



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Efecto de la fertilización orgánica en el
rendimiento y la diversidad de bacterias
rizosféricas del cultivo de morera
(*Morus alba*)**

Iván Enrique Paz Narvéez

**Universidad Nacional
de Colombia Sede Palmira
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Palmira, Colombia
2017**

**Efecto de la fertilización orgánica en el
rendimiento y la diversidad de bacterias
rizosféricas del cultivo de morera
(*Morus alba*)**

Iván Enrique Paz Narváez

**Tesis presentada como
Requisito para optar al título de:
Doctor en Ciencias Agrarias**

**Director:
Ph.D. JUAN CARLOS MENJIVAR FLORES**

**Doctorado en Ciencias Agrarias,
Línea de Investigación en suelos**

**Universidad Nacional
de Colombia Sede Palmira
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Palmira, Colombia**

2017

Dedicatoria

A Dios

A Aurora y Luisa

A mi madre y hermanos.

Agradecimientos

A Dios, por darme vida e iluminar mi mente.

A mi esposa Aurora y a mi hija Luisa, por su respaldo, acompañamiento y comprensión.

A Elodia, mi madre, por su ejemplo y enseñanzas recibidas en valores y principios.

A mis hermanos.

A las Universidades del Cauca y Nacional de Colombia, por su apoyo y participación en el proceso formativo.

A mi director el Doctor Juan Carlos Menjivar Flores, por compartir su experiencia en mi formación como investigador.

A las entidades que contribuyeron en el desarrollo de esta investigación; La Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Cauca, SERVIQUÍMICA, SERVIAGRO, COLFUTURO, y al proyecto "Desarrollo tecnológico para la obtención de productos orgánicos e innovadores de seda natural".

Resumen

Desde que los sericultores del departamento del Cauca remplazaron la fertilización inorgánica por orgánica, la producción de hoja de morera ha disminuido, debido a la mala calidad del compostaje aplicado y el desconocimiento de los aportes que estos hacen al suelo. Por lo anterior se propuso evaluar el efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento y la diversidad de bacterias rizosféricas del cultivo de morera (*Morus alba*), en la vereda Clarete Alto ubicada en Popayán, empleando un diseño en bloques al azar con cinco tratamientos: un testigo, tres dosis de compost (0.25, 0.5 y 1.0 Kg.m²) y NPK inorgánico, aplicados al suelo. Del cultivo se determinó que el mayor rendimiento de biomasa y hoja de morera se obtuvo con NPK y con la mayor cantidad de compost aplicado, de igual manera, del capullo se alcanzaron los mayores promedios de los porcentajes de devanabilidad, de corteza y del grosor, con estos mismos tratamientos. Sobre la diversidad bacteriana del compost utilizado se identificó a *Proteobacteria*, *Firmicutes* y *Actinobacteria* como los phylum dominantes, y en el suelo cultivado con morera se encontró que la aplicación de compost generó incrementos de pH entre 0.7 y 1.4 unidades, lo que modificó la diversidad bacteriana expresada en su composición, riqueza y estructura a nivel de orden, familia y género, también se identificó que *Proteobacteria*, *Acidobacteria* y *Actinobacteria* fueron phylum más dominantes.

Palabras clave: (Sericultura, Diversidad bacteriana, Compost).

Abstract

Since the caucasians sericulturists replaced inorganic fertilization by organic, leaf production has decreased, due to the poor quality of applied composting and ignorance of the contributions they make to the soil, so it was proposed to evaluate the effect of organic fertilization in the yield and diversity of rhizospheric bacteria of the mulberry cultivation (*Morus alba*), in the village of Clarete Alto located in Popayán, using a randomized block design with five treatments: control, three doses of compost (0.25, 0.5 and 1.0 Kg.m²-1) and inorganic NPK applied to soil. From the crop it was determined that the highest yield of biomass and mulberry leaf was obtained with the NPK and with the highest amount of compost applied, in the same way, from the cocoon of the cocoon the highest averages were reached it was obtained the highest percentage of yield and bark percentages, as well as the greater average thickness of the cocoon, with the application of NPK and the greater amount of compost. Regarding the bacterial diversity of the compost used, Proteobacteria, Firmicutes and Actinobacteria were identified as dominant phylum, and in soil grown with mulberry it was found that the application of compost generated pH increases between 0.7 and 1.4 units, which modified the bacterial diversity expressed in its composition, richness and structure at the level of order, family and gender, it was also identified that Proteobacteria, Acidobacteria Verrucomicrobia and Actinobacteria were the most dominant phylum.

