

**EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN CULTIVO DE MORERA *Morus*  
*sp.p.* EN LA ZONA DE TIMBIO-CAUCA.**



**JUAN CARLOS GALLEGO SARRIA  
MARINA CONSTANZA PÉREZ GALÍNDEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2015**

**EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN CULTIVO DE MORERA *Morus*  
*sp.p* EN LA ZONA DE TIMBIO-CAUCA.**

**JUAN CARLOS GALLEGO SARRIA  
MARINA CONSTANZA PÉREZ GALÍNDEZ**

**Trabajo de grado modalidad investigación presentado para optar al título de  
Ingeniero Agropecuario.**

**Director**

**MVZ, M.Sc FREDY JAVIER LÓPEZ MOLINA**

**Codirectora**

**Biól., M.Sc., Ph.D. MARTHA I. ALMANZA P.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2015**

**Nota de aceptación:**

Los directores y jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

---

Presidente de jurado

---

Firma de jurado

---

Director

---

Codirectora

Popayán, Septiembre de 2015.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado especialmente a Dios, que me permitió culminar una etapa más en mi vida, a mis padres Álvaro de Jesús Gallego Mejía y Gloria Sarria Collázos por su apoyo incondicional, a mi abuela Alicia Collázos, a mis hermanos Alexander, Miguel y Andrea, a mi tía Ofenny por ser una mujer muy especial en mi vida. A todos ellos tomo mi amor.

**Juan Carlos Gallego Sarria**

## DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios como guía espiritual, por darme la sabiduría para afrontar cada reto en mi vida.

Dedico este trabajo a mis padres Alfonso Marino Pérez y Aracely María Galíndez a quienes admiro, valoro, respeto y amo profundamente, gracias infinitas por apoyarme en todas los aspectos de mi vida. A mi familia en general, por permanecer unida y compartir muchos momentos felices. Mi mejor amiga, Claudia Patricia Pérez, muchas gracias por su incondicional amistad, por ser mi hermana en la vida.

A mis amigos de la universidad, a mis amigos de aventura, a mis amigos de la vida, con quienes compartí muchos momentos que me llenaron el alma. Muchas gracias a mis maestros, por compartir sus conocimientos y hacer de mí una mejor profesional.

A mi carrera “Ingeniería Agropecuaria”, cada día estoy más segura que fue la mejor elección, porque en ella encuentro las posibilidades para seguir enriqueciendo mi vida, mediante un enfoque social dedicado al campo. *“La agricultura es la profesión propia del sabio, la más adecuada al sencillo y la ocupación más digna para todo hombre libre”. Cicerón.*

**Marina Constanza Pérez Galíndez**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradecemos Dios por permitirnos desarrollar y culminar una etapa más.

A nuestros padres y familias por el apoyo durante todas las etapas de nuestras vidas

A los profesores por el acompañamiento en nuestros procesos de aprendizaje académico y personal. Especialmente a nuestros directores Fredy López y Martha Almanza, de igual manera a los jurados Roman Stechauner y Gustavo Alegría.

Al grupo de Investigación en Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria (SISINPRO) y CORSEDA por la disposición para permitirnos llevar a cabo el proceso de investigación.

Especial agradecimiento a los señores, Ramiro Almanza y Carlos Julio Gurrute y al señor Nixon Tobar donde se desarrolló el estudio.

A nuestros amigos y compañeros.

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>		<b>Pág.</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.</b>	<b>HISTORIA DE LA SERICULTURA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA SERICULTURA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.</b>	<b>INCURSIÓN DE LA SERICULTURA EN COLOMBIA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.</b>	<b>GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MORERA <i>Morus sp.p.</i>.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.</b>	<b>CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.6.</b>	<b>DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.7.</b>	<b>CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS PARA EL CULTIVO DE MORERA <i>Morus sp.p.</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>2.8.</b>	<b>FERTILIZACIÓN .....</b>	<b>22</b>
<b>2.8.1.</b>	<b>Fertilización Orgánica.....</b>	<b>24</b>
<b>2.9.</b>	<b>CERTIFICACIÓN ORGÁNICA.....</b>	<b>24</b>
<b>2.10.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-AGRÍCOLA .....</b>	<b>24</b>
<b>2.11.</b>	<b>INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD .....</b>	<b>24</b>
<b>2.12.</b>	<b>DIAGNÓSTICO TÉCNICO-AGRÍCOLA.....</b>	<b>25</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.</b>	<b>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y AMBIENTAL..... MESETA DE POPAYÁN.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-AGRÍCOLA .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.</b>	<b>DIAGNÓSTICO TÉCNICO-AGRÍCOLA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.1.</b>	<b>Indicador técnico-Agrícola (ITA).....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.</b>	<b>SELECCIÓN DE UNA DE LAS TRES UNIDADES PRODUCTIVAS PARA DESARROLLAR INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.</b>	<b>TOMA DE MUESTRA DE SUELOS UNIDAD PRODUCTIVA 3, VEREDA EL GUAYABAL.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6.</b>	<b>TOMA DE MUESTRA DE COMPOSTAJE UNIDAD PRODUCTIVA 3, VEREDA EL GUAYABAL.....</b>	<b>31</b>
<b>3.7.</b>	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>31</b>
<b>3.7.1.</b>	<b>Tratamientos .....</b>	<b>32</b>
<b>3.7.2.</b>	<b>Distribución de las parcelas .....</b>	<b>33</b>

<b>3.8.</b>	<b>VARIABLES DE RESPUESTA.....</b>	<b>33</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO TÉCNICO-AGRÍCOLA.....</b>	<b>37</b>
4.1.1.	Unidad Productiva 1: Vereda Clarete .....	39
4.1.2.	Unidad Productiva 2: Vereda Santa Bárbara .....	40
4.1.3.	Unidad Productiva 3: Vereda el Guayabal .....	42
<b>4.2.</b>	<b>PLAN DE FERTILIZACIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.</b>	<b>ANÁLISIS DE VARIABLES.....</b>	<b>48</b>
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>58</b>

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del área de estudio en los municipios de Timbío, El Tambo, Popayán (Cauca).....	¡Error! Marcador no definido.6
Figura 2. Método zig-zag para toma de muestras del suelo.....	30
Figura 3. Toma de muestras de suelo, vereda El Guayabal.....	30
Figura 4. Pila de compostaje, vereda El Guayabal.....	31
Figura 5. Modelo estadístico. Diseño de Bloques Completos al Azar .....	32
Figura 6. Establecimiento de parcelas unidad productiva El Guayabal .....	33
Figura 7. Índice de sustentabilidad técnico-agrícola unidad productiva 1, vereda Clarete-Popayán .....	40
Figura 8. Índice de sustentabilidad técnico-agrícola unidad productiva 2, vereda Santa Bárbara-El Tambo.....	42
Figura 9. Índice de sustentabilidad técnico agrícola unidad productiva 3 vereda El Guayabal-Timbío.....	43
Figura 10. Distribución de lluvias frente a los reportes históricos .....	44
Figura 11. Expresión de vigor en los 3 tratamientos .....	48
Figura 12. Diámetro del dosel en los 3 tratamientos .....	49
Figura 13. Producción de forraje verde en los 3 tratamientos .....	50
Figura 14. Contenido de materia seca en los 3 tratamientos.....	51

## LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1.	Descripción Agronómica de la morera <i>Morus sp.p.</i> .....	18
Cuadro 2.	Clasificación taxonómica de la morera <i>Morus sp.p.</i> .....	19
Cuadro 3.	Ubicación de las 3 unidades productivas de estudio.....	27
Cuadro 4.	Calificación del indicador técnico-agrícola.....	28
Cuadro 5.	Escala de calificación para la variable Vigor.....	34
Cuadro 6.	Escala de calificación para la variable Plagas.....	35
Cuadro 7.	Escala de calificación para la variable Enfermedades.....	35
Cuadro 8.	Requerimiento nutricional del cultivo <i>Morus sp.p.</i> .....	46
Cuadro 9.	Fertilización edáfica Bloque n° 1. ....	46
Cuadro 10.	Fertilización edáfica Bloque n° 2.....	46
Cuadro 11.	Fertilización edáfica Bloque n° 3.....	46
Cuadro 12.	Fertilización foliar Bloque n° 1. ....	47
Cuadro 13.	Fertilización foliar Bloque n° 2. ....	47
Cuadro 14.	Fertilización foliar Bloque n° 3... ..	47

## LISTA DE ANEXOS

Anexo a.	Caracterización técnico-agrícola. ....
Anexo b.	Resultado Análisis de suelos.....
Anexo c.	Resultado Análisis de compostaje. ....
Anexo d.	Composición fertilizante foliar orgánico

## RESUMEN

Con el ánimo de promover y fortalecer el desarrollo de la sericultura en la región, el grupo de Investigación en Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria (SISINPRO) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, en conjunto con la Corporación para el desarrollo de la sericultura CORSEDA, y a través del sistema general de regalías, se estructuró el proyecto de investigación titulado “Desarrollo tecnológico para la Obtención de Productos Orgánicos e Innovadores de Seda Natural, el cual busca fortalecer diferentes eslabones productivos de la cadena serícola.

En primera instancia, se planteó la necesidad de caracterizar unidades serícolas de importancia en la región, enfocado a conocer el manejo agronómico del cultivo de morera *Morus sp.p.* y los demás componentes. Para cumplir con este primer objetivo, se seleccionaron tres unidades productivas ubicadas en la meseta de Popayán, se caracterizaron, para posteriormente emitir un diagnóstico de la información, utilizando para ello, la metodología propuesta por Londoño (2008). Finalmente, en una de las unidades productivas, se implementó un ensayo, que buscaba determinar el comportamiento productivo de la morera, con la utilización de fertilizantes orgánicos.

Las tres unidades productivas caracterizadas, presentaron aspectos similares en cuanto al manejo del cultivo y de la producción de capullo frente a los demás sericultores, adicionalmente, se detectaron falencias referentes al manejo del cultivo en épocas de sequía donde se refleja la menor producción. Posteriormente, se eligió una de las tres unidades productivas caracterizadas, con el objetivo de evaluar tres tratamientos con fertilizantes orgánicos. Para ello se cuantifico la respuesta del cultivo, teniendo en cuenta las variables propuestas por la Red Internacional de Evaluación de Pastos tropicales (Toledo, 1982). Como resultado, se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a las variables productivas, siendo el uso del compostaje complementado con la aplicación foliar de un producto orgánico, como el mejor tratamiento.

## ABSTRACT

With the aim to promote and strengthen the development of sericulture in the region, Research Group Integrated Farming Systems (SISINPRO) of the Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, together with the Corporación para el desarrollo de la sericultura en el Cauca (CORSEDA) as through the general royalty system, the research project was structured entitled "Technological development to Get Organic Products and Innovative Natural Silk, which seeks to strengthen different links the sericola productive chain. Firstly, the need to characterize units raised "serícolas" of importance in the region, focused to meet the agronomic crop management mulberry *Morus s.p.p* and other components. To meet this first objective, were selected three production units located in Plateau Popayán, were characterized, later to make a diagnosis about the information, using the methodology proposed by Londoño (2008). Finally, in one of the production units, a test was implemented, which sought to determine the productive performance of mulberry, with the use organic fertilizer. The three production units characterized, presented similar aspects as crop management and production of cocoon, additionally, detected shortcomings related to crop management in times of drought where It reflected lower production. Subsequently, one of the three units was chosen characterized production, in order to evaluate three treatments organic fertilizers. For this crop response was quantified taking into account the variables proposed by the International Pastures Evaluation Network tropical (Toledo, 1982). As a result, significant differences were obtained in terms of the production variables, being the use of composting complemented by foliar application, as the best treatment.

## 1. INTRODUCCIÓN

La historia de la sericultura en el Cauca comenzó con la llegada del primer gusano de seda hace más de 26 años al municipio de Timbío. Elvira Gómez, la más antigua sericultora del suroccidente colombiano recuerda: "Por esos días vinieron varios extranjeros a mi parcela, que fue la primera en tener el cultivo de morera y los gusanos. Se quedaron cuatro coreanos para enseñarnos lo necesario en cuanto al gusano de seda", Así, el paisaje timbiano pronto fue adornado por las hojas verdes de la morera, planta con la cual debía ser alimentado el gusano de seda *Bombyx mori* que provendría del Japón y Corea, en dosis de 25 mil huevos a punto de reventar, y de los que debían hacerse cargo durante un mes cada familia. Según recuerda, varios grupos sociales, entre asociaciones y personas individuales, contribuyeron a que las mujeres se organizaran para poder trabajar (AGENDA PROPIA, 2012).

En la actualidad la sericultura en la región, se sostiene gracias a los pequeños productores rurales asociados a la Corporación para el Desarrollo de la Sericultura del Cauca "CORSEDA", que es una organización conformada por cerca de 200 familias productoras de capullo y artesanas de la seda en el área de influencia de la zona centro - norte del Departamento del Cauca (CORSEDA, 2012). Sin embargo, una de las causas de la problemática actual, ha sido la ausencia de entidades estatales, donde no se ve reflejado el aporte de recursos que incentiven la investigación por parte de profesionales del sector con el fin de fortalecer la actividad serícola. Como consecuencia, el número de sericultores ha disminuido en los últimos años, con esto se ve reflejada la baja producción de capullo y por lo tanto la poca oferta de seda a los mercados nacionales e internacionales, sin embargo, esto no ha sido razón suficiente para que la empresa decaiga, por el contrario, se refleja un mercado con alta demanda de seda.

Con el ánimo de promover y fortalecer el desarrollo de la sericultura en el departamento del Cauca, se buscó la articulación de las intencionalidades de la

academia y la investigación, en el marco del proyecto del Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías a través del proyecto de investigación titulado “Desarrollo Tecnológico para la Obtención de Productos Orgánicos e Innovadores de Seda Natural”, presentado por el grupo de investigación en Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria-SISINPRO de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, el cual ha sido formulado y proyectado junto con CORSEDA, para dar respaldo al proceso que requiere tal entidad en materia tecnológica, con el fin de poder aprovechar las ventajas comparativas que posee y acceder a los mercados internacionales existentes.

La importancia de la agricultura orgánica en el cultivo de morera *Morus alba*, radica en su forma de producción, orientada a proporcionar un medio ambiente limpio y balanceado, potenciando la capacidad productiva y fertilidad natural de los suelos, optimizando el reciclaje de nutrientes, el control natural de plagas y enfermedades. Por ello, es preciso promover e implementar las técnicas y prácticas de la agricultura orgánica, en beneficio de la salud humana, animal y protección del medio ambiente en general.

El trabajo de grado en la modalidad de investigación estuvo enfocado en la evaluación de estrategias de fertilización orgánica para el cultivo de morera *Morus alba*, en una unidad productiva ubicada en el municipio de Timbío-Cauca, para lo cual se implementó el modelo de caracterización y diagnóstico dirigido al manejo agronómico del cultivo de tres sericultores asociados a CORSEDA y con esto aportar elementos que conlleven a la obtención de certificación orgánica la cual le da un valor agregado a la seda.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. HISTORIA DE LA SERICULTURA**

El gusano de seda (*Bombyx mori*), se cree que es originario de China, donde su cría, devanado de capullos y fabricación de telas, se remonta a varios siglos antes de nuestra era, pero aún no se ha podido determinar fehacientemente su región de ascendencia; hay varios investigadores que afirman que el actual gusano de seda, pudo haber sido producto de una mutación y luego tomó sus características propias por el clima, variaciones térmicas, altitud y alimentación, entre otros factores influyentes capaces de producir cambios en sus condiciones básicas de vida. La gran cantidad de teorías enunciadas, hace que resulte casi imposible determinar concluyentemente el exacto lugar de su origen, pero de lo que no hay lugar a dudas, es la historia del comienzo en China de la industrialización de los hilos obtenidos de los capullos de estas orugas (Cifuentes y Sohn, 1998).

Las culturas textiles surgen como sustitutas de los primeros abrigos que fueron de cuero y pieles; en la civilización china las cuerdas y las mallas construidas de lianas se encuentran cronológicamente a fines del Paleolítico en el Valle del Rio Amarillo. Las agujas de hueso se utilizaron en el Neolítico cuando comienza la sedentarización y la agricultura, así como la domesticación del gusano de seda. El hilado se realizaba a mano, por medio de pequeños husos y este proceso se remonta a 7000 años atrás (Corcuera, 2006, citado por Zunini, *et al.*, 2008).

