

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación**

**INFORME FINAL 2011 de una investigación  
Co-financiada por la DIGI**

**Programa Universitario de Investigación:**

Alimentación y Nutrición

**Título:**

Comportamiento de especies forrajeras como tutores en el sistema de pedestales para alimentación bovina lechera. Fase I

**Nombres de los integrantes del equipo de investigación:**

<b>Nombre</b>	<b>Atribución</b>
Msc. Carlos Saavedra	Coordinador
Lic. Antonio Hernández	Investigador
Msc. Karen Hernández	Investigador
MA. Enrique Corzantes	Investigador
Julio López	Auxiliar de campo

**Fecha:** 30 de Noviembre de 2011

**Instituciones participantes y co-financiantes:**

Dirección General de Investigación y Extensión  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

## Índice General

1. Resumen: .....	3
2. Introducción: .....	4
3. Antecedentes:.....	6
3.1. <i>Alternativas tecnológicas orrajeras viables para mejorar la sostenibilidad de los sistemas</i> .....	7
3.2. <i>Uso de especies forrajeras:</i> .....	9
3.3. <i>Generalidades de las especies evaluadas</i> .....	10
3.3.1. <i>Morera (Morus sp.)</i> .....	10
3.3.2. <i>Titonia (Tithonia diversifolia)</i> .....	10
3.3.3. <i>Nacedero (Trichantera gigantea)</i> .....	11
3.3.4. <i>Cajete (Heliocarpus sp.)</i> .....	12
3.3.5. <i>Chup (Saurauia sp.)</i> .....	12
4. Justificación: .....	13
4.1. <i>Alternativas de adaptación al cambio climático</i> .....	13
5. Objetivos:.....	15
5.1 <i>General</i> .....	15
5.2 <i>Específicos</i> .....	16
6. Metodología: .....	16
6.1 <i>Fase de vivero:</i> .....	17
6.2. <i>Fase de parcelas de prueba</i> .....	17
7. Resultados.....	19
7.1. <i>Fase de vivero</i> .....	19
7.2. <i>Fase de parcelas de prueba:</i> .....	21
7.2.1. <i>Supervivencia</i> .....	21
8. Discusión: .....	24
8.1. <i>Fase de vivero:</i> .....	24
8.1.1. <i>Sobrevivencia:</i> .....	24
8.1.2. <i>Rebrotes</i> .....	25
8.1.3. <i>Análisis de la climatología de acuerdo a los resultados:</i> .....	25
8.2. <i>Fase de parcelas de prueba:</i> .....	27
8.2.1. <i>Supervivencia y altura:</i> .....	27
8.2.2. <i>Grosor del tallo:</i> .....	30
8.2.3. <i>Análisis bromatológico</i> .....	31
9. Conclusiones: .....	34
10. Recomendaciones .....	34
11. Bibliografía:.....	35

## Índice de Gráficas

Grafica 1 Prevalencia de Desnutrición Crónica en América Central .....	5
Grafica 2 Comportamiento de la supervivencia de las especies evaluadas (65 días).....	20
Grafica 3 Respuesta de rebrotes en las especies evaluadas (65 días) .....	20
Grafica 4 Distribución de la lluvia en la ciudad capital en el mes de Junio 2011.....	25
Grafica 5 Porcentaje de humedad relativa en la ciudad capital en el mes de Junio 2011.....	26
Grafica 6 Brillo solar en la ciudad capital en el mes de Junio de 2011 .....	26
Grafica 7 Porcentaje de supervivencia de las especies a los 180 días .....	27
Grafica 8 Altura de las plantas a los 180 días.....	28
Grafica 9 Grosor del tallo a los 90 días.....	30
Grafica 10 Contenido de Materia Seca y Proteína Cruda de las especies a los 180 días .....	32
Grafica 11 Relación entre el Total de Nutrientes Digestibles (TND) y Cenizas (%) de las especies evaluadas.....	33

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Sistema silvopastoril.....	8
Ilustración 2 Estructura de los pedestales .....	9
Ilustración 3 Estructura de pedestales.....	9
Ilustración 4 Esquema de un sistema agroecológico Ganadería - Agricultura.....	15

## Índice de Fotografías

Fotografía 1 Bovino Pastoreando .....	8
Fotografía 2 Sistema de pedestales .....	9
Fotografía 3 Plantación de Morera .....	10
Fotografía 4 Titonia .....	11
Fotografía 5 Nacedero.....	11
Fotografía 6 Cajete .....	12
Fotografía 7 Chup.....	13
Fotografía 8 Titonia presentando defoliación.....	29
Fotografía 9 Morera presentando defoliación.....	29

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Comportamiento de las especies evaluadas durante 65 días .....	19
Cuadro 2 Supervivencia de las plantas seleccionadas .....	21
Cuadro 3 Altura alcanzada a los 180 días.....	21
Cuadro 4 Grosor del tallo en las especies evaluadas .....	22
Cuadro 5 Análisis Bromatológico de las especies seleccionadas .....	23

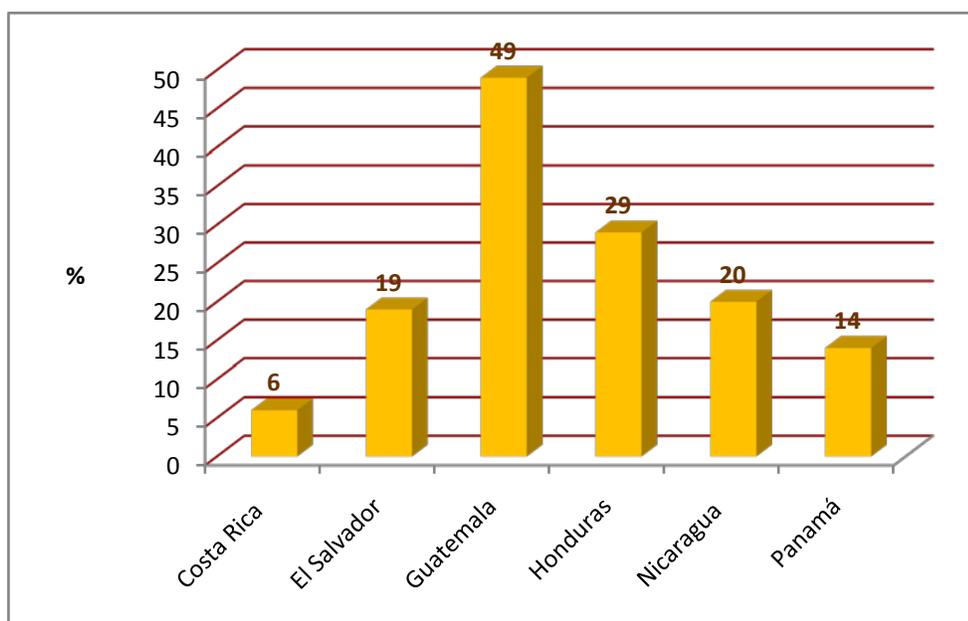
## 1. Resumen:

El proyecto consistió en la evaluación de 5 especies con potencial forrajero que presenten características apropiadas para su utilización como tutores naturales en un sistema integrado de pedestales. El diseño en pedestales es una tecnología basada en el aprovechamiento eficiente del área de pastoreo en callejones, donde se utiliza una gramínea y leguminosas herbáceas las cuales crecen utilizando como soporte tutores artificiales o naturales. Esta fase de la investigación evaluó diferentes especies como tutores. Las especies evaluadas fueron Morera (*Morus alba*); Nacedero (*Trichantera gigantea*); Titonia (*Tytonia diversifolia*); Chup (*Saurauia sp.*) y Cajete (*Heliocarpus sp.*). El estudio fue dividido en dos fases, siendo la primera a nivel de vivero y la segunda en parcelas de prueba. Las variables a medir fueron: supervivencia (%); grosor del tallo (cm); tiempo en que las plántulas alcancen una altura entre los 30 y 40cm (desde la base del rebrote hasta el ápice de la rama apical); afectación fitosanitaria de las especies a evaluar según escala de valores 1 – 5; análisis bromatológico de las especies evaluadas al finalizar la fase de parcelas de prueba, en términos de Proteína Cruda (%), Total de Nutrientes Digestibles (%), Fibra Acido Detergente (%), Energía Bruta (Mcal/kg), Materia Seca (%) y Cenizas (%). De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que en la fase de vivero, las especies Cajete (*Heliocarpus sp.*) y Chup (*Saurauia sp.*) tuvieron un comportamiento no esperado en relación a la sobrevivencia el cual fue 0% para ambas especies, debido a que durante la época en la que se desarrollo esta parte de la investigación, la precipitación pluvial y la humedad características de la época de invierno prácticamente dañaron permanentemente a estas especies, provocando una afectación fitosanitaria en grado 5. La Morera (*Morus alba*), Nacedero (*Trichantera gigantea*) y Titonia (*Tytonia diversifolia*), se pudo observar que Morera presentó un 100% de supervivencia, seguido por Nacedero (84%) y por ultimo Titonia (78%). No obstante, siempre en la fase de vivero, esta última presenta mayor número de rebrotes. En relación a la fase de parcelas de prueba la supervivencia presento diferentes resultados posicionando a Nacedero con un (92%), Morera (64%) y Titonia (19%); respecto a la variable grosor de tallo los datos fueron los siguientes, 1.71 cm para Nacedero, 1.38 Titonia y 0.432 Morera; en relación a la altura de la planta, Titonia alcanzó un promedio de 85.28cm, seguido por Morera 52 y por ultimo Nacedero 37.42. En relación al contenido de Materia Seca, la especie que presentó el mejor valor fue Morera (27.91%), seguido por Nacedero (25.99%) y Titonia (22.07%). La especie con mayor porcentaje de proteína cruda (27.54%) fue Titonia, seguido por Morera (26.32%) y Nacedero (22.83%). Los valores de Fibra Cruda ubican a Nacedero con el valor más alto (25.04%), seguido por Titonia (14.39%) y Morera (14.18%). En cuanto al extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno, Morera presenta 42.44, 1.69; Nacedero 23.47, 3.5 y Titonia 39.05, 2.68, respectivamente. De acuerdo a las dos fases que comprendió el estudio, se concluye que al relacionar la parte agronómica y nutricional de las especies evaluadas, Morera (*Morus alba*) y Nacedero (*Trichantera gigantea*) son las plantas adecuadas para ser utilizadas en el sistema de pedestales como tutores.

## 2. Introducción:

Las tasas de desnutrición crónica en niños menores de 5 años en América Central son entre las más altas del mundo. Según estudios del Banco Mundial, alrededor del 30% de la población infantil mundial sufre desnutrición. No obstante, desnutrición junto con enfermedades comunes como el paludismo y la diarrea contribuyen al 60% de la mortalidad infantil. La desnutrición afecta en promedio de uno de cada tres niños en Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua.

