

**UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE LECHE BOVINA EN**  
**FINCA SANTA LUCÍA**

**PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO**

**EVALUACIÓN DEL USO DE BOTÓN DE ORO (*Thithonia diversifolia*) COMO  
SUPLEMENTO DE VACAS JERSEY EN ETAPA PRODUCTIVA**

**CODIGO:**

**VIGENCIA DE LA PROPUESTA:**

Abril 2017 - Setiembre 2017

**PRESENTADO A:**

**Fondo Semilla para Investigación en Forrajes del proyecto EC-LEDS II**

**FORMULADO POR:**

**M Sc. Andrés Alpízar Naranjo**  
**Ing. Luis Mauricio Arias Gamboa**

**Diciembre**  
**2016**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO/FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
4.1. Objetivo general.....	6
4.2. Objetivos específicos .....	7
<b>5. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>6. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
6.1 Sistemas Silvopastoriles (SP) .....	8
6.2 La <i>Tithonia diversifolia</i> (Botón de oro).....	9
3.4.1. Características nutricionales .....	10
<b>7. METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
7.1. Sitio experimental .....	12
7.2. Establecimiento y manejo del cultivo .....	13
7.3. Tratamientos y diseño experimental .....	13
7.4. Animales experimentales .....	14
7.5. Alimentación y manejo de las vacas .....	14
7.6. Procedimiento experimental .....	15
7.7. Variables a evaluar .....	16
7.7.1. Composición bromatológica de <i>T. diversifolia</i> .....	16
7.7.2. Producción y composición de la leche .....	17
7.8. Análisis estadístico .....	17
7.9. Valoración económica de la suplementación .....	18
<b>8. PLAN DE TRABAJO Y PERSONAS RESPONSABLES.....</b>	<b>19</b>
<b>9. CRONOGRAMA .....</b>	<b>21</b>
<b>10. PRESUPUESTO.....</b>	<b>21</b>
<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>28</b>
12.1 Cotización del Ecomilk.....	28
12.2 Carta de distribuidor único en Costa Rica .....	29

# 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

**1.1 Título del Proyecto:** Evaluación del uso de botón de oro (*Thithonia diversifolia*) como suplemento de vacas Jersey en etapa productiva.

**1.2 Código del Proyecto**

**1.3 Participantes del proyecto:**

**Cuadro 1.** Participantes del proyecto

Cargo	Nombre	Teléfonos	Correo electrónico	Institución	Jornada
Coordinador	Andrés Alpizar Naranjo	87275240	aalpizar@una.cr	UNA	5
Participantes	Mauricio Arias Gamboa	88955084	mauarias1389@gmail.com	UNA	15
	María Isabel Camacho Cascante	83203852 22773492	mcamacho517@yahoo.es	UNA	5
	José Padilla Fallas	83016270	padiacosta@gmail.com	UNA	5
	Victoria Arroniz Díaz	88480835	varroni@inta.go.cr	INTA	5

## 1.4 Instituciones participantes

Universidad Nacional Costa Rica, Escuela de Ciencias Agrarias. Teléfono: 22773296.

## 1.5 Costo total del proyecto

Monto solicitado a Fondo Semilla para Investigación en Forrajes: ₡5.372.606,40 colones

Monto de contrapartida UNA: ₡5.974.360,00 colones

## 1.6 Ubicación del proyecto

Finca Experimental Santa Lucia, Universidad Nacional Costa Rica, PROGRAMA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE LECHE BOVINA.

## 1.7 Grupo meta o beneficiarios

Los resultados de esta investigación van dirigidos a productores que desarrollan actividades ganaderas principalmente con ganado lechero de alta producción en la región central, huerta norte y pacífico central del país, donde la producción de forrajes tropicales no alcanza una calidad óptima y presenta pocos rendimientos en determinados periodos del año. Así mismo, se pretende promover e impulsar el desarrollo de un sistema de alimentación sostenible con *T. diversifolia* para reducir insumos importados y mejorar la productividad de los animales.

**1.8 Fecha de inicio:** abril 2017 **Fecha de finalización:** septiembre 2017

## 2. PLANTEAMIENTO/FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los pastos producidos en los trópicos, presentan bajos contenidos de proteína digestible y alta tasa de fibra, ligado a una reducción de biomasa durante la época seca, ocasionan balances energéticos negativos en las vacas más productivas (Mahecha & Rosales, 2005).

Esta situación ocasiona que los productores lecheros recurran a la utilización de alimentos balanceados (concentrados) de alto costo, como una alternativa para disminuir las limitaciones de los pastos y satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales durante el año. No obstante, en las regiones tropicales existe poca aptitud para la producción de granos básicos destinados a la suplementación animal, por lo que ha sido necesario la importación de grandes cantidades de granos tales como: trigo, maíz, sorgo y soya, como las principales fuentes energéticas y proteicas para la alimentación animal, ocasionando con ello una dependencia externa y fuga de divisas.

El costo más elevado en los sistemas lecheros especializados es la alimentación, la cual representa, según Gutiérrez (2015) el 51,82% de los costos de producción, donde del 40 al 45% corresponden a alimentos concentrados.

Esta situación hace necesario buscar fuentes de alimentación que sustituyan parcialmente el uso del alimento balanceado y que fomenten elementos de sostenibilidad en los sistemas ganaderos, principalmente, en pequeños productores (De Souza & Gualberto, 2007).

La utilización de árboles y arbustos forrajeros representan una alternativa sostenible para mejorar la alimentación de rumiantes, en los países tropicales existe una gran diversidad de estas plantas, entre ellas la *Tithonia diversifolia* (Hemsl), arbusto forrajero con gran potencial para producir forraje de alta calidad nutricional (Savón *et al.* 2008).

En países como Colombia y Cuba se han realizado diversos estudios, los cuales validan a *T. diversifolia* como una alternativa en la alimentación de rumiantes. Sin embargo, en nuestro país aún falta información sobre la utilización de este forraje como suplemento en la dieta de ganado lechero de alta producción.

### 3. ANTECEDENTES

El sector lechero tiene una gran importancia por su contribución a la economía mundial, a la producción y exportación de productos de origen animal de alto valor nutricional, y a la seguridad alimentaria y nutricional de comunidades urbanas y rurales (FAO, 2011).

