicia un mayor desarrollo radicular y más probabilidad de captación de nutrientes.

La parte media del tallo suele poseer mayor cantidad de yemas que la zona basal, esto incrementa las posibilidades de rebrote y promueve mejor formación de hojas, que en conjunto con las sustancias de reserva en esta zona del tallo aumentan la tasa fotosintética y la cantidad de auxinas exógenas que estimulan la diferenciación radicular (Londoño et al, 2019).

Para su propagación lo más recomendable es tomar material vegetativo proveniente de plantas jóvenes sin florecer; tallos de aproximadamente 50 cm de longitud con 2 a 3,5 cm de diámetro y 4 o 5 yemas (Castillo, 2014).

La *Tithonia Diversifolia* es una planta con alta capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, lo que depende de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo.

Los resultados para producción de biomasa son consistentes con los reportados en la literatura en plantas con 100 g de fertilizante (12-24-12, N, P, K) en cortes a 30, 60 y 85 días, con producciones de biomasa de 0.82, 1.73 y 2.58 kg por planta, respectivamente.

Estudios sobre el efecto de la distancia entre plantas (0.5 y 1.0 m), frecuencia de corte (40, 60 y 80 d) y la altura de corte (5, 10 y 15 cm) reportan rendimientos entre 0.85 y 5.5 t ha⁻¹ (Londoño et al, 2019).

Es importante señalar que a *Tithonia Diversifolia* se le debe realizar un corte horizontal para que la semilla no se pudra o pierda sus componentes. Cuando se realizan cortes transversales la semilla puede acumular agua generando daños a las estacas.

Se debe atender el momento de la siembra para evitar que los terrenos obtengan algunas aireaciones o grumos que pueden generar la descomposición de la semilla. Los estolones tienen la capacidad de germinar desde un 1cm de profundidad a partir de las recomendaciones mencionadas (Londoño et al, 2019).

A pesar de ser una especie promisoría por su potencial productor y su contenido nutricional, *Tithonia Diversifolia* posee algunas limitaciones principalmente en su desempeño agronómico que, con algunas condiciones de manejo, pueden ser controladas y no suponen un impedimento para destacar las bondades de esta especie.

Según Londoño et al (2019), al realizar el establecimiento de las plantas de *Tithonia Diversifolia* se debe tener en cuenta:

- seleccionar un terreno que cuente con buen drenaje y permeabilidad.
- control de aguas subterráneas y distancia de fuentes hídricas, pues esta planta presenta una tolerancia baja a zonas con encharcamiento.
- no establecer el cultivo en zonas donde se pueda presentar sombrero excesivo, que evite la intercepción de la energía luminosa por parte de esta especie, debido su baja tolerancia al sombrero.
- manejo y producción e forraje verde y producción de materia seca.
- relación hoja tallo
- calidad nutritiva
- asociación de otros cultivos y sistemas de producción basados en el uso de la *Tithonia Diversifolia*
- caso de Cuba y Programa Nacional de Plantas Proteicas

1.3. Efectos de la *Tithonia Diversifolia* en el suelo

El suelo comprendido como un cuerpo natural, dinámico, vivo, que se modifica constantemente, es el encargado de dar sostén y nutrir a la planta de la cual el animal obtendrá todos los nutrientes requeridos para su mantenimiento y producción.

Desde la visión holística, el suelo determina casi todas las condiciones económicas y sociales para el desarrollo de las poblaciones; pero debido a algunas prácticas inadecuadas en la implementación de sistemas ganaderos, se ha generado un estado de deterioro que resulta una disminución de su capacidad sustentadora.

Esta situación ha promovido el uso de fertilizantes de síntesis química que aportan solo una pequeña cantidad de los elementos que necesita la planta, por lo que ha surgido la necesidad de utilizar fuentes orgánicas de nutrientes que mejoren la fertilidad de suelo y no representen un sobre costo.

Diferentes autores reportan que existen especies arbóreas y arbustivas que además de ser fuente de alimento para animales, pueden ser utilizadas como combustible, material de construcción, biocontroladores de plantas e insectos, fitorremediadores de

suelos, coadyuvantes en la detención de la erosión, mejoradores de la fertilidad y rendimiento de cultivos como maíz, arroz, yuca, pasto elefante (*Pennisetum Purpureum*), grupo donde se encuentra la *Tithonia Diversifolia*).

Tithonia Diversifolia es una especie que posee una cantidad apreciable de nutrientes y produce abundante materia seca por unidad de área, la cual se descompone rápidamente en el suelo y se convierte en una fuente de nutrientes para las plantas, aumenta de forma significativa el rendimiento y la calidad de los cultivos.

En un estudio realizado por Sao et al (2010) se evaluó la utilidad de *Tithonia Diversifolia* en el incremento de la producción de biomasa y el efecto en la fertilidad del suelo en 3 tratamientos:

- 1) cultivo de *Tithonia Diversifolia*
- 2) cultivo de *Tithonia Diversifolia* + pasto guinea
- 3) cultivo de pasto guinea

Se encontró que la fertilidad del suelo, medida a través del método de Biotest (Phan Gia Tan y Preston, 1995), fue superior en el tratamiento 2. Presentó mayor producción de biomasa para el maíz cultivado en el suelo de las parcelas plantadas únicamente con *Tithonia Diversifolia* y seis meses después del establecimiento mejoró la composición química de dicho suelo.

En otros estudios realizados por Gachengo et al (1998) se demostró que al incorporar biomasa fresca de *Tithonia Diversifolia*, en una cantidad equivalente a 5 ton/ha de M.S en conjunto con una fuente inorgánica de P (Superfosfato triple), aumentó el rendimiento de un cultivo de maíz, medido a través de la producción de grano en 3 cosechas, de 2,7 ton/ha en el tratamiento testigo donde no se utilizó ningún tipo de producto a 8,6 ton/ha.