**Gráfica 1**  
**Prevalencia de Desnutrición Crónica en América Central**



Según el informe recientemente publicado por el Banco Mundial “Revalorización del Papel Fundamental de la Nutrición para el Desarrollo”, a menos que se mejore la nutrición de un niño durante los primeros dos años de su vida, este sufrirá un daño irreparable que, a la larga, afectará en forma negativa el crecimiento económico del país.

De acuerdo a lo anterior la leche y sus subproductos juegan un papel importante en la nutrición humana, ya que son alimentos fundamentales para un adecuado crecimiento. La disponibilidad mundial de leche es de 83.1 litros per cápita. Los países desarrollados tienen disponibilidad de 273 litros, por el contrario los países pobres, tienen 26 litros per cápita. Esto representa una disponibilidad 10.5 veces menor. (Benedetti 2002, Asamblea General Anual de FEPALE 2009)

La recomendación mínima de consumo de leche dada por la OMS es de 146 litros per cápita, cantidad dada por estudios realizados a nivel mundial en los que la sitúan como un producto esencial de la dieta infantil. El déficit aproximado

actualmente es de 63 litros por persona a nivel mundial. Calculando toda la población y producción harían falta 344 millones de toneladas de leche en el mundo para atender el mínimo recomendado por persona, lo que significa que se tendría que duplicar la actual producción de leche. (Benedetti, 2002)

De acuerdo a las nuevas tendencias y demandas a las que estarán sometidas las explotaciones pecuarias a nivel mundial, en lo referente a la conservación del ambiente, uso adecuado de los recursos no renovables, disminución de la dependencia a materias primas externas a los sistemas de producción; es de vital importancia la creación y evaluación de nuevos arreglos de pastoreo que incluyan dichos aspectos junto con la productividad. Como respuesta a dichas demandas en la creación de tecnologías apropiadas, se planteó en esta fase de la investigación, encontrar dos especies que tengan características deseables para ser utilizadas como tutores de *Centrosema pubescens*, leguminosa herbácea que es considerada por poseer un alto valor nutricional.

La tecnología de pedestales ha sido desarrollada ampliamente por investigadores cubanos, los cuales utilizaron tutores artificiales, que encarecieron y dificultaron la difusión de dicho sistema de producción por requerir de un alto costo de instalación. Como variante a esta técnica, este proyecto de investigación sustituirá los tutores artificiales por tutores naturales con potencial forrajero y que se sirvan como soporte para la leguminosas.

Esta fase de la investigación evaluó 5 especies con potencial como tutores naturales: Morera (*Morus alba*); Nacadero (*Trichantera gigantea*); Titonia (*Tytonia diversifolia*); Chup (*Saurauia sp.*) y Cajete (*Heliocharpus sp.*). En la fase de vivero las especies que presentaron los mejores resultados fueron Morera (*Morus alba*); Nacadero (*Trichantera gigantea*); Titonia (*Tytonia diversifolia*), estas tres fueron trasladadas a las parcelas de prueba.

### 3. Antecedentes:

La situación del sub-sector lechero en Guatemala, está caracterizado por poseer un hato aproximado de 162,585 a 209,000 vacas en producción, del cual el 85% se localiza en explotaciones de pequeños productores. La productividad calculada a nivel nacional por vaca oscila entre 3.9 a 4.7 litros diarios, lo que representa una oferta de 633,294 litros diarios de leche. Este valor no alcanza a cubrir la demanda nacional por lo que se genera una dependencia al consumo de leche importada. (Asamblea General Anual de FEPALE, 2009)

La importancia desde el punto de vista socio-económico de este sector representa alrededor de 40 a 50 mil puestos de trabajo lo cual lo define como una actividad productiva y generadora de empleo a nivel rural. Existen aproximadamente 82 mil productores de leche en nuestro país, de los cuales su mayoría son de escasos recursos y enfrentan grandes desafíos para desarrollar y mejorar la actividad lechera. (Asamblea General Anual de FEPALE, 2009)

Por lo tanto, se puede resumir que Guatemala es un país deficitario en la producción láctea debido a diferentes factores, entre los que se pueden mencionar:

- Falta de políticas gubernamentales orientadas al desarrollo de la producción lechera
- Uso y manejo inadecuado del suelo
- Bajo nivel tecnológico
- Baja productividad por animal (4 litros/día)
- Falta de implementación de sistemas sostenibles

Otras limitantes que enfrenta el pequeño productor son: poca accesibilidad a tecnologías apropiadas a sus condiciones socioeconómicas y culturales. Así como la escasa o nula oportunidad a obtener crédito. La baja escolaridad de la población incide en la poca apropiación del conocimiento relacionado con el manejo de su explotación pecuaria.

Históricamente en Latinoamérica la mayoría de literatura hace énfasis en explotaciones intensivas de alto nivel tecnológico, existiendo pocas fuentes de información que utilizan las integraciones de árboles, gramíneas y leguminosas que han demostrado ventajas sostenibles en los ecosistemas.

En la actualidad debido al alza de los precios de los alimentos balanceados, combustibles y suministros utilizados en la producción lechera, los productores están buscando opciones para reducir sus costos y mantener la rentabilidad en sus explotaciones. La tendencia a reducir y buscar fuentes alimenticias alternativas como el uso de subproductos agrícolas, pastoreo intensivo de gramíneas, entre otras, son opciones cada vez más comunes en explotaciones que buscan mantener su nivel productivo y aumentar su rentabilidad.

### 3.1. Alternativas tecnológicas forraje sistemas

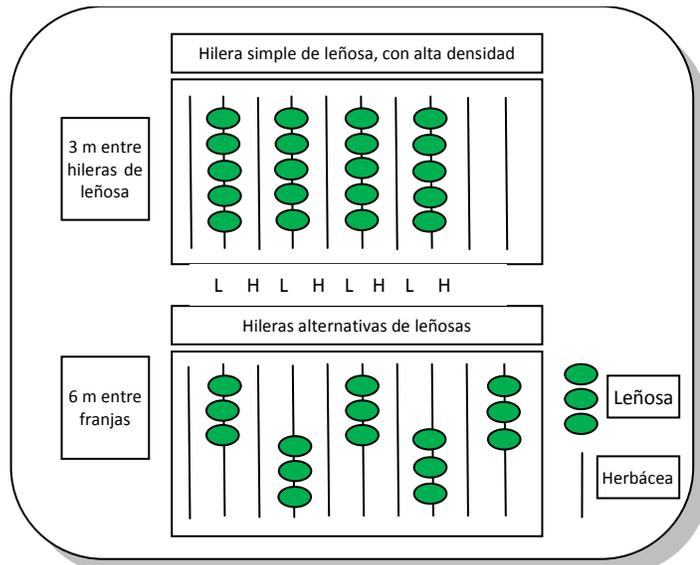
Como se observa en la figura Entre los callejones se cultivan pasturas permanentes gramíneas solas, asociaciones (gramínea/leguminosa) Arboles debe aportar un 20-30% de la biomasa potencialmente consumible por el ganado. El arreglo espacial debe ser tal que favorezca la movilización de los animales y cosecha.

A diferencia de lo que sucede en los bancos forrajeros, en este sistema los animales permanecen todo el día en las áreas donde se intercalan especies arbustivas y leñosas en callejones, con la vegetación herbácea. La inclusión de especies arbóreas con franjas intercaladas en diferentes pastos a mejorado los suelos, reciclaje de nutrientes y estimulando la biodiversidad biológica, la producción de leche obtenida en promedio de 10 litros/diarios.

Los pedestales sirven de soporte a las leguminosas trepadoras (herbáceas), protegiéndolas de los animales y define los potreros donde se realiza el pastoreo rotacional. Además por su diseño en el espacio, por cada metro cuadrado de suelo que se siembra de leguminosa dentro del pedestal, existen 2.96 m<sup>2</sup> de frente de comedero de forma vertical en el caso de los pedestales para bovinos.

Una de las innovaciones tecnológicas de gran importancia y beneficio económico es la creación de pedestales, basada en garantizar en un 100% la fuente alimenticia de la masa ganadera a través de los pastos, asociando gramíneas y leguminosas rastreras, desarrollándose estas últimas sobre los soportes que dan nombre a la tecnología.

### Ilustración 1 Sistema silvopastoril



### Fotografía 1 Bovino pastoreando



Esta tecnología surge en Cuba de manera experimental a mediados de los 90 en el Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB), (Batista, 2002) y en los primeros años del presente milenio se lleva a cabo de modo convencional en algunas empresas pecuarias del país, siendo pioneras las provincias de Holguín, La Habana y Santiago de Cuba. Su principal objetivo es producir de 20000 a 30000 litros de leche/hectárea/año, con la utilización únicamente de pastos de alta calidad como alimento.

Un ejemplo que demuestra la importancia de utilizar estos sistemas es sin duda la utilización de pedestales en la producción de leche. Si tenemos en cuenta los resultados que se han obtenido con esta técnica y comparados con los resultados obtenidos en algunos países desarrollados, de promedios por encima de 12 000 litros de leche por vacas, caracterizados por una carga baja y un área adicional para el consumo de alimentos conservados, granos y otros. Además de utilizar grandes recursos en fertilizantes, herbicidas, riego, maquinarias, etc., mientras en los pedestales se obtienen estos resultados en sólo una hectárea sin otras entradas. Impresiona la enorme cantidad de biomasa de alta calidad, surgiendo la interrogante sobre el futuro del trópico, cuando sigan surgiendo nuevas tecnologías para integrarlas a los sistemas de producción de leche a base de pastos y forrajes. (leche, 2003)

**Fotografía 2**  
**Sistema de pedestales**



**Ilustración 3**  
**Estructura de pedestales**



### 3.2. Uso de especies forrajeras:

Son muchas las alternativas propuestas para mejorar esta situación entre la competencia de la alimentación animal y el ser humano. Uno de los mejores ejemplos es la utilización de sistemas agroforestales para hacer más sostenibles a los sistemas de producción animal (Milera et al. 2006, Casasola et al. 2009). Los árboles o arbustos dispersos en potreros pueden jugar un papel importante como estrategia de adaptación al cambio climático. En las diferentes zonas agroecológicas los productores mantienen entre 68 y 107 especies de leñosas (Ruiz et al. 2005, Villanueva et al. 2007).