La importancia económica y social de este sector es cada vez mayor, debido a una creciente demanda por leche y derivados lácteos en los países en desarrollo, según (OCDE-FAO, 2015), se espera que la producción mundial de leche aumente 175 Mt (23%) hacia 2024, en comparación con los años base (2012-2014), la mayoría de la cual (75%), provendrá de los países en desarrollo. Este panorama presenta un reto para nuestros países, donde se debe aumentar la producción de leche de una manera eficiente y sostenible, sin repercusiones ambientales.

En el caso particular de Costa Rica, la Cámara Nacional de Productores de Leche asegura un incremento en la producción de leche durante los últimos años. Según Camacho, (2012) la producción láctea en el año 2011 alcanzó las 953 toneladas, mientras Gutiérrez, (2015) reportó una producción de 1077 toneladas en el año 2014. Según el CENSO agropecuario 2014, el país tiene 1 278 817 cabezas de ganado vacuno, de las cuales el 25,6% corresponde a ganado dedicado a la actividad lechera, por lo que 327 377 cabezas de ganado están dedicadas a esta actividad en el país (INEC, 2015).

Sin embargo, los sistemas productivos lecheros en la actualidad, enfrentan limitaciones importantes, la principal de ellas es mantener un buen nivel productivo utilizando una alimentación de alta calidad y de bajo costo. Los árboles y arbustos han demostrado ser una estrategia nutricional en la suplementación de rumiantes en el trópico, capaz de lograr solventar esta problemática, principalmente durante los períodos de escasez de forraje. Muchas de estas especies tienen valores nutricionales superiores a los de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa comestible (Mahecha & Rosales, 2005).

Entre las plantas forrajeras tropicales se encuentra la *T. diversifolia*, planta que acumula altos contenidos de nitrógeno en sus hojas, además, tiene un rápido crecimiento, baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Mahecha & Rosales 2005).

La *T. diversifolia* se constituye como una alternativa para mejorar las condiciones de manejo en los sistemas de lechería de trópico y puede optimizar la producción de leche y su calidad, así como el comportamiento reproductivo, lo cual es necesario evaluar científicamente. (Gallego *et al.* 2014)

Resultados obtenidos al utilizar esta planta en sistemas silvopastoriles u ofreciéndola a los animales por corta y acarreo, demuestran los beneficios de los componentes que ésta posee. En investigaciones realizadas por Rivera *et al.* (2015) encontraron resultados satisfactorios al utilizar esta planta en sistemas silvopastoriles en vacas de doble propósito, lograron incrementar el volumen y cantidad de sólidos en la leche tanto a nivel individual como por unidad de área, además se logró un aumento del 30% en los ingresos del productor y beneficios a la industria láctea, por una alcanzar una mayor cantidad de volumen y sólidos lácteos.

En un estudio realizado por Mahecha *et al.* (2007) donde se evaluó la inclusión de *T. diversifolia* como suplemento en la dieta de vacas F1 y su efecto sobre la producción y calidad de la leche, mostraron que el reemplazo del 35 % del alimento balanceado por forraje de *T. diversifolia* no afecta, negativamente, la producción ni la calidad de la leche y que, por el contrario, tienden a mejorar estas características. Estos resultados permiten evidenciar esta planta forrajera, como una buena alternativa para disminuir los costos de alimentación en sistemas lecheros.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de Botón de oro (*T. diversifolia*) como reemplazo parcial del alimento concentrado sobre la producción, composición nutricional de la leche y los costos de suplementación en vacas Jersey del ható de la Finca Experimental Santa Lucia, de la Universidad Nacional.

## 4.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la composición nutricional de la *T. diversifolia*, el concentrado y el pasto de piso empleado en la alimentación, para la elaboración de balances nutricionales isoproteica e isoenergéticamente equilibrados.
- ✓ Evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de *T. diversifolia* como remplazo parcial del alimento concentrado sobre la producción y composición bromatológica de la leche, durante el periodo experimental.
- ✓ Realizar una valoración económica del empleo de *T. diversifolia* como remplazo parcial del alimento concentrado.

## 5. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

Los pastos tropicales poseen bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de fibra, el follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas se ha considerado, en muchos casos, como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes en el trópico para mejorar el nivel productivo y nutricional de los animales, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Milera *et al.* 2010).

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 estos, bajo condiciones de cero fertilización. En este sentido, existen especies de plantas no leguminosas, como *T. diversifolia*, que poseen características nutricionales que las convierten en altamente valoradas por su calidad alimentaria (Murgueitio *et al.* 2009a).

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, tiene alto potencial en el 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).

El Botón de oro tiene una alta capacidad para adaptarse a diferentes zonas, se encuentra desde el nivel del mar hasta 2400 m de altitud, en sitios con precipitaciones entre 800 y 5000 mm/año. Tiene rápido crecimiento, su producción de biomasa varía entre 30 y 70 t/ha de forraje verde (Mahecha & Rosales, 2005 y Zapata & Silva, 2010).

Una de las características más sobresalientes en esta planta es el valor nutricional del follaje, según Ibrahim *et al.* (2005) puede acumular tanta proteína en sus hojas (hasta 33%) como las leguminosas. Posee altos tenores de fósforo y tiene, además, alta digestibilidad de materia seca y presencia de aceites en hojas y flores. Además, presenta un 39,8% de azúcares totales y puede alcanzar alta concentración de carbono en su biomasa aérea, mayor de 77 t/ha/año (Ruíz, *et al.* 2014).

De acuerdo con Naranjo & Cuartas, (2011), el Botón de oro presenta un balance entre proteína y compuestos fibrosos adecuado, Según Galindo *et al.* (2011) al ser incluido en la dieta de los rumiantes estimula una mayor actividad de la flora celulolítica y disminuye la responsable de la metanogénesis.

Evaluar la inclusión de diferentes niveles de *T. diversifolia* como remplazo parcial del alimento concentrado, permitirá evidenciar el potencial de la *T. diversifolia* sobre la producción y la composición nutricional de la leche en sistemas ganaderos intensivos de alta producción.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1 Sistemas Silvopastoriles (SP)**

Los sistemas silvopastoriles son un tipo de sistema agroforestal simultáneo en el cual interactúan plantas leñosas perennes (árboles o arbustos), con herbáceas o volubles (pastos, leguminosas herbáceas y arvenses) y con la presencia de animales domésticos principalmente bovinos, ovinos y caprinos (Montagnini & Finney, 2011).