Este efecto también se ha observado en cultivos como el de pasto de *Pennisetum Purpureum* vc. Cuba CT-169. Según Crespo et al (2011), al adicionar materia verde fraccionada en cantidades de 12 y 24 ton/ha de *Tithonia Diversifolia* al suelo, aumenta

de manera significativa el número de plántones/m², hijos/planta y producción de materia seca/ha; además, mejoran algunas características del suelo como: densidad aparente, contenido de materia orgánica y N total.

Resultados similares reportaron Ojeniyi et al (2012) al evaluar el efecto de *Tithonia Diversifolia* en las propiedades físico químicas del suelo. Encontraron que suelos cultivados con esta especie presentaron menor densidad aparente, mayor porosidad y materia orgánica, comparado con suelos en los que se han establecido otros tipos de cultivos.

El efecto positivo generado por *Tithonia Diversifolia* en el rendimiento de los cultivos y en algunas características del suelo puede ser consecuencia de que una de las principales limitantes para el desarrollo eficiente de las plantas es la baja disponibilidad del P, característico en la mayor proporción de los suelos tropicales.

Una parte importante de este elemento adicionado, a través de los fertilizantes químicos, es adsorbido por los óxidos de hierro y aluminio de la arcilla mineral, lo que disminuye la cantidad disponible para las plantas.

La utilización de abono orgánico aumenta la disponibilidad biológica del P, al aumentar las cantidades aportadas de P orgánico e inorgánico, el suministro de P a la raíz para facilitar el transporte difusivo junto a la mejora en las propiedades físicas del suelo y a la reducción de la capacidad de adsorción, debido a la inactivación de los sitios de adsorción de P por productos de la descomposición de la materia orgánica. Adicionalmente, el corto ciclo de esta planta permite incrementar la transferencia de biomasa, al aumentar su aporte y beneficios del suelo, propiedades medicinales entre otros.

Otra razón puede ser que, debido a la capacidad de esta especie para acondicionar el suelo a través de su sistema radicular, genera el ambiente adecuado para el establecimiento y proliferación de hongos que aumentan la biodisponibilidad del P. El contenido de N en esta planta, el cual es aportado al suelo en cantidades suficientes para el favorecimiento del desarrollo de las plantas.

Los beneficios aportados por *Tithonia Diversifolia* no se reflejan únicamente en el efecto generado sobre la fertilidad del suelo. Una característica que tiene alta relevancia en los sistemas de producción para la conservación de los recursos hídricos, faunísticos y edáficos es su potencial como planta acumuladora de metales pesados.

Estos elementos tóxicos representan se convierten en problemas debido a los efectos adversos generados en la salud de humanos y animales y en el ambiente, ya que son altamente persistentes y poseen un alto grado de bioacumulación. Dichos elementos no son degradados fácilmente en el suelo, requieren ser removidos a través de procedimientos químicos, físicos y biológicos.

Las técnicas físicas y químicas son costosas y afectan, de forma irreversible, las propiedades del suelo y la biodiversidad. Pueden hacer el suelo inservible para el crecimiento de las plantas y representan una alta inversión (Londoño et al, 2019).

Por el contrario, las técnicas biológicas suelen ser menos costosas y remueven los contaminantes sin afectar la fertilidad del suelo. Una de las principales características que debe tener una planta para ser utilizada en procesos de fitorremediación es su producción elevada de biomasa y la capacidad de concentrar grandes cantidades de metales en las partes aéreas, particularidades propias de *Tithonia Diversifolia*.

Adesodun et al (2010) evaluaron el potencial de esta especie como fitorremediadores en la extracción de elementos como Pb y Zn, utilizando suelo llevado artificialmente a la saturación máxima crítica (400 mg/kg). Realizaron mediciones de la concentración de estos elementos en la parte aérea de la planta (hojas y tallos), en la raíz y el remanente en el suelo, cada 4, 6 y 8 semanas después de la siembra.

Los autores encontraron que *Tithonia Diversifolia* fue capaz de extraer más de la mitad de la concentración inicial de Pb y acumular grandes cantidades de Zn. En este estudio también se evidenció que la mayor proporción de estos elementos se concentraron en la raíz, seguidos de las hojas y, por último, en el tallo. Se demostró que los contenidos de Pb y Zn disminuían conforme avanzaban los periodos de medición.

1.4. El uso de la *Tithonia Diversifolia* como forraje para la producción de leche

Tithonia Diversifolia posee características óptimas para ser incluida en la producción animal. Ha sido utilizada en la alimentación de cerdos, aves, conejos, peces, bovinos, entre otros.

La planta ha sido apreciada por los apicultores como fuente de néctar en zonas cafeteras de Colombia. Aunque cumple también con las funciones de cortinas rompe vientos y protección de apiario, algunos agricultores esparcen hojas de esta planta en los estanques para ser consumida por tilapias. En Indonesia y Filipinas se han realizado ensayos con resultados promisorios, al incorporar hojas de esta especie en raciones para alimentación de gallinas (Ríos, 1993, citado por Sepúlveda, 2019).

En Venezuela se utiliza la *Tithonia* como forraje fresco sin picar. Este se ofrece colgado para el consumo de ovejas y cabras, como parte de una dieta con cogollo de caña y pasto elefante (Solarte, 1994). También reconoce su uso para la dieta de cerdos en mezcla con otros forrajes como nacedero, plátano, cidra y otros recursos locales.

En Indonesia se ha utilizado para ensayos nutricionales con cabras (Premaratne, 1998); se ha utilizado para ensayos nutricionales con búfalos y ovejas en Sri Lanka. Estos mismos autores evaluaron los efectos del tipo y nivel de suplementación forrajera en el consumo voluntario, digestión, síntesis de proteína microbial y crecimiento de ovejas alimentadas con una dieta basal de paja de arroz y yuca.