### **2.2. CARACTERISITICAS DE LA SERICULTURA**

La sericultura es una actividad que integra tres etapas: Agrícola-forestal (cultivo de morera), Pecuaria (Cría del gusano de seda) y Agroindustria (Obtención y Procesado de la Seda). Es uno de los emprendimientos agropecuarios más económicos, no necesita de mucha inversión inicial, ni mano de obra calificada, como tampoco mucho personal, sólo requiere dedicación. En efecto, la sericultura ha sido históricamente considerada una actividad doméstica y complementaria, ya que sus cuidados, atención y esfuerzos no son muy exigentes y pueden llevarlo a cabo todos los integrantes de un núcleo familiar, para el proceso se deben tener en cuenta condiciones ambientales y sanitarias, además del cultivo de morera como único alimento del gusano de seda (AGROESPACIO, 2010).

La seda es un material natural y es la más bella y más glamorosa de todas las fibras textiles. Es la materia prima para la creación de telas que tiene propiedades de finura, resistencia, lustrosidad y de afinidad a la piel. Al mismo tiempo es un material que tiene las mejores cualidades de confort (absorbe la humedad y tiene propiedades antialérgicas) haciendo que el uso de esta prenda sea ideal para ropa interior, tanto de hombres como de mujeres (Cifuentes y Sohn, 1998).

### **2.3. INCURSIÓN DE LA SERICULTURA EN COLOMBIA**

La introducción y aclimatación de la morera y el gusano de seda asiático a Colombia, data del año 1868 en el departamento de Antioquia, donde se adquirieron unos huevos, se logró que los gusanos nacieran y se comenzó a cuidarlos por mera curiosidad, por entretenimiento, posteriormente se estudiaron todos sus aspectos llegando a conocer esta industria más a fondo. Así fue, como se aprendió el proceso de los gusanos, a devanar sus capullos, a teñir y tejer seda (Cifuentes y Sohn, 1998).

A finales de los años ochenta, cuando el escenario internacional era favorable en términos de mercado, se firma un convenio de Cooperación Técnica Internacional de la Unión Europea, CTI, con el Comité de Cafeteros de Cauca, denominado Proyecto de Desarrollo Serícola, logrando un apoyo importante para las mujeres con misiones de expertos internacionales, quienes les brindaron asesoría en

diseño y optimización de procesos de producción artesanal, desarrollando este proceso en el Cauca (AGENDA PROPIA, 2012).

En el departamento del Cauca a principios de 1990, aparecen inversionistas extranjeros, coreanos específicamente y junto con inversionistas colombianos, establecen fábricas productoras de seda cruda en Popayán, como resultado de esta alianza se da inicio a CORSEDA (Cifuentes y Sohn, 1998), una empresa que une el esfuerzo de más de 200 familias campesinas, dedicadas a la actividad de la cría de gusanos de seda, producción de capullos y tejidos artesanales de seda (CORSEDA, 2012).

#### **2.4. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA MORERA *Morus sp.p.***

La morera es una planta usada tradicionalmente para la alimentación del gusano de seda en diferentes países, sin embargo también es consumido su fruto en jugos o en conservas y sus hojas y tallos por sus propiedades medicinales en infusiones o como forraje animal. En este sentido, las especies del género *Morus* sobresale como fuente de forraje por su excelente capacidad de producción de biomasa (Benavides, 2000), composición química (Duke, 2005) la degradabilidad ruminal (Gonzales *et al.* 1998) adaptabilidad a diversas condiciones de clima, suelo y disponibilidad (Datta, 2002). El contenido de proteína cruda (PC) es mayor del 20% y el porcentaje de digestibilidad in vitro está por encima del 80% (Benavides, 1994).

**Cuadro 1. Descripción Agronómica de la morera *Morus sp.p.***

Morera <i>Morus sp.p.</i>	
Familia:	<i>Moraceae</i>
Ciclo vegetativo:	Perenne
Adaptación pH:	6.0 – 7.5
Fertilidad del suelo:	Baja (con fertilización) a alta
Drenaje	Buen drenaje
Altitud (m.s.n.m):	0- 4000m
Precipitación:	>1000 mm
Densidad de siembra:	Con estacas o trasplante, distancia entre plantas 75 cm
Profundidad de siembra:	A 3 cm cuando se utiliza semilla, con estacas al menos dos entrenudos deben quedar en contacto con el suelo.

Valor nutritivo:	Proteína 15 – 28%, digestibilidad de hojas 75 – 89%.
Utilización	Corte, acarreo, ensilaje (alimento del gusano de seda)

Fuente: (Franco *et al.*, 2011).

Las especies del género *Morus* (generalmente conocidas por el nombre morera) se caracterizan por su amplio germoplasma varietal. *Morus alba*, *M. nigra*, *M. indica*, *M. laevigata* y *M. bombycis* han sido usadas no solo para la cría del gusano de seda, sino también para la alimentación de toda clase de ganado, especialmente el lechero (Fernández, 1935). Varios autores, entre ellos Sánchez (2001) citado por Penton, *et al* (2007) han conferido una significativa importancia a la especie como alimento para las aves; árbol ornamental; sombra en cafetales, pastizales y áreas naturales; fuente de materia prima para la obtención de tejidos a partir de la fibra de su corteza, para la confección del papel, madera para accesorios deportivos, mueblería e implementos agrícolas. Pizarro, *et al.*, (1997) señalaron que este cultivo contribuye al control de la erosión del suelo. Así mismo, Sánchez (2001) la reportó como planta comestible y recomienda el consumo de sus hojas tiernas. Es referida como planta medicinal, con cualidades diuréticas y expectorantes, y se emplea para reducir la presión y el azúcar en sangre. Las posibilidades de su empleo se extienden hasta la industria viñatera y como colorante de productos alimenticios y confituras (Anon, 2005, citado por Penton, *et al.*, 2007).

## 2.5. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El cuadro 2 presenta la clasificación taxonómica de la morera.

**Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la morera *Morus sp.p***

<b>DIVISIÓN</b>	<i>Spermatophyta</i>
<b>CLASE</b>	<i>Angiosperma</i>
<b>SUBCLASE</b>	<i>Dicotyledonea</i>
<b>ORDEN</b>	<i>Urticales</i>
<b>FAMILIA</b>	<i>Moraceae</i>
<b>GENERO</b>	<i>Morus</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>Indica, alba nigra, rubra</i> , entre otras.

Fuente: Zheng *et al.* (1988), citado por Cifuentes y Sohn (1998)

## **2.6. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

### **2.6.1. Raíz**

Según el sistema de propagación, será el tipo de raíz: si se parte de semilla, se obtiene una raíz pivotante (una raíz profunda, con ramificaciones laterales). Si se realiza propagación por estacas, las raíces van a ser solo adventicias (en forma de cabellera). La raíz en su parte extrema contiene una porción blanquecina llamada punta de raíz y tiene una longitud entre 1 a 3 mm, es en esta zona donde se produce el alargamiento de las raíces por medio de la diferenciación, extensión y formación de tejidos (Cifuentes y Sohn, 1998).

### **2.6.2. Yemas**

La yema es el cuerpo inicial de la rama, la hoja y la flor. Dependiendo de la variedad, las características y estructuras morfológicas de las yemas son de gran importancia para su cultivo, selección y mejoramiento (Cifuentes y Sohn, 1998).

### **2.6.3. Tallo**

El tronco, tallos y ramas de la morera suelen llamarse en su conjunto tallos. Su principal función es transportar el agua y las sales minerales hacia arriba y enviar hacia abajo los productos de la fotosíntesis y otros materiales orgánicos. La planta de morera puede ser cultivada y direccionada por medio de podas de formación para mostrar un tronco principal, con varias ramas laterales, las cuales se dividen de nuevo y se categorizan en primarias, secundarias, etc. (Cifuentes y Sohn, 1998).

Los tallos y ramas en la morera tienen tres posiciones de crecimiento: erectas, abiertas o esparcidas y colgadas o pendulantes. Las variedades erectas tienen concentrada la corona de la planta permitiendo una buena ventilación. Por lo tanto son adecuadas para siembras más densas y cultivos mecanizados. Aunque con las variedades de ramas abiertas se puede lograr un buen uso del espacio, estas no se pueden utilizar en altas densidades de siembra. La longitud y tamaño de las ramas de morera dependen de la variedad, la edad la planta, las condiciones del suelo, cambios de clima, métodos de poda, cantidades aplicadas de materia orgánica y manejo (Zheng *et al.*, 1988, citado por Cifuentes y Sohn, 1998)

#### **2.6.4. Hojas**

La hoja es el órgano más importante porque constituye el alimento del gusano. Es en ella donde se producen procesos como la fotosíntesis, la respiración y otros. El nivel de fotosíntesis determina entre otras cosas, la calidad de las hojas que producirá la planta en su contenido nutricional (Rodríguez *et al.*, 2012)

Cifuentes y Sohn (1998) sostienen que las hojas son alternas pecioladas, con forma variable, el tamaño entre 8 x 12cm, hasta 25 x 20cm, lisas en el haz y pubescentes en el envés, su grosor depende de la variedad y de esto dependerá la resistencia al ataque de plagas y la palatabilidad del gusano de seda.

#### **2.6.5. Flores**

Las flores miden alrededor de 2 cm de longitud, la mayoría de ellas son monosexuales y algunas bisexuales, las monosexuales poseen 4 sépalos, se agrupan en racimos llamados amentos, el ovario es supero unilocular y bicarpela. El sexo de las flores depende de la variedad algunas son monoicas, dioicas y otras andrógenas. Tanto las flores estaminadas (masculinas) como las pistiladas (femeninas) se encuentran en racimos separados (Zheng *et al.*, 1988, citado por Cifuentes y Sohn, 1998).

#### **2.6.6. Fruto**

Los frutos de la morera son ricos en minerales, vitaminas y azúcares, lo cual los convierte en adecuada materia prima para la industria alimenticia y farmacéutica, en la elaboración de jarabes, mermeladas, jugos y como saborizante natural en pastelería, confitería, paletterías y otros, constituyendo así un importante aporte nutricional que podría incluirse en cualquier tipo de dieta (Rodríguez *et al.*, 2012).

## **2.7. CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS PARA EL CULTIVO DE MORERA**

*Morus sp.p*

Los rango climáticos para su cultivo son: temperatura de 18 a 38 °C; precipitación entre los 600 a 2500 mm; fotoperiodo entre 9 a 13 h/d; y humedad relativa entre 65 al 80% (Ting-Zing *et al.*, 1998). En general crece muy bien, tanto en suelos porosos y profundos como en aquellos de topografía plana con pendientes inferiores al 40 % (Domínguez, *et al.*, 2002, citado por Olivera y Noda, 2010). La morera se adapta a los diferentes tipos de suelo, principalmente en aquellos que presentan mayor fertilidad con buen contenido de materia orgánica, de textura media, arcillo-arenosas o areno-arcillosas, estructuras granulares y blocosas (Cifuentes y Ham-Kim, 1998, citado por Olivera y Noda, 2010). Prefiere un pH entre 6,5 y 6,8, aunque es tolerante a la acidez y la salinidad (Datta, 2002). Se desarrolla mejor en los suelos bien drenados, con un nivel freático mínimo a 1 m (Ho-Zoom y Won-Chu, 2001, citado por Olivera y Noda, 2010),

## **2.8. FERTILIZACIÓN**

Cifuentes y Sohn (1998) señalan que la fertilización es la base del incremento en la producción de la hoja de morera, siempre y cuando los demás factores sean favorable (clima, tipo de suelo, variedad, distancia de siembra, control de malezas, etc.). Con la fertilización se pretende ubicar en la solución del suelo, los nutrientes requeridos por la planta para una óptima producción, manteniendo un balance nutricional en el suelo y conservando o mejorando su contenido nutricional.

El aprovechamiento de los nutrientes del suelo por parte de las plantas, estará afectado por el nivel de pH, el contenido de materia orgánica, el contenido de arcillas y los procesos erosivos, entre otros. Por lo tanto, la labor de fertilizar no

debe limitarse a la aplicación de ciertos productos fertilizantes, sino que debe complementarse con otras prácticas tendientes al mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del lote cultivado en morera (Cifuentes y Sohn, 1998).

Durante la fase de crecimiento, la morera toma muchos elementos del suelo tales con Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Hierro, Boro, Manganeso, Zinc, Cobre y Molibdeno. Cada uno de estos elementos tiene una función específica en el crecimiento y metabolismo de la morera, la falta de alguno de estos elementos afectará de alguna forma el normal desarrollo de la planta. El carbono, Hidrógeno y Oxígeno pueden ser obtenidos del ambiente a través de la raíz y las hojas, mientras que el resto de los elementos pueden ser obtenidos del suelo a través del sistema radicular. El Nitrógeno, Fósforo y Potasio son requeridos por la morera en forma amplia y estos elementos que no son fácilmente absorbidos por la planta, deben ser abastecidos en forma de fertilizantes (Cifuentes y Sohn, 1998).

### **2.8.1. Fertilización Orgánica**

La morera es un cultivo que responde bastante bien a las aplicaciones de materia orgánica, las cuales según Cifuentes y Sohn (1998) cumplen las siguientes funciones en el suelo:

#### **Químicas:**

Incrementa la capacidad de retención de nutrientes (C.I.C.)

Cambia la reacción del suelo.

Abastece micro y macro nutrientes

Disminuye la fijación de  $P_2O_5$  en el suelo

#### **Físicas:**

Aumenta la capacidad de retención de humedad

Mejora la estructura del suelo

Cambia el color de suelo

Facilita las labores del cultivo

**Biológicas:**

Mejora la actividad de los microorganismos

Mejora la fijación de N<sub>2</sub>

Abastece de Hormonas y vitaminas a los microorganismos

## **2.9. CERTIFICACIÓN ORGÁNICA**

La certificación es un proceso que garantiza al consumidor los atributos de un producto. A la evolución de las certificaciones están asociados cambios en las características de consumo de mercado (salud, medio ambiente y aspectos sociales). Estos cambios a través de diferentes tipos de certificación han ido generando segmentos o nichos de mercados de productos diferenciados.

La agricultura orgánica significa aplicar sistemas de gestión de la producción agrícola intensiva y holística, que comprende la transformación en compost de materiales orgánicos, la cobertura del suelo, regulación de sombra y el control biológico de plagas. El sistema excluye la utilización de sustancias agroquímicas y para que el producto pueda comercializarse como orgánico debe estar certificado. Otro de los aspectos que se debe considerar es qué la empresa certificadora que se utilice debe estar acreditada por sistemas de acreditación, los cuales pueden ser nacionales e internacionales (CEPAC, 2013).

## **2.10. CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-AGRÍCOLA**

La caracterización consiste en la obtención de información del modelo real de producción del sistema, logrando identificar los conflictos y dificultades operativas y las interacciones existentes, tanto entre los diferentes agroecosistemas como entre el sistema y su entorno. La manera como se guíe la caracterización, será definitiva en la definición de las alternativas y de los programas de investigación que se realicen (Manrique *et al.*, 2001, citado por Rodríguez, 2009).

## **2.11. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD**

Son agregados de datos crudos y procesados que después pueden ser agrupados para formar índices complejos, los cuales son considerados como determinantes para la toma de decisiones. Existe una amplia gama de indicadores que cumplen los requerimientos y diferentes objetivos, que han sido desarrollados para condiciones específicas, en este caso para la evaluación y análisis de los sistemas de las unidades productivas localizadas en el municipio de El Tambo, Timbío y Popayán-Cauca.

Son una herramienta que representa un conjunto de variables en un modelo simplificado del sistema en estudio, que permite la evaluación y posterior conducción u orientación, hacia un sistema de sustentabilidad diseñado, con base en los principios de la agroecología, permitiendo cuantificar, simplificar y ayudar a entender realidades complejas (Achkar, 1999).

El objetivo de los indicadores de sustentabilidad, es medir la distancia y el sentido de la variación de un sistema ambiental entre: el estado inicial del sistema (dato de la realidad) y el estado de transición del sistema (propuesta), hacia un desempeño sustentable del sistema productivo.

Iglesias (2004) menciona que los indicadores deben ser aceptados universalmente, fáciles de entender, sencillos de calcular, tener fundamento científico, utilizar la mejor información disponible, un bajo costo de cálculo y que permitan un monitoreo periódico.