Las pasturas con una cobertura arbórea entre 20% y 30% ofrecen beneficios a nivel económico y ecológico en comparación con aquellas pasturas degradadas en pocos o sin árboles. Desde el punto de vista económico, el efecto de la sombra incrementa la producción de leche dentro de un rango de 10% a 22% en

comparación a potreros sin árboles. (Souza 2002, Betancourt et al. 2003)

### 3.3. Generalidades de las especies evaluadas

#### 3.3.1. Morera (*Morus sp.*)

La morera pertenece a la familia Moraceae (Clase Dicotiledóneas; Subclase Urticales) y hay varias especies: *Morus alba*, *M. nigra*, *M. indica*, *M. laevigata*, *M. bombycis*, etc. que han sido usadas en forma directa, o a través de cruzamientos o mutaciones inducidas, para el desarrollo de variedades en apoyo a la producción de gusano de seda. La composición química de las fracciones del follaje de morera presenta valores de proteína cruda entre 15 y 28% dependiendo de la variedad, edad de la hoja y las condiciones de crecimiento. En general, los valores de proteína cruda pueden ser considerados similares a la mayoría de follajes de leguminosas. Las fracciones fibrosas en la morera son bajas comparadas con otros follajes. Una de las cualidades principales de la morera como forraje es su alta palatabilidad. (Sánchez 1999)

**Fotografía 3**  
**Plantación de Morera**



### 3.3.2. *Tithonia* (*Tithonia diversifolia*)

El género *Tithonia* comprende diez especies originarias de Centro América. *Tithonia diversifolia* fue introducida a Filipinas, la India y Ceilán. También se registra en el Sur de México, Guatemala, Honduras, Salvador, Costa Rica, Panamá, Cuba, Venezuela y Colombia. En Guatemala se registra entre los 200 y los 2300 msnm, en matorrales húmedos o secos; se le conoce con los nombres de mirasol k=onon, q=il, sun, quil, quil amargo y saján grande. En Colombia se denomina mirasol, botón dorado, girasola, girasol y botón de oro.

Se utiliza para alimentación de cabras en sistemas de corte y acarreo combinando los beneficios de la producción pecuaria. También se aprovecha para el ramoneo de ovejas y algunos agricultores esparcen hojas de *T. diversifolia* en los estanques para ser consumida por tilapias. Se han realizado ensayos con resultados promisorios, al incorporar hojas de esta especie en raciones para alimentación de gallinas. También es utilizada en la alimentación de bovinos, como cerca viva, barrera rompevientos, abono verde y mejorador de suelos, es medicinal y melífera.

La especie posee alta calidad nutricional, presentando valores de PC 14-28 %, TND entre 45-48 % y MS entre 14-23 %. En análisis cualitativos realizados para determinar la presencia de metabolitos secundarios en el follaje, no se encontraron ni taninos ni fenoles. (Ríos 1998)

**Fotografía 4**  
**Tithonia**



**Fotografía 5**  
**Nacedero**

### 3.3.3. *Nacedero* (*Trichantera gigantea*)

Esta especie es conocida con numerosos nombres comunes: quiebrabarrigo, beque, yátago, madre de agua, cajeto (Colombia y Venezuela), palo de agua (Panamá), tuno (Guatemala). Perteneciente a la familia de las Acantáceas, constituida por más de 200 géneros y más de



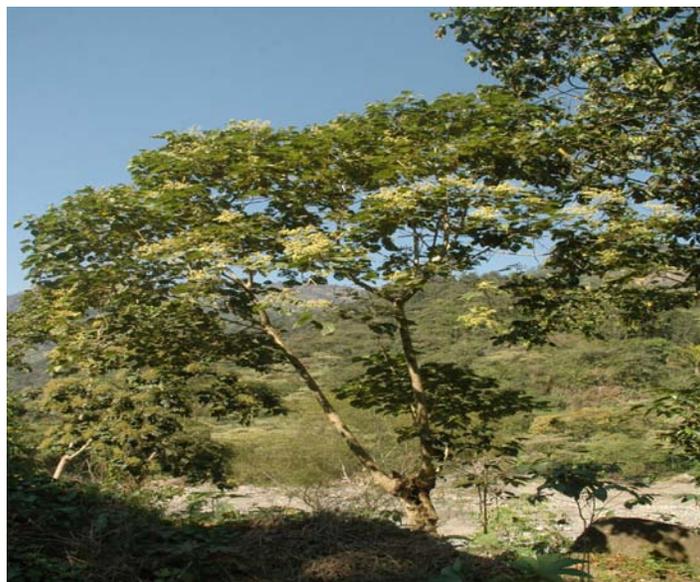
2,000 especies en su mayoría nativas de los trópicos. El nacedero, es una planta vistosa que crece en forma silvestre y puede ser cultivada para fines específicos (agroforestería, agricultura, conservación de suelos, etc.), es cosmopolita en trópicos y subtrópicos. Árbol mediano de 4-12 m de altura con copas de 6 m de diámetro, muy ramificado, ramas con nudos pronunciados y hojas opuestas aserradas y vellosas verdes.

Se ha incorporado en programas de reforestación y protección de cuencas. Se usa como planta medicinal, y como forrajera para diferentes especies de monogástricos (conejos, cerdos, roedores, aves) y rumiantes (bovinos, cabras y ovejas). La composición química del forraje varía de acuerdo al tipo de suelo, intervalos de corte y condiciones climáticas, pero en general la MS es de 17-27% y PC 14.13-16.61%. (Zuluaga 1994)

#### 3.3.4. Cajete (*Heliocarpus sp.*)

Esta planta se encuentra distribuida en México y toda la región Centroamericana. Es un árbol pionero común que se presenta en bosques alterados (selva alta, selva baja y bosque mesófilo), también se encuentra distribuido en potreros, cafetales y a lo largo de ríos. Su distribución es variable pero la más abundante es por encima de los 1000 msnm. Su propagación puede realizarse por medio de semillas y estacas. La composición química del forraje varía de acuerdo al tipo de suelo, intervalos de corte y condiciones climáticas. Los contenidos bromatológicos están alrededor de 18.47% de materia seca y 19.26% de proteína cruda. (Informe de resultados de análisis 2007, Jiménez 2008, Tzul 2009, Heike 2009)

### Fotografía 6 Cajete



### 3.3.5. Chup (*Saurauia* sp.)

Género con 280 especies en áreas tropicales y subtropicales de Asia, América y Nueva Guinea. Cerca de 29 especies se encuentran en México y Centroamérica; 6 especies en Nicaragua y 1 especie adicional se espera encontrar. Su morfología a grandes rasgos es de Arbustos y árboles pequeños (a veces árboles grandes); plantas hermafroditas o funcionalmente dioicas. Se reconoce por ser la única especie del género que se distribuye en bosques húmedos de bajura, además sus flores son más pequeñas que las de las otras especies. Las hojas tienen una venación escaleriforme muy característica y dientes finos en el borde.

Un estudio efectuado en la región de Chiapas, México, realizó un análisis químico-nutricional y ensayos de digestibilidad *in vitro* e *in situ* de forraje proveniente de árboles y arbustos forrajeros de la zona, utilizados para la alimentación alternativa ganadera. Dentro de estos se analizó *Saurauia scabrida*, obteniendo la mayor puntuación dentro de los productores ya que es utilizada como forraje para los animales, es de fácil reproducción, tiene alta capacidad de rebrote, entre otras. El contenido de materia seca es variable dependiendo de la época pero oscila entre 19 – 25% y su contenido de proteína cruda entre 8 – 12%. (Informe de resultados de análisis 2007, Tzul 2009, Herbario Zamorano Paul C. Standley 2010)

**Fotografía 7**  
**Chup**



## **4. Justificación:**

### *4.1. Alternativas de adaptación al cambio climático*

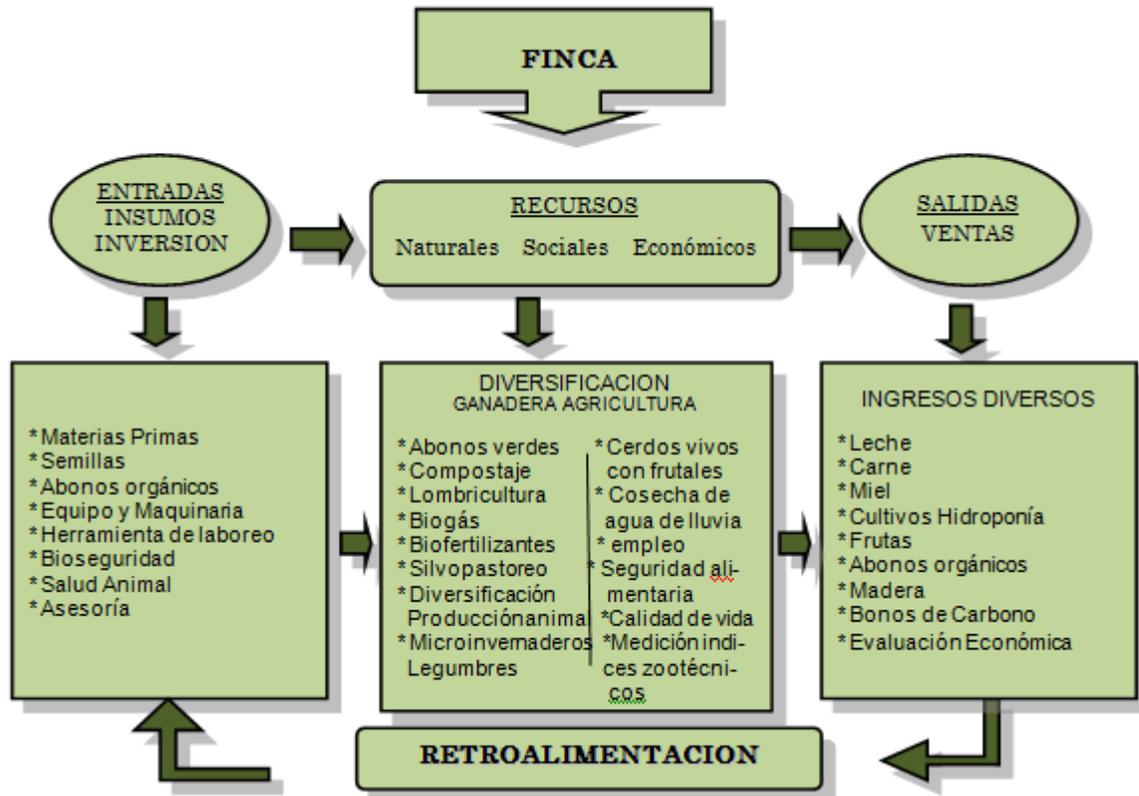
La tendencia de bajas producciones agropecuarias es confirmada, con las sequías y/o inundaciones que se han producido tanto a nivel mundial como nacional en los últimos años (Pérez et al., 2009). Estos hechos repercuten no sólo en la calidad alimenticia del ser humano, sino también en la ganadería, la cual es alimentada con granos y cereales; esta situación ha puesto en abierta competencia la disponibilidad de los mismos en cantidades y precios apropiados tanto para la alimentación humana y animal.

