UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

“Sistematización de la curva de crecimiento de *Morus indica* L. Kanva 2, post poda de rejuvenecimiento en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica – CIPCA”

AUTOR:

Grisales García Franklin David

Rivas Valladares Oscar Ronaldo

DIRECTOR DE PROYECTO:

Sandra Luisa Soria Re

PUYO – PASTAZA – ECUADOR

2020

DECLARATORIA DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, Franklin David Grisales García, con C.I: 210106777-7 y Oscar Ronaldo Rivas Valladares con C.I: 210050755-3, hacen constar que son los autores del Proyecto de Titulación denominado: "Sistematización de la curva de crecimiento de *Morus indica* L. Kanva 2, post poda de rejuvenecimiento en el Centro de Investigación de Posgrado Conservación Amazónica – CIPCA", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección de la Tutora de dicho trabajo, Msc. Sandra Soria Re. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciados debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón de Pastaza, a los 21 días del mes de agosto del 2020.



……..

Franklin David Grisales García

C.I: 210106777-7



……..

Oscar Ronaldo Rivas Valladares

C.I: 210050755-3

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de titulación: "SISTEMATIZACIÓN DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE *MORUS INDICA L. KANVA 2*, POST PODA DE REJUVENECIMIENTO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE POSGRADO CONSERVACIÓN AMAZÓNICA", fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

Dr. Javier Domínguez Brito, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MSc. Verónica I. Masson Fiallo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MSc. Patricio F. Naranjo Delgado
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Oficio No. 233-SAU-UEA-2020

Puyo, 7 de septiembre de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente a los egresados GRISALES GARCIA FRANKLIN DAVID con C.I. 210106777-1 y RIVAS VALLADARES OSCAR RONALDO con C.I. 2100507553, con el Tema: **"Sistematización de la curva de crecimiento de *Morus indica* L. Kanva 2, post poda de rejuvenecimiento en el Centro de Investigación de Posgrado Conservación Amazónica – CIPCA"**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Directora del proyecto Ing. Sandra Luisa Soria Re, Ms.C., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 7 de septiembre de 2020 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

En la presente nota quiero agradecer en primer lugar a Dios, por la vida y la salud por la sabiduría para poder culminar con mucho éxito esta etapa de mi vida.
Mis más sinceros agradecimientos a lo ingeniera Sandra Soria Re Ms.C., quien con sus sabiduría con paciencia y conocimiento me supo guiar en lo académico para lograr desarrollar con éxito este proyecto, de la misma forma agradecer a la prestigiosa Universidad Estatal Amazónica, a la carrera Ingeniería Agropecuaria por ser partícipes en lo intelectual para mi formación como estudiante y como persona. A los docentes en general por expresar mis más gratos y sinceros agradecimientos quienes con sus conocimientos aportaron para poder culminar con satisfacción esta meta propuesta.

También agradecer a los miembros de mi tribunal designado por la colaboración brindada por el apoyo en la revisión y las correcciones con los cuales culminamos nuestro proyecto.

Franklin

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por la vida, por la salud y a la sabiduría que me ha brindado para culminar con mucho éxito esta etapa propuesta, por la paciencia para saber llevar con mucha responsabilidad y culminar con satisfacción esta etapa en mi vida. Agradecer a mis padres quienes con su apoyo realizaron un esfuerzo enorme para lograr esta meta con éxito, a mis hermanos por su apoyo incondicional.

Mis más sinceros agradecimientos a mi tutora la Ing. Sandra Soria Re Ms. C., quien con sus conocimientos con su sabiduría y consejos me han ayudado para la culminación de este proyecto como también en mi formación con profesional y como persona. De la misma forma agradecer a la Universidad Estatal Amazónica, a la carrera de Ingeniera Agropecuaria por ser partícipes en mi formación, agradecer a todos los docentes en general que con sus enseñanzas aportaron en mi formación.

A los miembros de Tribunal, Dr. C. Javier Domínguez, Ph. D., Ms. C. Verónica Masson y al Ms. C. Patricio Naranjo por el apoyo brindado en la revisión y corrección de este proyecto.

Dar las gracias a las familias del cantón Pastaza quienes me ayudaron con sus consejos y con su apoyo.

Oscar

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este logro alcanzado a mi padre Ilder Grisales Ortiz y a mi madre Heidy Tatiana García Encizo quienes con su amor incondicional y haciendo un enorme esfuerzo me apoyaron para hacer posible este logro, siendo mis padres un pilar fundamental en esta etapa de mi vida.

A mi hermano Marlon Fabián Grisales Guependo quien me acompaño y me apoyo en lo anímico y en lo moral en todo este largo proceso lejos de nuestra casa.

Franklin

A mi padre Sixto David Rivas Rivera a mi madre María Agustina Valladares Samaniego, por su amor, trabajo y sacrificio que han podido realizar todos estos años, porque a pesar de las dificultades que hemos atravesado ustedes se han esforzado para que nada nos falte infinitas gracias. Este logro es para ustedes.

A mis hermanos David Rivas, María Josse Rivas que a pesar de estar lejos de casa me apoyaron y me ayudaron siempre, a mi hermana Janela Rivas con quien compartimos mucho, gracias por ayudarme por estar conmigo siempre ayudándome.

Oscar

RESUMEN

La sistematización de la curva de crecimiento de *Morus indica* L. Kanva 2, post poda de rejuvenecimiento en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica plantea como objetivos: analizar los datos obtenidos sobre el crecimiento de la morera después de la poda de rejuvenecimiento hasta los 105 días, para estimar la curva de crecimiento de las plantas en este ciclo; cuantificar la producción de biomasa por hectárea; y comparar los resultados obtenidos bajo condiciones amazónicas con la literatura actual. La investigación utilizó un diseño explicativo pues maneja variables registradas con anterioridad por el proyecto "Proyecto Seda Latinoamérica y el Caribe" con datos obtenidos entre noviembre 2019 y febrero 2020 y el uso del software SPSS® versión 20 para analizar los datos. La curva de crecimiento no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos correspondientes a la edad del cultivo 5 y 6 años, teniendo un desarrollo similar en las variables morfológicas analizadas, lo que demuestra la capacidad regenerativa después de una poda de rejuvenecimiento. La longitud de los brotes y la capacidad de producción de hojas se mostraron vigorosos y uniformes. La producción de biomasa corresponde a un máximo de 83,21 t/ha/año para un marco de plantación 0,50 m x 1 m es comparable con la de otras regiones, donde se cultiva la morera sin la aplicación de abonos; pero se verificó que los resultados publicados sobre la producción de biomasa con abonos orgánicos como inorgánicos incrementa sustancialmente la cantidad de biomasa producida.

Palabras clave: Morera, poda de rejuvenecimiento, curva de crecimiento

ABSTRACT

The systematization of the growth curve of *Morus indica* L. Kanva 2 post rejuvenation pruning at the “Centro de Investigación Posgrado Conservación Amazónica” proposes, as objectives: analyze the data obtained on mulberry growth after rejuvenation pruning up to 105 days. Estimate the growth curve of the plants in this cycle. Quantify biomass production per hectare. In addition, compare the results obtained under Amazonian conditions with the current literature. The research used an explanatory design as it handles variables previously registered by the project "Proyecto Seda Latinoamérica y el Caribe" with data obtained between November 2019 and February 2020 and the use of SPSS® version 20 software for the analysis. The growth curve did not show statistical differences between the treatments corresponding to the age of the crop 5 and 6 years, having a similar development in the morphological variables analyzed, which shows the regenerative capacity after a rejuvenation pruning. The length of the shoots and the capacity of leaf production were vigorous and uniform. The biomass production corresponds to a maximum of 83,21 t/ha/year, for a 0,50 m x 1,0 m plantation frame. That is comparable with the biomass of other regions, where mulberry grows without the application of fertilizers. The published results verify that the production of biomass with organic and inorganic fertilizers substantially increase the amount of biomass produced.