## **2.12. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-AGRÍCOLA**

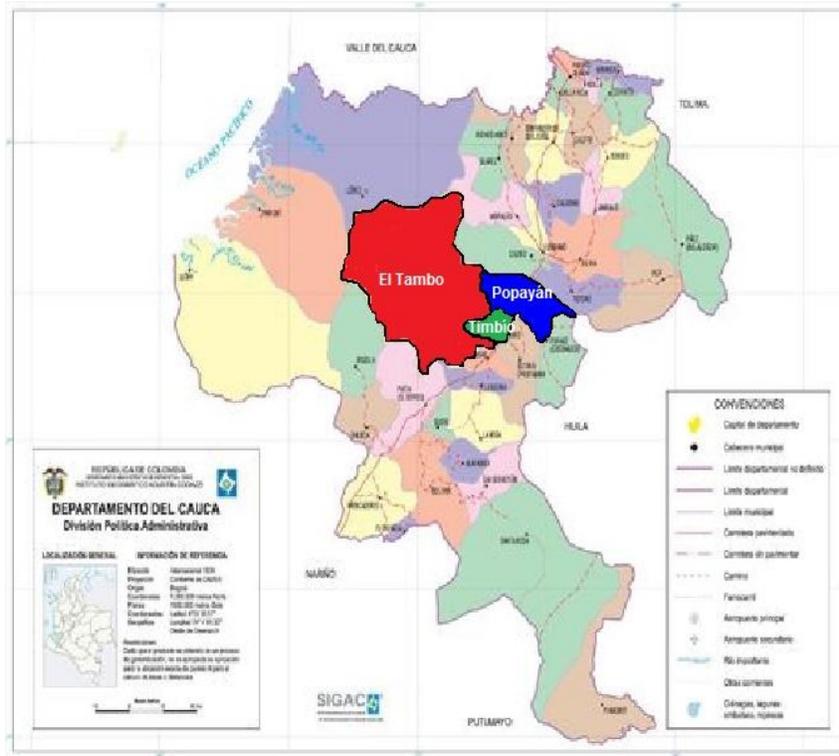
El diagnóstico es un estudio previo a toda planificación o proyecto, consiste en la recopilación de información, su ordenamiento, su interpretación y la obtención de conclusiones e hipótesis. Consiste en analizar un sistema y comprender su funcionamiento, de tal manera de poder proponer cambios en el mismo y cuyos resultados sean previsibles, el cual nos permite conocer mejor la realidad, la existencia de debilidades y fortalezas, entender las relaciones entre los distintos actores que se desenvuelven en un determinado medio y prever posibles reacciones dentro del sistema, frente a acciones de intervención o bien cambios suscitados en cualquier aspecto de la estructura de la unidad a evaluar (Londoño, 2008).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y AMBIENTAL MESETA DE POPAYAN.**

La Meseta de Popayán está ubicada entre los 1200 y 1900 m.s.n.m., con una extensión de 1565 Km<sup>2</sup>, en jurisdicción de los municipios de Popayán, Cajibío, Piendamó, Morales, Caldono, Silvia, El Tambo y Timbío (Figura 1); corresponde a una zona donde se aprecian varios tipos de relieve, como de lomas, colinas, mesetas, cañones y cañadas, desarrolladas principalmente sobre rocas volcano-sedimentarias de la Formación Popayán. La zona posee una temperatura media de 17°C y de acuerdo con los registros climáticos, la precipitación promedio anual es de 2000 mm, la cual es suficiente para mantener una actividad agrícola (IGAC, 2009).

**Figura 1. Ubicación del área de estudio en los municipios de Timbío - El Tambo Popayán- Cauca.**



Fuente: IGAC (2003).

### 3.2. CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-AGRÍCOLA

La caracterización se implementó en tres unidades productivas ubicadas en las veredas Clarete, Santa Bárbara y El Guayabal (Cuadro 3), el criterio de selección se basó en registros y las recomendaciones técnicas por parte de CORSEDA, los cuales señalan a 3 sericultores reconocidos como los de mejor manejo del cultivo y constante producción de capullo. Para cumplir con este objetivo, se utilizó la guía de caracterización de sistemas integrados de producción agropecuaria (SIPAS), donde los indicadores fueron definidos y construidos por el Grupo de Investigaciones para El Desarrollo Rural (TULL, 2010). Dicho grupo realizó un análisis crítico de autores y experiencias que han trabajado con indicadores de sustentabilidad. Los resultados por ellos obtenidos, se estructuraron mediante

diagramas llamados “telarañas”, los cuales permitieron observar los resultados de una manera rápida y práctica, igualmente con diferentes niveles de agregación.

**Cuadro 3. Ubicación de las 3 unidades productivas de estudio.**

UNIDAD PRODUCTIVA	PRODUCTOR	VEREDA – MUNICIPIO
1	Carlos Julio Gurrute	Clarete – Popayán
2	Ramiro Almanza	Santa Bárbara – El Tambo
3	Nixon Tobar	El Guayabal – Timbío

### 3.3. DIAGNÓSTICO TÉCNICO-AGRÍCOLA

Los indicadores usados en la caracterización fueron utilizados para analizar los resultados, y así conceptualizar sobre la sustentabilidad de la unidad productiva en términos técnico agrícolas.

Se identificaron debilidades y fortalezas de los sistemas productivos, se procedió a su evaluación a través de indicadores, que motivaron el análisis crítico y la discusión sobre la posibilidad de mejorar la condición actual del agroecosistema morera, y recomendar medidas tendientes a incrementar el grado de sustentabilidad por parte de CORSEDA y UNICAUCA. Recurriendo al indicador técnico-agrícola, se calificó cada situación encontrada y luego se presentaron ideas que pudieran implementarse en un determinado plazo, acogiendo prácticas amigables con el medio ambiente, aprovechando recursos locales e interacciones existentes entre los diferentes componentes del sistema agropecuario.

La calificación de cada indicador se realizó con una escala de uno a cinco (Londoño, 2008), de la siguiente manera:

**Cuadro 4. Calificación del indicador Técnico-Agrícola.**

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	El sistema está mal y aún no se inician acciones para mejorar la situación encontrada.
2	Se identifican los mayores problemas que están presentes, hay acciones en marcha pero no se ven resultados
3	El sistema esta regular, hay acciones en proceso y se ven algunos resultados.
4	Hay resultados evidentes en el sistema.
5	El sistema es sustentable.

Finalmente se definieron las prioridades y las acciones a implementar para la elaboración de la propuesta final.

### 3.3.1. Indicador técnico-agrícola (ITA)

Es una herramienta que representa un conjunto de variables en un modelo simplificado del sistema en estudio, que permite la evaluación y posterior conducción u orientación hacia un sistema de sustentabilidad diseñado, con base en los principios de la agroecología; permitiendo cuantificar, simplificar y ayudar a entender realidades complejas (Achkar, 1999). El objetivo del indicador técnico-agrícola es medir el estado actual del sistema productivo (dato de la realidad). Según Iglesias (2004) los indicadores deben ser aceptados universalmente, fáciles de entender, sencillos de calcular, tener fundamento científico, utilizar la mejor información disponible, un bajo costo de cálculo y que permitan un monitoreo periódico.

Como elementos de este indicador hacen parte los siguientes índices (Londoño, 2008):

**Índice de nutrición (IN):** Fertilización, estado nutricional de los cultivos.

**Índice de fitosanidad (IFS):** Manejo integrado de plagas (MIP), monitoreo, bioseguridad.

**Índice de manejo (IM):** Asistencia técnica, registros, herramientas y utensilios, densidad de siembra, asociación y sistemas silvo-agrícolas.

**Índice productivo-económico (IPE):** Producción, productividad, nivel de suficiencia, frecuencia y estabilidad, mercado y comercialización.

### **3.4. SELECCIÓN DE UNA DE LAS TRES UNIDADES PRODUCTIVAS PARA DESARROLLAR LA INVESTIGACIÓN.**

Para el desarrollo de la investigación se eligió a la unidad productiva 3, que corresponde a la vereda El Guayabal, como sitio para llevar a cabo el estudio y así formular una propuesta de fertilización orgánica. Para la selección se tuvieron en cuenta aspectos como la disponibilidad del área de cultivo, la etapa del cultivo, topografía, acompañamiento del productor, entre otros.

### **3.5. TOMA DE MUESTRA DE SUELOS UNIDAD PRODUCTIVA 3, VEREDA EL GUAYABAL.**

Teniendo en cuenta la topografía y el uso actual del suelo, se inició con un recorrido en zigzag por los distintos sitios de muestreo (Figura 2), se retiró la cobertura vegetal y se procedió a la toma de las submuestras abarcando un espesor de 20 cm (Figura 3a), posteriormente se homogeneizaron para obtener una muestra compuesta con un peso de un kilogramo (Figura 3b) (IGAC, 2015), cuyos resultados de análisis de laboratorio han de servir para estimar el uso potencial y diseñar un plan de manejo.

**Figura 2. Método Zigzag para toma de muestras del suelo**



**Figura 3. Toma de muestras del suelo, vereda El Guayabal**



a) Retiro de cobertura vegetal y toma de submuestras; b) Muestras destinadas a análisis de laboratorio, y de respaldo.

La muestra fue enviada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, donde se realizó un análisis completo de suelos (Anexo b).

### **3.6. TOMA DE MUESTRA DE COMPOSTAJE UNIDAD PRODUCTIVA 3 VEREDA EL GUAYABAL**

La muestra se obtuvo después de tres meses de elaboración del abono (Figura 4). Comprendiendo 500 g, se envió al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Los resultados del estudio se presentan en el Anexo c

**Figura 4. Pila de compostaje, vereda El Guayabal**



### **3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 3 bloques, 3 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento (Figura 5). El efecto del bloque fue la pendiente del terreno.

Modelo estadístico  $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$  ; donde:

$Y_{ij}$  = Respuesta de la j-ésima repetición sometida al i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error experimental de la j-ésima réplica sometida al i-ésimo tratamiento

#### **3.7.1. TRATAMIENTOS**

Para determinar las cantidades de abono orgánico a suministrar, fue necesario contar con resultados de análisis químicos de suelo y del compostaje, debido a que anteriormente, el productor había aplicado enmiendas a base de cal y fertilizaciones orgánicas con compostaje de producción propia. Con base en los resultados obtenidos, se definieron las cantidades requeridas de cada uno de los nutrientes, que permitieron estructurar los siguientes tres tratamientos.

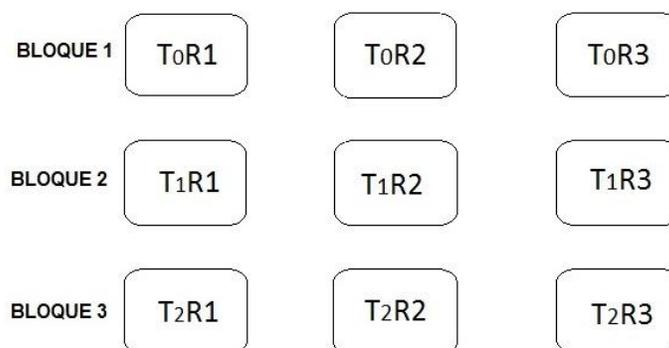
T<sub>0</sub>: Compost elaborado por el sericultor.

T<sub>1</sub>: Abono foliar orgánico comercial: KELPAK

T<sub>2</sub>: Aplicación de compost elaborado por el sericultor complementada con abono foliar orgánico comercial (KELPAK)

En la Figura 5, se muestra la distribución de los tratamientos y sus respectivas réplicas, completamente al azar.

**Figura 5. Modelo estadístico. Diseño de Bloques completos al azar**



T<sub>0</sub>: Compost elaborado por el sericultor.

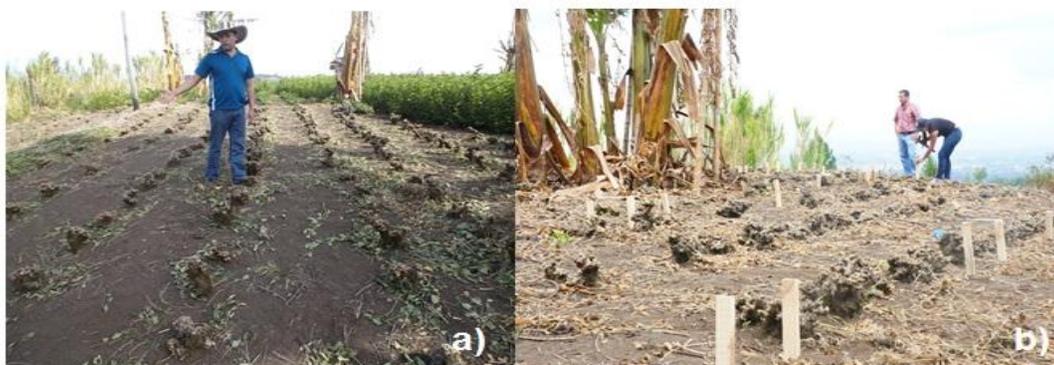
T<sub>1</sub>: Abono orgánico comercial: KELPAK

T<sub>2</sub>: Aplicación de compost elaborado por el sericultor, complementada con abono foliar orgánico comercial (KELPAK)

### 3.7.2. Distribución de las parcelas.

Se estableció el ensayo en campo (Figura 6a), agrupando tres parcelas por cada uno de los tres bloques, obteniendo así un total de 9 parcelas. Cada parcela contó con 15 plantas en un área de 4 m<sup>2</sup> (2 \* 2 m). La distancia entre plantas fue de 0,5 m y entre hileras de 1 m. Entre el extremo de la última hilera de una parcela y la primera hilera de la parcela siguiente se dejó una distancia de 1.5 m, a fin de evitar efectos de borde (Figura 6b).

**Figura 6. Establecimiento de parcelas unidad productiva El Guayabal**



a) Ubicación del diseño experimental en campo. b) Establecimiento del diseño experimental

Se aplicó la configuración del diseño experimental arriba explicado en tres fechas diferentes: El montaje 1 se estableció el día 0, el montaje 2, el día 7, el montaje 3, el día 14. De esta manera se logró realizar cortes a los 90 días para cada montaje. Esto se hizo con el fin de evaluar el efecto de los cambios climáticos que se pudieran presentar durante el desarrollo de la investigación, permitiendo también utilizar el forraje producido para el suministro en la dieta de los gusanos, sin interferir con la producción de capullo en la unidad productiva.

### **3.8. VARIABLES DE RESPUESTA**

Para determinar la respuesta de los tratamientos con respecto a la producción de forraje de morera, se utilizó la metodología propuesta por la Red Internacional de

Evaluación de Pastos tropicales (Toledo, 1982), en la cual se evalúan las siguientes ocho variables:

**Vigor:** Para las estimaciones se empleó la escala propuesta por Machado (1997). Se evaluó en una escala de 1 a 5, así:

**Cuadro 5. Escala de calificación para la variable vigor.**

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Pésimo
2	Bajo
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

**Diámetro de la planta:** expresa la cobertura, fue tomado desde los extremos opuestos de las ramas laterales de la planta y medido en centímetros.

**Altura:** se tomó una medida (cm) como la distancia desde el piso hasta la parte más alta de la plantas en estado natural. Tomando la altura promedia de tres plantas por parcela.

**Número de ramas:** Éstas se cuantificaron por planta, previo al corte de aprovechamiento.

**Plagas:** Para la evaluación de la incidencia y severidad causada por insectos comedores de follaje, se usó la escala propuesta por Barrera y Rodríguez (2007) (Cuadro 6), que considera una escala de 1 a 4, de la siguiente manera:

**Cuadro 6. Escala de evaluación para la variable plagas**

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Presencia de algunos insectos: la parcela no presenta áreas foliares consumidas
2	Daño leve: se observa en la parcela de 1 a 10% del follaje consumido.
3	Daño moderado: el consumo del follaje en la parcela es del 11 al 20 %.
4	Ataque grave: más del 20 % del follaje de la parcela ha sido consumido por el insecto.

**Enfermedades:** Se hizo un recorrido por las parcelas, se consideraron plantas afectadas las que presentaron síntomas de enfermedades, para la calificación se usó la escala propuesta por Barrera y Rodríguez (2007) (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Escala de evaluación para la variable enfermedades**

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Presencia de la enfermedad: 5 % de plantas afectadas.
2	Daño leve: 5-20 % de plantas afectadas.
3	Daño moderado: 20-40 % de plantas afectadas.
4	Daño severo o grave: más de 40 % de plantas afectadas.

**Producción de forraje verde:** Para determinar la producción total de biomasa, el material de las tres plantas a evaluar por cada tratamiento, se recolectó y se almacenó en bolsas de papel, para proceder al pesaje.

**Materia Seca (MS):** Se tomó una submuestra de aproximadamente 200 g de forraje verde por cada tratamiento, seguidamente se determinó su rendimiento mediante el secado en hornos de ventilación controlada a 60° por 48 horas hasta obtener un peso constante, y así determinar el contenido de materia seca de los forrajes.