Se utiliza también como especie ornamental, como abono verde en cultivos, y en parcelas de producción agrícola con alta diversidad para atraer insectos benéficos (Ríos, 1997); en estudios reportados por Murgueitio (2009), se informa su papel en el control de la hormiga cortadera, con una disminución de las colonias.

A pesar de que se ha reportado su uso en fincas campesinas como componente de la dieta de conejos, curíes, cerdos, vacas y búfalos (Murgueitio, 2009), la utilización de esta planta para ramoneo no ha sido descrita ampliamente en artículos técnicos; generalmente reportan su comportamiento en sistemas de corte y acarreo.

No obstante, en Colombia se ha observado un excelente consumo por vacas Holstein en ramoneo a 2400 msnm (Murgueitio, 2009). Existen trabajos como los realizados por Rivera et al (2020) para evaluar el desempeño de vacas cruzadas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) en el Piedemonte Amazónico.

En un sistema de silvopastoreo intensivo con *Tithonia Diversifolia* y en un monocultivo encontraron que la producción de leche fue mayor en un 7 % en el sistema. En cuanto al contenido de sólidos totales (ST), no se encontraron diferencias entre los tratamientos por animal; aunque, se detectó un incremento en la producción de ST/ha del 36,2 % en el Sistema de Silvopastoreo Intensivo.

En una investigación realizada en trópico de altura con vacas Holstein en producción, pastoreando en un sistema de silvopastoreo de kikuyo (*Cenchrus Clandestinus*) y *Tithonia Diversifolia* y en un monocultivo de kikuyo (*Cenchrus Clandestinus*), se obtuvieron incrementos en el volumen y en la proteína en favor de los animales en el sistema silvopastoril (Monocultivo: 24,89 l/vaca/día, y Proteína 2,89 %. SSP: 28,24 l/vaca/día, y Proteína 3 %).

Adicionalmente, se observó una marcada diferencia en el recuento de células somáticas presentado en el SSP 67.26 x1000/ ml y en el monocultivo 125.35 x1000/ml. Este resultado se puede atribuir a la presencia de lactonas sesquiterpénicas en *Tithonia Diversifolia*, compuestos que actúan en la inhibición de la activación del factor de transcripción NF-κB, disminuyendo la síntesis de mediadores inflamatorios tales como: citoquinas y quimioquinas.

En otro estudio, Mahecha et al (2007) efectuaron un reemplazo del 35 % del alimento concentrado comercial en la alimentación de vacas F1 (Holstein x Cebú), sin tener cambios en el volumen producido y en la calidad composicional de la leche.

De igual manera, en un ensayo realizado por Gallego (2014), donde se analizó el efecto de 3 niveles diferentes de inclusión de harina de *Tithonia Diversifolia* (0,15 % y 25 %) en el suplemento alimenticio de vacas Holstein, no se obtuvieron diferencias significativas en la producción y calidad composicional de la leche entre los

tratamientos. Se puede inferir que *Tithonia Diversifolia* es una excelente alternativa para la suplementación de vacas lecheras ya sea bajo pastoreo directo o en harina.

El efecto favorable observado en la calidad composicional de la leche puede estar relacionado con la presencia moderada de metabolitos secundarios contenidos en esta especie, específicamente, con los niveles de taninos, debido a la acción de estos en la producción de proteína sobrepasante, al formar complejos con la proteína endógena. Esto favorece la digestión postruminal y mejora la respuesta productiva de los bovinos.

Además, esta especie aporta una alta cantidad de carbohidratos solubles, que juegan un papel muy importante en la fermentación a nivel ruminal para la formación de ácidos grasos volátiles y favorecen la producción de leche.

En Cuba la producción ganadera se desarrolla en zonas donde las gramíneas tropicales de bajo valor nutricional son la principal fuente de alimento. Estas como único componente de la dieta no ofrecen los nutrientes necesarios para suplir los requerimientos de los animales.

Actualmente, se buscan materiales para utilizar en la dieta como suplemento, que aporten alto contenido de proteína, carbohidratos solubles y que mejoren el balance ruminal para representar menores costos energéticos por la producción de metano, mitigar el impacto ambiental y aumentar la calidad de la leche.

En este contexto la disponibilidad de forraje para la alimentación de los bovinos en época seca es limitada, lo cual requiere del desarrollo de tecnologías que permitan afrontar el desabastecimiento de alimento, además que aporten una elevada cantidad de nutrientes y no representen un sobrecosto.

La utilización de la técnica del ensilaje permite el almacenamiento de los excedentes de forraje obtenidos en la temporada de lluvias, sin alterar de manera significativa la composición nutricional y la palatabilidad del material conservado. Dicha técnica ofrece

ventajas ante otros métodos de conservación por ser menos dependiente de las condiciones climáticas y permitir la conservación de mayor cantidad de especies.

Diferentes autores han señalado que la *Tithonia Diversifolia* puede ser conservada a través de esta técnica, mezclado en proporciones diferentes con otros recursos forrajeros como complemento que aporten una cantidad significativa de carbohidratos solubles, como sustrato de las bacterias acidolácticas para el favorecimiento de la fermentación.

Dávila et al (2006) evaluaron la utilidad nutricional del ensilaje de Sorgo (*Sorghum Vulgare*) y *Tithonia Diversifolia* en tres tratamientos con proporciones diferentes, (T1: 75/25, T2: 50/50, y T3: 25/75. Sorgo/Botón).

Obtuvieron que la mezcla con las proporciones 75/25 Sorgo/Botón, puede ser considerada la mejor opción para la inclusión en la dieta de los animales, teniendo en cuenta el contenido de: M.S: T1: 30%. T2: 27.10% y T3: 25.87%, ELN: T1: 44.49%, T2: 42.89% y T3: 42.51% TDN T1: 34.45%. T2: 21.19% y T3: 21.02%, y su calificación sensorial determinada por la metodología de consulta a expertos.