Keywords: Mulberry tree, rejuvenation pruning, growth curve

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I 13

1.1.- INTRODUCCION 13

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

1.2.- PROBLEMA 14

1.3.- OBJETIVOS 14

1.3.1.- OBJETIVO GENERAL 14

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS 14

1.4.- JUSTIFICACIÓN 15

CAPITULO II 17

2.1.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 17

2.1.1.- La morera 17

2.1.2.- Origen y distribución 17

2.1.3.- Usos de la morera 18

2.1.4.- Taxonomía 19

2.1.5.- Descripción botánica (organografía) 19

2.1.6.- Manejo del cultivo 20

2.1.7.- Ciclo productivo de la morera 22

2.1.8.- Producción de biomasa 22

CAPÍTULO III 23

3.1.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 23

3.1.1.- Localización 23

3.1.2.- Tipo y diseño de investigación: 24

3.2.3.- Método de investigación: 24

CAPITULO IV 26

4.1.- RESULTADOS 26

4.1.1.- Curvas de crecimiento asociadas a las variables morfológicas de la morera después de una poda de rejuvenecimiento 26
4.1.2.- Longitud de brotes 26
4.1.3.- Diámetro de brotes 27
4.1.4.- Número de hojas 28
4.2.- DISCUSION 32
4.2.1.- Cuantificación de la producción de biomasa por hectárea en condiciones amazónicas 32
4.2.2.- Comparación de los resultados obtenidos bajo condiciones amazónicas con otras iniciativas productivas y la literatura actual 32
CAPITULO V 35
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 35
5.1.- Conclusiones 35
5.2.- Recomendaciones 35
REFERENCIAS 36

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la morera. 19
Tabla 2. Índice de área foliar para un cultivo de morera. 30
Tabla 3. Rendimiento de biomasa por hectárea en condiciones amazónicas. 32

INDICE DE FIGURA

Figura 1: Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), Programa de Pastos y Forrajes. 23
Figura 2. Longitud de brote (cm) 27
Figura 3. Promedio del diámetro tomado a la base del tallo (mm). 28
Figura 4. Numero promedio de hojas producidas por brote. 29
Figura 5. Área foliar de las hojas (cm2) 30
Figura 6. Rendimiento total promedio por planta en gramos. 31

CAPÍTULO I

1.1.- INTRODUCCION

Morus indica L, variedad Kanva 2 (morera) es una planta forrajera perenne no perteneciente a la familia de las leguminosas, con un alto contenido de proteína, la cual muestra excelentes características de palatabilidad y consumo tanto en ganado bovino, caprino y animales menores, además de presentar una gran versatilidad agronómica y excelentes rendimientos de biomasa y calidad nutritiva (Borges, Barrios, Chaves y Avendaño, 2014).

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través del trabajo realizado por estudiantes de Ingeniería Agropecuaria en el Centro de Investigación, Posgrado y de Conservación Amazónica (CIPCA) se han establecido los protocolos de enraizamiento para una adecuada plantación de la morera y como consecuencia de ello queda pendiente aspectos relacionados con la actividad productiva de esta especie en condiciones amazónicas. Con este antecedente es fundamental sistematizar la información sobre comportamiento productivo de la morera, luego de una poda de rejuvenecimiento para el "Proyecto Seda Latinoamérica y el Caribe" iniciativa financiada por el sistema de cooperación triangular "Adelante" que integra a la Unión Europea (UE) y a los países de América Latina y el Caribe (ALC); y que es coordinado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina y del cual la Universidad Estatal Amazónica (UEA) es miembro invitado. Esta investigación se inserta dentro de las líneas de investigación de la UEA, en el "Programa de producción de alimentos en sistemas de agrobiodiversos".

Hay pocos estudios sobre sobre el crecimiento y desarrollo de la morera después de las diferentes podas en condiciones climáticas de la amazonia ecuatoriana, y el comportamiento productivo de ésta, teniendo en cuenta que se encuentran plantaciones poco manejadas cuyas plantas se han asilvestrado debido al abandono por parte de los productores y por lo tanto estas plantas no poseen un adecuado rendimiento de follaje.

1.2.- PROBLEMA

El problema de investigación abordado fue: "*Morus indica* variedad Kanva 2 ha sido poco estudiada en condiciones de la Amazonía, cualquiera que sea el destino de la morera en alimentación animal, requiere del conocimiento de la capacidad productiva de esta especie por planta, por corte y por superficie cultivada, lo que favorecería al productor la posibilidad de planificar el aprovechamiento en el momento oportuno y con una consideración de subdivisión de lotes que le permitan disponer del material vegetal durante la mayor parte del año, y la comparación del rendimiento de la morera en el CIPCA con otras iniciativas productivas que permitan confrontar el rendimiento real con el potencial".

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.- OBJETIVO GENERAL

Determinar la curva de crecimiento de *Morus indica* L. variedad Kanva 2 (morera), luego de una poda de rejuvenecimiento en condiciones del Centro de Investigación Posgrado Conservación Amazónica – CIPCA en base a los datos a sistematizarse

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Analizar los datos obtenidos acerca del crecimiento de las plantas de morera después de la poda de rejuvenecimiento hasta los 105 días, para estimar la curva de crecimiento de las plantas en este ciclo.
2. Cuantificar la producción de biomasa por hectárea en condiciones amazónicas.
3. Comparar los resultados obtenidos bajo condiciones amazónicas con otras iniciativas productivas a través de literatura actual.

1.4.- JUSTIFICACIÓN

La morera posee un amplio germoplasma formado por una gran diversidad de especies y variedades que constituyen un valioso recurso genético. Del género *Morus* se han descrito las siguientes especies *Morus alba, M. nigra, M. indica, M. laevigata, M. pendula y M. bombycis*, de donde se han derivado innumerables variedades e híbridos, incluyendo muchos tipos poliploides, siendo producto de una selección y mejoramiento genético intensivo. La sericultura ha sido la razón principal del impresionante proceso de selección y mejoramiento del género *Morus* a través del tiempo. Por ello se han creado y extendido una gran cantidad de variedades de excelente capacidad de producción de biomasa, calidad nutritiva y alta resistencia al ataque de plagas y enfermedades, para un amplio rango de condiciones de clima y suelo (Medina, García, Mortinos y Cova, 2009).

Morus indica, variedad Kanva 2 que es una planta perenne fue introducida al Ecuador en 1996, con el propósito de ser utilizada como alimento en la cría del gusano de seda, ya que presenta la capacidad de producir abundante biomasa, con una producción estimada de 50 t/ha de hojas anualmente. Esta especie ya había sido probada en otros países latinoamericanos como Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela, siendo Chimborazo la primera provincia donde se sembraron las moreras y de donde se masificó y difundió también a las provincias amazónicas de Morona Santiago, Napo, Orellana, Pastaza, y Zamora Chinchipe (Soria, 2005; Soria, Salice y Avendaño, 2001).

En la provincia de Pastaza, fue en la zona de Fátima y Murialdo donde se iniciaron las primeros cultivos de morera los cuales dieron buenos resultados productivos; sin embargo, por falta de empoderamiento y dificultades en la cría de gusano de seda esta fue abandonada por lo que se asilvestró, y aún en la actualidad se encuentran plantas de morera en las fincas de pequeños agricultores, quienes las mantienen con un corte ornamental y fuste alto para la alimentación de especies menores, destacando que esta región puede tener un potencial para retomar el cultivo de morera, para el aprovechamiento de sus ramas y hojas como complemento nutricional de diferentes animales (Pérez, 2015), y que además puede ser empleada como alimento en fresco, seco o como materia prima para la elaboración de harinas, para alimentación animal. La morera al ser una planta con alto contenido de proteína puede considerarse en muchos sistemas productivos de ganado rumiante como banco de proteína o en otros sistemas producción animal como complemento de las dietas.

La morera es una planta cosmopolita crece bien en zona templada de cuatro estaciones como en la zona tropical. En Ecuador donde además el clima se modifica por la influencia de la Cordillera de los Andes, se estima que el rango altitudinal apropiado para el cultivo de la morera va del nivel de 0 a 2500 m.s.n.m.; con requerimientos de precipitación o riego que compensen 1200 mm anuales como necesidad hídrica para la planta. La morera tiene una alta capacidad de regeneración de tejidos, esta especie tiende a defoliarse cuando se somete a los periodos secos con disminución térmica como sucede en las estribaciones occidentales de la cordillera de junio a diciembre. Con una rápida recuperación una vez se da inicio al período lluvioso, esta planta presenta una gran capacidad de rebrote a la poda cíclica de las ramas, tallos o los realizados a nivel del suelo para dar cumplimiento a la poda de rejuvenecimiento en campos de cultivo abandonados por más de dos años (Ríos, 2013).

CAPITULO II

2.1.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1.- La morera

De acuerdo con Espinosa, Silva, Sariego, Cholo y Delgado (2012) el género *Morus* cuenta con alrededor de 24 especies agrupadas, de ellas, la especie diploide *Morus alba* es la más extendida. La morera, es una planta forrajera arbustiva perteneciente a la familia Moraceae (Clase Dicotiledóneas; Subclase Urticales), sus hojas son verde claro y frutos de blancos a morados, siendo tradicionalmente el alimento principal del gusano de seda, por este motivo ha sido muy distribuida por todo alrededor de todo el mundo con proyectos de producción de seda.

La morera se adapta favorable a un amplio rango de condiciones climáticas como temperatura 18 a 38 °C, pluviosidad de 600 a 2.500 mm de precipitación anual y altitud desde el nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m, para cultivo como forraje, pero como ornamental supera los 2.500 metros de altitud; le favorece un fotoperíodo de 9 a 13 hora luz por día y humedad relativa del 65% al 80% (Delgado y Rodríguez, 2012). Además, según Domínguez et al. (2002) con referencia a los diferentes tipos de suelo se adaptan muy bien, de preferencia en suelos porosos y profundos, con un pH entre 6,5 y 6,8 es decir de reacción neutra, y un buen contenido de materia orgánica

Las moreras son plantas de tipo leñoso perennes, de altura baja o mediana semicaducifolias, en condiciones de trópico, son de rápido crecimiento, con un sistema radical profundo, pueden ser monoicas o dioicas, en su mayoría varias de estas especies presentan copa redondeada y muy ramificada, con tronco de corteza grisácea (Medina et al., 2009).