Para cada tratamiento se hizo un aforo en el área de parcela, en el cual se evaluaron y midieron las variables de interés. Los datos se sometieron a análisis de varianza y prueba de promedios, utilizando el programa estadístico SPSS®, considerando significativas diferencias a un nivel de  $\alpha = 0,05$ ; y donde procediera, se recurrió a la prueba de rangos múltiples de Duncan.

## **4. RESULTADOS**

La selección de las unidades Clarete, Santa Bárbara y El Guayabal mostró ser acertada, puesto que considerando los criterios de registros, recomendación técnica y ubicación, las tres unidades presentan una producción constante, buen manejo del cultivo y son representativas para la producción de seda en la región.

Como resultado del diagnóstico a nivel regional, se distinguió al señor Carlos Julio Gurrute en la vereda Clarete por ser el productor más cercano a la capital, donde se comercializa el capullo. El señor Gurrute tiene la intención de aumentar el área del cultivo de morera, sin embargo se ve limitado por la infraestructura para desarrollar la fase de cría del gusano. En la unidad productiva 2, Santa Bárbara, el señor Ramiro Almanza se caracterizó por ser el productor más independiente, puesto que ha logrado desarrollar unas pautas propias para el manejo nutricional del cultivo de morera y la cría de gusano. Adicionalmente, realiza procesos de transformación, obteniendo subproductos de la pupa (cremas de belleza, aceites) para su posterior comercialización, generando una fuente adicional de ingresos. Por último, el señor Nixon Tobar en la unidad productiva 3, El Guayabal, demostró amplia experiencia en el manejo de cultivos orgánicos, que le califica para asesorar técnicamente a otros productores de la región.

### **4.1. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO TÉCNICO-AGRÍCOLA**

La guía de caracterización de SIPAS (TULL 2010) permitió realizar la caracterización y diagnóstico por agroecosistema, aplicando los componentes del indicador técnico-agrícola (nutrición, fitosanidad, manejo y productivo-económico). Estos fueron ajustados al cultivo de morera, accediendo así a información valiosa para el desarrollo del trabajo; de cuyos resultados se derivaría la metodología a utilizar posteriormente en las unidades productivas de los sericultores.

Los indicadores obtenidos permitieron demostrar que el componente de nutrición en términos técnico-agrícolas, presentó los mejores resultados asociados a mayores frecuencias y dosis de aplicación, como fue el caso en la vereda Santa Bárbara, siguiéndole en orden la vereda El Guayabal y por último la vereda Clarete. Para el componente de fitosanidad, se obtuvo una baja calificación en las tres unidades productivas, encontrándose un comportamiento homogéneo en las veredas Santa Bárbara y Guayabal. Sin embargo, la vereda Clarete obtuvo una menor calificación debido a que no se habían implementado barreras vivas como estrategia de prevención. El componente de manejo evaluado en las tres unidades productivas arrojó resultados similares, por acoger criterios técnicos tales como la adecuada distancia de siembra. Como debilidad, se identificaron deficiencias en el manejo de registros y bajas frecuencias de asistencia técnica y acompañamiento. Para finalizar, se estudió el componente productivo-económico, donde la vereda Santa Bárbara presentó las mejores características, seguida de la vereda El Guayabal y por último la vereda Clarete. Cabe recordar que el componente productivo-económico comprende aspectos como producción, sostenibilidad, nivel de autosuficiencia, mercadeo y comercialización.

Como resultado general de la caracterización y diagnóstico técnico- agrícola, se señala a la unidad productiva del señor Ramiro Almanza de la vereda Santa Bárbara como la que refleja el mejor comportamiento para los componentes evaluados, siguiendo en rango la unidad productiva del señor Nixon Tobar de la vereda El Guayabal y finalmente la unidad productiva del señor Carlos Julio Gurrute de la vereda Clarete.

Para el desarrollo del estudio y montaje del ensayo, se seleccionó a la unidad productiva del señor Nixon Tobar, teniendo en cuenta principalmente su disponibilidad de área del cultivo, topografía apropiada y disponibilidad de tiempo durante el proceso de investigación.

La calificación obtenida para cada una de las unidades productivas, se presentan en forma resumida en los párrafos siguientes. Con mayor detalle, se describen en el Anexo a.

#### 4.1.1. Unidad productiva 1: vereda Clarete

Al momento de realizar la caracterización y el diagnóstico técnico-agrícola de la vereda Clarete, se encontraron las siguientes especificidades para los respectivos componentes: En primer lugar, **el componente de nutrición** obtuvo una calificación de 3.2 (Figura 7), debido a que el productor realiza solo una aplicación de fertilizante edáfico por ciclo, de acuerdo al plan de fertilización de CORSEDA. Sin embargo, la aplicación no se basa en resultados de análisis de suelos ni de compostaje, que permiten juzgar la satisfacción o no de los requerimientos del cultivo de morera. El compostaje utilizado se obtuvo de residuos de cosecha de la unidad productiva, sin tener en cuenta la relación Carbono: Nitrógeno (15-35:1) (Roman *et al.*, 2013), tampoco existen registros del proceso de elaboración. Si bien, durante la preparación se deben tener en cuenta varios indicadores como garantes del éxito del proceso de la obtención del abono, solamente se hace una prueba de humedad (prueba de puño). Al momento de la caracterización, el cultivo de morera presentó una apariencia saludable, sin embargo hubo una época de sequía, la cual afectó al cultivo expresando un cierto grado de marchitez, menor vigor y desarrollo foliar.

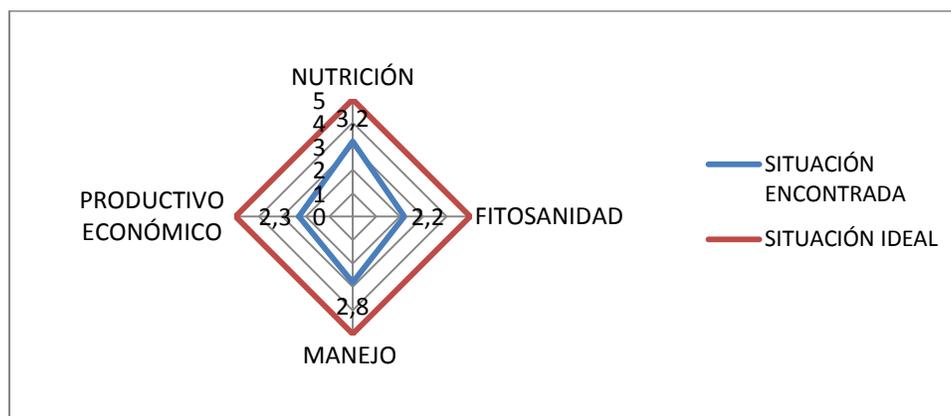
El **componente de fitosanidad**, obtuvo una calificación de 2.2 (Figura 7), debido a que al visitar la unidad productiva, el cultivo de morera estaba desprovisto de barreras vivas, al igual que de plantas alelopáticas acompañantes, tampoco se habían aplicado bioinsumos elaborados en la finca. De igual manera, se identificaron deficiencias en la indumentaria necesaria para realizar las prácticas de manejo fitosanitario. El productor realizó monitoreos oportunamente, pero la información no fue consignada en registros.

El **componente de manejo** tuvo una calificación de 2.8 (Figura 7), a pesar de que el productor realizó la siembra del cultivo de morera con la densidad recomendada para la variedad, no fue la adecuada para la topografía en virtud del Manual Técnico de Sericultura (Cifuentes y Sohn, 1998). Como se mencionó

anteriormente, no se contó con un sistema de planificación y registro actualizado por parte del productor, lo cual dificulta el manejo ordenado de las actividades del cultivo y prevenir posibles problemas.

El **componente productivo-económico** arrojó una calificación de 2.3 (Figura 7). Este componente estuvo basado en el cultivo de morera, que no generó una rentabilidad aceptable, debido a fluctuaciones de la producción durante el año, logrando apenas compensar algunos costos de manejo y producción. De tal suerte, este productor fue el que menos crías pudo sacar adelante; esta problemática se podría resolver aumentando el número de crías anuales, ya que cuenta con la capacidad de hacerlo de acuerdo al área de cultivo y la baja dependencia de insumos externos.

**Figura 7. Índice de sustentabilidad Técnico-Agrícola unidad 1, Vereda Clarete- Popayán**



#### 4.1.2. Unidad productiva 2: vereda Santa Bárbara

Al momento de realizar la caracterización y diagnóstico técnico-agrícola de la unidad productiva 2 en la vereda Santa Bárbara, se encontró la siguiente situación para los respectivos componentes: En primer, lugar **el componente de nutrición** obtuvo una calificación de 3.7 (Figura 8), debido a que el productor realiza una fertilización edáfica por cada dos ciclos de acuerdo al plan de fertilización de

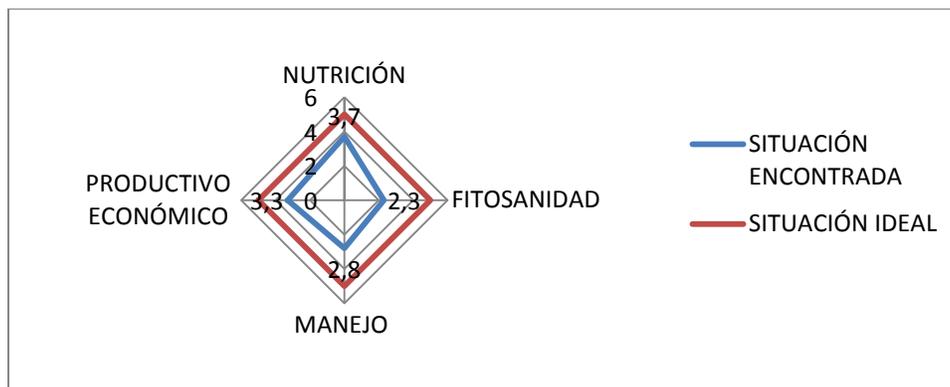
CORSEDA, adicionalmente, realizó 8 aplicaciones foliares con un fertilizante orgánico artesanal por cada ciclo, sin embargo las aplicaciones no se basan en resultados de análisis de suelos ni de compostaje, que permiten juzgar la satisfacción o no de los requerimientos del cultivo de morera. El compostaje utilizado se obtuvo de residuos de cosecha la unidad productiva, pero no se tuvo en cuenta la relación Carbono: Nitrógeno (15-35:1) (García, 2006); tampoco existen registros del proceso de elaboración. Al momento de la caracterización el cultivo de morera presentó una apariencia saludable, a pesar de que hubo una época de sequía, acompañada por fuertes vientos, sin causar daño mecánico al cultivo.

**El componente de fitosanidad** obtuvo una calificación de 2.3 (Figura 8) debido a que al momento de visitar la unidad productiva, no se observó el uso plantas alelopáticas acompañantes, tampoco se habían aplicado bioinsumos elaborados en la finca. De igual manera se identificaron deficiencias en la instrumentaria necesaria para realizar prácticas de manejo y control. El productor realizó monitoreos oportunamente pero la información no fue consignada en registros.

**El componente de manejo** tuvo una calificación de 2.8 (Figura 8), a pesar de que el productor realizó la siembra del cultivo de morera con la densidad recomendada para la variedad, no fue la adecuada para la topografía en virtud del Manual Técnico de Sericultura (Cifuentes y Sohn, 1998). Como se mencionó anteriormente, no se encontró un sistema de planificación y registro actualizado por parte del productor.

**El componente productivo-económico** arrojó una calificación de 3.3 (Figura 8), este estuvo basado en el cultivo de morera, donde se obtuvo una rentabilidad significativa, debido a que la producción fue constante durante el año, además se caracterizó por ser el productor que hizo el mayor número de crías. Sin embargo, en virtud de la capacidad del cultivo y de la baja dependencia de insumos externos, podría aumentar el número de crías anuales.

**Figura 8. Índice de sustentabilidad técnico-agrícola unidad productiva 2, Vereda Santa Bárbara-El Tambo**



#### 4.1.3. Unidad 3: vereda el Guayabal

Al momento de realizar la caracterización y diagnóstico técnico-agrícola de la unidad productiva 3, en la vereda El Guayabal, se observó lo siguiente: En primer lugar, en lo que respecta al **componente de nutrición**, el productor realizó una aplicación edáfica de abono orgánico cada dos ciclos de acuerdo al plan de fertilización de CORSEDA, y adicionalmente, realizó una fertilización foliar con un producto orgánico comercial; pero este manejo no se basó en resultados de análisis de suelos ni de compostaje, que permiten juzgar la satisfacción o no de los requerimientos del cultivo de morera. El compostaje utilizado se obtuvo de residuos de cosecha de la unidad productiva, principalmente pulpa de café, gusanasa y como insumo externo, se usó gallinaza, pero no se tuvo en cuenta la relación Carbono: Nitrógeno (15-35:1). Tampoco existen registros del proceso de elaboración. Por los anteriores motivos, fue calificado con 3.3 (Figura 9). Al momento de la caracterización, el cultivo de morera presentó una apariencia

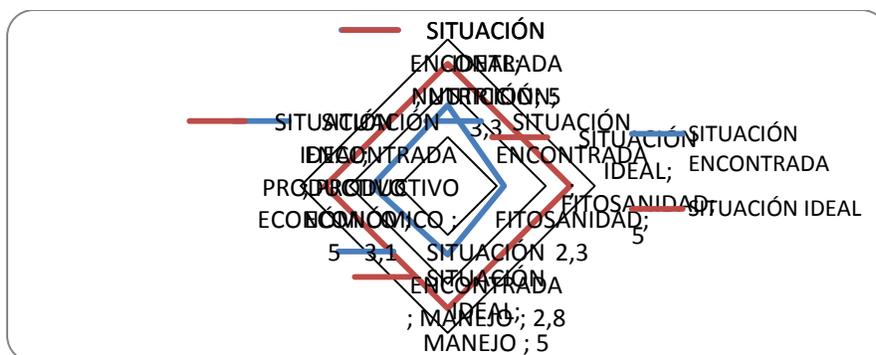
saludable en general, pero presentó un cierto detrimento debido a la sequía, acompañada por fuertes vientos.

**El componente de fitosanidad** evaluado, obtuvo una calificación de 2.3 (Figura 9), coincidiendo con los parámetros previamente observados en la unidad productiva 2.

**El componente de manejo** tuvo una calificación de 2.8 (Figura 9), coincidiendo en las bondades y falencias con las otras dos unidades productivas visitadas. Igualmente se presentan falta de un sistema de planificación y registros actualizados.

**El componente productivo-económico** arrojó una calificación de 3.1 (Figura 9). Se logró una ganancia significativa, y de manera similar al caso de la unidad productiva 2, se reveló que existe la capacidad para aumentar el número de crías anuales, en virtud del área de cultivo y la baja dependencia de insumos externos.

**Figura 9. Índice de sustentabilidad técnico-agrícola unidad productiva 3, Vereda Guayabal-Timbío**

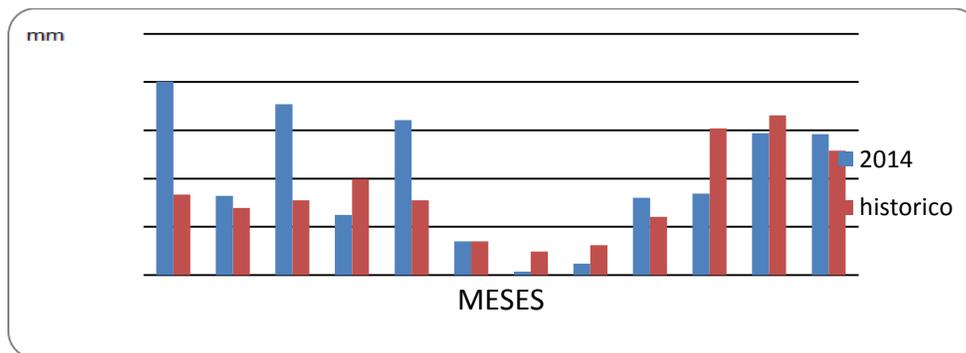


Para el desarrollo de la investigación se eligió a la unidad productiva 3, ubicada en la vereda El Guayabal como sitio para llevar a cabo el estudio, y con esto presentar como resultado una propuesta de fertilización orgánica. Es de recordar que para dicha selección se tuvieron en cuenta aspectos como disponibilidad del

área de cultivo, etapa del cultivo, topografía, acompañamiento del productor, entre otras.

Teniendo en cuenta la información brindada por el IGAC (2009), antecedentes históricos multianuales de la estación meteorológica Manuel Mejía del municipio de El Tambo hasta el año 2014, se lograron conocer las condiciones de precipitación de la zona de estudio. Para la época de evaluación, se presentaron condiciones de sequía, registrándose menor precipitación en comparación con los antecedentes históricos, reflejando la realidad del cambio climático (Figura 10).