Combina en el mismo espacio varios estratos de plantas destinadas a la alimentación animal, forrajeras como gramíneas y leguminosas rastreras, con arbustos y árboles que pueden ser forrajeros, frutales, maderables o de usos complementarios (Murgueitio *et al.*, 2013)

Estos sistemas presentan una mayor productividad forrajera, por lo que mejoran la cantidad y calidad de la dieta animal (Yamamoto *et al.*, 2007). Ello permite incrementar la producción de carne y leche, así como mejorar la reproducción en forma estable en el tiempo, con reducción de costo al no requerir insumos como los granos, concentrados y antiparasitarios.



Según Nair, citado por (Kass, 1992) los SSP se clasifican según las prácticas de manejo que los integran, así como sus funciones en: bancos de proteína; asociaciones de árboles con pastos; pastoreo en plantaciones forestales y frutales; y cercas vivas.

La estrategia de incorporar los árboles y arbustos en las áreas de pastoreo mediante los SSP, es una tecnología alternativa que puede contribuir a mejorar la producción de rumiantes, constituye una solución ecológica viable y es socialmente aceptada, pues puede producir beneficios en corto tiempo (Milera, 2006).

Las especies arbóreas y arbustivas ofrecen diversas ventajas en los sistemas ganaderos entre las que se destacan: suplir las deficiencias nutricionales de los animales en pastoreo y durante la época seca (Camero *et al.*, 2000), ayudan a mejorar la fertilidad del suelo, ofrecen producciones de frutos, leña, carbón y madera, constituyen un importante componente en las cercas vivas y cortinas rompe vientos, contribuyen a la captura de CO<sub>2</sub>, entre otras. De este modo, estas especies promueven la utilización racional de los recursos para mejorar el desempeño económico y ambiental de la ganadería (Galindo *et al.*, 2005).

A lo largo de los últimos años, los SSP en Cuba, Colombia, México y Costa Rica han evidenciado una capacidad de producción ganadera superior a los sistemas tradicionales extensivos, pero similares a los modelos intensivos que emplean altas cantidades de insumos (Bacab *et al.*, 2013). La reincorporación de árboles y arbustos en áreas de pastizales (SSP) es una alternativa de gran interés, ya que promueve la utilización de alimentos locales, recupera la fertilidad de los suelos y aumenta la productividad de los animales (Acosta *et al.*, 2006; Ibrahim *et al.*, 2006; Lok *et al.*, 2006).

## **6.2 La *Tithonia diversifolia* (Botón de oro)**

Es una planta arbustiva robusta de 1.5 a 4.0 metros de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras; raíz principal fusiforme, con numerosas raíces secundarias muy finas; hojas claramente lobadas, alternas, pecioladas, las hojas en su mayoría de 7.0 a 20 cm de largo y de 4.0 a 20 cm de ancho, con 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base y la mayoría decurrentes en la base del pecíolo, bordes aserrados, pedúnculos hinchados debajo de la cabezuela, fuertes de 5 a 20 cm de largo; flores amarillas grandes y brillantes de 12 a 14; brácteas del involucre dispuestas en 4 series, de ápice

redondeado a obtuso (a veces las brácteas externas se presentan algo puntiagudas); aquenios cubiertos de pelillos recostados sobre su superficie y con el vilano compuesto de generalmente de 2 aristas y escamas. Olmedo (2009) Originaria de América Central ha sido introducida en el trópico en todo el mundo. Gallego *et al* (2014)

Esta planta ha sido utilizada como una especie melífera, debido a la cantidad de flores que produce durante todo el año. Además, debido al tamaño y color amarillo intenso de sus flores, también se ha utilizado como ornamental, como cerca viva, también puede ser utilizada para mejorar las características del suelo (abono verde), y en la alimentación animal.

La propagación de esta planta se realiza por estacas o por semilla sexual. En el primer caso se utilizan estacas de 20 a 30 cm de largo por 2.0 a 3.5 cm de diámetro con 3 a 5 yemas, se obtienen de la parte media de los tallos verdes, el enraizamiento es rápido (Olmedo, 2009).

El botón de oro, pertenece a la familia de las Asteraceas o su nombre sinónimo Compositae, Esta familia tiene 480 géneros y unas 15000 especies ampliamente distribuidas por todo el mundo y es posiblemente la que posee más ejemplares dentro de la flora apícola.

**Cuadro 2.** Clasificación taxonómica del botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	Tithonia
Especie	<i>Tithonia diversifolia</i>

**Fuente:** Olmedo (2009)

### 3.4.1. Características nutricionales

La *T. diversifolia* tiene muchas cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de un alto potencial para la producción animal, entre las que se pueden mencionar su fácil establecimiento, resistencia al corte frecuente, tolerancia a suelos pobres (Gallego *et al.*, 2014). Puede producir hasta 275 toneladas de material verde (unas 55 toneladas de materia

seca) por hectárea por año. Es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema (Lezcano *et al.*,2012).

Dentro de las especies arbóreas y arbustivas con potencial en la alimentación animal se destaca *T. diversifolia* (Hemsl) Gray (Botón de oro) por su capacidad para la producción de forraje y de adaptación a condiciones tropicales. Su composición bromatológica, en base seca, García *et al* (2008) indica porcentajes de proteína cruda de 25.6, energía bruta de 16.2 KJ/g MS, contenidos de FDN de 38.4 y valores de cenizas de 14.9%. Alonso *et al* (2013)

La *T. diversifolia* ha sido reconocida entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno y por el nivel de fibra bruta, siendo este del 31,6% a los sesenta días de edad, características que dejan al botón de oro en condiciones nutricionales similares a las de otras plantas arbustivas destinadas a la producción forrajera en el trópico alto colombiano, entre las que se pueden mencionar *Trichanthera gigantea*, *Malvaviscus penduliflorus*, *Morus alba*, *Erythrina edulis*, *Alnus acuminata* (Gallego *et al.*, 2014)

La composición nutricional del Botón de oro puede presentar variaciones en función de las condiciones del suelo donde se cultive, así como de otros factores ambientales, siendo de especial importancia considerar el efecto de las temporadas secas o lluviosas a lo largo del año.