2.1.2.- Origen y distribución

La morera es originaria de China, Japón y las montañas del Himalaya. Específicamente *Morus alba* es originaria de China, *Morus indica* proviene de la India, los diferentes géneros de *Morus* son considerados "cosmopolitas" ya que poseen una capacidad adaptación a diferentes climas y altitudes (Sánchez, 2001).

La sericultura ha propiciado el mayor movimiento de especies junto con sus variedades de morera por todos los continentes, distribuyéndose en regiones tropicales, subtropicales y templadas. China, la India y Brasil son los países más representativos en cantidades de este

cultivo por hectárea siendo este último el que mayor cantidad de variedades se han obtenido por cruzamientos genéticos (Noriega, 2015).

En América Latina, Costa Rica específicamente el Centro de Agricultura Tropical para la Investigación y Enseñanza (CATIE), en Brasil la Universidad de Sao Pablo y Cuba en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (EEPFIH); exhiben las colecciones con el mayor número de accesiones de morera, principalmente de *Morus alba* L.

Las más importantes especies del genero *Morus*, son *M. alba*, *M. nigra*, *M. indica*, *M. laevigata* y *M. bombycis*. El germoplasma de la morera es bastante amplio, conformado por una gran variedad de especies y variedades lo que constituye un valioso material genético, esto es gracias a su amplia distribución a nivel mundial. Siendo Asia principalmente China y Japón los que poseen la mayor diversidad genética, con características de alta productividad en biomasa con excelente calidad y resistentes a plagas y enfermedades (Medina et al., 2009).

2.1.3.- Usos de la morera

El principal uso de las hojas de morera es para la alimentación animal, y el más difundido a nivel mundial es en la alimentación del gusano de seda, las hojas pueden ser consumidas como suplemento alimenticio para ganado mayor y menor, y por humanos como vegetal en fresco, ya que según reporta Sánchez (2001) la morera posee el 22,9 % de materia seca, 20,9 % proteína cruda y 81,9 % de digestibilidad in vitro de la materia seca, respectivamente. Hay muchas investigaciones recientes en la integración de la morera como complemento nutricional para ganado mayor, monogástricos e incluso peces.

Cuando los árboles de morera no son podados a tiempo las ramas de segundo año tienden a producir frutos comestibles denominadas moras, se pueden consumir tanto frescos como secos o en productos procesados como mermeladas y helados. Son apetecidos por el alto contenido de antioxidantes y azúcares (Soria, 2005).

La madera se emplea en carpintería, aunque no sea muy fina esto es por sus cualidades de elasticidad y flexibilidad, lo que la hace fácil de trabajar, en China y Europa la pulpa fibrosa es utilizada elaboración de papel, tanto industrial como artesanal; y sus troncos son quemados como leña para chimeneas o para la elaboración de carbón (Cifuentes y Sohn, 1998).

Al ser una planta multipropósito ha recibido poca atención con respecto a su potencial de uso ya que en algunos países como como Egipto, Turquía, México, Japón y Korea es utilizada como especie frutal consumiendo sus frutos frescos o procesados. En otros lugares se utiliza como planta ornamento para parques, jardines y orillas de caminos. Al igual que posee un uso medicinal natural atribuyéndole propiedades curativas a las hojas, los frutos y la corteza de las raíces, en tratamientos de enfermedades como diabetes, hipertensión, colesterol, filiariasis linfática (elefantitis) y como laxante, antihelmíntico, expectorante y diurético (Medina, 2004 y Soca, García y Medina 2011).

2.1.4.- Taxonomía

Cifuentes y Sohn (1998) reportan la clasificación taxonómica para la especie *Morus indica* varieda Kanva II cultivada en el eje cafetero colombiano, desde donde se distribuyó cepas de esta a especie a la mayoría de países de América del Sur como Bolivia, Perú y Ecuador.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la morera.

Reino:	**Plantae**
Subreino:	Tracheobionta
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Hamamelidae
Orden:	Urticales
Familia:	Moraceae
Género:	*Morus*
Especie	*Indica*
Variedad	Kanva II

Fuente: Cifuentes y Sohn (1998).

De acuerdo con Rodríguez, Martínez, Ventura, Vargas (2012) la variedad Kanva 2, es una planta que presenta hojas de tamaño medio, de color verde intenso, de forma elíptica caudada, con base acuñada y borde aserrado no pendular, de lámina de grosor medio y borde ligeramente dentado y las yemas se encuentra separadas 1 a 2 cm en la punta de la rama y distante 5 cm entre sí en la parte inferior; y además, los frutos de color morado.

2.1.5.- Descripción botánica (organografía)

Zheng, Tan, Huang, y Fan (1998) establecen la descripción organográfica de la planta de morera:

Raíz: tiene como función principal el anclaje de la planta, además de ser la que absorbe y almacena los nutrientes del suelo, la forma de esta depende del medio de propagación

utilizado al momento del establecimiento del cultivo pivotante si fue propagado de manera sexual, raíz principal con raíces laterales, cuando la propagación es asexual las raíces son adventicias, alcanzando 1 m de profundidad en ambos casos y ocupar 1,5 veces el área de la copa (Zheng et al., 1998).

Tallo: Está compuesto por el tronco y ramas, con una coloración que varía desde blanco, grisáceo y marrón esto varía según la especie y variedad, las ramas jóvenes son herbáceas, mientras que las ramas maduras son leñosas y quebradizas, en estado natural el tallo llega a tener dimensiones importantes, mientras que en cultivo dependiendo del sistema de producción establecido, se pueden mantener las plantas como arbustos con tallos pequeños (Oliveira y Noda, 2011).

Hojas: Son generalmente alternas, brillantes y pecioladas, con forma variable (enteras, lobadas, dentadas, acuminadas), el tamaño varía entre 12 x 8 cm en ramas leñosas y fructíferas, mientras que, en las ramas desarrolladas jóvenes las hojas llegan hasta 25 x 20 cm. La superficie de la hoja es lisa por lo general en el haz y glabra o pubescente en el envés, con una coloración verde claro a oscuro en dependencia de la madurez. Siendo el alimento principal para el gusano de seda, por eso hay que tener cuenta al momento de la selección de la variedad el grosor y la palatabilidad de esta (Cifuentes y Sohn, 1998).

Flores: Las plantas pueden ser dioicas o monoicas, las inflorescencias son de tipo amentiforme, con dimensiones de 2 cm de longitud, unisexuales pudiendo ser estaminadas o pistiladas, son más abundantes las flores masculinas; poseen un perigonio de 4 tépalos, el ovario es supero, unilocular y bicarpelar (Zheng et al., 1998).

Fruto: Conocido como sorosis es una infrutescencia que proviene del perianto que junto con el ovario forma el fruto, constituyéndolo como un fruto verdadero (Oliveira y Noda, 2011).

Semilla: Es pequeña de forma redondeada, la cual posee una buena cantidad de aceite, siendo posible la extracción de ácidos grasos no saturados (Cifuentes y Sohn, 1998).

2.1.6.- Manejo del cultivo

2.1.6.1.- Plantación

Lo más utilizado en la propagación son las estacas por su fácil manejo y su alto porcentaje de supervivencia en la fase de vivero, igualmente brinda grandes ventajas de trasplante al adaptarse más fácilmente al suelo. Aunque requiere más cuidados en la fase de vivero, pero se garantiza la supervivencia de las plantaciones establecidas en campo. Otros métodos como

el injerto de yemas o púas en plantas obtenidas a partir de semillas también son utilizadas con mucha frecuencia en mejoramiento genético de la especie (Pescio et al., 2008).

Posturas enraizadas se transplantan al lugar definitivo como método exitoso de plantación. La distribución de plantas con *Morus indica* Kanva II soporta un marco de plantación de 1,0 m entre hileras y 0,50 m entre plantas lo que asegura una población de 20.000 individuos por hectárea. *Morus alba* requiere marcos de plantación más amplios (Pentón, Martín, Oropesa, Noda y Alonso, 2012 y Cifuentes y Sohn, 1998).

2.1.6.2.- Podas

La poda es una labor fundamental para el manejo del cultivo de la morera, ya que de ellas depende la producción del cultivo, tanto en calidad como en cantidad. Al momento de realizar la poda en temporada de lluvias los brotes se desarrollan vigorosamente hasta alcanzar los 2 metros en 90 días por el contrario es en temporada seca el crecimiento de los brotes a los 90 días de 1,7 metros (Soria, 2005). La falta de una poda regularmente desencadena la aparición de enfermedades en las hojas tal es el caso de *Cercospora morícola* que presenta manchas necróticas con anillos concéntricos de color pardo, cuando las hojas superan los 120 días (Soria et al., 2001).

La poda es el principal mecanismo de cosecha de las ramas herbáceas con sus respectivas hojas, dependiendo de las características de cada finca, la primera cosecha se puede realizar entre el sexto y el octavo mes posterior al trasplante y posteriormente se puede cosechar cada tres meses, el rendimiento productivo en plantas jóvenes se va incrementando según van pasando los años llegando a su máxima producción al tercer año consecutivo. Existen tres tipos de poda para el cultivo de morera:

Poda de formación: La cual consiste en el corte que se le realiza por primera vez a la planta después del trasplante. Con esta poda se define la altura de la planta o del puño de producción, altura a la cual se deben realizar las cosechas sucesivas (Cifuentes y Sohn, 1998).