**Figura 10. Distribución de lluvias frente a los reportes históricos.**



Fuente: Estación Meteorológica Manuel Mejía-El Tambo (2014)

#### **4.2. PLAN DE FERTILIZACION**

Como se anunció, el desarrollo subsiguiente de la investigación, incluyendo el montaje del ensayo, se realizó en la unidad productiva número 3, de propiedad del señor Nixon Tobar, en la vereda El Guayabal.

Para elaborar la propuesta de fertilización, se recurrió a los resultados de análisis del suelo del sitio del ensayo (Anexo b) y el resultado de análisis de la muestra de

compostaje (Anexo c). También se tuvieron en cuenta los requerimientos nutricionales del cultivo de morera (Cuadro 4).

Los resultados del análisis de suelo del lote de cultivo, evidencian características generales de suelos derivados de cenizas volcánicas (Lizcano *et al.*, 2006). La reacción, es decir el pH, fue de 5.8, lo cual indica que la mayoría de los nutrientes están disponibles para la planta (INFOAGRO, 2015). El contenido de materia orgánica fue alto (15.44 %) (Rioja (2002), citado por Pavón, 2003). Se detectaron niveles altos de fósforo asimilable (59.73 PPM, Bray II), comportamiento que tiene relación con la reacción del suelo, que por su parte obedece a un nivel adecuado de calcio en la fase intercambiable, y que a la vez impide la toxicidad por aluminio. Aquí es importante resaltar que los requerimientos fósforo para el cultivo de morera son considerables. Los resultados del análisis indican una buena capacidad de intercambio catiónico (34.8 cmol<sub>c</sub>/1000 g), consistente con el alto valor de materia orgánica. Los resultados del análisis ponen de manifiesto el efecto positivo de 18 años de manejo del cultivo de morera en el lote, si se le compara con los valores característicos de la región (Eiroa, 2012).

Para el compostaje, el análisis de la muestra reveló unas características particulares, que obligaron a estudiar la composición de las materias primas utilizadas; hay que recordar que los contenidos de nutrientes y las enmiendas utilizados para el compostaje determinan en gran parte la calidad del producto. En primer lugar, se registró un pH alto (9.3), resultante de la elevada cantidad de calcio (calfos + cal) y gallinaza adicionada por el agricultor, la cual aún estaba en etapa de maduración. El resultado del análisis, registró una alta concentración de hierro, se asume que la cantidad de Fe y Mn disponibles están relacionadas con las condiciones de óxido-reducción. En este contexto es importante tener en cuenta que en el compostaje se presentan también espacios limitados que permanecen saturados con agua, es decir, en condiciones de reducción, que temporalmente son influenciados por la ventilación aplicada y el tiempo de maduración. De esto, asumimos, que resultan interacciones complejas no contempladas en nuestro trabajo. Sin embargo, las cantidades que se aplicaron

por planta, no representan riesgo de toxicidad. El contenido de nitrógeno fue reportado como no detectable (ND), generando dudas, puesto que la principal fuente de nitrógeno para la elaboración del compostaje fue gallinaza en alta proporción, seguida de la gusanaza. La no detectabilidad del nitrógeno en la muestra se atribuye a la aplicación de un método de análisis inadecuado por parte del laboratorio.

La recomendación del fertilizante foliar fue formulada con base en los requerimientos del cultivo de morera y las deficiencias encontradas en los resultados de los análisis de suelo y compostaje. Para esto, fue necesario buscar un producto comercial con certificación orgánica; y tener en cuenta la aplicación del compostaje elaborado por el sericultor. Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, se seleccionó un fertilizante foliar a base de algas marinas, comercialmente llamado KELPAK (anexo D), que aporta los tres macronutrientes primarios.

Con el plan de fertilización así elaborado, resulta recomendable realizar aplicaciones a razón de 2,4 Kg de compost por planta en el transcurso de un año, siendo ideal distribuir esta cantidad en cuatro dosis trimestrales de 600 g/planta. Los detalles de las aplicaciones edáficas correspondientes al trimestre de la investigación, se presentan en los Cuadros 5, 6 y 7; Se realizaron 3 aplicaciones foliares para los tratamientos 1 y 2, a razón de 2.7 y 3.3 ml de producto / 3 L agua respectivamente, en diferentes dosis como se presenta en los cuadros 8, 9 y 10.

**Cuadro 8. Requerimiento nutricional del cultivo de morera *Morus spp***

Nutrientes	Cantidad (Kg/Ha. Año)
N	350
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100 – 200
K <sub>2</sub> O	250

Fuente: Bustamante *et al.* (1989), citado por Cifuentes y Sohn, 1998.

**Cuadro 9. Fertilización edáfica bloque N° 1**

Fecha de Aplicación	Tratamiento	Cantidad/planta (g)	Cantidad/Tratamiento (g)	Total (g)
10/09/2014	T0	125	1875	5625
	T1	0	0	0
	T2	600	9900	27000

**Cuadro 10. Fertilización edáfica bloque N° 2**

Fecha de Aplicación	Tratamiento	Cantidad/planta (g)	Cantidad/Tratamiento (g)	Total (g)
17/09/2014	T0	125	1875	5625
	T1	0	0	0
	T2	600	9900	27000

**Cuadro 11. Fertilización edáfica bloque N° 3**

Fecha de Aplicación	Tratamiento	Cantidad/planta (g)	Cantidad/Tratamiento (g)	Total (g)
24/09/2014	T0	125	1875	5625
	T1	0	0	0
	T2	600	9000	27000

**Cuadro 12. Fertilización foliar bloque N° 1**

Fecha de Aplicación	Tratamiento	Cantidad/planta (ml)	Cantidad/Tratamiento (ml)
25/10/2014	T0	0	0
	T1	0.08	10.8
	T2	0.07	9.45
09/11/2014	T0	0	0
	T1	0.10	13.3
	T2	0.09	12.15
24/11/2014	T0	0	0
	T1	0.15	20.25
	T2	0.11	14.85

**Cuadro 13. Fertilización foliar bloque N° 2**

Fecha de Aplicación	Tratamiento	Cantidad/planta (ml)	Cantidad/Tratamiento (ml)
---------------------	-------------	----------------------	---------------------------

01/11/2014	T0	0	0
	T1	0.08	10.8
	T2	0.07	9.45
16/11/2014	T0	0	0
	T1	0.10	13.3
	T2	0.09	12.15
01/12/2014	T0	0	0
	T1	0.15	20.25
	T2	0.11	14.85

**Cuadro 14. Fertilización foliar bloque N° 3**

Fecha de Aplicación	Tratamiento	Cantidad/planta (ml)	Cantidad/Tratamiento (ml)
08/11/2014	T0	0	0
	T1	0.08	10.8
	T2	0.07	9.45
01/12/2014	T0	0	0
	T1	0.10	13.3
	T2	0.09	12.15
16/12/2014	T0	0	0
	T1	0.15	20.25
	T2	0.11	14.85

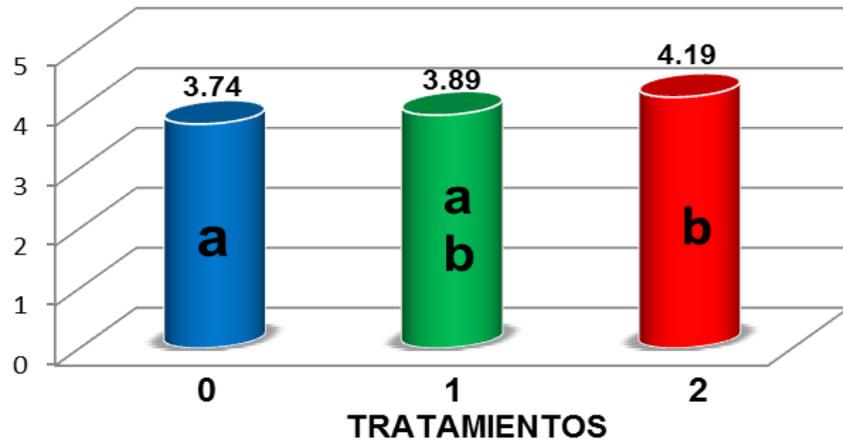
#### 4.3. ANALISIS DE VARIABLES

Los resultados del análisis de varianza arrojaron diferencias estadísticas ( $p=0,05$ ) para las variables evaluadas entre bloques y tratamientos.

#### Vigor

El análisis de varianza para esta variable determinó la existencia de diferencias significativas. Para determinar la diferencia se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P=0,05$ ), encontrándose dos agrupaciones diferentes, indicando que al menos uno de los tratamientos se expresó con un valor diferente a los otros (Figura 12). Es de recordar aquí que los valores corresponden a una escala de 1 a 5 como se explicó en el cuadro 5

#### Figura 11. Expresión del vigor en los 3 tratamientos



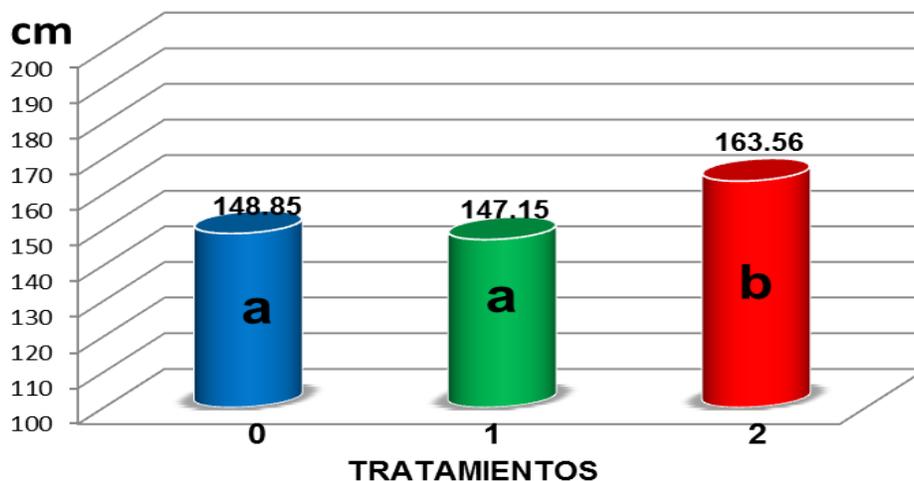
Como se muestra en la (Figura 11), los tratamientos  $T_0$  y  $T_1$  fueron similares estadísticamente, al igual que los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$ .

Tanto  $T_1$  como  $T_2$  presentaron plantas más vigorosas (3.89, 4.19 respectivamente) frente al  $T_0$ , con 3.74.

### **Diámetro del dosel**

El análisis de varianza para esta variable reveló la existencia de diferencias significativas. Para determinarlas, se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P=0,05$ ) manifestando dos agrupaciones diferentes, denotando que al menos uno de los tratamientos se expresó con un valor diferente a los otros (Figura 12).

**Figura 12. Diámetro del dosel en los 3 tratamientos.**



Como se muestra en la (Figura 12), los tratamientos  $T_0$  y  $T_1$  fueron similares estadísticamente, a diferencia del  $T_2$ .

El  $T_2$  presentó plantas con mayor diámetro del dosel (163.56 cm) con respecto al  $T_0$  y el  $T_1$  con (148.85 y 147.15 cm) respectivamente.

#### **Altura.**

En los tratamientos no se encontraron diferencias significativas para la variable altura.

#### **Número de ramas**

En los tratamientos no se encontraron diferencias significativas para la variable número de ramas.

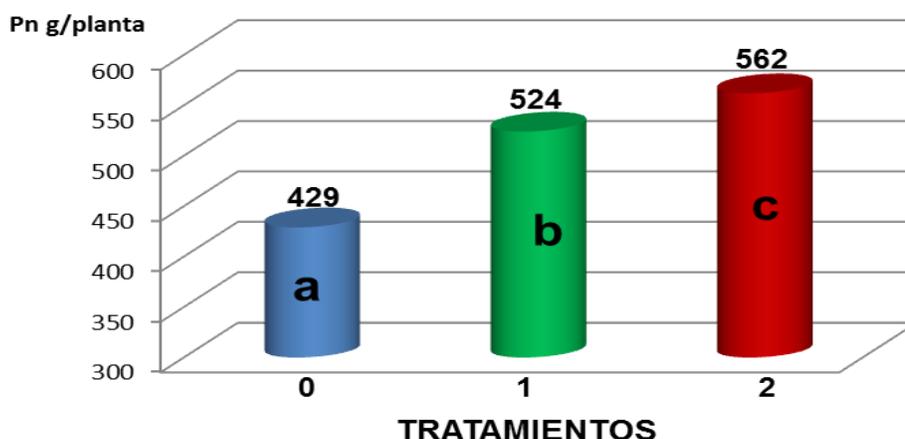
#### **Plagas y enfermedades.**

En los diferentes tratamientos no se apreciaron diferencias tanto para el ataque de plagas como para la presencia de enfermedades. Solamente se observó una leve presencia de lorito verde (*Empoasca kraemer*), presentando una baja incidencia de éstas, sin que se presentara un daño de importancia económica.

### Producción de materia seca

Al evaluar los tratamientos frente al forraje producido, se observan diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ) entre ellos. Para determinar las diferencias se realizó la prueba de rangos múltiple de Duncan emergiendo tres agrupaciones diferentes (Figura 13).

**Figura 13. Producción de forraje verde en los 3 tratamientos**

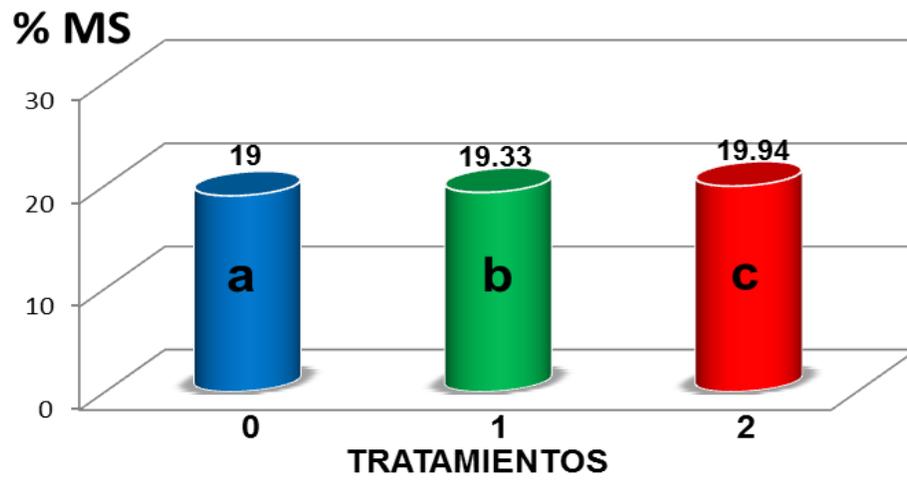


La mayor producción de forraje se alcanzó con el  $T_2$  con 98,11 g/planta; la menor producción se presentó en el  $T_0$  con 74.11 g/planta.

### Contenido de Materia seca

El análisis estadístico para esta variable permitió hallar diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ) entre los tratamientos. Como se observa en la figura 14, el  $T_2$  presentó el mayor contenido de materia seca (19,94%) y el  $T_0$  fue el de menor contenido con 19,00%.

**Figura 14. Contenido de materia seca de los 3 tratamientos.**



## 5. DISCUSIÓN

Como se presentó en los párrafos anteriores, los diferentes tratamientos ocasionaron diferencias significativas en los parámetros estudiados del comportamiento productivo de la morera (*Morus alba*). Recordemos que los tratamientos fueron la fertilización edáfica ( $T_0$ ), fertilización foliar ( $T_1$ ) y una fertilización complementaria (edáfica + foliar) ( $T_2$ ).

Así, el tratamiento con mayor respuesta en cuanto a las variables evaluadas, fue el  $T_2$ . Esto se debe a que en la recomendación se tuvieron en cuenta aspectos como la disponibilidad de nutrientes en el suelo, a diferencia de los otros dos tratamientos, que no estuvieron respaldados por datos de análisis de suelo, tal como es el manejo habitual por parte de los sericultores de la región. Adicionalmente se consideraron los requerimientos alimenticios de la planta, al igual que el potencial de producción de cultivo. Es importante mencionar que la expresión del potencial de producción depende también de otros factores como potencial genético, productividad del suelo, condiciones climáticas, nivel de tecnología aplicada al cultivo, eficiencia de fertilización (García, 2006).