La *T. diversifolia* presenta niveles altos de carbohidratos solubles comparada con otras forrajeras, es alta en minerales y la presencia de metabolitos secundarios anti-nutritivos, especialmente taninos condensados, parece no ser alta. Los animales consumen la planta completa, con preferencia por hojas y flores. En cuanto a los metabolitos secundarios, mencionan que la presencia de fenoles totales, taninos, saponinas, entre otros compuestos es variable, en niveles bajos no afectan el consumo ni la digestibilidad de la materia seca.

Esta planta presenta valores de carbohidratos solubles que varían entre 9,65% y 12,92%, y niveles de almidón entre los 4,55% y 6,73%, valores que pueden estar influenciados de manera importante por el estado de maduración de la planta. Así mismo, la edad de la planta o la parte de la planta de la que se obtenga el material, influyen en el contenido de metabolitos secundarios. El nivel de taninos extractables totales puede estar entre 29,2 y 37,7 gramos por

kilogramo de materia seca, para hojas maduras y jóvenes, respectivamente (Gallego *et al.*, 2014)

**Cuadro 3.** Análisis proximal, nutrientes digestibles totales y minerales de la materia seca de *T. diversifolia*, de acuerdo a su estado vegetativo (%)

<b>Variabes nutricionales</b>	<b>Crecimiento avanzado (30 días después del corte)</b>	<b>Prefloración (50 días)</b>	<b>Floración media (60 días)</b>	<b>Floración completa (74 días)</b>	<b>Pasada la floración (89 días)</b>
Materia seca	14.1	17.22	17.25	17.75	23.25
Proteína cruda	28.51	27.48	22.0	20.2	14.84
Fibra cruda	3.83	2.5	1.63	3.3	2.7
Extracto etéreo	1.93	2.27	2.39	2.26	2.43
Cenizas	15.66	15.05	12.72	12.7	9.42
Extracto no nitrogenado	50	52.7	61.4	61.5	65.6
NDT	48	46.8	46	46	45
Minerales					
Calcio	2.3	2.14	2.47	2.4	1.96
Fosforo	0.38	0.35	0.36	0.36	0.32
Magnesio	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06

**Fuente:** Olmedo (2009)

La *T. diversifolia* (botón de oro), tiene muchas cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de un alto potencial para la producción animal.

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1. Sitio experimental

El experimento se realizará en la Estación Experimental Santa Lucía perteneciente a la Universidad Nacional de Costa Rica, ubicada en Santa Lucía, Barva de Heredia, entre las 10° 1' 20" latitud norte y 84° 06' 45" longitud oeste, una altitud de 1 250 msnm.

La zona cuenta con una precipitación anual de 2371 mm, una humedad relativa de 78,0%, temperatura media anual de 21,50°C, con 15,20°C de promedio entre las mínimas y 27,80°C de promedio entre las máximas (Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica, 2015)

## 7.2. Establecimiento y manejo del cultivo

El área de *T. diversifolia* que se utilizará en la investigación será de 1025 m<sup>2</sup>. La *T. diversifolia* se sembró en un terreno preparado con arado y restra, con una distancia de un metro entre surcos y ochenta centímetros entre plantas, para una densidad de 12 500 plantas/ha.

Para el establecimiento de la especie se utilizaron estacas de 20-30 cm de longitud tomadas del primero y segundo tercio del tallo, sembrando una estaca por sitio, de manera vertical, realizando un hueco con macana y enterrando unos 5 centímetros en el suelo. El cultivo se cosecho por primera vez a los 5 meses (150 días) y posteriormente los cortes se realizan cada 50 días. La altura de corte para la cosecha de forraje se realizará a 50 cm sobre el suelo, tomando como referencia las recomendaciones realizadas por (Arronis, 2015).

## 7.3. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos experimentales se realizarán sobre la base del cumplimiento de los requerimientos de proteína y energía, los mismos se describen en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Descripción de los tratamientos experimentales con base a los requerimientos de proteína y energía.

N° Tratamiento	Descripción	Abreviatura
1	Pastoreo + suplementación del 100% con concentrado (4.7 kg MS/animal/día, equivalentes a 5.3 kg en base fresca).	<b>TD 0</b>
2	Pastoreo + suplementación conformada por el 75% de concentrado (3.3 kg MS/animal/día) + 25%* de <i>T. diversifolia</i> (5.8 kg materia fresca [MF]/animal/día).	<b>TD 25</b>
3	Pastoreo + suplementación conformada por el 50% de concentrado (2.3 kg MS/animal/día) + 50 %* de <i>T. diversifolia</i> (12 kg MF/animal/día)	<b>TD 50</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

\*El porcentaje de *T. diversifolia* utilizado correspondió al reemplazo de materia seca del concentrado.

Se utilizará un diseño de clasificación experimental en Cuadrado Latino 3\*3 de tipo longitudinal, empleándose tres tratamientos; tres grupos de animales (cada uno de tres

animales, como efecto de la columna) y tres períodos de medición que *T. Diversifolia* representan el efecto de la fila según se representa en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Diseño experimental para evaluar los diferentes tratamientos

	<b>TD0</b>	<b>TD25</b>	<b>TD50</b>
<b>Periodo 1</b>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<b>Periodo 2</b>	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 2
<b>Periodo 3</b>	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **7.4. Animales experimentales**

En la investigación se utilizarán 9 vacas adultas de la raza Jersey, en el primer tercio del periodo de lactancia, se agruparán en tres grupos de tres vacas cada uno. Los animales del grupo 1, 2 y 3 deberán tener un promedio de 60, 70 y 90 días de lactancia, respectivamente, Se utilizaron únicamente animales entre el 3-5 parto.

#### **7.5. Alimentación y manejo de las vacas**

La alimentación de las vacas se realizará mediante forraje en un sistema rotacional donde predomina la Estrella Africana (*Cynodon nlenfluensis*) dividido en 25 apartos con un área promedio de 4 500 metros cuadrados, se manejará un periodo de recuperación de la pastura de 26 días, con un día de ocupación por apto, se implementará el sistema de pastoreo de grupos líderes y seguidoras (vacas en producción y secas, respectivamente). Se manejará una capacidad de carga de 2,5 animales/ha.