Desde el punto de vista ecológico y ambiental, este sistema aumenta su relevancia debido a que luego de su total establecimiento, mejora la capacidad de aireación del suelo así como la constante incorporación de materia orgánica y retención hídrica. El conjunto de plantas se convierte en un medio adecuado para la proliferación de diferentes especies de insectos y aves que pueden cohabitar hacer de los pedestales su medio de sustento. Es importante recalcar que la simbiosis entre las especies introducidas refleja el objetivo del mayor aprovechamiento por metro cuadrado, dedicado a este propósito.

Si se analiza la propuesta desde sus impactos prácticos y valor agregado al conocimiento, resalta su importancia, como se mencionó anteriormente, de convertirse en un modelo demostrativo de la aplicación de tecnología que puede ser replicada por productores de diferentes regiones utilizando plantas propias de sus localidades, así como el importante aporte que este tendría a nivel práctico en la formación de los futuros veterinarios y zootecnistas que aporta la Facultad a nivel profesional.

Así mismo este sistema, tanto en su fase de implementación, como en su operación proveerá a estudiantes y docentes de un medio apropiado para desarrollar estudios de investigación científica que enriquezcan el aprovechamiento del sistema a nivel académico como demostrativo.

**Ilustración 4**  
**Esquema de un sistema agroecológico Ganadería - Agricultura**



Los proyectos de diversificación de ganadería y agricultura deben ser sometidos a un diagnóstico previo a su implementación, para medir sus potencialidades y tecnologías, tanto agrícolas y producción animal, apropiadas a las condiciones particulares y culturales de cada región de nuestro país. La diversificación debe basarse en tres principios fundamentales:

- Conservación y mejoramiento de las condiciones del suelo.
- Biodiversidad funcional de plantas y animales en finca.
- Maximizar la interrelación de la producción agrícola y pecuaria.

## **5. Objetivos:**

### *5.1 General:*

Generar información sobre el comportamiento de especies forrajeras como tutores en un sistema integrado de alimentación animal.

### *5.2 Específicos:*

- a. Evaluar las especies (Morera *Morus alba*, Nacedero *Trichantera gigantea*, Tytonia *diversifolia*, Chup *Saurauia succulenta*, Cajete *Heliocarpus appendiculatus*) a nivel de vivero.
- b. Determinar el nivel de afectación fitosanitaria de las especies a evaluar según escala de valores 1 – 5, tanto a nivel de vivero como en la fase de parcelas de prueba.
- c. Seleccionar las especies en la fase de parcelas de prueba que presenten los mejores resultados.
- d. Analizar bromatológicamente las especies evaluadas al finalizar la fase de parcelas de prueba.

## **6. Metodología:**

La metodología utilizada para alcanzar los objetivos de esta fase consistió, en el establecimiento de las distintas especies forrajeras en vivero para su respectiva evaluación y posterior selección para el trasplante y evaluación en parcelas de prueba. Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 especies forrajeras (tratamientos) y 36 repeticiones. La unidad experimental fue una estaca. La investigación fue dividida en dos fases:

### *6.1 Fase de vivero:*

Para la fase de vivero se emplearon bolsas perforadas de 28 x 13 cm, donde se depositó un sustrato compuesto por 70% de suelo y 30% de materia orgánica. Antes de efectuar la siembra se eliminaron las malezas y se removió la superficie hasta aflojar el suelo. Las estacas se depositaron en el centro de la bolsa. Anteriormente a la siembra las estacas, se prepararon con enraizador para facilitar su enraizamiento.

Para cada tratamiento se sembraron 50 bolsas (parcela bruta), y las 36 bolsas del centro serán objeto de evaluación (parcela neta).

Todo el material sembrado en el vivero (40 bolsas por tratamiento) recibió un riego diario (en el horario de 8:30-10:00 a.m. y de 3:00-4:30 pm.), con el fin de mantener la humedad necesaria para el desarrollo de las plántulas.

Se consideró como período de vivero el tiempo que transcurrió entre la siembra y el traslado de las plántulas a las condiciones de campo o fase de parcelas de prueba. La fase de vivero culminará cuando las plantas alcancen entre 30 y 40cm.

### *6.2. Fase de parcelas de prueba:*

El área a utilizar en esta fase se preparó previamente el terreno y efectuó un análisis de suelo. Se realizó la corrección respectiva. Todas las especies evaluadas fueron establecidas en parcelas de prueba a nivel de campo; las parcelas tuvieron un área de 28 m<sup>2</sup>. Las plantas fueron sembradas en surcos de 2m de largo, 0.3m entre estacas sembradas y una distancia entre surcos de 1m. Con esta distribución fueron necesarias 36 plántulas por especie forrajera, provenientes del vivero. En esta etapa se realizó monitoreo y evaluación de plagas y enfermedades.

VARIABLES A MEDIR PARA AMBAS ETAPAS:

**Supervivencia (%).** A partir de los 30 días de la siembra y con una frecuencia de siete días, se realizarán conteos de supervivencia en las plantas.

**Tiempo.** Periodo en que las plantas alcancen una altura entre los 30 y 40cm. En la fase de vivero y entre 1 – 1.2m en la fase de parcelas de prueba (desde la base del rebrote hasta el ápice de la rama apical).

**Grosor del tallo (cm).** Esta medición se realizará cuando la plántula alcance entre 30 y 40 cm en la fase de vivero y entre 1 – 1.2 m de altura al finalizar la fase de parcelas de prueba.

**Afectación fitosanitarias.** A partir de los 30 días de la siembra y cada siete días, se determinará el nivel de afectación según la escala de valores del 1-5, donde:

- I. Grado de afectación muy alto (100% de área foliar afectada)
- II. Grado de afectación alto (50% de área foliar afectada)
- III. Grado de afectación moderado (25% de área foliar afectada)
- IV. Grado de afectación ligero (10% de área foliar afectada)
- V. Grado de afectación incipiente (1% de área foliar afectada)

**Análisis Bromatológico:** Al finalizar la fase de parcelas de prueba, se procederá a tomar muestras y obtener los siguientes datos: Proteína Cruda (%), Total de Nutrientes Digestibles (%), Extracto etéreo (%), Materia Seca (%), Cenizas (%).

## 7. Resultados:

### 7.1. Fase de vivero:

Luego de realizar la primera fase de estudio, se reportaron los siguientes datos de supervivencia y rebrotes.

Cuadro No.1  
Comportamiento de las especies evaluadas durante 65 días

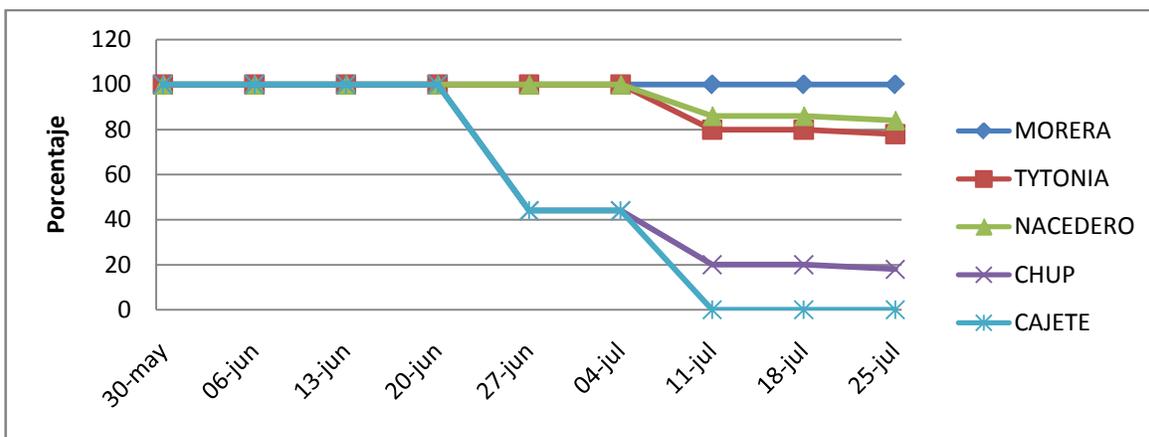
VARIABLE	MORERA		TITONIA		NACEDERO		CHUP		CAJETE	
	(N)	(%)	(N)	(%)	(N)	(%)	(N)	(%)	(N)	(%)
Supervivencia	50	100	39	78	42	84	9	18	0	0
Rebote	8	16	19	38	7	14	2	4	0	0
Tiempo (días)	65		65		65		65		65	

\*La variable rebrote está calculada sobre 50 estacas con las que se inicio el experimento

De acuerdo al Cuadro No.2 los resultados obtenidos durante la fase de vivero se puede concluir que las especies Cajete (*Heliocarpus* sp.) y Chup (*Saurauia* sp.) tuvieron un comportamiento no esperado en relación a la sobrevivencia el cual fue 0% en el caso de Cajete. Mientras que Chup se mantuvieron vivas únicamente 9 plantas.

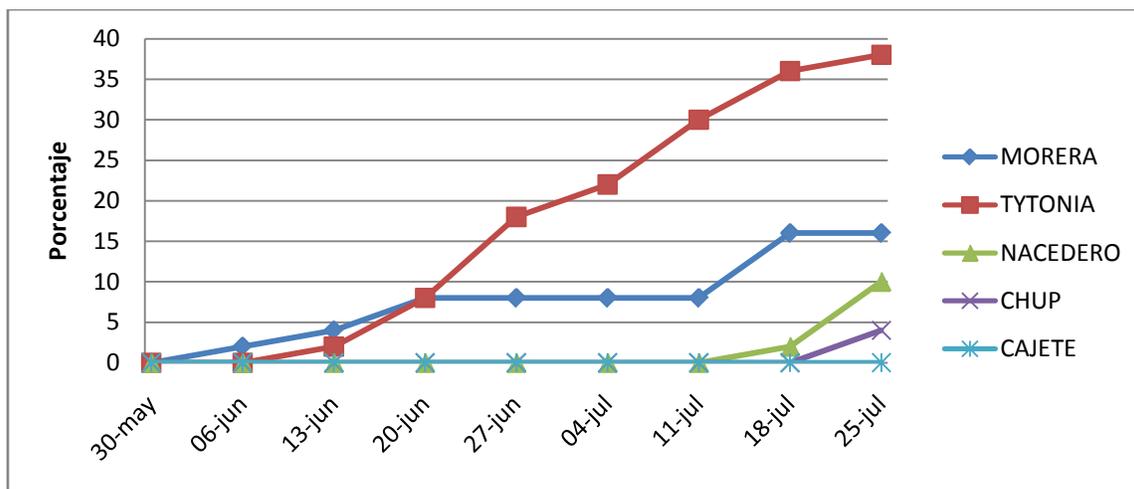
En relación a Morera (*Morus alba*), Nacedero (*Trichantera gigantea*) y Titonia (*Tytonia diversifolia*), se pudo observar que Morera presenta un 100% de supervivencia, seguido por Nacedero (84%) y por ultimo Titonia (78%). Sin embargo esta última presenta mayor número de rebrotes.