Podas de cosecha y mantenimiento: Cuando la plantación se encuentra en su período activo de producción, las cosechas se las puede realizar cada tres meses dependiendo el propósito del cultivo los instrumentos a utilizar pueden ser tijeras o cuchillos y que los cortes sean lo más limpios posibles para evitar el ingreso de patógenos por las heridas (Cruz, 1993).

Poda de rejuvenecimiento o de cepo: Se la efectúa cuando la planta está vieja con esto se procede a realizar el corte de la planta a nivel del suelo para así inducir la emergencia de un abundante número de rebrotes, para en lo posterior, a través de los cortes sucesivos, se irá formando nuevamente una nueva cabeza de crecimiento. Esta poda se realiza cada 3 a 4 años, para renovar la plantación dependiendo del estado en que esta se encuentre (Soria et al., 2001).

2.1.7.- Ciclo productivo de la morera

Para disponer permanentemente de suficiente hoja de morera para alimentación animal es imprescindible hacer una planificación de la producción del cultivo mediante la división en sublotes a través de las podas (Cifuentes y Sohn, 1998).

2.1.8.- Producción de biomasa

Una caracteriza sobresaliente de la morera es su excelente producción de biomasa por hectárea con la ventaja de retención de hojas en el periodo poco lluvioso, teniendo en cuenta que el rendimiento de la morera está afectado por varios factores como densidad de siembra, la fertilización y la edad de la planta, pero aquellos que influyen directamente en el rendimiento de productivo de la morera son la densidad de siembra, la fertilización y la frecuencia de corte. Algunos reportes demuestran la obtención de 19 t de materia seca por hectárea (MS/ha) de biomasa total por corte con 9 semanas entre cortes dando un rendimiento de materia fresca de 54,29 t/ha, a un marco de plantación de 0,30 cm entre plantas, y fertilización de 40 kg de N/ha, lo que totaliza 271 t/ha/año de materia fresca (Medina, 2004), por lo tanto la variabilidad en el marco de plantación, la fertilización, la calidad del suelo, el pH, la pendiente y la disponibilidad de agua inciden sobre el rendimiento potencial y el real de la morera (Cruz, 1993). Sin embargo, Boschini y Vargas (2009) reportan un mínimo de 80 t/ha/año de materia fresca de morera en condiciones de terrenos sin fertilización de ningún tipo.

CAPÍTULO III

3.1.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1.- Localización

El proyecto de investigación analizó el comportamiento de los datos sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de morera luego de una poda de rejuvenecimiento efectuada en noviembre 2019 en el CIPCA; en el marco del "Proyecto Seda Latinoamérica y el Caribe" del cual hace parte la Universidad Estatal Amazónica. Las parcelas de morera tenían al momento de evaluación 5 y 6 años de haber sido plantadas en el sitio definitivo y se registraron los datos del rebrote y su crecimiento en enero y febrero 2020, datos que fueron evaluados a los 60, 75, 90 y 105 días después de la poda (ddp). Momento en el que no existían aún restricciones para el trabajo colaborativo.

El Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) se localiza entre la Provincia de Pastaza y Napo, en el cantón Santa Clara y Arosemena Tola, en el km 44 a de la vía Puyo – Tena. El CIPCA con una extensión de 2848,20 ha, con una temperatura de promedio de 24 °C, el proyecto de investigación tuvo lugar en el programa de Pastos y Forrajes, área que se halla a una altitud de 550 m.s.n.m. en el cantón Arosemena Tola de la provincia de Napo (Figura 1). En cambio, la investigación documental y estadística se realizó en los lugares de residencia de los estudiantes proponentes de la investigación y bajo la supervisión de la directora de la investigación y la comunicación oficial se desarrolló mediante la plataforma Microsoft Teams, según establece la normativa para la titulación en condiciones de emergencia sanitaria a causa del SARS - COVID 19.

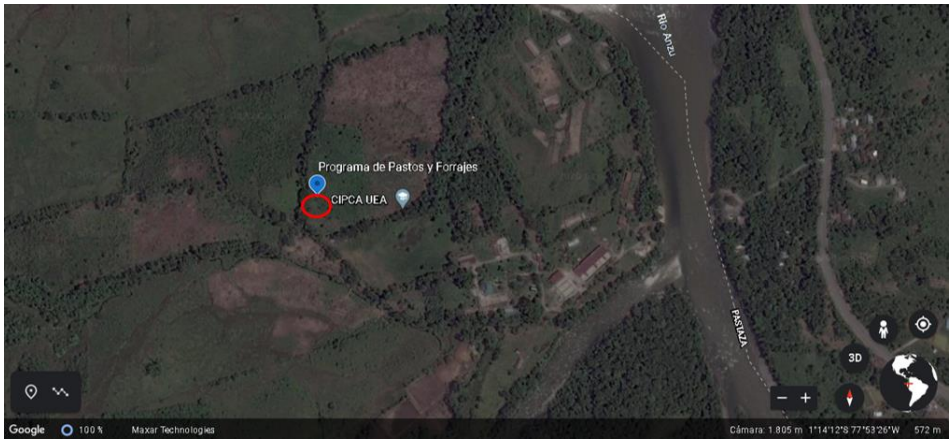

Figura 1. Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), Programa de Pastos y Forrajes.

Fuente: (Google Earth, 2020).

3.1.2.- Tipo y diseño de investigación

La investigación utilizó un tipo de diseño explicativo pues manejó determinadas variables registradas con anterioridad por el proyecto "Proyecto Seda Latinoamérica y el Caribe" del cual hace parte la Universidad Estatal Amazónica con datos obtenidos entre noviembre 2019 y febrero 2020. Además, se realizó una revisión descriptiva de investigaciones publicadas en sitios Web (internet), revistas indexadas en base de datos reconocidos, tesis, artículos científicos, repositorios digitales universitarios, citas que describan análisis relacionados para comparar los resultados obtenidos en condiciones amazónicas con los resultados obtenidos en otras realidades productivas.

Las características de este tipo de investigación permitieron que: a través del diseño de investigación, que fue de bloques completos al azar, se manipule variables para medir sus efectos. Busca las causas de los eventos, sucesos o fenómenos. Explica por qué ocurre un fenómeno y en qué circunstancias ocurre todo esto asociado al crecimiento y desarrollo de la morera luego de la poda de rejuvenecimiento. Se hicieron predicciones sobre la productividad del cultivo y se realizó análisis cuantitativo usando procedimientos estadísticos, con el software SPSS® versión 20 para sistematizar la base de datos proporcionada por el "Proyecto Seda Latinoamérica y el Caribe" a través de la interpretación del crecimiento la planta en los diferentes tiempos y variables que se analizaron para determinar el comportamiento en el crecimiento vegetativo de una plantación de morera en un periodo de 105 días posteriores a una poda de rejuvenecimiento con las parcelas de la Estación de Pastos y Forrajes del CIPCA según lo descrito por Vara Horna (2015).

3.2.3.- Método de investigación

El método investigación utilizado fue primario por trabajar con datos ya existentes tomados en un período único, y así se realizó el análisis de una base de datos existente con el programa estadístico SPSS® Versión 20, base de datos que fue recolectada entre enero y febrero del 2020, luego de la poda efectuada en noviembre 2019, datos que reportan como se comportó el crecimiento de las poblaciones de morera en cada una de las parcelas en periodos o intervalos de evaluación de 15 días entre cada toma de datos, desde los 60 a los 105 días.

Las variables analizadas fueron:

- Longitud de brote (cm): resultados del largo de los brotes medidos desde la base al ápice en períodos importantes del crecimiento, separados por 15 días.

- Diámetro de brote (mm): resultados del diámetro medidos en la base de la rama en períodos separados por 15 días.
- N° de hojas, datos que reportan la cantidad de hojas por rama en cada período de evaluación.
- Largo de hoja y ancho (cm): valores de la base de datos que fueron registrados en la primera hoja desarrollada, que fueron útiles para determinar el área foliar (cm^2) multiplicando el largo por el ancho y por 0,75 como factor de corrección por ser una hoja acorazonada.
- Índice de área foliar: a partir del área foliar individual, el número de hojas por rama y un valor promedio estandarizado de 8 ramas por planta se determinó esta variable. El índice de área foliar (IAF) es la expresión numérica adimensional resultado de la división aritmética del área de las hojas de un cultivo expresado en m^2 y el área de suelo sobre el cual se encuentra establecido, también expresado en m^2 (INTAGRI, 2020). El área foliar en cm^2 fue multiplicado por el número de hojas y por un estándar de 8 ramas por planta, valor que fue dividido para 10.000 con la finalidad de obtener el área foliar por metro cuadrado. El IAF permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas lo ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada.
- Rendimiento por planta (g): con los datos del peso de las ramas, se estima el rendimiento por planta a los 105 días cuando el material vegetal de acuerdo a la teoría está listo para el corte. Datos que permitieron trabajar las variables predictivas de rendimiento.