Se puede señalar que en la medida que aumentó la proporción de *Tithonia Diversifolia* en la mezcla, aumentó de forma significativa la cantidad de proteína y de cenizas, y disminuyó la cantidad de fibra cruda.

En un estudio similar, Gutiérrez et al (2014) evaluaron el efecto del ensilaje de la mezcla de *Tithonia Diversifolia* con pasto *Pennisetum Purpureum* vc. Cuba CT-169 en proporciones de 20:80, 40:60, 60:40 y 80:20 % Botón/Pasto, e inoculada con el producto biológico comercial (VITAFERT) en cantidades de 0; 4.5; 6.0; 8.0%. Los mejores resultados en cuanto a PB, concentración de ceniza y reducción de FND se obtuvieron al adicionar cantidades entre 4,5 y 6 % del inóculo comercial.

Los inoculantes tienen la capacidad de incrementar el rendimiento animal a través del consumo de ensilaje hasta un 7 %, esto es debido al incremento de la digestibilidad del material, en lugar del aumento del consumo.

Las bacterias acidolácticas no son celulíticas y el efecto del incremento de la digestibilidad puede ser debido básicamente a la fermentación extensiva del sustrato a ácido láctico en los ensilajes, bajo estas condiciones habrá hidrólisis de los carbohidratos estructurales a azúcares solubles.

Se ha demostrado que los ensilajes altamente fermentados son consumidos de forma más lenta por los animales. Este cambio en el comportamiento ingestivo influye en el tiempo de retención ruminal, lo que puede también explicar el aumento en la digestibilidad de los ensilajes inoculados. El contenido de proteína y carbohidratos fermentables en ensilajes mixtos de gramíneas con arbustivas tiende a aumentar a medida que se incrementa la proporción de la arbustiva.

Además de las gramíneas para pastoreo se deben establecer en los sistemas ganaderos áreas para producción adicional de forraje, que permiten ofrecerles a los animales una mejor alimentación, sobre todo en épocas en las que el pastoreo se dificulta, principalmente durante los períodos de escasez. Este forraje adicional puede ofrecérselos fresco a los animales (bancos forrajeros) o conservarse para usarlo posteriormente (forrajes conservados). Normalmente, se manejan con mayor tecnología respecto a los pastos (Pérez, 2017).

Los bancos forrajeros son parcelas que se siembran para usarse como suplementos fibrosos para el ganado. Pueden cortarse, picarse y ofrecerse a los animales en comederos (sistemas de corte y acarreo) o, en algunos casos, también en sistemas de pastoreo/ramoneo.

Generalmente, se combinan con el pastoreo, pero existen sistemas en los que toda la alimentación se basa en el uso de los bancos forrajeros. En dependencia del tipo de especie que se use, se complementa con otros alimentos de manera que los animales reciban todos los nutrientes que requieren. Por ejemplo, si se usa caña de azúcar, que es baja en proteína, debe combinarse con otros suplementos que aporten la proteína faltante (Arronis, 2014).

Tabla 2. Tipos de bancos forrajeros y sus características

Tipos de bancos forrajeros	Especie	Principales características
Arbustivas no leguminosas de corte	Morera Botón de Oro Nacedero	Alto valor nutritivo, alta proporción de hojas pueden fertilizarse con (compost y excretas para lograr altos crecimientos.
Arbustivas de ramoneo Leucaena	Botón de Oro	Su estructura (tallos fuertes y flexibles) permite que los bovinos los consuman directamente, disminuyendo costos por mano de obra.

Los suplementos forrajeros se convierten en el alimento más importante en los sistemas en que no se pastorea, como son los estabulados (o confinados) que se dan en lecherías y engorde intensivo. Estos forrajes de corte y acarreo utilizados en grandes cantidades exigen mecanización (Pérez, 2017).

1.5. Acerca de la producción de leche

La producción de leche tiene un índice de heredabilidad de alrededor de 30-35 por ciento; ello implica que la variación de la característica se debe, en ese valor, a la herencia y el 65-70 por ciento restante a efectos ambientales, en el cual la alimentación es el más impactante.

Se considera un valor de heredabilidad moderado, que debe tomarse muy en cuenta debido a su impacto económico. Por ello la mejora genética en ganado de leche ha sido muy exitosa; se ha hecho selección por una característica que se hereda (aunque moderadamente) en muchos animales durante muchos años.

En los países desarrollados, la producción de leche por vaca se ha duplicado en los últimos 40 años, y se tienen muchas vacas con producciones de más de 20 mil kg por lactancia (Vargas, 2016).

Los componentes de la leche (grasa, proteínas y lactosa) expresada en porcentaje, tiene índices de herencia todavía más elevados (40-60 %), de manera dado que los sistemas lecheros de Cuba están basados en el pastoreo, cobra relevancia la expresión de la producción de leche por unidad de superficie (Oltenucu, 2010). No solo debe medirse la producción individual de leche, sino asociar esta información con las áreas de pastoreo, de manera que se tenga una medida de productividad total del sistema (Elizondo, 2016).

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sitio del experimento

El estudio se realizó en el Macizo de Guamuhaya (anexo 3) en la Vaquería 30 de la Unidad Básica de Producción Cooperativa “Mártires del Escambray” (anexo 4), perteneciente a la empresa pecuaria Vitrina en el municipio de Manicaragua, provincia Villa Clara (anexo 5). La investigación está contenida en el proyecto no asociado a programas PNAP 2409 Manejo integrado de tecnologías para el desarrollo sostenible de unidades lecheras en la región central de Cuba que lidera la unidad científico tecnológica de base Suelos Cienfuegos.

Características del suelo

El sistema de estudio se encuentra establecido sobre un suelo pardo sin carbonatos, está formado a partir de rocas no carbonatadas principalmente efusivas de intensa selitización con predominio de calcio y en ocasiones calcio y magnesio.