La figura 13 indica que se hizo una aplicación adecuada, se contó con plantas vigorosas, fuertes y sanas, de abundante producción (562 g/planta), donde el suministro de nutrientes para las plantas fue importante para las síntesis de sus carbohidratos, aminoácidos, proteínas y enzimas. Por lo tanto, la forma de suministro de estos nutrientes, en especial a través de la adición de abono orgánico, tanto edáfico como foliar, mostró ser acertada.

La aplicación edáfica es la forma comúnmente utilizada para abastecer con nutrientes a los cultivos. Sin embargo, existen características químicas, físicas y biológicas que pueden limitar la disponibilidad de dichos nutrientes en la solución del suelo. Además, en el trópico se presentan otras condiciones, de tipo ambiental, que dificultan la disponibilidad de nutrientes, en el caso de nuestra investigación, se presentaron condiciones de sequía en la etapa inicial de la evaluación, como consecuencia de ello, la vía radical se ve restringida para la absorción de

nutrientes. Posteriormente a la época de sequía, se presentó un periodo de lluvias, donde el efecto del exceso de agua es, paradójicamente, análogo al de la sequía. Cuando se presenta exceso de agua en el medio radical, el nivel de aireación disminuye acentuadamente. La disponibilidad limitada de oxígeno en un suelo mal aireado conlleva a una inmediata inhibición de la absorción de agua y elementos nutritivos (LIGNOQUIM, 2012).

Además de resaltar el beneficio de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, asociadas a la adición de materia orgánica, se debe reconocer que las aplicaciones de un fertilizante foliar orgánico repercutieron positivamente en la producción del cultivo, aún bajo las condiciones adversas que se mencionan en el párrafo anterior. Sin embargo, se sabe que el abonamiento foliar no sustituye a la fertilización edáfica tradicional, pero sí es una práctica que sirve de apoyo para complementar los requerimientos nutricionales de un cultivo, cuando hay factores que impidan o limiten la eficiencia de la práctica de la fertilización edáfica (Trinidad y Aguilar, 1999).

Bajo estas condiciones, la fertilización foliar es particularmente útil (Mengel y Kirby, 1982, citado por Trinidad y Aguilar, 1999). Al respecto, Tisdale, *et al.*, (1985) opinan que la fertilización foliar debe utilizarse no sólo en aquéllos casos en los que la disponibilidad de nutrientes en el suelo es limitante, sino también en casos donde se trata de resolver problemas de deficiencias en los cultivos, aprovechando la rápida asimilación de los nutrientes por la lámina foliar (Faust, 1989).

Conociendo que la edad de la planta y del follaje juegan un rol importante al momento de la aplicación foliar, se tomó la decisión de realizar la primera aplicación foliar cuando la planta presentó un desarrollo foliar del 50%, la segunda al 65% y por último una aplicación foliar cuando la planta estaba desarrollada en un 80%; estos porcentajes tomando como referentes la experiencia de los sericultores, quienes manejan una escala empírica en función de la edad del cultivo. Swietlik y Faust (1984) indican que las plantas y hojas jóvenes son las que

tienen mayor capacidad de absorción de nutrientes. Su fuerte respuesta a la aspersión foliar obedece a los altos requerimientos de esos nutrientes en su desarrollo. Esta diferencia está fundamentalmente influenciada por el grado de cutinización y/o lignificación de las hojas asociados con la edad del cultivo. A mayor cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, habrá menor facilidad de absorción del nutriente.

Teniendo en cuenta que los nutrientes penetran en las hojas de las plantas a través de los estomas, dichas estructuras se encuentran tanto en la superficie foliar superior (haz), como inferior (envés). Sin embargo, los estomas no son la única posibilidad de absorción de nutrientes a través del follaje, pues se ha comprobado que también puede haber penetración a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos que se encuentran en las hojas. De otra parte, hoy se sabe que la cutícula de las hojas se dilata al humedecerse, produciéndose espacios vacíos que permiten la penetración de soluciones nutritivas (LIGNOQUIM, 2012). Por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrientes, al mantener húmeda la hoja. Este factor está relacionado con la hora de aplicación, que en el caso del presente estudio fue a las 6:30 am, acogiendo los lineamientos de Swietlik y Faust (1984), en el sentido de que la fertilización foliar debe practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región.

Considerando que existe poca documentación bibliográfica sobre el tamaño de gota apropiado para aplicaciones de fertilización foliar para el cultivo de morera, nos apoyamos en autores como Trinidad y Aguilar (1999), quienes recomiendan las gotas finas, puesto que proporcionen una buena cobertura al aplicarlas por el haz y envés, donde se localizan los estomas y ectodesmos, procurando reducir la deriva, del mismo modo aprovechando la mayor difusión de las gotas pequeñas dentro del cultivo, posibilitando una distribución uniforme, y en consecuencia, más eficiente.

De acuerdo con el análisis de suelos y la recomendación técnica, podemos ver que la respuesta del tratamiento cero ( $T_0$ ) es muy inferior a la aplicación ideal ya que se suministran 125 g/planta/ciclo por vía edáfica, cuando el óptimo es de 600 g/planta/ciclo. Esto se refleja en una baja producción (429 g/planta), cuando se compara con el  $T_2$  (562 g/planta) (Cuadro 11). El análisis de abonos realizado, indica un compostaje bastante pobre, probablemente resultante de pasar por alto diferentes parámetros de control de calidad. No se tuvieron en cuenta los aportes de cada uno de los insumos empleados en la fabricación (relación C:N, pH), y en consecuencia, al aplicar el compostaje no se suministraron los nutrientes que el suelo y la planta requieren para producir adecuadamente.

Según García (2006) la cantidad de microorganismos existentes en el suelo depende del tipo y cantidad de alimentos disponibles; entre más alta la cantidad de materia orgánica y adecuadas las condiciones de humedad y temperatura, habrá más organismos que se alimenten de ella. Sin embargo, las condiciones que se presentaron al realizar la aplicación edáfica, no fueron las ideales. En este orden de ideas, se considera que un suelo bien nutrido es donde existen millones de microorganismos y miles de macrorrganismos que le dan el carácter al suelo de organismo vivo. Porta *et al.*, (1999), citado por Hernández, *et al.*, (2010) indican que los nutrientes contenidos en la materia orgánica (N, P, S, entre otros) no son directamente asimilables por las plantas. Se requiere la acción microbiana para que las formas orgánicas de los nutrientes pasen a formas minerales, que son las utilizadas por la planta. Por consiguiente, un suelo vivo mantiene un equilibrio y disponibilidad de nutrientes necesarios para el cultivo de morera, caso que no se manifestó en el comportamiento productivo de los aportes del  $T_0$ .

En cuanto al tratamiento uno ( $T_1$ ), donde se aplicaron 0.33 ml KELPAK / planta, distribuidos en 3 dosis, la aplicación obtuvo un buen resultado en producción de hoja (524 g/planta), superior al  $T_0$  (429 g/planta) pero inferior al  $T_2$  (562 g/planta) (Cuadro 11). Este comportamiento se debe a que el área de cultivo tiene un buen remanente de materia orgánica y de nutrientes disponibles, debido a aplicaciones edáficas anteriores, no obstante, estos resultados no van a ser consistentes dada

la disminución del recurso nutricional del suelo asociada a la disminución gradual de los macro y microorganismos, resultantes de este tipo de comportamiento de retroalimentación.

## **6. CONCLUSIONES**

El análisis mediante el indicador técnico-agrícola arrojó que la unidad productiva 2, vereda Santa Bárbara presentó mejores atributos obteniendo una calificación promedio de 3.0, seguida por la unidad productiva 3, vereda El Guayabal con 2.9 y finalmente la unidad productiva 1 correspondiente a la vereda Clarete con una calificación de 2.5.

Se evidenciaron deficiencias en cuanto al manejo agronómico del cultivo de morera en términos de sobrellevar épocas de sequía y el ajuste del manejo de la fertilidad a las condiciones del suelo de cultivo, es decir, no se recurre a resultados de análisis de suelos y de compostaje.

Existe un potencial para aumentar la producción de forraje verde y por consiguiente la producción de capullo, a través de una complementación idónea de los requerimientos nutricionales del cultivo, recurriendo a un adecuado plan de fertilización.

El tratamiento con mayor respuesta en cuanto a las variables evaluadas, fue el T<sub>2</sub>, donde se tuvieron en cuenta aspectos como resultado de análisis de suelo, análisis de compostaje y requerimientos nutricionales del cultivo de morera, teniendo impacto positivo sobre la resistencia del cultivo a épocas de sequía, la productividad de forraje verde, por consiguiente de capullo, y no por último, la conservación del suelo.

Al aplicar el tratamiento de compost elaborado por el sericultor, complementado con abono foliar orgánico comercial (KELPAK), se está cumpliendo con una

técnica de manejo orgánico del cultivo de morera, que en conjunto con el manejo idóneo de todo el proceso serícola, abarcando desde el manejo del cultivo, la cría de gusano hasta el control de calidad, permite acercarse a la obtención de la certificación.

## **7. RECOMENDACIONES**

Implementar alternativas complementarias propias de la producción orgánica, aprovechando al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad y a la actividad biológica del suelo, minimizando al mismo tiempo el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos.

Usar proporciones idóneas de materias primas para la elaboración del compostaje, de manera que complementen los requerimientos nutricionales del cultivo. Especial atención merece establecer una adecuada relación C:N y cumplir con el tiempo de maduración del abono.

Aprovechar las bondades de la fertilización foliar como complemento a la fertilización edáfica, que por su parte es de lenta liberación. Especialmente bajo condiciones adversas, la fertilización foliar puede tener una rápida respuesta positiva por parte del cultivo de morera.

Establecer protocolos para diferentes etapas de la producción e implementar el uso de registros, para posibilitar que los sericultores sean incluidos en el proceso de certificación, y a su vez, mejorar los parámetros de producción y calidad.

En lo referente a la elaboración de abonos orgánicos por parte de los productores, recurrir a la ayuda de profesionales del sector, a fin de estandarizar la fórmula en

el sentido de la recomendación anterior. La metodología de Investigación Acción Participativa (IAP) puede ser una herramienta útil en este contexto.

En general, se debe propender por aumentar la eficiencia en el uso del espacio de la caseta, dados los altos costos de inversión asociados a una ampliación.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ACHKAR, Marcel. (1999). Indicadores de sustentabilidad. Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio Departamento de Geografía. Facultad de Ciencias. UdelaR. Montevideo. [En línea]. Disponible en: <http://tecrenat.fcien.edu.uy/Evaluacion%20de%20recursos%20naturales/Materiales/Indicadores.pdf>. [Citado: 12 de Mayo de 2014].

AGENDA PROPIA. (2012). [La seda: la reina de las fibras en el Cauca](http://agendapropia.com/index.php/reportaje/1262-la-seda-la-reina-de-las-fibras-en-el-cauca). Popayán, 2012. [En línea]. Disponible en: <http://agendapropia.com/index.php/reportaje/1262-la-seda-la-reina-de-las-fibras-en-el-cauca>. [Citado: 12 de Mayo de 2015].

AGROESPACIO. (2010). Qué es la sericultura. [En línea]. Disponible en: <http://agroespacio.blogspot.com/2010/11/que-es-la-sericultura.html>. [Citado: 09 de Mayo de 2015].

BARRERA, D.; RODRIGUEZ, M.A. (2007). Evaluación de variables de establecimiento de ssp de sombra y ramoneo con *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon*, y *Alnus acuminata*, en bosque seco montano bajo y su efecto sobre el suelo y la calidad de la pastura. Facultad de zootecnia. Universidad de La Salle. Bogotá D.C. . 80-81 p. [En línea]. Disponible en:

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6747/13992005.pdf?sequence=1> [Citado: 20 de octubre de 2014].

BENAVIDES, J.E. (1994). Árboles y arbustos forrajeros en América central, vol. 1. Serie técnica, informe técnico n° .236, CATIE, Turrialba, Costa rica. 21 p.

BENAVIDES, J.E. (2000). La morera un forraje de alto valor nutricional para alimentación animal en el trópico. Pastos y forrajes. Turrialba, Costa Rica. [En línea]. Disponible en: <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/952/1552>. [Citado: 12 de abril de 2015].

CEPAC. (2013). Centro de Promoción Agropecuaria Campesina Certificación Orgánica. Santa Cruz, Bolivia. [En línea]. Disponible en: [http://www.cepac.org.bo/simmype/procesos\\_de\\_exportacion/informacion.php](http://www.cepac.org.bo/simmype/procesos_de_exportacion/informacion.php). [Citado: 20 de febrero de 2014].

CIFUENTES, C.; SOHN, W. (1998). Manual técnico de sericultura: Cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Pereira. 1-7-23-27-47-48-88-355 p.

Corporación para el Desarrollo de la Sericultura en el Cauca “CORSEDA” (2012). [En línea] Disponible en: <http://www.corseda.com/>. [Citado: 3 de mayo de 2014].

DATTA, R. (2002). Mulberry cultivation and utilización in India. in: Mulberry for animal production. Animal production and health paper n°. 147, FAO, Rome. 45 - 62 p.

DUKE, J. (2005). *Morus alba* (L.). [En línea]. Disponible en: <http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/duke-energy>. [Citado: 20 de mayo de 2014]

EIROA, J. (2012). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo. [En línea]. Disponible en: <http://blog.ecocelta.com/la-capacidad-de-intercambio-cationico-cic-del-suelo.html>. [Citado: 12 de junio de 2015]

Estación meteorológica Manuel Mejía, municipio de El Tambo. (2014). Distribución de lluvias frente a los reportes históricos.

- FAUST, M. (1989). *Physiology of temperate zone fruit trees*. USA.
- FERNÁNDEZ, E. (1935). El Cultivo de la Morera. *Revista de Agricultura*. La Habana. 8 p.
- FRANCO, L.; PETERS, M.; SCHMIDT, A.; HINCAPIE, B. (2011). Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores del trópico americano. CIAT. Cali. 137 p.
- GARCÍA M. (2006). *Principios Generales de Agricultura Orgánica*. Editorial JDC. Tunja Colombia. 30-31-89 p.
- GONZÁLES, E.; DELGADO, D.; CÁCERES, O. (1998). Rendimiento, calidad y degradabilidad ruminal potencial de los principales nutrientes en el forraje de morera (*Morus alba*). *Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”*. Eepf “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. 69-72 p.
- HERNÁNDEZ, O.; OJEDA, D.; LOPÉZ, J.; ARAS, A. (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Tecnociencia*, IV(1), 1–6. Chihuahua, México. 1 p. [En línea]. Disponible en: [http://www.ecosdeltajo.org/descargas/recursos/abonos\\_organicos\\_y\\_su\\_efecto\\_en\\_las\\_propiedades\\_fisicas\\_quimicas\\_biologicas\\_del\\_suelo.pdf](http://www.ecosdeltajo.org/descargas/recursos/abonos_organicos_y_su_efecto_en_las_propiedades_fisicas_quimicas_biologicas_del_suelo.pdf). [Citado: 8 mayo de 2015].
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2003). Mapa político Departamento del Cauca. [En línea]. Disponible en: <http://www.zonu.com/detail/2009-09-17-5881/Departamento-del-Cauca-2003.html> [Citado: 8 agosto de 2014]
- IGAC. (2009). Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Cauca, Aspectos del medio Biofísico. 105 p.
- IGAC. (2015). Métodos analíticos empleados por el Laboratorio Nacional de Suelos. [En línea]. Disponible en: [http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/tramites/FueraDeServicio!ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hHT3d\\_JydDRwN3A083A08j1MDI](http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/tramites/FueraDeServicio!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hHT3d_JydDRwN3A083A08j1MDI)

xBXYwsnE\_2CbEdFAGrs9jg!/?WCM\_PORTLET=PC\_7\_AIGOB1A0G0IF0I2B50  
DTE38R4\_WCM&WCM\_GLOBAL\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Web+-  
+Tramites+y+Servicios/Servicios/Servicios/Laboratorio+de+Suelos/ [Citado: 1 de  
agosto de 2014].

IGLESIAS D. (2004). Uso de indicadores para la evaluación de la gestión  
ambiental. Anguil, Argentina. 59 p.

INFOAGRO. (2015). Concepto de pH e importancia en fertirrigación. [En línea].  
Disponible en: [http://infoagro.com/abonos/ph\\_suelo.htm](http://infoagro.com/abonos/ph_suelo.htm) [Citado: 15 de junio del  
2015]

LIGNOQUIM. (2012) Fertilización Foliar y Moléculas Orgánicas Ecológicas.  
Guayaquil, Ecuador. 1 p. [En línea]. Disponible en:  
[file:///C:/Users/user/Downloads/Fertilizacion%20Foliar%20y%20Moleculas%20Org  
anicas%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Fertilizacion%20Foliar%20y%20Moleculas%20Org%20anicas%20(1).pdf) [Citado: 5 de mayo de 2015].