Grafica No.2  
Comportamiento de la supervivencia de las especies evaluadas (65 días)



En la grafica No.1 se puede observar que durante el mes de Julio, Chup y Cajete no lograron sobrevivir en la fase de vivero. Asimismo, Nacadero, Tytonia presentaron menor mortalidad, mientras que Morera presentó una supervivencia del 100%.

Grafica No.3  
Respuesta de rebrotes en las especies evaluadas (65 días)



En relación a la Gráfica No.2, la capacidad de rebrote de las especies evaluadas, manifestó una dinámica similar a la supervivencia, a excepción de que la Tytonia fue la especie que presento el mayor numero de rebrotes, seguido por Morera y Nacedero.

7.2. Fase de parcelas de prueba:

7.2.1. Supervivencia:

Cuadro No. 2  
Supervivencia de las plantas seleccionadas

VARIABLE	MORERA		TITONIA		NACEDERO	
	(N)	(%)	(N)	(%)	(N)	(%)
Supervivencia	23	64	7	19	33	92
Tiempo (días)	180		180		180	

De acuerdo al Cuadro No. 2 las especies evaluadas, el Nacedero fue la especie que presento los mejores resultados con 33 plantas de 36 sembradas, este número de plantas representó el 92% de las plantas sembradas. Morera, 23 plantas, con un 64% de supervivencia y por ultimo Titonia con 7 plantas que representó el 19% del total de plantas sembradas.

Cuadro No. 3  
Altura alcanzada a los 180 días de siembra

VARIABLE	MORERA		TITONIA		NACEDERO	
	(N)	Promedio	(N)	Promedio	(N)	Promedio
	23		7		33	
Altura (cm)		52		85.28		37.42
Tiempo (días)	180		180		180	

En relación a la altura de las plantas la especie que presentó la mayor altura fue Titonia con un promedio de 85.28cm seguida por Morera con 52cm y por último Nacedero con 37.42 cm. Cabe mencionar que a pesar que Titonia presento la mayor altura, fue la planta que sobrevivió menos, según los resultados. Las otras dos especies presentaron menor altura pero un número mucho mayor de plantas vivas al final del estudio.

Cuadro No. 4  
Grosor del tallo en las especies evaluadas

VARIABLE	MORERA		TITONIA		NACEDERO	
	(N)	Promedio	(N)	Promedio	(N)	Promedio
	23		7		33	
Grosor (cm)		0.432		1.379		1.71
Tiempo (días)	90		90		90	

El grosor de los tallos fue mayor en el caso del Nacedero (1.71 cm), seguido de Titonia (1.37cm) y por ultimo Morera (0.43 cm.) .Para esta variable, merece destacarse que está influido por las interacciones genotipo-ambiente. Las especies arbóreas son bastantes heterogéneas desde el punto de vista biológico, las cuales están condicionadas por el medio natural donde se desarrollan. El grosor del tallo es inherente a la especie, ecotipos y sus interacciones a las condiciones imperantes del ecosistema local.

Cuadro No. 5  
Análisis Bromatológico de las especies seleccionadas

<b>Descripción de la muestra</b>	<b>BASE</b>	<b>Agua %</b>	<b>M.S.T . %</b>	<b>E.E. %</b>	<b>F.C. %</b>	<b>Proteína Cruda %</b>	<b>Cenizas %</b>	<b>E.L.N . %</b>
<b>MORERA FOLLAJE</b>	SECA	72.09	27.91	1.69	14.18	26.32	15.37	42.44
<b>MORERA TALLO</b>	SECA	67.64	32.36	1.15	40.60	9.17	7.83	41.25
<b>TITONIA TALLO</b>	SECA	67.62	32.38	1.41	38.30	7.70	6.34	46.26
<b>TITONIA FOLLAJE</b>	SECA	77.93	22.07	2.68	14.39	27.54	16.34	39.05
<b>NACEDERO HOJA</b>	SECA	74.01	25.99	3.50	25.04	22.83	24.65	23.97
<b>NACEDERO TALLO</b>	SECA	83.72	16.28	2.19	38.88	15.84	25.85	17.24

Los resultados del análisis bromatológico, ubican a Titonia como la especie con mayor porcentaje de proteína cruda (27.54%), seguido por Morera (26.32%) y Nacedero (22.83%). En relación al contenido de materia seca, la especie que presentó el mejor valor fue Morera (27.91%), seguido por Nacedero (25.99%) y Titonia (22.07%). Los valores de fibra cruda ubican a Nacedero con el valor más alto (25.04%), seguido por Titonia (14.39%) y Morera (14.18%), respectivamente.

## 8. Discusión:

### 8.1. Fase de vivero:

#### 8.1.1. Sobrevivencia:

De acuerdo a un estudio efectuado en Cuba (Ruiz, Febles, Díaz, & Achang, 2009) evaluando agrónomicamente *Tithonia diversifolia* encontró que el tipo de estacas utilizadas para la siembra influye notablemente en la producción de biomasa (hojas y tallos verdes) de estas plantas. Con estacas leñosas se obtienen mayores rendimientos, debido al desarrollo más completo del tejido conductor. Como parte de las características de las plantas individuales de *Tithonia*, en el tratamiento donde los tallos se enterraron por una de sus puntas, mostró plantas más débiles, al tener menor número de hojas y pesar menos la planta íntegra. En observaciones realizadas al sistema radicular de los tallos plantados en cada uno de los tratamientos hubo mayor volumen de raíces y mayor cantidad por metro lineal en el tratamiento en el que los tallos se plantaron acostados en el fondo del surco.

De acuerdo a los datos obtenidos en relación a la supervivencia en *Tithonia* y al estudio efectuado por (Ruiz, 2009) esta especie responde de buena manera a su establecimiento en campo por medio de la siembra directa; no así, dejando parte de la estaca fuera del suelo. Esta información coincide con los resultados obtenidos en esta fase.

Para analizar los resultados obtenidos en relación al comportamiento se realizó un análisis de la climatología con el propósito de fundamentar los resultados obtenidos de acuerdo a datos climatológicos durante la fase evaluada, se obtuvieron datos de precipitación, humedad y brillo solar, los cuales sirvieron para realizar relaciones entre las variables analizadas y los efectos climatológicos.

La sobrevivencia fue del 100% en el caso del Nacedero, según (Arosemena, 2009) el Nacedero tiene una capacidad de enraizamiento entre el 80 y 85%. Este estudio también afirma que esta especie tolera humedad y sequía prolongada, lo cual confirma el hecho de que en las condiciones de alta precipitación pluvial a las que fueron sometidas las estacas en el periodo de evaluación su resistencia fue confirmada.

En relación a la sobrevivencia de la Morera un estudio efectuado en Cuba, (Noda, Pentón, & Martín, 2004), donde se evaluaron 9 variedades de esta misma especie se reportó que el porcentaje de supervivencia en cada una de las variedades estuvo entre el 90 y el

100%. Estos datos coinciden con los resultados encontrados en este estudio en relación a la sobrevivencia de esta especie.

#### 8.1.2. Rebrotos:

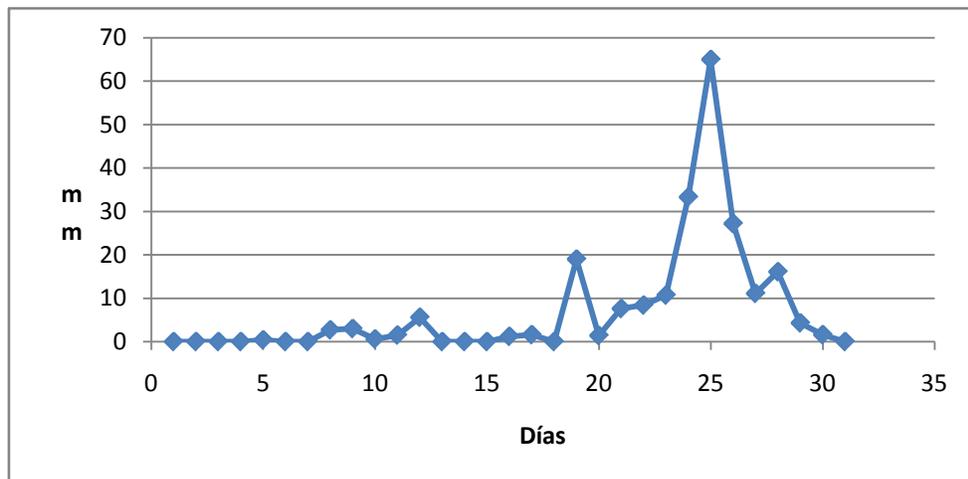
En relación a la cantidad de rebrotos un estudio efectuado por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (Arosemena, 2009) indica que la propagación del Nacedero se realiza únicamente con estacas, así mismo y en concordancia con los resultados obtenidos en este estudio, la capacidad de esta planta de generar rebrotos es muy alta.

En el caso de la *Tithonia* un estudio elaborado en Colombia (Mahecha & Rosales, 2005) afirma que la capacidad de generar rebrotos es una de sus cualidades fundamentales de esta especie. Esto confirma los resultados encontrados en este estudio en el que la *Tithonia* fue la especie que mayor número de rebrotos presentó en la fase de vivero.

Para la Morera, un estudio elaborado en la Meseta Central de Costa Rica, (Boschini, Dormond, & Castro, 1998) afirma que esta especie responde muy bien a la poda ya que desarrolla un sistema radicular vertical vigoroso y profuso horizontalmente, esto le permite tener una capacidad de exploración que le permite mantenerse en periodos críticos.