Tabla 3. Análisis inicial del suelo Pardo s/ Carbonato Vaquería 30

Indicador	Valores	Método	Referencia
pH (KCl)	5.6 MA	Potenciométrico	NC – 1999. ISO 10390
M.O (%)	3.0 M	Walkley and Black	NC – 51/1999
P ₂ O ₅ (mg.100g ⁻¹)	2.0 B	Oniani (Colorimétrico)	NC – 52/1999
K ₂ O (mg.100g ⁻¹)	15.0 M	Oniani (Fotometría de llama)	NC – 52/1999
Da (g. cm ⁻³) 0-20cm	1.54	Volumétrico	NC – 10272/2003
Leyenda. M.A (medianamente ácido); N (neutro); M (medio); A (alto); B (bajo)			

Características del clima

La investigación se desarrolló en la región central de Cuba, en la zona periférica del Sistema Montañoso “Guamuhaya”, donde el clima se caracteriza por ser de tipo tropical. La variación de la temperatura no es solo estacional o diaria, también varía en dependencia de la altura, con un promedio anual de hasta los 26,8 °C. Las precipitaciones están reguladas por el régimen de vientos alisios, interactuando de forma perpendicular con las masas de aire húmedas de las regiones de mayor altura, estas alcanzan los 1370 mm anuales. Con una humedad relativa del 81 % y los vientos predominantes son alisios.

Labores de cultivo y siembra

La preparación del suelo se realizó por método convencional (uso de tractor y arado de disco y grada). Las labores efectuadas fueron roturación, grada, cruce y grada. El surcado se realizó utilizando tracción animal con multiarado. El marco de plantación utilizado fue de 0,90 entre camellones y a surco corrido, según recomendaciones de Arteaga et al (2022).

La planta utilizada fue *Tithonia Diversifolia*, proveniente del campo de introducción de la UCTB de suelos. Para la evaluación como forraje se sembraron 2.5 ha de *Tithonia* en condiciones de producción, o sea, sin riego ni fertilización.

El material vegetal utilizado fue cortado en meneguante, el día antes de la siembra. Las estacas fueron rigurosamente seleccionadas de la parte basal y media de los tallos (anexo 7), al garantizar una longitud aproximada de 30-40 cm y un diámetro aproximado de 2 cm, con la presencia, al menos, de 3 yemas (Manual Técnico para la propagación agámica de especies, 2010).

2..2. Mediciones experimentales

Se midió el porcentaje de germinación, el período de establecimiento de la *Tithonia Diversifolia* y la altura promedio de la planta después de establecida. Se evaluó el rendimiento agro productivo del área establecida, a partir de la determinación de la

materia seca (MS), el forraje verde, porcentaje de hojas, porcentaje de tallo y el material muerto.

Tabla 4. Variables relacionadas con el establecimiento de *Tithonia Diversifolia*

Indicador	Unidad de medida	Valor
Germinación	%	66
Establecimiento	Días	65
Altura	M	1,08

Tabla 5. Evaluación agroproductiva de *Tithonia Diversifolia*. Promedio anual

Especie	Rto M.S t.ha-1	Rto forraje verde t.ha-1	% hojas	% tallo	% material muerto
Tithonia	21.5	105.3	55.0	40.0	5.0

Pasados los primeros 15 días luego de la siembra se procedió a realizar una resiembra para garantizar mayor porcentaje de área cubierta (anexo 7).

Se evaluó la composición química de cada fracción comestible, a partir de la determinación de la materia seca (MS), la proteína bruta (PB), el Fósforo (P), el Potasio (K), la ceniza y materia orgánica, según la metodología de la AOAC (1995).

Tabla 6. Composición química de *Tithonia Diversifolia*. Promedio anual

Especie	Composición química				
	P.B (%)	P (%)	K (%)	Ceniza (%)	M.O (%)
Tithonia	19.10	0.31	1.55	12.2	87.8

2.3. Efecto de la suplementación con *Tithonia Diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Siboney en condiciones de semipastoreo

Animales

Se conformaron dos grupos homogéneos de vacas en ordeño, correspondientes a la raza Siboney (anexo 8), cada uno conformado por 15 animales, estos grupos estaban compuestos por animales con días de lactancia (95 días), peso (380 Kg) y edades similares (6 años).

Determinaciones

- Producción de leche/vaca en ordeño. Leche que produce una vaca en cada ordeño diario expresado en L/vaca.
- Producción de leche/vaca total. Promedio de producción de leche de todas las vacas en ordeño entre los días de cada mes.

2.3.1. Diseño experimental

El experimento constó con dos variantes alimentarias y se utilizaron 5 períodos de 15 días; los 10 primeros días para adaptarse al alimento y los restantes cinco para medir la producción total de leche en cada una de las variantes. Por lo que la etapa de evaluación en la producción de leche tuvo una duración de 75 días.

Variantes alimenticias utilizadas

Suministro en la nave de 12 Kg/vaca/día de caña de azúcar molida como suplemento forrajero durante 15 días. Suministro en la nave de 12 Kg/vaca/día de caña molida con 30 % de *Tithonia* como suplemento forrajero durante 15 días.

Análisis estadístico

Estadísticamente se realizó un análisis poblacional, comparando las variantes alimenticias de cada grupo en cuanto a producción total de leche para los cinco períodos evaluados, utilizando el paquete estadístico *Stat Graphic plus* versión 5,1 para un nivel de confiabilidad del 95 %.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización bromatológica de componentes del valor nutritivo de *Tithonia Diversifolia*

Según Navarro y Rodríguez (1990), a la edad de 30 días, estado de crecimiento avanzado, se encuentran los valores más notables de proteína cuando estudiaron este indicador en cinco estados de desarrollo de la planta a partir de (hojas, pecíolos, flores y tallos hasta 1,5 cm de diámetro), el cual varió entre 14,84 y 28,75 %.