CAPITULO IV

4.1.- RESULTADOS

4.1.1.- Curvas de crecimiento asociadas a las variables morfológicas de la morera después de una poda de rejuvenecimiento

Para dar cumplimiento al primer objetivo se analizaron los datos obtenidos en relación con el crecimiento de las plantas de morera después de una poda de rejuvenecimiento hasta los 105 días para parcelas de 5 y 6 años de plantación, datos con los que se diseñaron las curvas de crecimiento de las plantas en relación con la longitud del brote, diámetro del brote, número de hojas por brote, y área foliar. Luego de una amplia recopilación de literatura sobre el comportamiento de la morera y su producción se da a conocer datos sistematizados sobre el crecimiento de la morera que se recopilaron en la Programa Didáctico de Pastos y Forrajes del CIPCA, datos pertenecientes al "Proyecto Seda: América Latina y el Caribe", y a los que se tuvo acceso para manipularlos y para realizar un análisis comparativo de estos resultados con otras publicaciones.

4.1.2.- Longitud de brotes

A partir de los 32 días después de la poda (ddp) se observó el rompimiento de las yemas para dar inicio al desarrollo de los brotes, por lo que a los 45 días no fue posible evaluar aún las variables pues por la corta longitud, los brotes se podían dañar al manipularlos, con ese antecedente la toma de datos inició a los 60 ddp. Como se muestra en la Figura 1 el crecimiento de los brotes de morera a través de la medición de la longitud (cm) en un período de 105 días desde la poda, demuestra que los brotes tienen un crecimiento progresivo, que en la primera evaluación efectuada el 15 de enero de 2020, correspondiente a los 60 ddp, para longitud de brote en plantas de 5 años fueron de 27,39 cm en promedio y ligeramente inferior a la longitud del brote para plantas de 6 años (28,63 cm), valores que fueron estadísticamente similares; mientras que a partir de los 75 días (31 de enero) las plantas de 5 años expresan superioridad en el vigor de las plantas, pues la longitud del brote es mayor a aquellas reportadas en las plantas de 6 años, para al finalizar la evaluación reportar valores de 94,07 cm para las plantas de 5 años y 79,34 cm para las plantas de 6 años. En general las plantas mostraron un rápido crecimiento vegetativo teniendo en cuenta que no se le realizo ningún tipo aplicación de fertilizantes. La curva de crecimiento para la morera es rápida, pero además que tienen una alta capacidad regenerativa y productiva; sin embargo, se aprecia que aproximadamente a los 95 días el crecimiento empieza a disminuir por lo que

posiblemente y como lo hacen en otros lugares la cosecha a los 90 días (Boschini, Dormond, y Castro, 1998; Cifuentes y Sohn, 1998 y Benavides, 1995), es el tiempo apropiado para las condiciones del CIPCA; por lo que la planificación para cosecha y aprovechamiento puede iniciar desde los 85 a los 95 días de la cosecha para aprovechar la biomasa aprovechable.

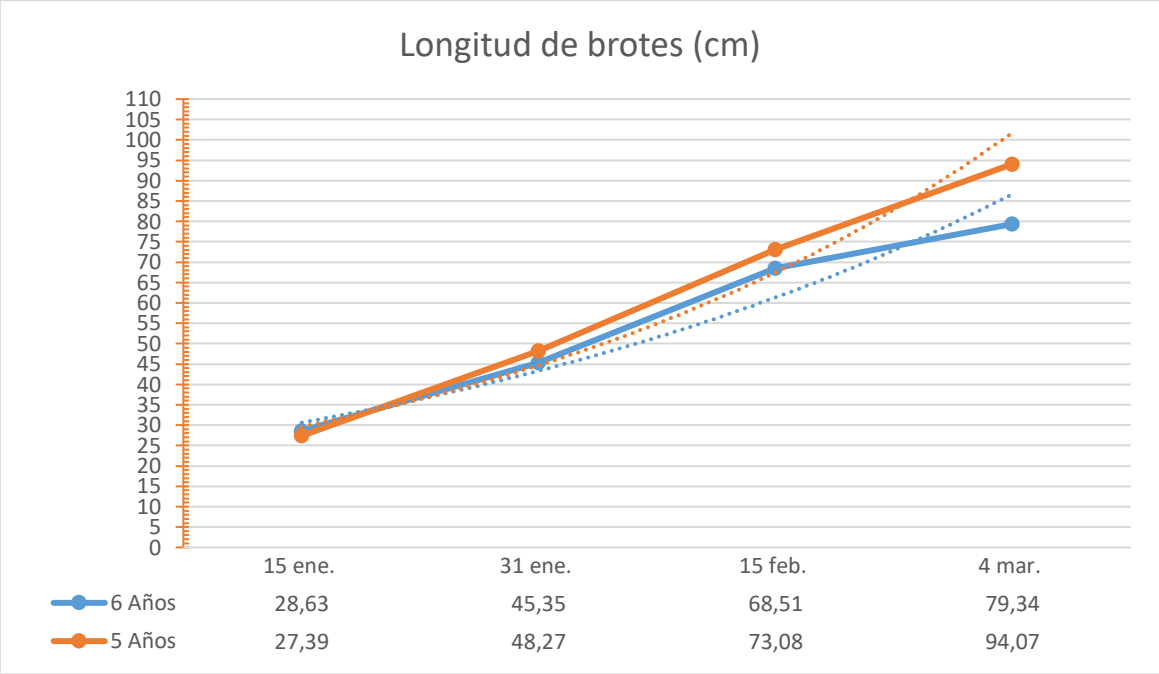

Figura 2. Longitud de brote (cm).

Fuente: Datos Proyecto Seda Latinoamericana y el Caribe (2020).

4.1.3.- Diámetro de brotes

Comparaciones con resultados obtenidos por Boschini et al. (1998) y Cifuentes y Sohn (1998) con plantas recién sembradas muestran que no hay una disminución de poder de recuperación de la morera siendo resultados muy parecidos.

El diámetro del tallo para plantas de morera de 5 y 6 años (figura 2) incrementa de 4,57 mm para las plantas de 5 años y de 6,69 mm para las plantas de 6 años en la evaluación a los 60 ddp (evaluación del 15 de enero de 2020) hasta 7,71 y 15,01 mm a los 105 ddp (evaluación del 4 de marzo de 2020) respectivamente para las plantas de 5 y 6 años. En esta variable también se aprecia el incremento del grosor de las ramas expresado en el diámetro más lento en el caso de las plantas de 5 años, mientras que en las de 6 años prácticamente duplica el grosor de la evaluación inicial a la final. En general el diámetro del tallo representa el vigor de la planta y la competencia por la luz solar siendo una variable inversamente proporcional

con la altura, en este caso se muestra que las plantas de 6 años desarrollaron tallos más gruesos que las plantas de 5 años (Davies, Geneve, Wilson, Hartmann & Kester, 2018).

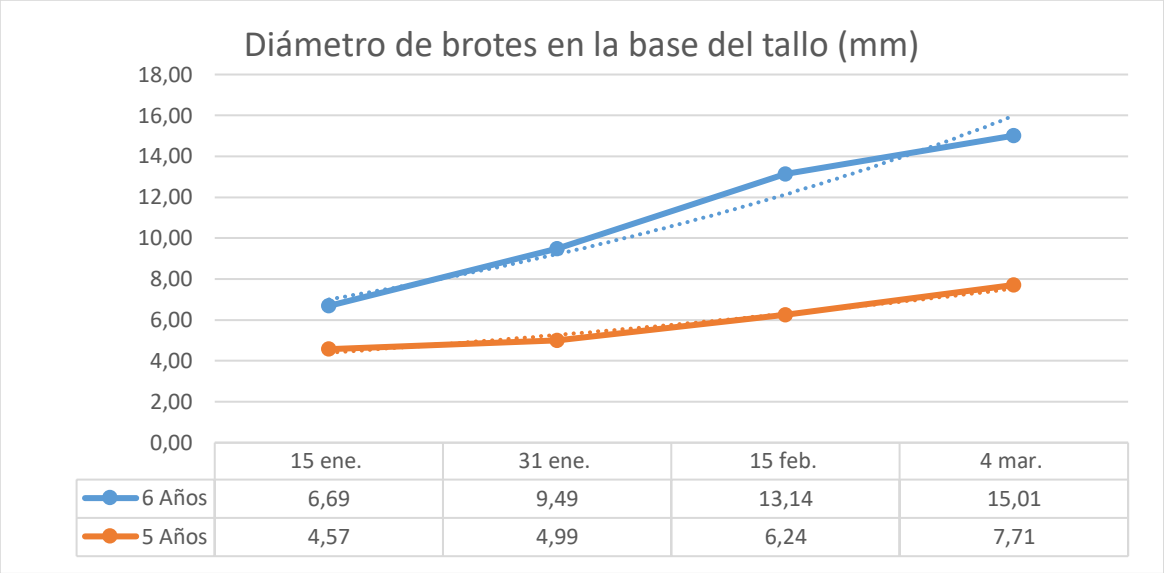

Figura 3. Promedio del diámetro tomado a la base del tallo (mm).