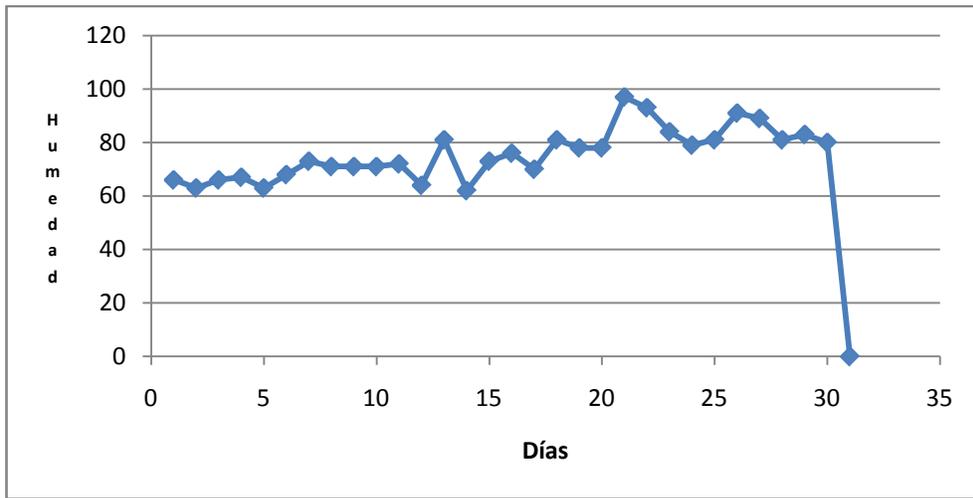
#### 8.1.3. Análisis de la climatología de acuerdo a los resultados:

**Grafico No.4**  
**Distribución de la lluvia la ciudad capital en el mes de Junio 2011**



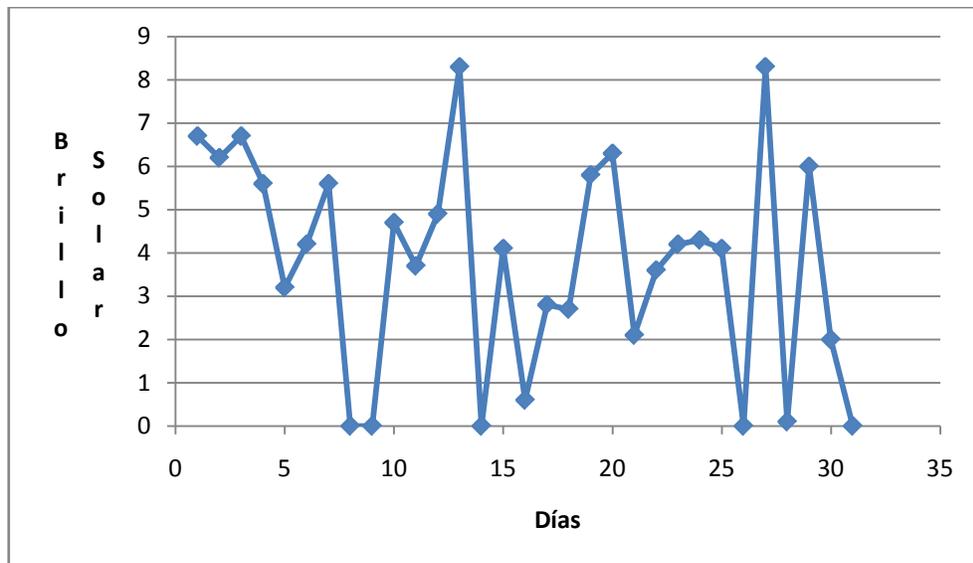
**Grafico No.5**

**Porcentaje de humedad relativa en la ciudad de Guatemala en el mes de Junio 2011**



**Grafico No.6**

**Brillo solar en la ciudad de Guatemala en el mes de Junio 2011**



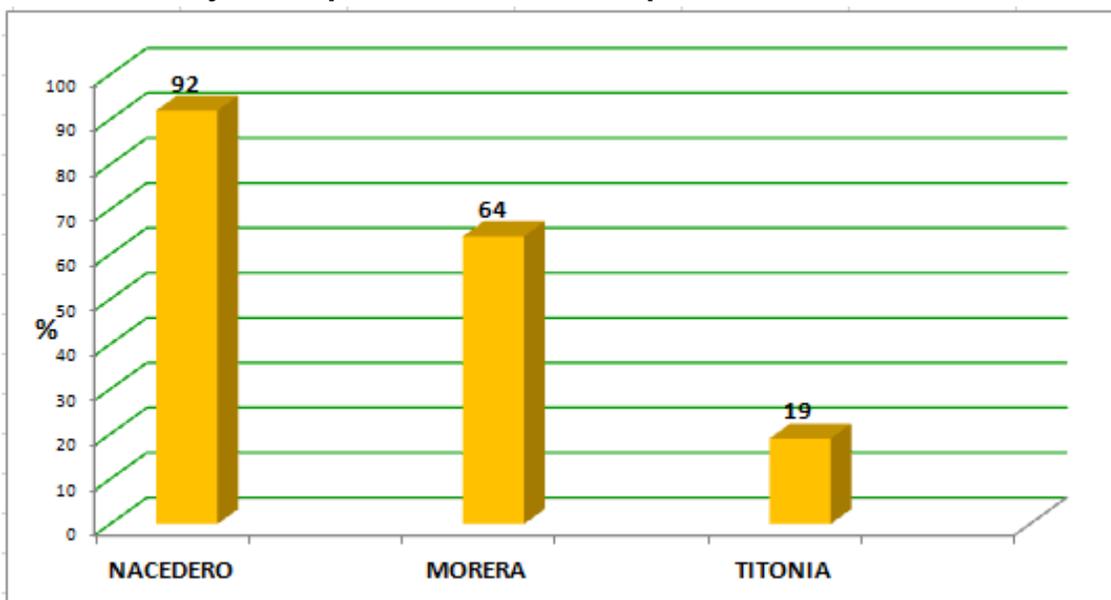
En base a la información del INSIVUMEH, se pudo observar que existió una relación entre precipitación, humedad, brillo solar y la supervivencia de la especies Cajete y Chup, las cuales fueron afectadas drásticamente reportando baja sobrevivencia. Las especies Titonia y Nacedero también fueron afectadas por este fenómeno pero en menor grado.

## 8.2. Fase de parcelas de prueba:

### 8.2.1. Supervivencia y altura:

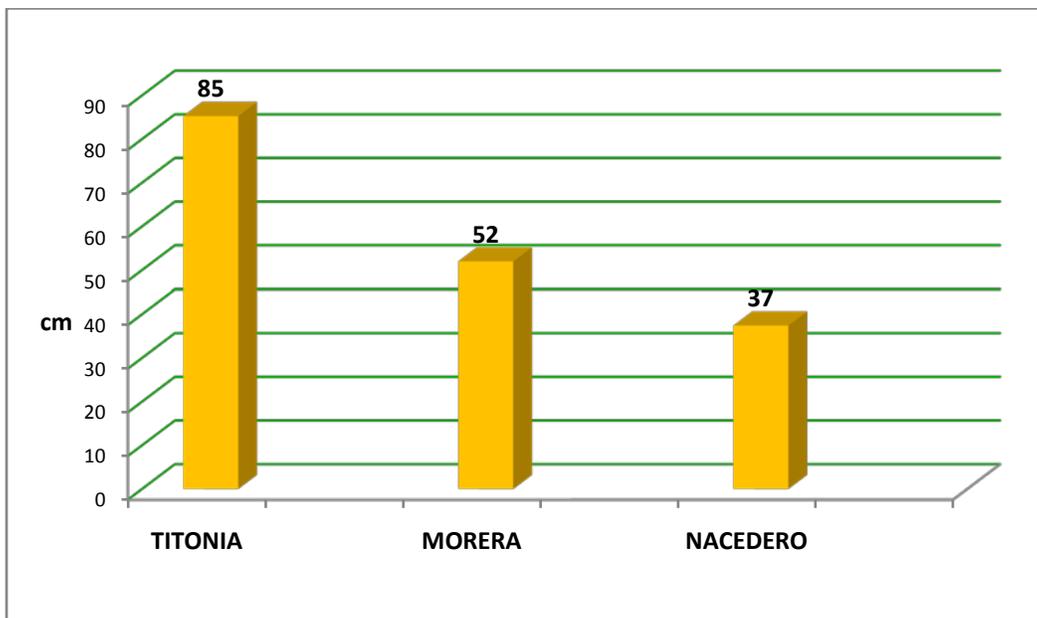
De acuerdo a un estudio realizado en Cuba, los resultados obtenidos en relación a la Supervivencia (98% a los 21 días de plantada), número de brotes por estaca (3,1 a los 49 días), longitud de las ramas primarias (32,02 cm a los 49 días) y cantidad de hojas desarrolladas por planta (3,1 brotes por planta a los 42 y 49 días) de cuatro distintas especies de morera, coinciden con la supervivencia reportada en la presente investigación. Esto demuestra que Morera es una de las especies con mayor capacidad de adaptarse a distintas condiciones de clima, demostrando con ello que puede ser utilizada como una alternativa de alimentación con un gran potencial para las condiciones propias donde se desarrollan los sistemas de producción ganaderos en nuestro país (Martín, 2007).

**Gráfica 7**  
**Porcentaje de supervivencia de las especies a los 180 días**



En el caso de Nacedero, se utilizó estacas de 50 cm de longitud por 4 cm de diámetro y obtuvo los siguientes valores: 95% de germinación, inicio de la brotación a los 29 días de la siembra y con su máxima energía germinativa a los 34 días después de la siembra. (Gómez & Murgueitio, 1991) Estos datos son distintos a los reportados en la presente investigación, ya que el número de rebrotes en esta especie se presentaron alrededor de los 65 días y en una disposición heterogénea dentro de las unidades experimentales.

**Gráfica 8**  
**Altura de las plantas a los 180 días**



Según la Grafica No. 3 durante el estudio no fue factible alcanzar la altura esperada, planteada en la metodología (120 cm), Tytonia alcanzo 0.85 cm; morera, 0.52 y nacedero, 0.37, respectivamente.

Este resultado puede ser justificada por las informaciones brindadas por (Ruiz & Febles, 2006), que el pobre crecimiento inicial de los árboles forrajeros están parcialmente relacionadas con su sistema radicular. Los árboles poseen una densidad radicular longitudinal mucho menor que el de las gramíneas. Esto hace que sus raíces tengan dificultad para acceder a aquellos nutrientes de poco movimiento en el suelo como  $H_2PO_4$ ;  $K^+$  y  $NH_4^+$ . Además, el sistema radicular arbóreo dispone de una zona pivotante y pequeñas raicillas que son las encargadas de tomar los nutrientes y el agua del suelo. Sin embargo, una gran

proporción de los productos asimilados son traslocados a la zona pivotante, que puede catalogarse como una estructura no productiva que influye directamente en el crecimiento inicial.

Además, entre otros factores importantes que afectan el crecimiento, las condiciones inherentes al clima, el cual puede ocasionar destrucción, sobrevivencia y defoliación durante el periodo de establecimiento. Estos dos últimos aspectos fueron observados duramente la fase campo en el estudio, como se observa en la fotografía, siendo afectados en mayor proporción la Morera y Tytonia.