En este mismo sentido, La O *et al.* (2010), plantea que las etapas desde 30 hasta 60 días son las más adecuadas para cosecharla debido a su valor nutricional, aseveran que el follaje puede ser utilizado en ambas épocas y que la planta puede asociarse con otras especies de arbóreas y gramíneas, lo cual incrementa el valor proteico de la dieta, aspectos que coinciden con los resultados de la investigación.

Se puede considerar que el contenido de proteína de esta especie se encuentra en un rango superior Lugo *et al.* (2012), en relación con otras las forrajeras utilizadas para la alimentación de los rumiantes y es similar al de otras especies arbóreas como *G. sepium* (14,7 %), *L. leucocephala* (22,2 %) y *E. poeppigiana* (21,4 %) (Murgueitio *et al.*, 2009b).

Por otra parte, Mahecha *et al* (2007) hallaron valores similares y señalaron que a medida que aumenta la edad disminuyen los porcentajes de proteína y se incrementan los de fibra bruta. Por lo que al ser una planta rica en proteína y escasa en fibra se le atribuye una alta digestibilidad como forrajera (Galindo, 2009) y puede ser utilizada de manera eficiente en las especies de animales monogástricas (Pérez *et al*, 2009; Ruíz *et al*, 2012).

3.2. Efecto de la suplementación con *Tithonia Diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Siboney en condiciones semintensivas

La tabla 7 muestra los resultados de la producción de leche para ambas variantes alimentarias en los cinco períodos estudiados, donde como era de esperar existen diferencias significativas entre ambos a favor de la que incluye *Tithonia* que logró las producciones más altas de leche al consumirla como suplemento forrajero en estudio. Los últimos dos períodos fueron los más favorecidos, se evidencia que existe una creciente relación entre las variables litros por vaca y consumo de *Tithonia* lo que significa que a medida que aumenta el consumo de la planta aumenta la producción de leche.

Tabla 7. Influencia de la dieta en la producción de leche

Variantes	Períodos					Media
	I	II	III	IV	V	
Caña 12 Kg/vaca/día	150	152	150	150	148	150.0 ^b
Caña + <i>Tithonia</i> 12 Kg/Vaca/Día + 30 % <i>Tithonia</i>	180	180	180	190	192	184.4 ^a
Diferencia	+30	+28	+30	+40	+44	+34.4
C.V %	5,85					
E.S ±	0,115					

De acuerdo con Gualberto *et al.* (2010), el valor nutritivo y alimenticio de la *Tithonia Diversifolia* permite hacer inferencias sobre la potencialidad de este forraje que presenta alta aceptabilidad y altos niveles de proteína, además de la rápida degradabilidad y buen nivel de fermentación ruminal, estas cualidades proporcionan el adecuado balance de la energía y el nitrógeno en el rumen, aspecto que coincide con los hallazgos de Medina *et al.* (2009).

Por otro lado, *Tithonia Diversifolia*, por su contenido de proteína, carbohidratos solubles (Medina *et al.*, 2009) y la presencia de taninos, podría optimizar la calidad de la leche obtenida al mejorar el paso de ácidos grasos de cadena larga (Fuentes, 2009) y de proteínas que sirven de precursores para algunos de los componentes de la leche.

Hervás et al (2001) y Mahecha et al (2007), corroboran que cuando la ofrecieron en el ordeño de la mañana y la tarde lograron incrementos en la producción y su calidad.

Otros autores cuando incluyeron la *Tithonia*, en un 35 % inclusión en la dieta que coincide con el estudio realizado, no encontraron diferencias entre la producción de leche y su calidad lo que demuestra las bondades de la planta y la gran estabilidad productiva que se obtiene entre las diferentes épocas climáticas, lo que indica la viabilidad de su uso para la sostenibilidad productiva de los sistemas (Gallego-Castro et al., 2014). La relevancia de la planta radica en los nutrientes que posee y en la presencia de los taninos lo que deriva en una mejoría en la alimentación e implica mayor eficiencia en el uso de los mismos en la dieta.

Los productores la reconocen como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno (Medina et al., 2009; Verdecia et al., 2011).

Se aprecian las características que dejan al botón de oro en condiciones nutricionales similares a las de otras plantas arbustivas destinadas a la producción forrajera entre las que se pueden mencionar la *Trichanthera Gigantea*, *Malvaviscus Penduliflorus* y *Morus Alba* (Essiett y Akpan, 2013).

Otros autores contrarios al uso de forrajeras alternativas, abogan por que las vacas de mayor producción en las ganaderías especializadas reciban altas cantidades de suplementos de tipo comercial con altos niveles de proteína y carbohidratos lo que significa mayor producción de metano, cambios en los niveles de grasa y proteína en la leche y mayores niveles de nitrógeno ureico (Galvis et al., 2003), lo cual indica un importante desbalance entre la energía y el nitrógeno en el rumen que tributa a malas consecuencias para el medio ambiente.

Diferentes grupos de investigación en el ámbito local y nacional como: Carmona et al. (2005), Galindo et al. (2011), Mahecha, et al. (2002), Mahecha et al. (2007), entre otros autores, consideran como alternativa el uso de especies forrajeras arbustivas que

influyen positivamente sobre la actividad ruminal (La O *et al.*, 2012) y aumentan el paso de nutrientes hacia el duodeno y el aporte de energía al rumiante.

Constatan además, que su implementación en sistemas silvopastoriles, tanto en el consumo directo como en el corte y acarreo puede incrementar las producciones de leche de manera eficiente y con mayor calidad, dado al sinergismo entre las propiedades nutricionales y fitoquímicas, lo que la hace un importante suplemento alimenticio (Murgueitio *et al.*, 2013) y un forraje con buen potencial para la alimentación de vacas lecheras de alta producción (Galindo *et al.*, 2011) y que al mismo tiempo contribuye a mejorar el medio ambiente.