LIZCANO, A.; HERRERA, M.C.; SANTAMARINA, J.C. (2006). Suelos derivados  
de cenizas volcánicas en Colombia. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental,  
Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia. [En línea]. Disponible en:  
[http://pmrl.ce.gatech.edu/papers/Lizcano\\_2006a.pdf](http://pmrl.ce.gatech.edu/papers/Lizcano_2006a.pdf) [Citado: 15 de junio de 2015].

LONDOÑO, L.A. (2008). Guía de caracterización de Sistemas Integrados de  
Producción Agropecuaria (SIPAS). Popayán, Cauca.

MACHADO, R. (1997). Metodología para la evaluación de especies herbáceas.  
EPPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 35 p.

OLIVERA, Y.; NODA, Y. (2010). Morera. Un nuevo forraje para la alimentación del  
ganado. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey-Cuba. 10 p. [En  
línea]. Disponible en:  
<http://biblioteca.ihatuey.cu/link/nuestraspublicaciones/morera.pdf> [Citado: 11 de  
mayo del 2014]

PAVÓN, A. (2003). Análisis de suelos. Anexo III. Universidad de Castilla - La Mancha. España. 54 p. [En línea]. Disponible en: [http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/Proyectos/AntonioPavon/05-AnejolIII.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/05-AnejolIII.pdf) [Citado: 15 de junio del 2015]

PENTON, G.; MARTÍN, G.; PÉREZ, A.; NODA, Y. (2007). Comportamiento morfoagronómico de variedades de morera (*Morus alba* L.) durante el establecimiento. *Pastos y Forrajes*, Vol. 30, No. 3, Matanzas Cuba. 153 p

PIZARRO, E.; RAMOS A.; ALMEIDA, J (1997). Una nueva alternativa: *Morus* spp. Como arbustiva forrajera. *Pasturas Tropicales*. 19 p.

RODRIGUEZ, M. (2009). Caracterización y análisis de la finca aguas vivas, vereda aguas vivas, corregimiento Gabriel López Tutoró. [En línea]. Disponible en: <http://www.clubensayos.com/Temas-Variados/CARACTERIZACION-Y-ANALISIS-DE-LA/1285340.html> [Citado: 10 de mayo del 2014]

RODRÍGUEZ, A.; VARGAS, J.; VENTURA, A.; MARTINEZ, A.; RODRIGUEZ, J.; EHSAN, M.; LARA, F. (2012). Manual de Sericultura en Hidalgo. 21- 24 p.

ROMAN, P.; MARTINEZ, M.M.; PANTOJA, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina. Santiago de Chile, 53 p.

SÁNCHEZ, M. (2001). Mulberry as animal feed in the world. In: *Mulberry for animal feeding in China*. (Eds. L. Lian, C. Yuyin, M. Sánchez and L. Xingmeng). Hangzhou, China. 17 p.

SWIETLIK, D.; FAUST, M. (1984). Foliar nutrition of fruit crops. in: J Janik (ed.). *Horticultural reviews*. Vol. 6. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. USA.. 287-355 p.

TING-ZING, Z.; YUNG-FANG, T.; GUANG-XIANG, H.; HUAIZHONG, F.; BEN, M. (1998). *FAO Agricultural Services. Bulletin* N° 7/31, Rome. 127p.

TISDALE, S.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. (1985). *Soil fertility and fertilizers*. MacMillan Publishing Co. New York, NY. USA.

TOLEDO, J. (1982). Manual para la evaluación agronómica. CIAT. Red Internacional de Pastos Tropicales. Cali. TRINIDAD, A.; AGUILAR, D. (2000) Fertilización Foliar, Un Respaldo Importante en el Rendimiento de los Cultivos. 91-96 p

TRINIDAD, A.; AGUILAR, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. 249,251 p. [En línea]. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf> [Citado: 15 de mayo de 2015].

ZUNINI, H.; PESCIO, F.; BASSO, C.L.; DIVO DE SESAR, M.; FRANK, R.G.; PELICANO, A.E.; VIEITES, C.M. (2008). Sericultura: manual para la producción. INTI. Facultad de agronomía UBA. 1 ed.: INTI-Imprenta, Buenos Aires. 28 p. [En línea]. Disponible en: <https://huertasescolares.files.wordpress.com/2013/06/manual-seda-1.pdf>. [Citado: 10 de febrero de 2015].

**Anexo a. CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-AGRICOLA**

<p><b>1. Unidad 1 Vereda Clarete</b>  <b>2. Unidad 2 Vereda Santa Bárbara</b>  <b>3. Unidad 3 Vereda Guayabal</b></p>			
<p><b>INDICE DE NUTRICIÓN</b></p>			
VARIABLES	Situación encontrada.	SITUACION DESEADA Y CRITERIOS DE EVALUACION	CALIFICACION
<p><b>Plan De Fertilización</b></p>	<p><b>1)</b> Se hace una fertilización por ciclo de acuerdo al plan de fertilización de Corseda. El compostaje utilizado se compone de materiales de residuos de cosecha de su unidad productiva. La dosis a aplicar es de 125g por planta. No se realiza análisis del abono que se elabora para determinar si éste satisface los requerimientos del cultivo de morera.</p> <p><b>2)</b> Se hace una única fertilización cada dos ciclos de acuerdo al plan de fertilización de Corseda. El compostaje utilizado se compone de materiales de residuos de cosecha de su unidad productiva. La dosis a aplicar es de 1 libra por planta cada 6 meses. Adicionalmente aplica un fertilizante foliar elaborado artesanalmente, la aplicación de éste se hace cada 8 días, 1litro/bomba. No se tiene una análisis del abono que se aplica para determinar si éste satisface los requerimientos del cultivo de morera.</p> <p><b>3)</b> Se hace una única fertilización por cada 2 ciclos de acuerdo al plan de fertilización de Corseda. La dosis que se aplica es 250g/planta cada seis meses. No se tiene una análisis del abono que se aplica para determinar si éste satisface los requerimientos del cultivo de morera. Adicionalmente aplica un fertilizante orgánico foliar comercial, cuya dosis es 1L/bomba (20L) para todo su cultivo.</p>	<p>Se tiene un plan de fertilización orgánica para el cultivo de morera de acuerdo a sus necesidades, que proporcione los nutrientes necesarios para su óptima producción.</p>	<p>1) 3.0                  2) 3.5                  3) 3.5</p>

<p style="text-align: center;"><b>Tipo De Fertilizante</b></p>	<p>1) <b>Compostaje:</b> El compostaje utilizado se compone de materiales de residuos de cosecha de su unidad productiva, entre ellos están: 150 kg de gusanaza descompuesta y hoja de morera, 150 kg de estiércol, 25 kg de cal. El proceso de elaboración dura 20 días y los volteos se hacen dos diarios durante la primera semana y uno diario la segunda y tercer semana. Durante el proceso se hace una prueba de humedad (prueba de puño).</p> <p>2) <b>Compostaje:</b> El compostaje utilizado se compone de materiales de residuos de cosecha de su unidad productiva, entre ellos están: vástagos de plátano, material vegetal de las desyerbas, desechos de cocina, pulpa de café y gusanaza. Al finalizar el proceso de elaboración del compostaje, se adicionan 2 bultos de gallinaza, se deja durante 15 días, y se adicionan 100kg de calfomac por cada tonelada producida. Este proceso de elaboración dura 4 meses.</p> <p><b>Abono Foliar:</b> este abono está compuesto de cenizas de tallos de morera.</p> <p>3) <b>Compostaje:</b> El compostaje utilizado se compone de materiales de residuos de cosecha de su unidad productiva, entre ellos están: 2 toneladas de pulpa de café, 50 kg de ceniza, 250 kg de gusanaza y hojarasca, como productos externos se adiciona 1.5 ton de gallinaza, 50 kg de cal, 50 kg de calfos, 2 kg de sulfato de cobre, 2 kg de sulfato de zinc, 2 kg de sulfato de magnesio.</p> <p><b>Abono foliar:</b> El productor aplica un fertilizante foliar orgánico denominado Supermagro.</p>	<p>Tiene en cuenta la relación C:N, registros, control de Temperatura, aireación, subproductos de la unidad productiva, tiempo de compostaje.</p>	<p>1)3.0 2)3.5 3)3.5</p>
<p style="text-align: center;"><b>Estado General Del Cultivo</b></p>	<p>1) Los cultivos existentes presentaron una apariencia saludable, sin embargo se presentó una época de sequía que duró 2 meses (hasta el momento de la toma de información) la cual mostraba un cultivo poco hidratado, menor vigor y menor desarrollo.</p> <p>2) Los cultivos existentes presentaron una apariencia saludable, sin embargo se presentó una época de sequía que duró 2 meses (hasta el momento de la toma de información) a pesar de esto los</p>	<p>El cultivo de morera encontrado en la finca presentan una apariencia saludable, hidratada y fertilizada que le otorgan vigor y desarrollo de las plantas</p>	<p>1)3.5 2)4.0 3)3.0</p>

	<p>cultivos mostraban una apariencia hidratada, buen vigor y buen desarrollo gracias a la aplicación de un fertilizante foliar.</p> <p>3) Los cultivos existentes presentaron una apariencia saludable, sin embargo se presentó una época de sequía que duró 2 meses (hasta el momento de la toma de información) la cual mostraba un cultivo poco hidratado, menor vigor y menor desarrollo. Adicionalmente el cultivo está ubicado en la parte alta de la unidad productiva dejando vulnerable a corrientes de viento que ocasionaban daño mecánico a las hojas.</p>		
<b>INDICE DE NUTRICION</b>			<p>1) 3.2</p> <p>2) 3.7</p> <p>3) 3.3</p>
<b>INDICE DE FITOSANIDAD</b>			
<b>VARIABLES</b>	<b>Situación encontrada</b>	<b>SITUACION DESEADA Y CRITERIOS DE EVALUACION</b>	<b>CALIFICACION</b>
<b>Manejo Integrado De Plagas</b>	<p>1) La unidad productiva presenta diversidad de subsistemas pero estos a su vez están aislados del cultivo de morera por lo tanto no se cuenta con barreras que protejan el cultivo de morera, no se utiliza repelentes, no hay alelopatías ni controladores biológicos. Se realizan prácticas culturales como eliminación manual de plantas enfermas y desyerbas.</p> <p>2) La unidad productiva presenta diversidad de subsistemas pero estos a su vez tienen una baja integración con el cultivo de morera debido a que está incluyendo especies exóticas en poca cantidad por lo tanto el beneficio de la interacción que se encuentra es mínimo con tendencia a aumentar, se cuenta con barreras que protegen en baja proporción al cultivo de morera, no se usa repelentes, bajas alelopatías, no se manejan controladores biológicos. El productor realiza la poda como práctica cultural.</p> <p>3) La unidad productiva presenta diversidad de subsistemas pero estos a</p>	<p>En la fincas se maneja diversidad de subsistemas y estrategias para la prevención y control de plagas y enfermedades.</p> <p>*Control Mecánico *Control biológico *Control Físico</p> <p>Se usan barreras, repelentes, alelopatía, insectos beneficiosos, podas, desyerbas, que eviten la diseminación y alta incidencia de plagas y enfermedades</p>	<p>1)2.5</p> <p>2)3.0</p> <p>3)3.0</p>

	<p>su vez están aislados del cultivo de morera, cuenta con barreras que protegen el cultivo, no se utiliza repelentes, no hay alelopatías ni controladores biológicos. El productor realiza la poda como práctica cultural.</p>		
<b>Monitoreo</b>	<p>1) Se realizan monitoreos frecuentes debido a que los productores constantemente están presentes en sus unidades y dependen económicamente de todas las actividades que en ellas se realizan.</p> <p>2) Se realizan monitoreos frecuentes debido a que los productores constantemente están presentes en sus unidades y dependen económicamente de todas las actividades que en ellas se realizan.</p> <p>3) Se realizan monitoreos frecuentes debido a que los productores constantemente están presentes en sus unidades y dependen económicamente de todas las actividades que en ellas se realizan.</p>	<p>Se realizan monitoreos permanentes al cultivo de morera, la situación encontrada se consigna en registros aportando elementos para la toma de decisiones cuando se requiera, es un método de prevención con el fin de identificar y eliminar posibles focos de diseminación de plagas y enfermedades.</p>	<p>1) 3.0 2) 3.0 3) 3.0</p>
<b>Bioseguridad</b>	<p>1) En la unidad productiva no se aplican insumos químicos debido a que se maneja un cultivo orgánico por lo tanto se requiere un equipo menos especializado para llevar a cabo este tipo de control. De igual manera no cuenta con la indumentaria apropiada para las diferentes actividades que se realizar en la unidad productiva.</p> <p>2) En la unidad productiva no se aplican insumos debido a que se maneja un cultivo orgánico por lo tanto se requiere un equipo menos especializado para llevar a cabo este tipo de control. De igual manera no cuenta con la indumentaria apropiada para las diferentes actividades que se realizar en la unidad productiva.</p> <p>3) En la unidad productiva no se aplican insumos debido a que se maneja un cultivo orgánico por lo tanto se requiere un equipo menos especializado para llevar a cabo este tipo de control. De igual manera no cuenta con la indumentaria apropiada para las diferentes actividades que se</p>	<p>La aplicación de los diferentes insumos, protocolos de desinfección de herramientas, actividades de manejo, implica el uso de un equipo especial (overol, guantes, gafas, gorra/casco). Bodega de almacenamiento de insumos.</p>	<p>1) 1.0 2) 1.0 3) 1.0</p>

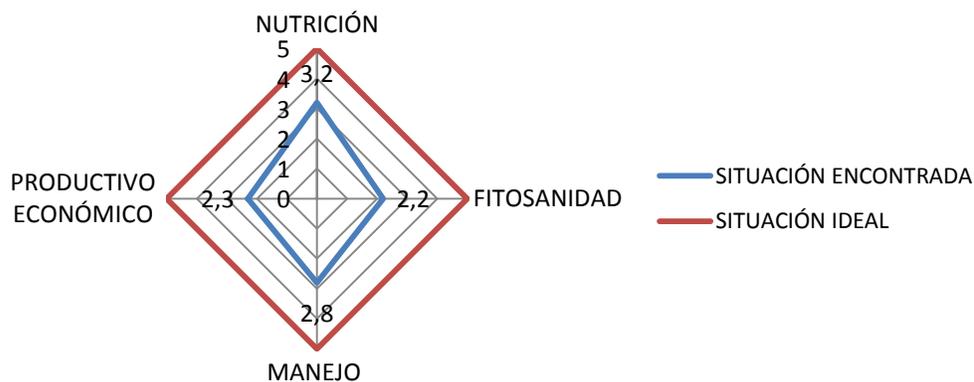
	realizar en la unidad productiva.		
<b>INDICE DE FITOSANIDAD</b>			1) 2.2 2) 2.3 3) 2.3
<b>INDICE DE MANEJO</b>			
<b>VARIABLES</b>	<b>Situación encontrada</b>	<b>SITUACION DESEADA Y CRITERIOS DE EVALUACION</b>	<b>CALIFICACION</b>
<b>Asistencia Técnica</b>	<p>1) La asistencia técnica prestada es mínima y con baja continuidad siendo los mismos productores los que tienen mayor conocimiento del manejo del cultivo de morera.</p> <p>2) La asistencia técnica prestada es mínima y con baja continuidad siendo los mismos productores los presentan mayor conocimiento del manejo del cultivo de morera.</p> <p>3) La asistencia técnica prestada es mínima y con baja continuidad siendo los mismos productores los presentan mayor conocimiento del manejo del cultivo de morera.</p>	<p>La asistencia técnica que se le presta al productor es constante y brinda las herramientas necesarias para que conozca el manejo del cultivo de morera, sus etapas fenológicas, sanidad y fertilidad.</p>	<p>1) 1 2) 1 3) 1</p>
<b>Registros</b>	<p>1) La finca cuenta con registros para la actividad concerniente al cultivo de morera, estos registros están siendo actualizados, por este motivo no se puede realizar un diagnóstico del estado actual de la finca. Se tiene un cuaderno de apuntes donde se registran algunas actividades, pero a su vez este registro no es ordenado, ni está actualizado, siendo difícil la interpretación de los datos para otra persona ajena al productor.</p> <p>2) Al momento de la visita a la finca, no se encontró formato de registros para actividades concernientes al cultivo de morera. Se tiene un cuaderno de apuntes donde se registran algunas actividades, pero a su vez este registro no es ordenado, ni está actualizado,</p>	<p>En la finca se manejan registros (Materiales de compostaje, costos de producción, fertilización, insumos, mano de obra)</p>	<p>1) 2.0 2) 2.0 3) 2.0</p>