Fuente: Datos Proyecto Seda Latinoamericana y el Caribe (2020).

4.1.4.- Número de hojas

Las hojas se insertan como estructura protectora de las yemas en las ramas de las plantas de morera, las cuales se desarrollan en función del componente genético de la especie y la variedad (Oliveira y Noda, 2011). De ahí, que realmente no hay diferencias estadísticas en cuanto al número de hojas producidas; sin embargo, hay que considerar que como se aprecia en la figura 3 la producción de hojas por brote en la evaluación a los 60 días (evaluación del 15 de enero de 2020) reportó un promedio de 7 hojas por rama en las plantas de 5 años y 9 hojas por rama en las plantas de 6 años; comportamiento que se enmarca en la tendencia de tener ramas más largas en este momento de la evaluación, pero con el paso en la evaluación a los 90 días (evaluación del 15 de febrero de 2020) el número reportado en cuanto al número de hojas es igual, para invertir la tendencia a los 105 días de evaluación (4 de marzo de 2020) en el que, el número de hojas es ligeramente superior en las plantas de 5 años (16 hojas por rama) superando en el número producido por las plantas de 6 años (15 hojas por rama). También, en esta variable aparece la tendencia en relación a que el tiempo apropiado para la cosecha sea a los 90 ddp (evaluación del 15 de febrero de 2020) para las condiciones del CIPCA.

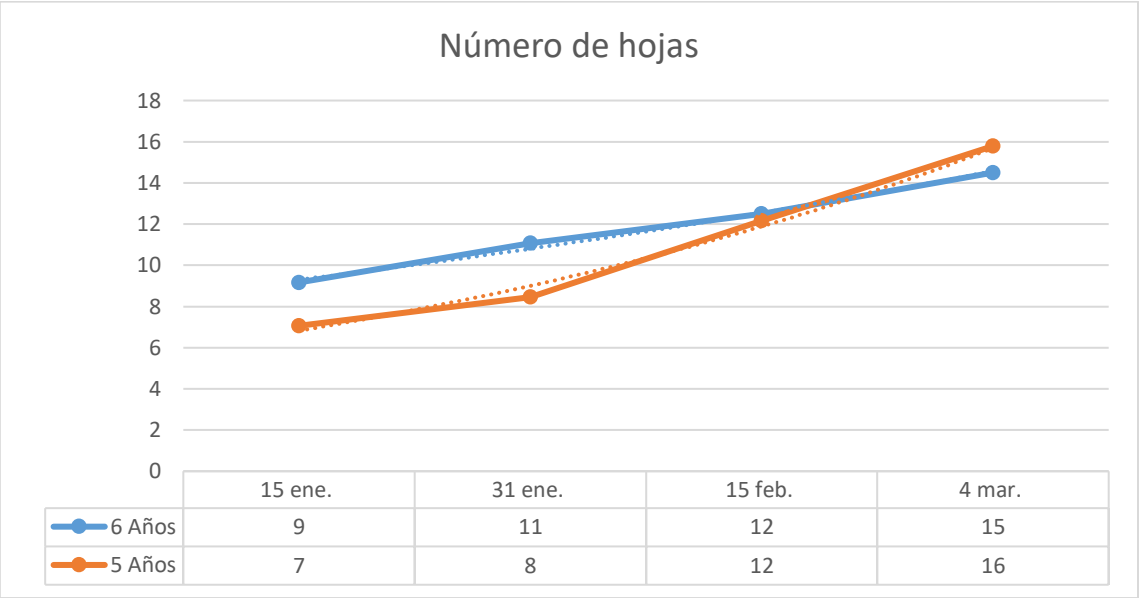

Figura 4. Numero promedio de hojas producidas por brote.

Fuente: Datos Proyecto Seda Latinoamericana y el Caribe (2020).

4.1.5.- Área foliar

El área foliar de la morera (figura 4) fue similar para las plantas de 5 y 6 años en la evaluación a los 60 días (evaluación del 15 de enero de 2020), como se muestra en la figura 4, con valores promedios de 40,90 cm^2 y 41,29 cm^2 respectivamente para una hoja; pero contrariamente en esta variable a los 75 ddp (evaluación del 31 de enero de 2020) son las plantas de 5 años las que mostraron una mayor área foliar con 108,54 cm^2 valores que posteriormente se estabilizan hasta la evaluación a los 105 días (evaluación del 4 de marzo de 2020) con 111,74 cm^2, mientras que las plantas de 6 años tardan más en llegar al desarrollo completo de la lámina foliar que se refleja en un valor a los 105 ddp de 97,98 cm^2. Se sabe que el área foliar es responsable de la capacidad fotosintética de la planta (Davies et al., 2018), este comportamiento pudo haber influenciado en mejor desempeño de las variables de longitud de tallo y número de hojas para las plantas de 5 años bajo condiciones del CIPCA; además que posiblemente al no haber desarrollado actividades de mantenimiento cíclicas en estos cultivos, determinaron algunas afectaciones de larvas de coleópteros en las plantas que posiblemente incidieron negativamente en la recuperación del cultivo de 6 años, tras la poda de rejuvenecimiento.

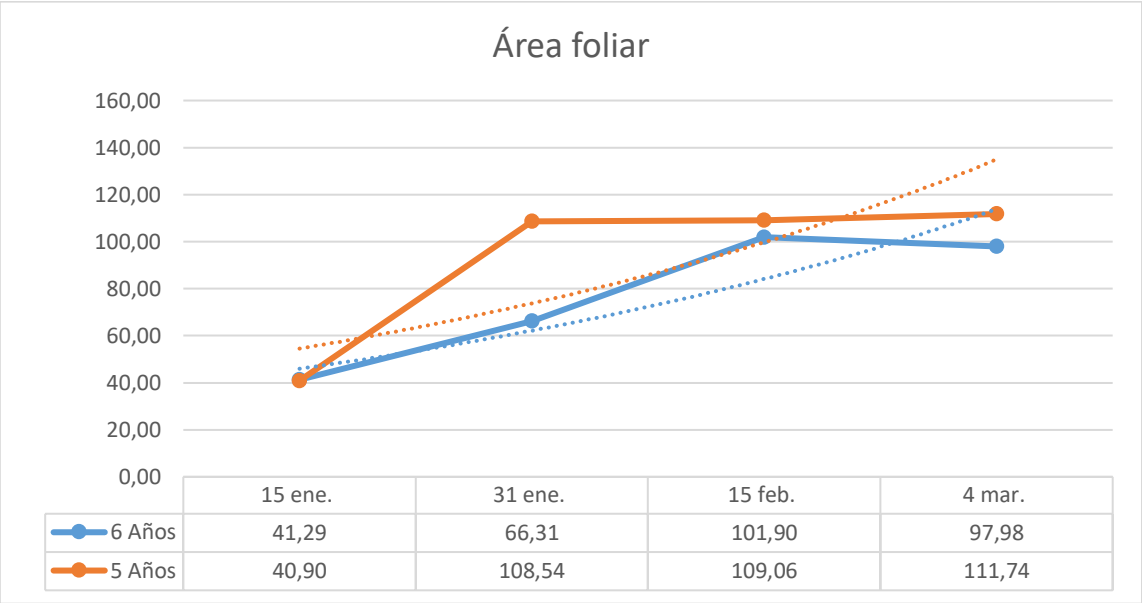

Figura 5. Área foliar de las hojas (cm^2).

Fuente: Datos Proyecto Seda Latinoamericana y el Caribe (2020).

4.1.6.- Índice de Área foliar (IAF)

El IAF estima la capacidad fotosintética de las plantas de morera y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo las condiciones ambientales presentes en la zona del CIPCA y que básicamente están relacionadas con la luminosidad neta diaria, pues por la precipitación presente en la zona superior a los 3.000 milímetros anuales, no determinan períodos de falta de agua en el suelo que favorecen la asimilación y circulación de nutrientes, pero si afectan las horas luz netas. Es así que la Tabla 2, reporta el IAF para la morera de 5 y 6 años con valores de 2,86 y 2,36 respectivamente, que según INTAGRI (2020) están por debajo de la intercepción de luz en la que tiende a saturarse y que corresponda a un IAF>3, pero que con tasas superiores del IAF para las plantas de 5 años verifica una mejor capacidad fotosintética reportada también en la longitud de la rama y finalmente biomasa verde producida.

Tabla 2. Índice de área foliar para un cultivo de morera.

Edad	Área foliar/planta m^2	Plantas/ha	Área de cultivo m^2	Índice de área foliar
5 años	1,43	20.000	10.000	2,86
6 años	1,18	20.000	10.000	2,36

Fuente: Datos Proyecto Seda Latinoamericana y el Caribe (2020).