CONCLUSIONES

- La investigación permite determinar que es factible el uso de estacas de *Tithonia Diversifolia* en el establecimiento de esta especie en condiciones de producción, sin riego, ni fertilizantes, al mostrar buen rendimiento y calidad nutritiva en las condiciones estudiadas.
- El uso de la *Tithonia Diversifolia* como suplemento de forraje de caña para vacas lecheras de la raza Siboney permite incrementar la producción lechera a partir del consumo de una dieta más balanceada.

RECOMENDACIONES

- Extender los resultados obtenidos donde las condiciones lo permitan, con énfasis en el incremento de la cantidad y calidad de alimento animal.
- Evaluar otras especies de plantas promisorias en condiciones de producción para incrementar el rendimiento y calidad de alimento animal, diversificar la producción e incrementar la producción de leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arronis, V. (2014). Banco Forrajero de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*). *Boletín INFOAGRO*. p.6
- Cairns, M.F. (1996). Study on farmer management of wild sunflowers (*Tithonia diversifolia*). Short communication. ICRAFSE. Asian Regional Research Programme.
- Canul, J.R.; Escobedo, J.G.; Lara, P.E. & López, M.A. (2006). Influencia de la asociación *Gliricidia sepium* -*Tithonia diversifolia*- *Cynodonn lemfuensis* en rendimiento y componentes del forraje. Memorias IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible y III y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. (CD).
- Carmona, J.; Bolívar, D. & Giraldo, L. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Colomb. Cienc. Pecu.* 18(1), 49-63.
- Chay, A.J. (2006). Productividad de *Tithonia diversifolia* intercalado a *Cynodon nlemfuensis* y *Gliricidia sepium* abonado con ovinaza. Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible. (Ponencia). *III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible*. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria - CORPOICA 2013. Sistema de Toma de Decisión para la selección de especies Forrajeras STDF ficha *Tithonia diversifolia*.
http://www.corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_102.pdf
- Crespo, G.; Ruiz, T. E. & Álvarez, J. (2011). Efecto del abono verde de *Tithonia* (*T. diversifolia*) en el establecimiento y producción de forraje de *P. purpureum* vc. Cuba

-
- CT-169 y en algunas propiedades del suelo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(1), 79-82.
- Dávila, A.; Lepe, M., Polanco, E.; Saavedra, C., & Guerra, D. (2016). Determinación del valor nutricional y evaluación sensorial del ensilado de *Sorghum vulgare* y *Tithonia diversifolia*. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(10),1-11.
- Elizondo, J.A. (2016). ¿Conoce usted la calidad de la leche que producen las vacas de su finca y los factores que la afectan? Universidad Técnica Nacional Informa al Sector Agropecuario. (75-76): 68-71.
- Essiett, U. & Akpan, E. (2013). Proximate composition and phyto chemical constituents of *Aspilia africana* (Pers) C. D. Adams and *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray Stems (Asteraceae). *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.* 2(4):33-37.
- Gachengo, C.N.; Palm, C.A.; Jama, B. & Othieno, C. (1998). *Tithonia* and senna green manures and inorganic fertilizers as phosphorus sources for maize in Western Kenya. *Agroforestry systems*, 44(1):21-35.
<https://doi.org/10.1023/A:1006123404071>
- Galindo, J. (2009). Efecto de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de rumiantes. En: Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería. EEPF” Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. (CD).
- Galindo, J.; González, N.; Sosa, A.; Ruíz, T.; Torres, V.; Aldana, A.; Díaz, H.; Moreira, O.; Sarduy, L.; & Noda, A. (2011). Efecto de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Botón de oro) en la población de protozoos y metanógenos ruminales en condiciones *in vitro*. *Cubana de Ciencia Agrícola* 45(1): 33-37.
- Gallego, L.; Mahecha, L. & Angulo, J. (2017). Calidad Nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoamericana*,28(1):213–222. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.22673>
- Gallego, L. (2016). Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl. A Gray) como suplemento alimenticio de vacas lecheras en

- trópico alto. (Tesis de Maestría). Universidad de Antioquia: Medellín.
<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/6113>
- Gallego, L.; Mahecha, L. & Arizala, J. (2014). Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. Grupo de investigación en Ciencias Agrarias-GRICA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 403 p.
- Gualberto, R.; De Sousa, O.; Costa, N.; Braccialli, C. & Gaion, L. (2011). Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray. *Nucleus*, 8(1), 241-255.
<http://dx.doi.org/10.3738/nucleus.v8i1.428>
- Gutiérrez, D.; Morales, A.; Elías, A.; García, R. & Sarduy, L. (2014). Composición química y degradabilidad ruminal in situ de la materia seca en ensilajes mixtos *Tithonia diversifolia*: *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169, inoculados con el producto biológico VITAFERT. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48, 379-385.
- Hervás, G.; Frutos, P. & Mantecón, A. (2001). Protección de suplementos proteicos frente a la degradación ruminal: utilización de taninos [en línea].
[http://digital.csic.es/bitstream/10261/5112/1/Herv%C3%A1s%20et%20al_2001%20\(Divulgaci%C3%B3n\).pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/5112/1/Herv%C3%A1s%20et%20al_2001%20(Divulgaci%C3%B3n).pdf)
- La O, O.; González, H.; Orozco, A.; Castillo, Y.; Ruiz, O.; Estrada, A.; Ríos, F.; Gutiérrez, E.; Bernal, H.; Valenciaga, D.; Castro, B. I. & Hernández, Y. (2012). Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de ecotipos de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de rumiantes. *Cubana de Ciencia Agrícola*.46(1), 47-53.
- Londoño, J.; Mahecha, L. & Angulo, J. (2019). Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11(1).