Además, serán suplementadas dos veces al día en los cepos de la sala de alimentación, con *T. diversifolia* y concentrado comercial (de 18% proteína cruda y 1,80 Mcal ENL/kg MS). Más otros alimentos ofrecidos para complementar la dieta, tales como: sales minerales, melaza y agua a libre consumo durante todo el día.

Se realizarán dos ordeños (mecánicos) al día, el proceso de ordeño se realizará de la siguiente forma: las vacas serán divididas por grupos dependiendo de la cantidad de leche que estas produzcan (altas, medias y bajas) y según este orden entrarán a la sala de ordeño, seguido se desinfectarán los pezones con una solución a base de yodo, se secarán los pezones con toallas (una por cuarto), se colocarán adecuadamente las pezoneras y comenzará el proceso de

ordeño, durante el ordeño se realiza un masaje intermedio de la ubre para estimular la secreción de la leche alveolar.

Al terminar el proceso de ordeño se verificará que no queden residuos de leche, dado que esto puede favorecer la aparición de mastitis. Seguido se aplicará el sellador a base de una solución de yodo y las vacas pasarán a ser encepadas, donde se les ofrecerá los suplementos descritos anteriormente.

Para mantener un buen manejo sanitario, se realizará una aplicación de selenio y vitaminas 5 días posteriores al parto, así como aplicaciones periódicas cada dos meses. Para el control de parásitos externos se realizarán desparasitaciones cada 30 días, o cuando la carga parasitaria así lo amerite, para el manejo de parásitos internos se realizarán una única aplicación al finalizar el periodo de lactancia.

Si existiesen problemas con parásitos internos se realizarán las aplicaciones necesarias durante la lactancia, considerando el bienestar del animal. De la misma forma que con los desparasitantes para parásitos internos, se realizarán aplicaciones de antibióticos siempre que la salud del animal se vea comprometida y no se puedan realizar controles preventivos.

El secado de los animales se realizará 60 días antes del siguiente parto, para mantener una adecuada regeneración de la glándula mamaria, un aumento del peso y la condición corporal del animal, de esta forma esté mejor preparado para el parto y la siguiente lactancia.

## **7.6. Procedimiento experimental**

El periodo de evaluación será de 90 días durante la época lluviosa, (mayo a julio del 2017). Este se dividirá en tres periodos de 30 días, con 15 días de adaptación a la suplementación, según tratamientos, y 15 días para realizar de medición de las variables a investigar.

**Paso 1.** Traslado de las vacas de los apartos donde se pastorean, hacia las instalaciones de ordeño y alimentación.

**Paso 2.** Realizar la poda de las plantas de *T. diversifolia*, éstas deberán contar con 50 días de rebrote, solo se utilizarán las hojas y tallos tiernos.

**Paso 3.** Acarreo del forraje de *T. diversifolia* hasta las instalaciones de la lechería, en donde se realizará el troceado del material de manera mecánica mediante el uso de una picadora de motor eléctrico, a un tamaño de partícula promedio de 2.5 cm. Se colectarán las muestras de para evaluar la composición bromatológica tanto de la *T. diversifolia* como del concentrado (Se realizaran dos muestreos el primero al iniciar el ciclo experimental y el otro durante el ciclo experimental)

**Paso 4.** Preparación de las mezclas de suplementación, según tratamientos experimentales.

**Paso 5.** Realización del ordeño de los animales en experimentación, según rutina de ordeño. Se realizará la medición de la cantidad de la leche producida por animal todos los días, además se tomarán las muestras para el análisis de la composición bromatológica de la leche (tres veces por semana, los días lunes miércoles y viernes).

**Paso 6.** Se les ofrecerá las mezclas de suplementos según tratamientos experimentales, después de cada ordeño dividido en dos tiempos (mañana y tarde), 50% de la ración después de cada ordeño.

**Paso 7.** Una vez consumidos los suplementos, los animales serán trasladados al sistema de pastoreo, donde permanecerán hasta el siguiente ordeño. Los animales destinarán al pastoreo 18 horas al día.

## **7.7. Variables a evaluar**

### **7.7.1. Composición bromatológica de *T. diversifolia***

Las muestras se colectarán de forma manual, a partir de 10 plantas seleccionadas al azar en la parcela, después de eliminarse el efecto de borde. Cada muestra será de 1,00 kg de planta entera cosechada con un tamaño de partícula de 2,5 cm, las mismas serán empacadas en bolsas plásticas debidamente identificadas y se trasladarán al Laboratorio de Nutrición Animal de la UNA y al Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA) de la Universidad de Costa Rica en donde serán procesadas.

Para determinar la composición nutricional de la *T. diversifolia* se realizarán los siguientes análisis: porcentaje de materia seca (MS) en estufa a 60 grados Celsius durante 48 horas, porcentaje de materia seca (MS) en estufa a 105 grados Celsius durante 24 horas, proteína



cruda (PC) mediante el método de Kjeldahl, Extracto Etéreo (EE), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Acido (FDA), Lignina (Van Soest y Robertson, 1985), Calcio (Ca) y Fósforo (P), según la metodologías descritas por la AOAC (1990).

El contenido de NDT (Nutrientes Digestibles Totales) y de energía se estimará utilizando la metodología propuesta por Weiss (2004), y las ecuaciones propuestas por el NRC (2001). Además, se determinará la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) según metodología descrita por Van Soest *et al.* (1979).

### **7.7.2. Producción y composición de la leche**

Durante cada período de medición, se determinará la producción diaria de leche de cada vaca durante todo el período experimental utilizando Waikatos, los que se accionarán manualmente. Se marcará una cantidad medida de leche, en el recipiente de plástico durante el ordeño. Después, de la producción se podrá leer con facilidad en el recipiente a simple vista. A continuación, la leche medida se trasfiere a la conducción de ordeño mediante un sencillo mecanismo de botón pulsador. Para determinar la composición nutricional de la leche, se tomarán 3 muestras semanales por animal, para calcular las siguientes variables nutricionales: proteína (PC), grasa, lactosa, sólidos no grasos (SNG) y sólidos totales (ST), esto utilizando el equipo ECOMILK.; estas muestras serán tomadas en el ordeño de la mañana.