Durante esta fase la temperatura promedio para los meses de noviembre y diciembre fue 17 y 16 °C , respectivamente y fue en esos meses donde ocurrió la mayor defoliación, siendo completamente para la Tytonia y parcialmente la morera, es importante mencionar que dichas plantas, después de este fenómeno, rebrotaron pero no lo suficiente para obtener tasas de crecimiento adecuadas.

A pesar que el nacedero no sufrió defoliación también su crecimiento fue bastante lento. Asimismo la precipitación fue baja, característica de esta época considerada como seca.

Esto confirma lo que han observado otros investigadores, que establecen que ciertas especies tienen comportamientos de tipo caducifolio, pierden sus hojas, para producir flores y frutos (Toral, Iglesias, & Reino, 2006) características observadas durante el estudio para Tytonia que presento flores y en la morera frutos en los meses antes mencionados, esta característica la manifiestan las plantas

**Fotografía 8**  
**Tytonia presentando defoliación**



**Fotografía 9**  
**Morera presentando defoliación**



con el propósito de luchar con la adversidad del ambiente en búsqueda de su supervivencia.

Estas dos características climáticas fueron los factores limitantes para alcanzar la altura prefijada al principio del experimento.

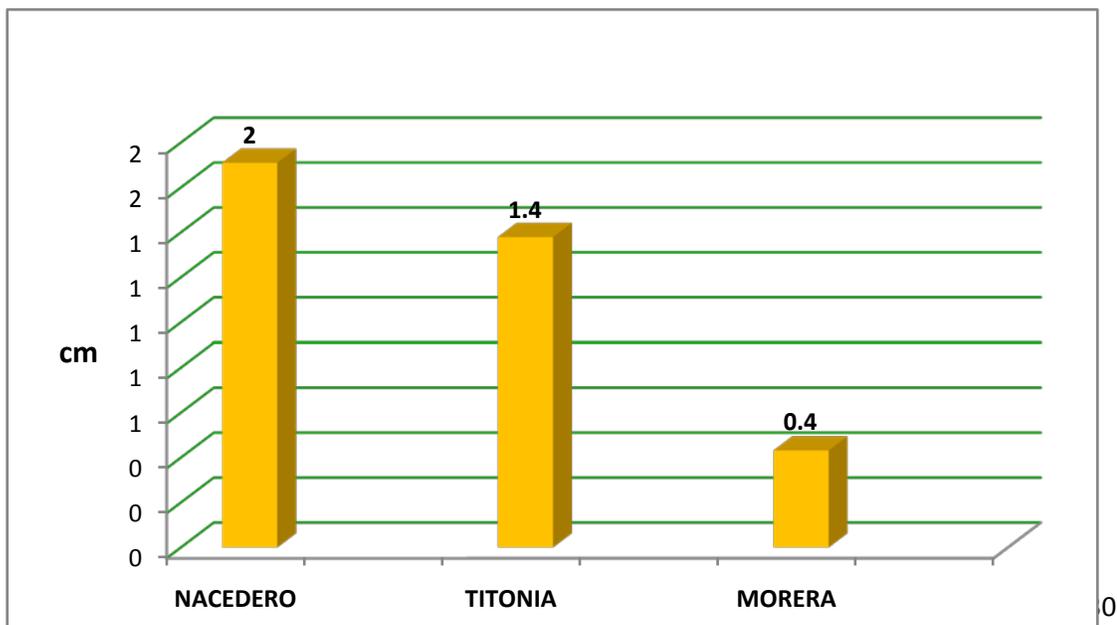
### 8.2.2. Grosor del tallo:

Esta característica se comporta linealmente de acuerdo al uso de fertilización orgánica como humus de lombriz, estiércol de cerdo y efluentes provenientes de biodigestor. Además, las interacciones existentes entre las condiciones edáficas, distintas especies vegetales y ecotipos de una misma especie presentan diferencias en su desarrollo vegetativo, tales como grosor del tallo, altura de la planta, número de rebrotes, entre otras. (Bello, García, & Martínez, 2011)

En el caso de Nacedero, se evaluó la producción de biomasa comestible (hojas, peciolo y tallos hasta de 2.0 cm de diámetro) en cortes sucesivos cada siete semanas. Este dato coincide con el grosor del tallo evidenciado en este estudio, el cual es de 1.71 cm a los 90 días del estudio. (Ríos, 1998)

Otros estudios realizados en Morera, demuestran que en plantas con un adecuado crecimiento, superior a los 66 días, se obtuvieron 0,72 m de longitud y 5,78 mm de grosor del tallo principal. Comparando los resultados encontrados (Grafica No.4) en la investigación realizada, el grosor de tallo en esta especie fue de 4.32mm lo cual se ubica dentro del rango reportado por el estudio previamente citado. (Martín, 2007)

**Gráfica 9**  
**Grosor del tallo a los 90 días**



### 8.2.3. Análisis bromatológico:

Estudios efectuados en leguminosas arbóreas mostraron un alto valor de PC (26% MS), sin embargo las no leguminosas como Morera (*Morus alba*); *H. rosaciniensis*; *T. gigantea*, presentaron concentraciones superiores al 16% de PC en MS, valor que se considera adecuado para la suplementación de vacas lecheras en producción. Otro estudio realizado en Colombia, encontró valores de PC para Morera y Nacedero de 18.8%; 17.9, respectivamente. (Flores, Bolivar, Botero, & Ibrahim, 1998)

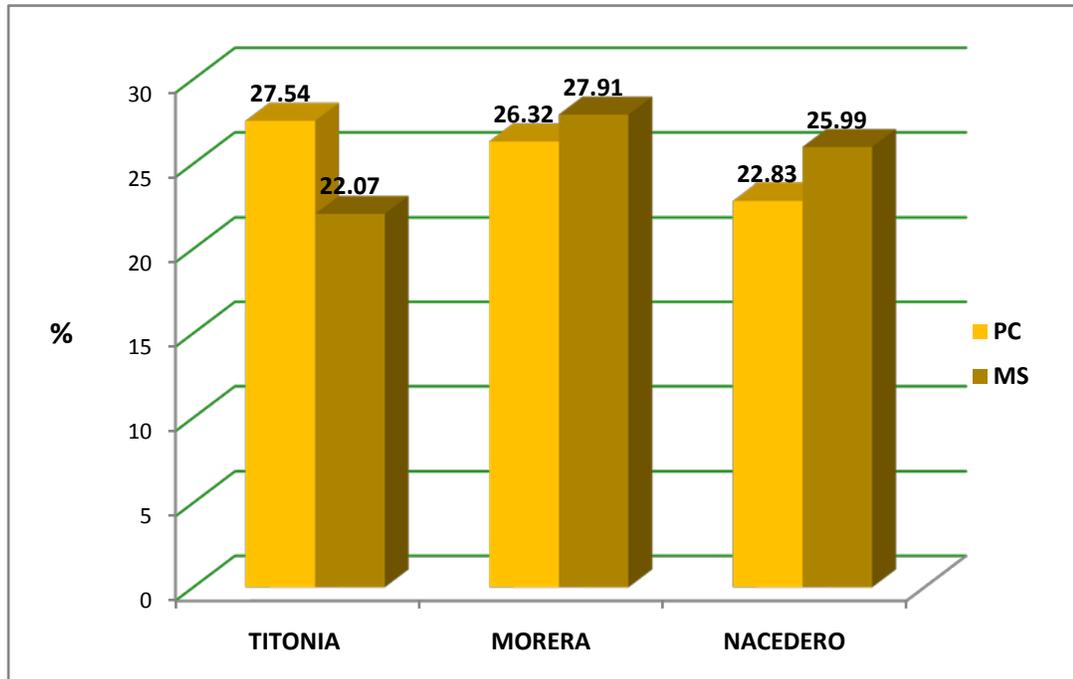
Las variaciones de PC en Morera en diferentes estudios determinan que esta planta es demandante en nutrientes, por lo que su contenido de proteína está influenciado por las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se desarrolla el cultivo y del nivel de fertilización aplicado, encontrando que dichas variaciones oscilan entre 15.1% y 24.8%. (Molinares, Centeno, & Laguna, 2010)

Respecto a Nacedero, se encuentran variaciones en contenido de PC desde 15 a 22.5%. Los factores que influyen en la variación del valor nutricional son el clima, la humedad, el suelo, la sombra y los sistemas de cultivo. Es probable que exista diferencia por causa genotípica, ya que se tienen algunos ecotipos de mejor valor nutricional. (Ríos, 1998)

La *Titonia diversifolia* o Botón de Oro, es una planta considerada con un potencial alto para la producción de forraje en zonas tropicales. Existe documentación sobre su tolerancia a suelos ácidos y de baja fertilidad. Se encontraron estudios con valores de PC entre 14.8 y 28% (Navarro y Rodriguez, 1990). En estados avanzados de floración (89 días) se reportaron valores bajos de PC, mientras que a edades de 30 y 50 días los contenidos más altos de PC. (Rios & Salazar, 1995)

Como se observa en el Grafico 5, los valores reportados en el análisis bromatológicos en el presente estudio están dentro de los rangos reportados en la literatura citada; siendo estos de 22.83%,25.99%; 26.32%,27.91% y 27.54%,22.07%, proteína cruda y materia seca, respectivamente.