4.1.7.- Producción de biomasa por planta en condiciones del CIPCA

Siendo el rendimiento directamente proporcional a: la longitud del brote o ramas, número de hojas y al área foliar para cada planta, en la figura 5 se muestra el rendimiento promedio por planta en función de la cosecha de las ramas, 105 días después de la poda de rejuvenecimiento (evaluación del 4 de marzo de 2020), resultados que muestran promedios estadísticamente similares cuyos valores obtenidos en los dos tratamientos son: 1.195,55 g para las plantas de 5 años y de 1.173,08 g para las plantas de 6 años de edad. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Boschini y Vargas (2009) en cuanto a la producción de morera si fertilización, Cifuentes y Sohn (1998) destacan que el rendimiento de hoja frente a la rama exhibe un porcentaje del 38% del peso promedio por planta, proporcionalidad útil en función del uso que se planifique para la cosecha de morera para la alimentación animal, el ganado puede utilizar todo el material, mientras que el gusano de seda consume únicamente la hoja, el resto se convierte en desecho que puede pasar a compostaje como parte de la gusanaza (Pentón, Martín, Milera, y Prieto, 2018).

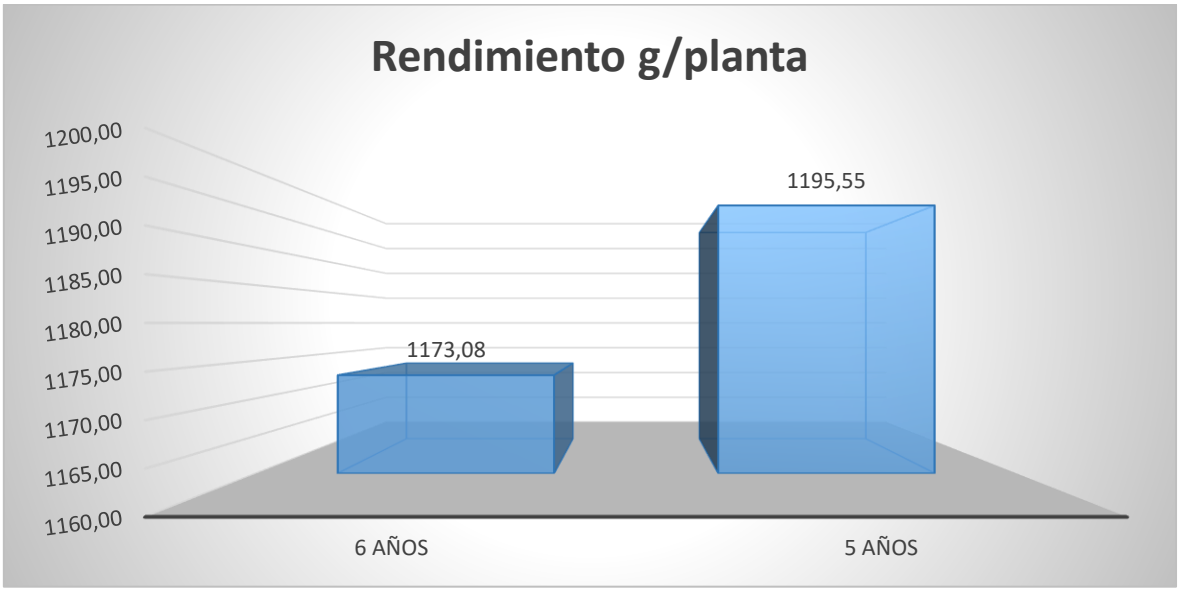

Figura 6. Rendimiento total promedio por planta en gramos.

Fuente: Datos Proyecto Seda Latinoamericana y el Caribe (2020).

4.2.- DISCUSION

4.2.1.- Cuantificación de la producción de biomasa por hectárea en condiciones amazónicas

En la tabla 2 se cuantifica la producción de biomasa por hectárea en condiciones de la Amazonía, lo que permitió dar cumplimiento al segundo objetivo de esta investigación. De acuerdo al marco de plantación establecido de 1 m entre hileras y 0,50 m entre plantas con un total de 20.000 plantas por hectárea se obtendrían alrededor de 23 t/ha/año de materia fresca (23,91 para las plantas de 5 años y 23,46 t/ha/año para las plantas de 6 años respectivamente por corte), la frecuencia de corte a los 105 días da como resultados 3,41 lo que equivale a valores de 83,21 y 81,65 t/ha/año de materia fresca para las plantas de 5 y 6 años, marco de plantación empleado en el CIPCA. En la figura 2 además se reporta el cálculo del rendimiento de materia fresca con un marco de plantación de 1,0 m entre hilera y 0,40 entre plantas, lo que aseguraría el rendimiento de hasta 104 t/ha/año; sin embargo se destaca que se requiere iniciar con los procesos de reposición de los elementos nutritivos pues se sabe que la morera es una planta esquilmante y además procálcica (Soria et al., 2001), pues la morera no rinde apropiadamente al ser cultivada en suelos ácidos como es el caso del suelo del CIPCA que refiere valores ácidos de pH correspondientes a 5,1 en el suelo del programa de pastos.

Tabla 3. Rendimiento de biomasa por hectárea en condiciones amazónicas.

Edad	Marco de plantación	Plantas/ha	Rendimiento/ planta (t)	Rendimiento t/ha/corte	Rendimiento t/ha/año
5 años	0,50 x 1,0	20.000	0,00119555	23,91	83,21
6 años	0,50 x 1,0	20.000	0,00117308	23,46	81,65
5 años	0,40 x 1,0	25.000	0,00119555	29,89	104,01
6 años	0,40 x 1,0	25.000	0,00117308	29,33	102,06

Fuente: Datos Proyecto Seda Latinoamericana y el Caribe (2020).

4.2.2.- Comparación de los resultados obtenidos bajo condiciones amazónicas con otras iniciativas productivas y la literatura actual

Resulta complicado comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con los de otras realidades pues las condiciones del marco de plantación, de las condiciones edafo-climáticas tan variables dentro y fuera de Ecuador, el uso de la morera para cultivo intensivo como es el caso de *Morus indica* variedad Kanva II, o para cultivo en bosquete como es el caso de

diferentes variedades de *Morus alba,* las cuales están adaptadas a condiciones tropicales y/o climas templados o de cuatro estaciones. Además, que los investigadores evalúan diferentes variables de acuerdo a la aplicabilidad de forraje producido. Es así que rendimientos proyectados entre 80 y 104 t/ha/año de materia fresca de morera para las condiciones amazónicas permitiría planificar su cultivo en forma lotizada para incorporarla como componente nutricional de diferentes animales como lo reporta Sánchez (2001) sabiendo que contiene un 18% de proteína bruta (Rodríguez et al., 2013), valor que permitiría planificar porcentajes diferentes de incorporación en la alimentación animal. Hay que señalar que en la sistematización de resultados en otras realidades cuando los investigadores reportan materia seca, son valores a los cuales se les ha retirado el 60% de humedad previo a los análisis de laboratorio.

A continuación, se reporta los principales resultados:

Martín et al. (2002) afirman que la producción de biomasa al utilizar alturas de corte de 50 y 100 cm con frecuencias de 45, 60 y 90 días, obtuvieron resultados mayores a 35 t MS/ha/año, equivalentes a 87,5 t de MF/ha/año.

Según Boschini y Vargas (2009), en una parcela con una densidad de siembra de 25.000 plantas por hectárea, que se estableció en mayo de 2002, con distancias entre surcos de 1 m por 40 cm entre plantas, fertilizadas con NPK en donde la producción de biomasa con nitrógeno fue de 111.675 kg MF/ha/año y 21.263 kg MS/ha/año con una aplicación de 112,50 kg/ha/año lo que represento un aumento de 34,1 %. En cambio, la fertilización con fosforo dio resultados de 115.000 kg MF/ha/año y 23.385 kg MS/ha/año utilizando dosis de 9,55 kg/ha/año y la fertilización con potasio mostro una producción de 101.500 kg MF/ha/año y 18.373 kg MS/ha/año con aplicaciones de 75,00 kg/ha/año.

Otras variedades de morera como la Acorazonada presentan mejor comportamiento en la época lluviosa, con producciones de 6,35 t de MS/ha con frecuencia de corte 60 días siendo muy similar a la Indonesia en la misma época, con frecuencia de corte 90 días con 6,45 t de MS/ha, en cuanto a la variedad Tigreada produjo resultados 6,02 t de MS/ha y 90 días 6,19 t de MS/ha (Martin et al., 2014).

Rodríguez, Quiñones y Arias (1992) reportan un rendimiento promedio en producción de biomasa de *Morus* sp fertilizada con urea (46% de N), realizando cortes a las 6, 9 y 12 semanas en dos fases mostrando resultados positivos de 14,48 t/ha forraje verde y 5,57 t/ha materia seca.