El ECOMILK succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido y un microprocesador traduce los resultados y las condiciones fisicoquímicas de la leche de manera rápida.

### **7.8. Análisis estadístico**

Se realizará un Anova para cuadrado Latino y se contrastará el efecto promedio para cada fuente de variabilidad asociada con el diseño propuesto, mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia, complementándose con un análisis descriptivo univariado por tratamiento, con el fin de sacar promedio y desviación típica. El análisis de los datos se hizo en el programa SAS, versión 8.2.

$$y_{ij}(h) = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_h + u_{ij}(h)$$

- ✓  $y_{ij}(h)$  = es la variable de respuesta
- ✓  $\mu$  = es la media global.
- ✓  $\tau_i$  = es el efecto producido por el  $i$ -ésimo nivel del factor fila. Dichos efectos están sujetos a la restricción  $\sum_i \tau_i = 0$ .
- ✓  $\beta_j$  = es el efecto producido por el  $j$ -ésimo nivel del factor columna. Dichos efectos están sujetos a la restricción  $\sum_j \beta_j = 0$ .
- ✓  $\gamma_h$  = es el efecto producido por la  $h$ -ésima letra latina factor tratamiento. Dichos efectos están sujetos a la restricción  $\sum_h \gamma_h = 0$ .
- ✓  $u_{ij}(h)$  = El error experimental

### 7.9. Valoración económica de la suplementación

La valoración económica se realizará solo teniendo en cuenta el costo de la suplementación utilizando *T. diversifolia* y alimento concentrado.

Para realizar este análisis se considerará como premisa básica el ahorro en concentrado que realizará el empleo de follaje de *T. diversifolia* como suplemento en sistemas intensivos de producción de leche bovina.

El costo por kg de material fresco la *T. diversifolia* se determinará tomando en cuenta los siguientes costos:

- ✓ Costos estimados de mano de obra e insumos necesarios, para establecer 1025 m<sup>2</sup> de *T. diversifolia*.
- ✓ Costos estimados de mano de obra e insumos necesarios para realizar el manejo agronómico anual la plantación de 1025 m<sup>2</sup> de *T. diversifolia*.
- ✓ Costos estimados de mano de obra para realizar el corte y el acarrea a las instalaciones de lechería.

El costo del concentrado se determinará utilizando los precios de compra en el mercado nacional.

## 8. PLAN DE TRABAJO Y PERSONAS RESPONSABLES

**Cuadro 6.** Plan de trabajo y personal responsable de la investigación.

Objetivo	Actividades	Responsable (s)
<p>1. Determinar la composición nutricional de la <i>T. diversifolia</i>, el concentrado y el pasto de piso empleado en la alimentación, para la elaboración de balances nutricionales isoproteica e isoenergéticamente equilibrados.</p>	<p>1.1 Poda, acarreo y troceado del forraje de <i>T. diversifolia</i> hasta las instalaciones de la lechería.</p> <p>1.2 Recolección de las muestras de para evaluar la composición bromatológica tanto de la <i>T. diversifolia</i> como del concentrado.</p> <p>1.3 Determinación de la composición nutricional de los suplementos alimenticios (Laboratorio de Nutrición Animal de la UNA y al Centro de Investigación en Nutrición Animal de la Universidad de Costa Rica).</p>	<p>Luis Mauricio Arias Gamboa Andrés Alpízar Naranjo José Padilla Fallas</p>
<p>2. Evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de <i>T. diversifolia</i> como remplazo parcial del alimento concentrado sobre la producción y composición bromatológica de la leche, durante el periodo experimental.</p>	<p>2.1 Adaptación de los animales a la planta.</p> <p>2.2 Selección de los animales a evaluar.</p> <p>2.3 Medición de la cantidad de la leche producida por animal.</p> <p>2.4 Toma de las muestras para el análisis de la composición bromatológica de la leche.</p> <p>2.5 Análisis estadístico.</p>	<p>Luis Mauricio Arias Gamboa Andrés Alpízar Naranjo José Padilla Fallas María Isabel Camacho Cascante Victoria Arroniz Díaz</p>
<p>3. Realizar una valoración económica del empleo de <i>T. diversifolia</i> como remplazo parcial del alimento concentrado.</p>	<p>3.1 Estimación de costos de mano de obra e insumos necesarios, para establecer 1025 m<sup>2</sup> de <i>T. diversifolia</i>.</p> <p>3.2 Determinar el costo estimado de la mano de obra e insumos necesarios para realizar el manejo agronómico anual la plantación de 1025 m<sup>2</sup> de <i>T. diversifolia</i>.</p> <p>3.3 Estimación de los costos de mano de obra para realizar el corte y el acarreo a las instalaciones de lechería.</p>	<p>Luis Mauricio Arias Gamboa Andrés Alpízar Naranjo José Padilla Fallas María Isabel Camacho Cascante Victoria Arroniz Díaz</p>

	3.4 Determinación del costo de concentrado comercial (se determinará utilizando los precios de compra en el mercado nacional).	
--	--	--

## 9. CRONOGRAMA

**Cuadro 7.** Cronograma de actividades a realizar para la elaboración del trabajo.

Actividad	Abril 2017	Mayo 2017	Junio 2016	Julio 2016	Agosto 2017	Septiembre 2017
1. Adaptación de los animales a la planta						
2. Selección de los animales a evaluar						
3. Periodo de medición						
4. Evaluación de la composición bromatológica de <i>T. diversifolia</i> y alimento concentrado						
5. Evaluación de la producción y composición de la leche						
6. Análisis estadístico						
7. Valoración económica de la suplementación						
8. Elaboración del informe final						

## 10. PRESUPUESTO

**Cuadro 8.** Presupuesto para la elaboración del trabajo.

Concepto	Fondo Semilla de Investigación para Forrajes	UNA	TOTAL
<b>1. REMUNERACIONES</b>			
<b>1.1 Remuneraciones básicas</b>			
1.1.1 Sueldos para cargos fijos		¢1.800.000,00	¢1.800.000,00
1.1.2 Sueldos asistente (jornales)		¢2.839.250,00	¢2.839.250,00
<b>1.2 SERVICIOS</b>			
<b>1.2.1 Servicios comerciales</b>			
1.2.1.1 Impresión, encuadernación y otros (Análisis de Laboratorio)	¢1.388.000,00	¢150.000,00	¢1.538.000,00
<b>1.3 Gastos de viaje y de transporte</b>			
1.3.1 Transporte dentro del país		¢60.000,00	¢60.000,00
1.3.2 Viáticos dentro del país		¢30.000,00	¢30.000,00
<b>1.4 Capacitación y protocolo</b>			