**Gráfica 10**  
**Contenido de Materia Seca y Proteína Cruda**  
**de las especies a los 180 días**

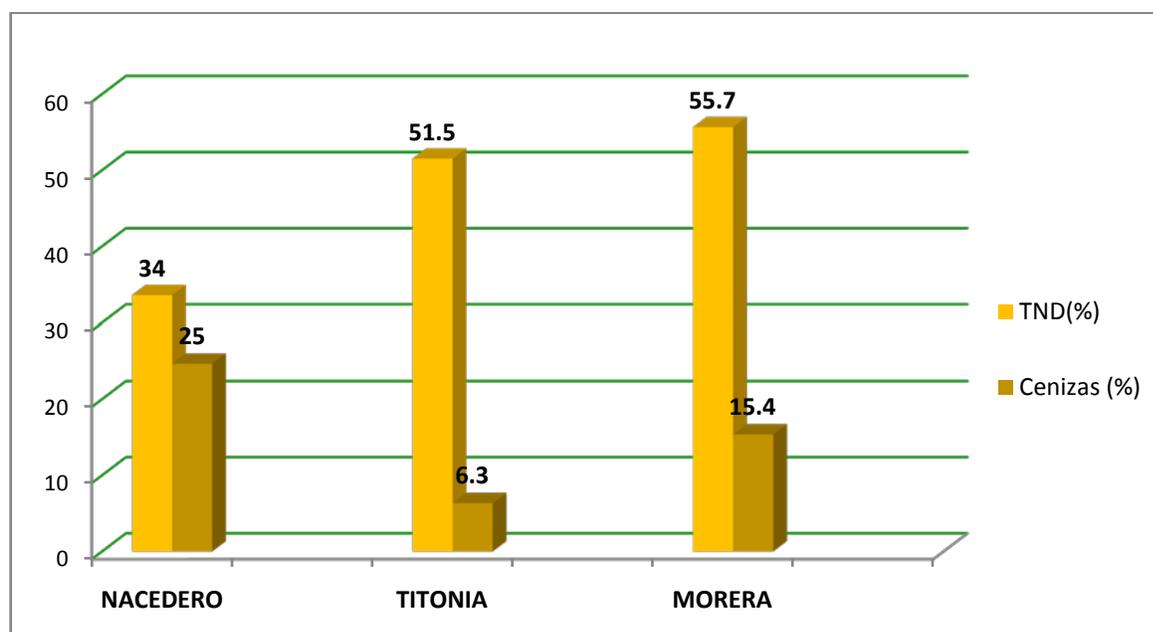


Al comparar los estudios anteriormente descritos con el análisis bromatológico efectuado en la presente investigación, se encontró que las especies evaluadas mostraron valores altos de PC. Contenidos que se ubican por encima de los requerimientos de vacas en lactación en sistemas de doble propósito y lechería especializada.

En relación al contenido de Materia Seca, Morera y Nacedero presentaron valores similares (27.91 y 25.99%), esto ubica a estas especies como forrajeras de alta calidad por su balance en cuanto a su relación de proteína y materia seca. Titonia presentó un menor valor de materia seca (22.07%), esto representa un mayor contenido de humedad, por lo que se considera como una desventaja en relación a las otras dos especies evaluadas. De acuerdo a uno de los propósitos de importancia en el uso de estas especies como tutores naturales en el sistema de pedestales, Titonia no es apta para su uso con este fin.

De acuerdo a la gráfica No.6, los análisis efectuados a las especies, determinaron un menor valor de Total de Nutrientes Digestibles (TND %) en Nacedero (34%). Por el contrario Titonia y Morera presentaron resultados similares, siendo ligeramente más elevado para Morera (55.7%).

**Gráfica 11**  
**Relación entre el Total de Nutrientes Digestibles (TND)**  
**y Cenizas (%) de las especies evaluadas**



La grafica arriba descrita, muestra que el Nacedero posee un alto contenido de minerales, el cual afectó el valor de TND. En el caso de Titonia y Morera, estos valores fueron menores y su valor de TND fue mayor. Esto demuestra que existe una relación entre el contenido de cenizas y el total de nutrientes digestibles. Estudios efectuados en Venezuela, reportan para esta especie un contenido de 25.84% de cenizas, este dato es similar a lo establecido en el análisis de este estudio (25%). (García, y otros, 2008)

Un trabajo efectuado en Colombia para determinar el valor nutricional de algunas especies con potencial forrajero, destacó un contenido muy alto de cenizas, especialmente de calcio de la *Trichanthera*; mientras que *Morus* fue más alto en materia seca. Este resultado confirma lo evidenciado en el presente estudio tanto para valores de TND como de Materia seca. (Sarria, I Leterme, Londoño, & Botero, 2009)

Los resultados obtenidos, reportaron un valor de TND para Morera de 55.66%, 51.52% Titonia y 33.59% para el Nacedero. Para Titonia y Morera los resultados son considerados de una digestibilidad media. Otros autores determinaron que cuando el nacedero es cortado a etapas más tempranas entre 30 a 50 días el contenido de cenizas, se

encuentra entre 16%, por lo que su digestibilidad aumenta. Esta aportación va ser importante cuando ya esté establecido el pedestal, Fase II, para establecer el sistema de pastoreo, entre de 30 a 40 días.

## 9. Conclusiones:

En base a los resultados obtenidos en ambas fases se puede concluir:

- La especie con mayor capacidad de sobrevivencia fue Morera, seguido por Nacedero (*Trichantera gigantea*) y por último Tithonia (*Tithonia diversifolia*). Esto demuestra que las dos primeras especies pueden ser utilizadas como tutores naturales.
- Los factores climáticos fueron determinantes para el desarrollo de las especies como Chup (*Saurauia* sp.) y Cajete (*Heliocarpus appendiculatus*) las cuales fueron afectadas en un 100% por las condiciones climáticas.
- En la fase de parcelas de prueba los resultados del análisis bromatológico fueron similares en las distintas especies en relación a Proteína Cruda.
- En relación al porcentaje de Materia Seca, los resultados mostraron un contenido más alto para Morera (*Morus alba*), seguido por Nacedero y por último Tithonia.
- La variable supervivencia mostro que Nacedero y Morera son las especies que mostraron la mejor adaptabilidad a las condiciones en las que se realizaron el estudio.

## 10. Recomendaciones

- Se recomienda realizar más evaluaciones a nivel de vivero con diferentes especies con potencial debido a que es posible evaluar el comportamiento e identificar las posibles limitantes que estas puedan presentar en el campo.
- De acuerdo a las evaluaciones a nivel de parcelas de prueba, se recomienda utilizar como tutores en el sistema de pedestales, las especies Morera (*Morus alba*) y Nacedero (*Trichantera gigantea*).

## 11. Bibliografía:

1. Arosemena, J. (2009). *Red del Campo*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2011, de Red del Campo: Guia Tecnica, Nacedero:  
[http://www.reddelcampo.net/redcampo/files/guiatecnica/Pecuarrias/NACEDE RO%20%20\(%20trichanthera%20gigantea\)%20FORRAJERA%20CON%20 ALTO%20VALOR%20PROTEICO.pdf](http://www.reddelcampo.net/redcampo/files/guiatecnica/Pecuarrias/NACEDE RO%20%20(%20trichanthera%20gigantea)%20FORRAJERA%20CON%20 ALTO%20VALOR%20PROTEICO.pdf)
2. Batista, D. (2002). *Monografias.com*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2011, de Monografias.com: Sistema intensivo de producción de pastos con pedestales: <http://www.monografias.com/trabajos55/produccion-de-pastos/produccion-de-pastos2.shtml>
3. Bello, R., García, M. D., & Martínez, V. (2011). *Instituto de Investigaciones Porcinas*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2011, de Instituto de Investigaciones Porcinas:  
<http://www.iip.co.cu/RCPP/183/RCPP18.3.pdf#page=42>
4. Boschini, C., Dormond, H., & Castro, A. (1998). *Ministerio de Agricultura y Ganaderia de Costa Rica*. Recuperado el 18 de 11 de 2011, de Ministerio de Agricultura y Ganaderia de Costa Rica: Agronomía Mesoamericana:  
[http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v09n02\\_031.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n02_031.pdf)
5. Flores, O. I., Bolivar, D. M., Botero, J. A., & Ibrahim, M. A. (1998). *Livestock Research for Rural Development*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2011, de Livestock Research for Rural Development:  
<http://lrrd.cipav.org.co/lrrd10/1/cati101.htm>
6. García, D., Medina, M., Cova, L., Soca, M., Pizzani, P., Baldizán, A., y otros. (2008). *Scientific Electronic Library Online* . Recuperado el 11 de Noviembre de 2011, de Zootecnia Tropical:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692008000300006&script=sci\\_arttext&tIng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692008000300006&script=sci_arttext&tIng=es)
7. Gómez, M., & Murgueitio, E. (1991). *Livestock Research for Rural Development*. Recuperado el 10 de Octubre de 2011, de Livestock Research for Rural Development: <http://www.lrrd.org/lrrd3/3/me.htm>
8. leche, C. S. (2003). *Red ICAARG*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2011, de Red ICAARG Conferencia: Sistemas de producción de leche en cuba:  
[http://www.icaarg.com.ar/images/archivos/SISTEMA\\_%20DE\\_%20PRODUCCION\\_%20ANIMAL\\_%20EN\\_CUBA.pdf](http://www.icaarg.com.ar/images/archivos/SISTEMA_%20DE_%20PRODUCCION_%20ANIMAL_%20EN_CUBA.pdf)

9. Mahecha, L., & Rosales, M. (2005). *Livestock Research for Rural Development*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2011, de Livestock Research for Rural Development: Valor Nutricional del Follaje de Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la Producción Animal en el Trópico.: <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm>
10. Martín, G. (2007). *Mi SciELO*. Recuperado el 10 de Octubre de 2011, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942007000500001&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942007000500001&script=sci_arttext)
11. Molinares, A., Centeno, O., & Laguna, J. (2010). *VENEZOLANA DE ORDEÑOS, C. A.* Recuperado el 10 de Octubre de 2011, de *VENEZOLANA DE ORDEÑOS, C. A.*: <http://venezolanadeordenos.blogspot.com/2011/08/suplementacion-con-nacedero.html>
12. Noda, Y., Pentón, G., & Martín, G. (2004). *Pastos y forrajes* . Recuperado el 18 de Noviembre de 2011, de *Pastos y forrajes: Comportamiento de nueve variedades de Morus alba (L.)*: <http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v27n2/pdf/pyf03204.pdf>
13. Ríos, C. (1998). *Feed Resources group*. Recuperado el 10 de 10 de 2011, de Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica": <http://www.fao.org/AG/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Rios14.PDF>
14. Rios, C., & Salazar, A. (1995). *Livestock Research for Rural Development*. Recuperado el 10 de Octubre de 2011, de *Livestock Research for Rural Development*: <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd6/3/9.htm>
15. Ruiz, T. E., Febles, G., Díaz, H., & Achang, G. (2009). *Redalyc*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2011, de *Redalyc: Efecto de la sección y el método de plantación del tallo en el establecimiento de*: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193015398016.pdf>
16. Ruiz, T., & Febles, G. (2006). *Agrotecnia para el fomento de sistemas con leguminosas*. En M. Milera, *Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos* (pág. 459). Guatemala: Editorial Universitaria; Universidad de San Carlos de Guatemala .
17. Sarria, P., I Leterme, P., Londoño, A., & Botero, M. (2009). *Produccion alternativa de cerdos* . Recuperado el 11 de Noviembre de 2011, de *VALOR NUTRICIONAL DE ALGUNAS FORRAJERAS PARA LA ALIMENTACIÓN DE MONOGÁSTRICOS*:

[http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii\\_encuentro/patricia.htm](http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/patricia.htm)

18. Toral, O., Iglesias, J., & Reino, J. (2006). *Pastos y Forrajes*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2011, de Pastos y Forrajes:  
<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v29n4/pdf/pyf01406.pdf>