	<p>siendo difícil la interpretación de los datos para otra persona ajena al productor.</p> <p><b>3)</b> La finca no cuenta con formatos de registros para actividades concernientes al cultivo de morera. Se tiene un cuaderno de apuntes donde se registran algunas actividades, pero a su vez este registro no es ordenado, ni está actualizado, siendo difícil la interpretación de los datos para otra persona ajena al productor.</p>		
<b>Herramientas Y Utensilios</b>	<p>1) Se manejan herramientas específicas para los cultivos, se realizan desinfecciones en los utensilios usados para la eliminación de plantas enfermas.</p> <p>2) Se manejan herramientas específicas para los cultivos, se realizan desinfecciones en los utensilios usados para la eliminación de plantas enfermas</p> <p>3) Se manejan herramientas específicas para los cultivos, se realizan desinfecciones en los utensilios usados para la eliminación de plantas enfermas</p>	<p>Se manejan herramientas específicas para el cultivo de morera, igualmente se realizan desinfecciones de los utensilios usados para el manejo del cultivo.</p>	<p>1) 4.0</p> <p>2) 4.0</p> <p>3) 4.0</p>
<b>Densidad De Siembra</b>	<p>1) Se maneja una densidad de siembra de 0.8M entre calles y 0.4M entre plantas, un terreno con una pendiente <b>moderadamente inclinada</b>. El productor manifiesta que ésta fue la recomendación técnica al momento de establecer el cultivo.</p> <p>2) Se maneja una densidad de siembra de 1.2 M entre calles y 0.5M entre plantas, un terreno con una <b>pendiente moderadamente inclinada</b>. El productor manifiesta que ésta fue la recomendación técnica al momento de establecer el cultivo.</p> <p>3) Se maneja una densidad de siembra de 1.0M entre calles y 0.5M entre plantas, un terreno con una <b>ligera pendiente</b>. El productor manifiesta que ésta fue la recomendación técnica al momento de establecer el cultivo.</p>	<p>Se maneja una densidad de siembra de acuerdo a la recomendación técnica que tiene en cuenta la variedad y topografía, que le permite al cultivo la adecuada aireación y luminosidad, sin competencias para su óptimo desarrollo. Las distancias de siembra recomendadas de acuerdo a la pendiente son: DS (80*50cm) <b>pendientes suaves</b> (1.5%), (90*40cm) terreno con <b>ligera pendiente</b> (3%), (100*40cm) terreno con <b>pendiente moderadamente inclinada</b> (5%)</p>	<p>1)4.0</p> <p>2)4.0</p> <p>3)4.0</p>

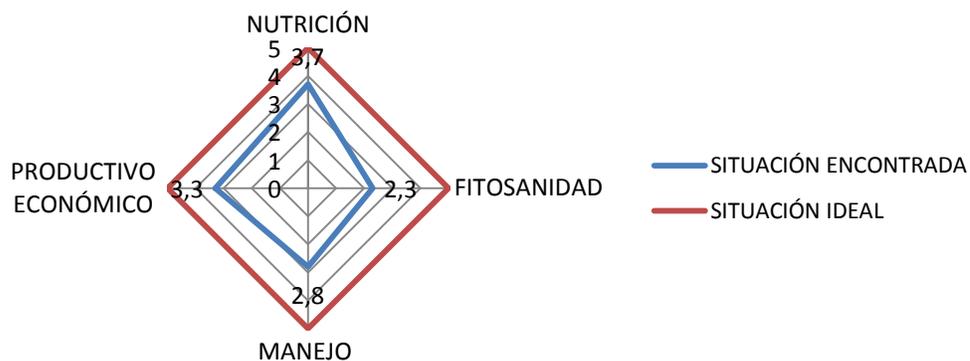
<b>INDICE DE MANEJO</b>			<b>1) 2.8</b> <b>2) 2.8</b> <b>3) 2.8</b>
<b>INDICE PRODUCTIVO ECONOMICO</b>			
<b>VARIABLES</b>	<b>Situación encontrada</b>	<b>SITUACION DESEADA Y CRITERIOS DE EVALUACION</b>	<b>CALIFICACION</b>
<b>Producción</b>	<p>1) Con 15624 plantas el sericultor está produciendo <b>21.5</b> ton/año, para la situación encontrada la producción ideal debería ser de <b>22.5</b> ton/año.</p> <p>2) Con 12000 plantas el sericultor está produciendo <b>23</b> Ton/año, para la situación encontrada la producción ideal debería ser de <b>24.5</b>Ton/año.</p> <p>3) Con 6000 plantas el sericultor está produciendo <b>9.5</b> Ton/año, para la situación encontrada la producción ideal debería ser de <b>10.5</b> Ton/año.</p>	<p>La producción de forraje obtenida en la finca es equivalente a la producción estimada de acuerdo a la densidad de siembra.</p> <p>0.8M*0.4M(45 Ton/ha/año)  1.0M*0.5M(35 Ton/ha/año)  1.2M*0.5M(34Ton/Ha/año)</p>	<p>1) 5.0  2) 5.0  3) 4.5</p>
<b>Sostenibilidad</b>	<p>1) Con 15624 plantas el sericultor está produciendo <b>3.5</b> cajas/año, para la situación encontrada la producción ideal debería ser de <b>42</b> cajas/año.</p> <p>2) Con 12000 plantas el sericultor está produciendo <b>7</b> cajas/año, para la situación encontrada la producción ideal debería ser de <b>32.4</b> cajas/año.</p> <p>3) Con 6000 plantas el sericultor está produciendo <b>5.5</b> cajas/año, para la situación encontrada la producción ideal debería ser de <b>15.6</b> cajas.</p>	<p>Con 21000 plantas divididas en 3 lotes de 7000 plantas cada uno, se obtienen 4.5 cajas/mes/lote, usando un promedio de 1500 plantas/caja para una fertilización orgánica. De esta manera se garantiza el periodo de recuperación del cultivo de morera (3 meses), y así tener 10 ciclos anuales.</p>	<p>1)0.5  2)1.0  3)2.0</p>

<p><b>Nivel De Autosuficiencia</b></p>	<p>1) El productor hace uso de los residuos de labores agropecuarias (café, ganado), disminuyendo el uso de insumos externos.</p> <p>2) El productor hace uso de residuos de cosecha de cultivos como café y plátano, sub productos de la sericultura, lo cual disminuye el uso de insumos externos.</p> <p>3) El productor hace uso de residuos de cosecha de cultivos como café, plátano, sub productos de la sericultura lo cual disminuye el uso de insumos externos.</p>	<p>El cultivo de morera tiene la menor dependencia de insumos externos posibles para su producción</p>	<p>1) 4 2) 4 3) 4</p>
<p><b>Mercado Y Comercialización</b></p>	<p>1) En la finca no hay una producción constante de capullo, se hace <b>4</b> crías por año, siempre en la misma proporción.</p> <p>2) En la finca no hay una producción constante de capullo, se hace <b>6</b> crías por año, siempre en la misma proporción.</p> <p>3) En la finca no hay una producción constante de capullo, se hace <b>4</b> crías por año, siempre en la misma proporción.</p>	<p>En la finca hay una producción constante de capullo (<b>10ciclos/año</b>), casi siempre en la misma proporción, además mantiene una estabilidad comercial o a un mercado determinado.</p>	<p>1) 2.0 2) 3.0 3) 2.0</p>
<p><b>INDICE PRODUCTIVO – ECONOMICO</b></p>			<p>1) 2.3 2) 3.3 3) 3.1</p>

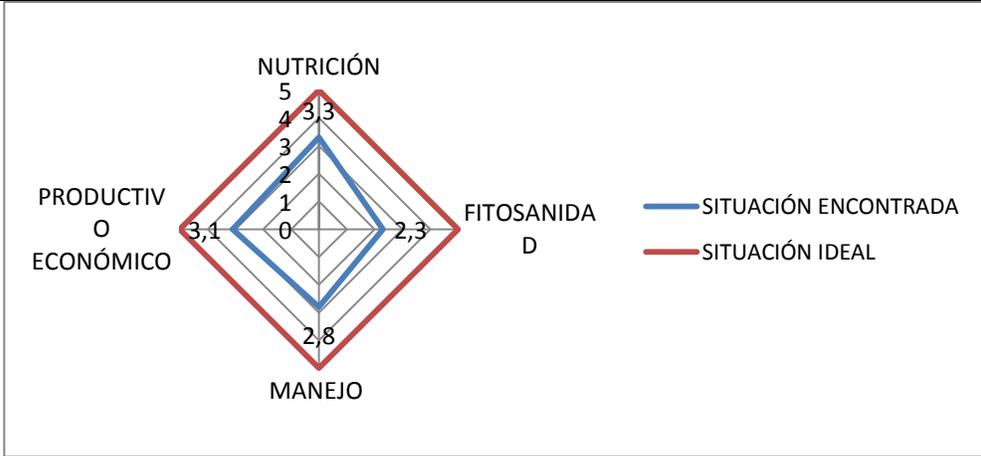
CARLOS JULIO GURRUTE		
VARIABLE	SITUACIÓN ENCONTRADA	SITUACIÓN IDEAL
NUTRICIÓN	3,2	5
FITOSANIDAD	2,2	5
MANEJO	2,8	5
PRODUCTIVO ECONÓMICO	2,3	5



RAMIRO ALMANZA		
VARIABLE	SITUACIÓN ENCONTRADA	SITUACIÓN IDEAL
NUTRICIÓN	3,7	5
FITOSANIDAD	2,3	5
MANEJO	2,8	5
PRODUCTIVO ECONÓMICO	3,3	5



NIXON TOBAR		
VARIABLE	SITUACIÓN ENCONTRADA	SITUACIÓN IDEAL
NUTRICIÓN	3,3	5
FITOSANIDAD	2,3	5
MANEJO	2,8	5
PRODUCTIVO ECONÓMICO	3,1	5



## Anexo b. RESULTADO ANALISIS DE SUELOS

	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN - LABORATORIO DE SUELOS ÁREA QUÍMICA	Código: P-LIF 001-10.002-001-011
	GESTIÓN OPERATIVA – CONTACTO CON EL USUARIO	Versión: 1,0
	<b>RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS</b>	Página 1 de 1

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD</b>		Solicitud N°	21
Nombre Completo:	Juan Carlos Gallego	Teléfono:	NI
Dirección y/o E-mail:	NI	Municipio:	Timbio
Departamento:	Cauca	Finca:	NI
Corregimiento ó Vereda:	El Guayabal		
Profundidad (cm):	NI		
Fecha de Recibido:	2014-09-19		
Fecha de Entrega:	2014-11-05		

<b>Código de muestra</b>	<b>S-2579-14</b>
Lote Número	1
Altura (msnm):	NI
<b>CARACTERIZACION</b>	
pH (Relación 1:1)	5.8
Materia Orgánica (o/o)	9.08
Calcio Intercambiable (meq/100g)	0.08
Magnesio Intercambiable (meq/100 g)	1.21
Potasio Intercambiable (meq/100 g)	0.61
Sodio Intercambiable (meq/100 g)	0.08
Capacidad de Intercambio (meq/100 g)	34.8
Aluminio Intercambiable (meq/100 g)	NA
Fósforo Asimilable (ppm)	59.73
Textura al Tacto	FA
<b>ELEMENTOS MENORES*</b>	
Cobre (ppm)	0.07
Zinc (ppm)	7.39
Manganeso (ppm)	16.97
Hierro (ppm)	ND
Boro (ppm)	ND
<b>OTROS</b>	
Nitrógeno (%)	NA

Rangos Para La Evaluación *			
ELEMENTO	BAJO	MEDIO	ALTO
COBRE (ppm)	0.0 - 1.0	1.0 - 3.0	Mayor de 3.0
ZINC (ppm)	0.0 - 1.8	1.8 - 3.5	Mayor de 3.5
MANGANESO (ppm)	0.0 - 5.0	5.0 - 10.0	Mayor de 10.0
HIERRO (ppm)	0.0 - 25.0	25.0 - 50.0	Mayor de 50.0
BORO (ppm)	0.0 - 0.25	0.25 - 0.50	Mayor de 0.50

TEXTURA			
A	Arenoso	FAR	Franco Arcilloso Arenoso
AF	Arenoso Franco	FAR	Franco Arcilloso
F	Franco	FARL	Franco Arcillo Limoso
FA	Franco Arenoso	AR	Arcillo Arenoso
FL	Franco Limoso	ARL	Arcillo Limoso
L	Limoso	AR	Arcilloso

\* Toma de Lora, R. (1991). Instituto Colombiano Agropecuario Fertilización en Diversos Cultivos Quinta Aproximación. Bogotá ICA 1992. 53 p (Manual de Asistencia Técnica No. 25)

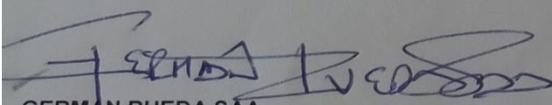
<b>METODOLOGÍA:</b>	Fósforo: Bray II ó Olsen (Espectrometría)	Materia Orgánica: Walkley and Black (Espectrometría)
	pH: Peso/Volumen (Potenciométrico)	Capacidad de Intercambio Catiónico: Cloruro de Sodio (Titulación)
	Boro: Olsen Modificado (Espectrometría)	Elementos Menores (Cu, Zn, Mn, Fe): Acetato de Amonio 1N Neutro y EDTA 0.01M (Absorción Atómica)
	Aluminio: Cloruro de Potasio 1N (Titulación)	Bases (Ca, Mg, K, Na): Acetato de Amonio 1 Normal (Absorción Atómica)

**OBSERVACIONES**

- NI=No Informa ND= No detectable
- El punto es separador decimal de los valores de este informe.
- Se guardara una muestra de retención para posibles verificaciones por un periodo de 3 meses contados a partir de la fecha de la muestra.

  
**GERMAN RUEDA SAA**  
 Coordinador de Laboratorio

Copia: Archivo

Carrera 32 N° 12-00 Barrio Chapinero Vía Candelaria, Edificio Leopoldo Rother Bloque C 2° Piso  
 PBX 2868888 Ext. 35151/35345 Telefax 2868851 Correo electrónico: labqqsuelosyaguas\_palm@unal.edu.co  
 Palmira, Valle, Colombia

**Anexo c. RESULTADO ANALISIS DE COMPOSTAJE**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
LABORATORIO DE SUELOS AREA QUIMICA  
ANÁLISIS DE ABONOS

DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD		Solicitud N°	6				
Nombre:	Juan Carlos Gallego		Teléfono:	NI			
Dirección y/o E-mail:	NI		Municipio:	Timbio			
Departamento:	Cauca		Finca:	NI			
Corregimiento ó Vereda:	El Guayabal						
Fecha de Recibido:	2014-09-19						
Fecha de Entrega:	2014-11-26						

Muestra Número	Ab-29-14						
Lote	1	-	-	-	-	-	-
pH (1:2)/(1:6)	9.3	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno (%)	ND	-	-	-	-	-	-
Fósforo (%)	0.002	-	-	-	-	-	-
Carbono Orgánico (%)	20.16	-	-	-	-	-	-
Calcio (%)	5.65	-	-	-	-	-	-
Magnesio (%)	0.45	-	-	-	-	-	-
Potasio (%)	2.11	-	-	-	-	-	-
Sodio (%)	ND	-	-	-	-	-	-
Hierro (ppm)	10648	-	-	-	-	-	-
Cobre (ppm)	409	-	-	-	-	-	-
Zinc (ppm)	1112	-	-	-	-	-	-
Manganeso (ppm)	1058	-	-	-	-	-	-
Boro (ppm)	27.24	-	-	-	-	-	-

**Anexo d. COMPOSICIÓN FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO (KELPAK)**

Nitrógeno Total (N)	5,00 g/L
Nitrógeno amoniacal (N)	5,00 g/L
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	44,00 g/ L
Potasio Soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	7,00 g/L
Carbono Orgánico Oxidable Total	24,00 g/L
pH en solución al 10%	4,11
Densidad a 20°C	1,06 g/L
<b>Contenido de agentes patógenos</b>	
<i>Salmonella sp</i>	Ausente en 25 g de producto
Enterobacterias totales	Ausente
Contenido Neto: 1L	
KELPAL PRODUCTS. Simon Town – Sudáfrica	