La frecuencia de corte mostró una influencia marcada (P ≤0,01) sobre la producción de biomasa en la planta entera y sus partes. Tanto el rendimiento de tallo como la planta entera presentan una respuesta lineal (P≤0,01) conforme aumenta el intervalo de corte entre 56 y 112 días. La producción de materia seca de hojas mostró un efecto cuadrático (P≤0,01) a través de las frecuencias de corte, con un incremento entre los 56 y 84 días y una tendencia a estancarse a los 112 días. El rendimiento productivo de biomasa por corte, refleja la gran capacidad de rebrote y la persistencia de producción del cultivo, cuando es sometido a las diferentes frecuencias de poda mostrado resultados en rendimiento de materia seca fue superior al de tallo a los 56 y 84 días e inferior a los 112 días con 14024,1 kg MS/ha/año, 21702,7 kg MS/ha/año y 26531,1 kg MS/ha/año respectivamente. La producción acumulada, con la secuencia de los cortes, demuestra la vigorosidad de las plantas respondiendo de manera constante a cortes sucesivos con un mismo intervalo de recuperación (Boschini, Dormond y Castro, 1998).

Elizondo (2007) encontró diferencias altamente significativas en la producción de biomasa de morera, fertilizadas con lombriabono, compostaje, fertilizante químicos y testigo con rendimientos totales de materia fresca de 93,7; 94,2; 123,7 y 93,4 t/ha/año respectivamente para los diferentes tratamientos.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

- La curva de crecimiento no presento diferencias estadísticas entre los tratamientos correspondientes a la edad del cultivo 5 y 6 años, teniendo un crecimiento y desarrollo similar en las variables morfológicas analizadas, lo que demuestra la capacidad regenerativa después de una poda de rejuvenecimiento es muy buena.
- El desarrollo de los brotes y la capacidad de producción de hojas se mostraron uniformes y vigorosos, dejando ver la sanidad de las plantas que se pueden tener en estas condiciones geográficas y condiciones climáticas.
- La producción de biomasa obtenida es comparable con la de otras regiones, donde se cultivó la morera sin la aplicación de abonos; pero se verificó bibliográficamente que los resultados publicados sobre la producción de biomasa en la que fueron aplicados abonos orgánicos como inorgánicos incrementa sustancialmente la cantidad de biomasa producida.

5.2.- Recomendaciones

- Al encontrar resultados muy variados en cuento a la producción de biomasa en las publicaciones analizadas se recomienda, continuar el estudio sobre el rendimiento de la morera con la incorporación de abonos orgánicos y/o químicos y profundizar en el análisis bioquímico para tener un panorama más amplio sobre la calidad de la biomasa.
- Seguir con las investigaciones en la región amazónica ya que pude representar un cultivo muy importante en la nutrición animal.

REFERENCIAS

Benavides, J. E. (1995). Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas, 2(7), 27-30.

Borges, J. A., Barrios, M., Chavez, A., y Avedaño, R. (2014). Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el crecimiento de la morera (*Morus alba* L.). Bioagro, 26 (3), 159 – 164.

Boschini C., Dormond H., Castro A. (1998) Producción de biomasa de la morera (*Morus alba*) en la meseta central de Costa Rica. Agronomía mesoamericana, 9(2), 31-40.

Boschini-Figueroa, C. y Vargas-Rodríguez, C. F. (2009). Rendimiento y calidad de la morera (*Morus alba*) fertilizada con nitrógeno, fósforo y potasio Agronomía Mesoamericana, vol. 20(2), 285-296.

Cifuentes C., C. A. y Sohn, K.W. (1998). Manual Técnico de Sericultura; cultivo de morera y cría del gusano de seda en el trópico. 1 ed., Pereira, Fondo Editorial de Risaralda. 438 p.

Cruz Flores, C. (1993). Cultivo de la Morera. Lima, Perú, INIA, 81 p. (Serie: Manual No. 14 – 93).

Davies, F., Geneve, R., Wilson, S., Hartmann H., & Kester, D. (2018). Plant Propagation: Principles and Practices. 9th ed., Boston Pearson, Ed. Retrieved from https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Davies-Hartmann-Kester-s-Plant-Propagation-Principles-and-Practices-9th-Edition/PGM334328.html

Delgado, María. J., y Rodríguez, C. E. (2012). Producción y valor nutricional del cultivo de morera (*Morus alba* L.) con intercalamiento de leguminosas. Ciencia y Agricultura Vol. 9 - Nº. 2, 7-14.

Elizondo Salazar J. A. (2007). Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. Agronomía Mesoamericana, vol. 18, 002, 255-261

Espinosa, J., Silva, Sandra, Sariego, L. Cholo Masapanta y Hugo Delgado. (2012). Efecto del tipo de explante y la concentración de ácido 2,4 diclorofenoxiacético en la formación de callos en *Morus alba* L. Pastos y Forrajes, Vol. 35. 407-416.

Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI). (2020). El Índice de área foliar (IAF) y su relación con el rendimiento del cultivo de maíz. *In* https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf

Martín, G. J., Pentón G., Noda Y., Contino Y., Díaz M., Ojeda F., Jiménez F.A., López O., Agramonte D., Milera M., Prieto M. (2014). Comportamiento de la morera (*Morus alba* L.) y su impacto en la producción animal y la crianza de gusanos de seda en Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 48, Número 1.

Martin, G. García, F. Reyes, F. Hernández, I. González, T. Milera, M. (2002). Estudios agronómicos con morera en Cuba. FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/mulberry/Papers/HTML/Martin.htm

Medina, María G., García, D. E., Moratinos, P. y Cova, L. J. (2009). La morera (*Morus* spp.) como recurso forrajero: Avances y consideraciones de investigación. Zootecnia Trop, 27(4), 343-362.

Medina Rivero, M. G. (2004). Comportamiento agronómico de una asociación de *Morus alba* (Linn.) con Panicum maximum en condiciones de pastoreo simulado. [Tesis de maestría, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"]. Recuperado de: https://biblioteca.ihatuey.cu/link/tesis/tesism/mariagmedina.pdf.

Noriega Huahuarunta, J. (2015). Determinación del valor nutritivo de la morera (*Morus alba*) a los 45 y 60 días de rebrote para su uso en la alimentación animal. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio abad del Cusco]. Recuperado de: Repositorio institucional UNSAAC. http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/133/253t20150039.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Oliveira, Yuseika y Noda, Yolai. (2011). Origen, distribución, adaptación, características botánicas, especies y variedades. In Morera; un nuevo forraje para la alimentación del ganado. Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. p. 3-17.

Pérez, Erika. (2015). Evaluación del enraizamiento de *Morus indica* var. Kanva 2 en función del sustrato y momento de utilización. [Tesis de grado, Universidad Estatal Amazónica]. Recuperado de: Repositorio institucional UEA. https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/74/T.%20AGROP.%20B.%20UEA.1037?sequence=1&isAllowed=y

Pentón-Fernández, Gertrudis, Martín-Martín, G. J., Milera-Rodríguez, Milagros de la Caridad y Prieto-Abreu, Marlene. (2018). Efecto agroproductivo de la gusanasa como bioabono en dos especies forrajeras. Pastos y Forrajes, vol. 41(2), p. 114-122, Recuperado de:

<https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2035>. Fecha de acceso: 06 sep. 2020

Pentón, Gertrudis, Martín, G. J, Oropesa, Katerine, Noda, Yolai, y Alonso, F. (2012). Crecimiento de *Morus alba* L. durante la etapa de establecimiento, a partir del trasplante de posturas. Pastos y Forrajes, 35(2), 139-151.

Ríos, C. R. (2013). Efecto de cinco dosis de ácido indol-3 butírico en el enraizamiento de estacas de morera (*Morus* spp). [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Recuperado de: Repositorio institucional UTEQ. http://biblioteca.uteq.edu.ec/cgibin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=1861&shelfbrowse_itemnumber=28164

Rodríguez, C., Quiñonez, J. A., Arias, R. (1992). Frecuencias de corte y niveles de fertilización nitrogenada en rendimiento y calidad del forraje de morera (*Morus* sp.), en Cuyuta, Guatemala. Agronomía mesoamericana vol 3, 48-51.

Rodríguez-Ortega, A., Martínez-Menchaca, A., Ventura-Maza, A., Vargas-Monter, J., Ehsan, M. y Lara Viveros, F. M. (2013). Evaluación de variedades de morera en la alimentación del gusano de seda (*Bombyx mori*) en Hidalgo, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4(5): 701-712. p.

Rodríguez-Ortega, A., Martínez-Menchaca, A., Ventura-Maza, A., y Vargas-Monter, J. (2012). Adaptación de tres variedades de morera (*Morus* spp.) en el estado de Hidalgo. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(4), 671-683.

Sánchez, M. D. (2001). Morera: Un forraje excepcional disponible mundialmente. Programa CIPAV. Agroforestería. p. 1 – 11.

Soca, Mildred, García, D. E. y Medina María Gabriela. (2011). Principales avances en la utilización de *Morus alba* como planta antihelmíntica. In Morera; un nuevo forraje para la alimentación del ganado. Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. p. 435-446.

Soria Re, Sandra. (2005). La morera para la cría del gusano de seda. Revista Artesanías de América; No. 58. 05-12.

Soria, S., Salice, G., y Avendaño, F. (2001). Guía práctica de sericultura. Roma. IILA.145 p.

Vara Horna, A. A. (2015). Los 7 pasos para elaborar una tesis. Perú-Lima. Editorial.

Zheng, T. Z., Tan, Y. F., Huang, G. X., y Fan H. (1998). Mulberry cultivation. FAO. Regional sericulture training center. Guangzhou, China.