- Lugo, M.; Molina, F.; González, I.; González, J. & Sánchez, E. (2012). Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína bruta de *Tithonia diversifolia*. *Zootecnia Tropical*, 30(4), 317-325.
- Mahecha, L. & Rosales, M. (2005). Valor nutricional del follaje de Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*, 17. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/9/mahe17100.htm>
- Mahecha, L.J., Escobar, P., Suárez, J.F. & Restrepo, L.F. (2007). *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livestock Research for Rural Development*, 19, 55.
- Mahecha, L.; Gallego, L. A. & Peláez, F.J. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Colomb. Cienc. Pecu.* 15(2), 213-225.
- Martínez, M. (1979). Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1 220 p.
- Medina, M.G.; García, D.E.; González, M.E.; Cova, L.J. & Moratinos, P. (2009). Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 27(2), 121-134.
- Milera, M., Sánchez, T. & Martin, G. (2010). *Morus* sp. para la alimentación de bovinos en desarrollo (nota técnica). *Pastos y Forrajes*, 33(1), 1-5.
- Murgueitio, E. (2009a). Experiencias sobre la utilización de la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Grayen Colombia y Panamá. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba. (CD).

- Murgueitio, E. (2009b). Estado actual y tendencias de los sistemas agroforestales ganaderos en los trópicos. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (CD).
- Murgueitio, E.; Chará, J.; Solarte, A.; Uribe, F.; Zapata, C. & Rivera, J. (2013). Agroforestería pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Colombiana Ciencias Pecuarias*, 26, 313-316.
- Murgueitio, E.; Rosales, M. & Gómez, M.E. (1999). Agroforestería para la producción animal sostenible. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia. 67 p.
- Nash, D. (1976). Flora de Guatemala. En: Fieldiana: Botany. Vol.24, Part XII. p. 323-325.
- Navarro, F. & Rodríguez, E.F. (1990). Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. (Tesis de doctorado). Universidad del Tolima.
- Ojeniyi, S.O.; Odedina, S.A. & Agbede, T.M. (2012). Soil productivity improving attributes of mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*) and siam weed (*Chromolaena odorata*). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24(3), 243-247. <http://www.eifa.me/index.php/journal/article/view/867>.
- Oltenacu, P.A. & Broom, D.A. (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare* 19(5), 39-49.
- Pérez, E. (2017). Estudios de caso de las Fincas de Pipe Pérez y Freddy Carmona. Limón, Costa Rica.
- Pérez, A.; Montejo, I.; Iglesias, J.M.; López, O.; Martín, G.J.; García, D.E.; Milián, I. & Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, 32(1), 1-15.
- Premaratne, S.; Van Bruchem, J.; Chen, X.B.; Perera, H.G. & Oosting, S.J. (1998). Effects of type and level of forage supplementation on voluntary intake, digestion, rumen

-
- microbial protein synthesis and growth in sheep fed a basal diet of rice straw and cassava. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 11(6), 692-696.
- Ramírez, U.; Escobedo, J.G.; Lara, P.E. & Chay, A.J. (2006). Productividad agronómica del arbusto forrajero *Tithonia diversifolia* en Yucatán, México. Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible y III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p.35.
- Ríos, C.I. (1993). Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC-IMCA-CIPAV. Informe de avance. Cali, Colombia. p. 81.
- Ríos, C.I. & Salazar, A. (1995). Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico (Primera parte). Liv. Res. Rural Dev. 6 Article #25.
- Ríos, C.I. (1997). Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. 2da Edición. Colciencias-CIPAV. Cali, Colombia. p. 115.
- Ríos, C.I. 1998. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Conferencia electrónica de la FAO-CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 14. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Rios14.htm>
- Roig, J.T. & Mesa, A. (1974). Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. 709 p.
- Ruiz, E.; Febles, G.; Díaz, H. & Achang, G. (2009). Efecto de la sección y el método de plantación del tallo en el establecimiento de *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(1), 91-94.

- Ruiz, T.E.; Torres, V.; Febles, G.; Díaz, H. & González, J. (2012). Empleo de la modelación para estudiar el crecimiento del material vegetal 23 de *Tithonia diversifolia*. *Cubana de Ciencia Agrícola*. 46(1), 23-29.
- Revista colombiana de ciencia animal. (2019). *RECIA* 11(1).
- Sepúlveda, W. (2019). Uso del follaje de *Tithonia diversifolia* en la producción de leche en vacas Mambí de Cuba. (Trabajo de Diploma). Universidad de Matanzas.
- Solarte, A. (1994). Experiencias de investigación participativa en sistemas de producción animal en dos zonas del Valle del Cauca. Memorias III Seminario Internacional Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Cali, Colombia. p.49.
- Van Sao, N.; Mui, N.T., & Van Binh, Đ. (2010). Biomass production of *Tithonia diversifolia* (Wild Sunflower), soil improvement on sloping land and use as high protein foliage for feeding goats. *Livestock Research for Rural Development*. 22, Article #151.
- Vargas, J. (2012). El desarrollo de la ganadería en Costa Rica: compendio de artículos históricos. Cámara Nacional de Productores de Leche. San José, Costa Rica. 63 p.
- Verdecia, D.; Ramírez, L.; Leonard, Y.; Bazán, Y. & Bodas, R. (2011). Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del Valle del Cauto. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(5),1-13.
- Wanjau, S.; Mukalama, J. & Thijssen, R. (1994). Biomass Transfer: Harvesting Free Fertiliser. *ILEIA Newsletter*, 13(3), 25-28.

Anexo 1. Imagen de Tithonia Diversifolia



Anexo 2. Siembra vertical por estaca



Anexo 3. Región geográfica del estudio: Macizo de Guamuha



**Anexo 4. Escenario del estudio. Cooperativa de Producción Agropecuaria
“Mártires del Escambray”**



Anexo 5. Ubicación geográfica del estudio



Provincia Villa Clara



Municipio Manicaragua

Anexo 6. Proceso de selección de esquejes



Anexo 7. Establecimiento de la plantación



Anexo 8. Raza seleccionada para el estudio: Siboney

RAZA VACUNA SIBONEY CARACTERISTICAS