1.4.1 Actividades de capacitación		€35.000,00	€35.000,00
<b>1.5 Mantenimiento y reparación</b>			
1.5.1 Mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo de producción		€100.000,00	€100.000,00
1.5.4 Mantenimiento y reparación de otros equipos		€50.000,00	€50.000,00
<b>2. MATERIALES Y SUMINISTROS</b>			
<b>2.1 Productos químicos y conexos</b>			
2.1.1 Combustibles y lubricantes		€30.000,00	€30.000,00
2.1.3 Tintas, pinturas y diluyentes		€10.000,00	€10.000,00
2.1.4 Otros productos químicos		€25.000,00	€25.000,00
<b>2.2 Alimentos y productos agropecuarios</b>			
2.2.2 Productos agroforestales (semilla de <i>T. diversifolia</i> )	€78.000,00		€78.000,00
2.2.3 Alimentos y bebidas (melaza y minerales)	€286.000,00		€286.000,00
2.2.4 Alimentos para animales	€675.000,00		€675.000,00
<b>2.3 Materiales y productos de uso en la construcción y mantenimiento</b>			
2.3.4 Materiales y prod. de plástico		€20.000,00	€20.000,00
<b>2.4 Herramientas, repuestos y accesorios</b>			
2.4.1 Herramientas e instrumentos		€50.000,00	€50.000,00
2.4.2 Repuestos y accesorios		€25.000,00	€25.000,00
<b>2.5 Útiles, materiales y suministros diversos</b>			
2.5.2 Productos papel, cartón e impresos		€50.000,00	€50.000,00
<b>3. BIENES DURADEROS</b>			
<b>3.1 Maquinaria, equipo y mobiliario</b>			
3.1.2 Equipo sanitario, laboratorio e investigación (Ekomilk)	€2.369.970,00*		€2.369.970,00
<b>4. CUENTAS ESPECIALES</b>			
<b>4.1 Sumas sin asignación presupuestaria</b>			
4.1.1 Sumas libres sin asignación presupuestaria		€60.000,00	€60.000,00
<b>SUBTOTAL</b>	€4.796.970,00	€5.334.250,00	€10.131.220,00
12% Imprevistos	€575.636,40	€640.110,00	€1.215.746,40
<b>TOTAL</b>	<b>€5.372.606,40</b>	<b>€5.974.360,00</b>	<b>€11.346.966,40</b>

\*Valor EKOMILK: \$4 250 x 557,63= €2 369 970. Tipo cambio según Banco Central de Costa Rica (14 de diciembre, 2016).

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, Z., Plasencia, J., & Espinosa, A. (2006). Servicios ambientales de un sistema silvopastoril de *Eucalyptus saligna* en *P. maximum*. In IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey.
- Alonso, J., Achang, G., Santos, L. D & Sampaio, R. A. (2013). Productividad de *Tithonia diversifolia* y conducta animal a diferentes momentos de comenzar el pastoreo. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 25, Article #192. Recuperado el 11 de setiembre de 2016 en <http://www.lrrd.org/lrrd25/11/alon25192.html>
- Arronis, V. 2015. Banco forrajero de botón de oro (*Tithonia Diversifolia*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Recuperado el 05 de setiembre de 2016 en <http://www.infoagro.go.cr>
- Bacab, H. M., Madera, N. B., Solorio, F. J., Vera, F., & Marrufo, D. F. (2013). Los sistemas silvopastoriles intensivos con. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 17(3), 67–81.
- Camacho, A.C. (2012). Costa Rica supera las 16.000 fincas lecheras. Periódico digital El financiero. Recuperado el 10 de setiembre de 2016 en <http://www.elfinancierocr.com>.
- Camero, A., Camargo, J. C., Ibrahim, M., & Schlönvoigt, A. (2000). Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. (pp. 177–198). San José, Costa Rica: C. Pomareda y H. Steinfeld, ed. Intensificación de la ganadería en Centroamérica- Beneficios económicos y ambientales.
- De Souza, J & Gualberto, R., 2007. Influência de espaçamentos e da época de corte na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray: Tesis de maestrado, Universidade de Marília —UNIMAR—, Faculdade de Ciências Agrárias, São Paulo, Brasil.
- FAO. (2011). Situación de la Lechería en América Latina y el Caribe en 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 10 de setiembre de 2016 en

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Dairy/Documents/Paper\\_Lechería\\_AmLatina\\_2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lechería_AmLatina_2011.pdf)

Galindo, J., Delgado, D., & García, R. P. D. E. (2005). Impacto de los árboles , los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos Y Forrajes*, 28(1), 59–68.

Galindo, J; González, N; Sosa, A; Ruiz, T; Torres, V; Aldana, AI; Díaz, H; Moreira, O; Sarduy, L & Noda, A. 2011. Effect of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Giant Mexican Sunflower) on the population of rumen protozoa and methanogens under in vitro conditions. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 45(1): 33-37.

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 pp.

García, D. E., Medina, M. G., Cova, L. J., Soca, M., Pizzani, P., & Baldizán, A. (2008). Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela 26(3), 191–196.

Gutiérrez, L. (2015). Análisis de la competitividad del sector lácteo costarricense: Visión de la Cámara Nacional de Productores de Leche. Cámara Nacional de Productores de Leche, 27. Recuperado el 28 de noviembre de 2016, en <http://proleche.com/recursos/documentos/congreso2015/produccion/Charla1.pdf>

Ibrahim, M., Villanueva, C. y Mora, J. 2005. Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. En: Mosquera-Losada, M. R. *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI Publishing. p. 13-1

Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., & Rojas, J. (2006). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y la restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. In IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey.



- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2009). Datos climáticos. Periodo 2008-2009. Heredia: Estación Meteorológica Finca Experimental Santa Lucía, Universidad Nacional de Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadísticas-INEC. (2015). VI Censo Nacional Agropecuario. <http://doi.org/978-9968-683-96-3>
- Kass, D. C. (1992). Agroforestales. Costa Rica: Conferencia curso internacional, Desarrollo de Sistemas Agroforestales.
- Lezcano, Y., Soca M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I.L., Santana, H., Martínez, J. & Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. 8 pp. Recuperado el 11 de noviembre de 2016 en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-039420120003000003&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-039420120003000003&script=sci_arttext)
- Lok, S., Crespo, G., Frómeta, E., Torres, V., & Fraga, S. (2006). Estudio y selección de indicadores de sostenibilidad en pastizales silvopastoriles. In IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey.
- 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*. Volume 17, Article #100. Recuperado el 20 de octubre de 2016. <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/mahe17100.htm>
- Mahecha, L., Escobar, J. 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*. Recuperado el 20 de octubre de 2016. Volume 19, Article #16. <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm>
- Milera, M. (2006). Sistemas de producción de leche a partir de recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. *Pastos Y Forrajes*, 29(2), 1–27.

- Montagnini, F., & Finney, C. (2011). Payments for environmental services in latin America as a tool for restoration and rural development. *Ambio*, 40(3), 285–297. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0114-4>
- Murgueitio, E. *et al.* 2009a. Estado actual y tendencias de los sistemas agroforestales ganaderos en los trópicos. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. [CD-ROM]. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- Murgueitio, E. *et al.* 2009b. Experiencias sobre la utilización de la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Colombia y Panamá. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. [CD-ROM]. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba.
- Naranjo, J. & Cuartas, C. 2011. Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia. *Rev. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 6(1):9-19.
- OCDE-FAO. (2015). Situación de la Lechería en América Latina y el Caribe en 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 10 de setiembre de 2016 en [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Dairy/Documents/Paper\\_Lechería\\_AmLatina\\_2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lechería_AmLatina_2011.pdf)
- Olmedo, A. (2009). Influencia de las fases lunares, (menguante y luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro *Tithonia diversifolia* para la formación de un banco de proteína. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la vida. Carrera de Ciencias Agropecuarias. 141 pp. Recuperado el 11 de setiembre de 2016 en <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2600/8/T-ESPE-IASA%20I-004190.pdf>
- Rivera, J E., Cuartas, C A., Naranjo, J F., Tafur, O., Hurtado, E A., Arenas, F A., Chará, J. & Murgueitio, E. (2015). Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en

un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Recuperado el 28 de noviembre de 2016, en <http://www.lrrd.org/lrrd27/10/rive27189.html>

Ruíz, T.E *et al.* 2014. *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 48(1): 79-82.

Savón, I., Mora, L.M., Rodríguez, V., Rodríguez., Scull, I., Hernández. & Ruíz, T.E. 2008. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. Zootecnia Tropical, 26 (3): 387-390

Yamamoto, W., Dewi, I. A., & Ibrahim, M. (2007). Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. *Agricultural Systems*, 94(2), 368–375. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.10.011>

Zapata, A. y Silva, B. E. 2010. Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en el Departamento de Risaralda y el Eje Cafetero de Colombia. CARDER, CIPAV.Cali, Colombia.112 p.

## 12. ANEXOS

### 12.1 Cotización del Ecomilk

#### BIOCIENTIFICA COSTARRICENSE BC, S.A.

Cédula Jurídica 3-101-058327  
 Tel y Fax: ( 506) 2290950, 2296012  
 Apdo. Postal: 50-2200, Coronado  
 Costa Rica, América Central

<b>PRO FORMA</b>	<b>MILK PROQ M 20161214</b>
Fecha/Date:	Miércoles 14 de Diciembre, 2016
Condiciones de pago: Ver parte inferior	

**Distribuidor Exclusivo para Costa Rica**

**MILK PROQ M**

<b>Cliente:</b> UNIVERSIDAD NACIONAL		<b>TELÉFONO:</b>	
<b>Dirección:</b> CONTACTO MAURICIO ARIAS		<b>Cel.</b> 88955084	
<b>Atención:</b> <a href="mailto:mauarias1389@gmail.com">mauarias1389@gmail.com</a>			
CANT	PRODUCTO	Precio \$	VALOR \$
1	<b>Analizador Ultrasónico de Leche                      MILK PROQ Modelo Rápido</b> Velocidad de Análisis 90s p / muestra, de 30 - 35 m/h. Analiza: grasa (Fat), sólidos no grasos (SNF), proteínas (Prot), densidad (Den) y agua agregada (AWM). Características: Suministro eléctrico en CA - 110V o 220V. Suministro eléctrico en CD - 12V a 14V. No requiere ácidos ni otros reactivos químicos. Cuenta con interfase RS 232. Incluye una impresora ESC POS. Garantía: 1 año.	4.250,00	4.250,00
Cuatro mil doscientos cincuenta dolares.			4.250,00
		<b>Total C.I.F / C.I.F. Value</b>	<b>₡ 4.250,00</b>
<b>CONDICIONES DE PAGO:</b> REALIZAR EL PAGO DEL 100% DEL TOTAL DE EQUIPO CONTRA PEDIDO EL TIEMPO DE ENTREGA: DE 30 DÍAS HÁBILES DESPUÉS EL PAGO.			
NOEMY GONZALEZ LABORATORIOS VACO S.A.		Sello y Firma del Cliente Aprobando Condiciones estipuladas	

CUENTAS PARA DEPOSITAR :

**EN COLONES A NOMBRE DE BIOCIENTIFICA COSTARRICENSE BC, S.A.**  
 B.C.R. | 001-0250008-6  
 Cuenta Cliente: 15201001025000860

## 12.2 Carta de distribuidor único en Costa Rica.

### AUTORIZACION

*Por medio de la presente Proquiga Biotech, S.A. autoriza a la Empresa **Biocientífica Costarricense BC, S.A.**, para que pueda representar, comercializar, y como único distribuidor del equipo Analizador MILKANA, en Costa Rica.*

*Bergondo, 17 de marzo de 2016*

  
PROQUIGA BIOTECH, S.A.  
Poligono Industrial de Bergondo  
Calle General de Rivas, CC  
10105 Bergondo, La Florida (Pavia)  
Tel: 0034 871 736 141  
Fax: 0034 871 736 177