Keywords: Sericulture, bacterial diversity, composting

Tabla de Contenido

Pag.

<u>Resumen.....</u>	<u>IX</u>
<u>Lista de figuras.....</u>	<u>XII</u>
<u>Lista de tablas.....</u>	<u>XIII</u>
Introducción.....	<u>1</u>
1. Marco teórico.....	3
1.1 Sericultura.....	3
1.2 Cultivo de morera.....	3
1.2.2 Taxonomía, especies y variedades.....	4
1.2.3 Descripción botánica.....	4
1.2.4 Agroecología.....	4
1.2.5 Usos de la morera.....	5
1.2.6 Producción de biomasa.....	5
1.2.7 Calidad de la hoja de morera.....	6
1.2.8 Absorción de nutrientes y respuesta a la fertilización.....	6
1.3 Compostaje.....	9
1.4 Diversidad bacteriana.....	13
1.5 Técnicas para el estudio de la diversidad bacteriana.....	15
1.5.1 La hibridación.....	16
1.5.2 Reacción en Cadena de Polimerasa.....	17
1.5.3 Técnicas de secuenciación de nueva generación.....	17
1.6 Bioinformática.....	20
2. Materiales y métodos.....	23
2.1 Localización y caracterización de la zona de estudio.....	23
2.2 Diseño del experimento.....	23
2.2.1 Diseño experimental.....	23
2.2.2 Descripción de los tratamientos.....	24
2.2.4 Variables de respuesta.....	24
2.3 Técnicas de laboratorio.....	26
2.3.1 Relacionadas con las propiedades físicas.....	27
2.3.2 Relacionadas con las propiedades químicas.....	28
2.3.3 Relacionadas con las propiedades biológicas.....	29

2.3.4 Relacionadas con la diversidad bacteriana del compost y suelo	30
2.3.5 Relacionadas con el cultivo de morera.....	31
2.3.6 Relacionadas con el rendimiento del capullo	32
2.4 Conducción del experimento	32
2.4.1 Proceso de elaboración del compost (Primera Etapa).....	32
2.4.2 Ensayo de campo (Segunda etapa).....	34
3. Resultados y discusión	37
3.1 Propiedades del suelo experimental antes de la aplicación del compost.....	37
3.1.1 Propiedades físicas.....	37
3.1.2 Propiedades Químicas.....	39
3.1.3 Propiedades Biológicas.....	40
3.2 Caracterización del compost estabilizado.....	42
3.2.1 Seguimineto del compostaje	42
3.2.2 Evaluación del compost.	45
3.2.3 Propiedades Biológicas determinadas en el compost	48
3.3 Características del suelo experimental después de la aplicación del compost	49
3.3.1 Propiedades Físicas	50
3.3.2 Propiedades Químicas.....	50
3.3.3 Propiedades Biológicas.....	55
3.4 Diversidad bacteriana del compost, suelo rizosferico natural y cultivado	62
3.4.1 Composición bacteriana del compost.....	62
3.4.2. Composición y abundancia de la diversidad bacteriana del suelo rizosférico de un ecosistema natural cercano (EN	66
3.4.3 Composición y abundancia del microbioma bacteriano del suelo rizosférico de morera sin aplicación del compost.....	71
3.4.4 Diversidad, composición y abundancia del microbioma bacteriano en el suelo luego de la aplicación de compost	77
3.4.5 Índices de diversidad Alpha y Beta	78
3.4.6 Composición y abundancia por efecto de la dosis de compost aplicada al suelo	82
3.4.7 Composición y abundancia por efecto del tiempo.	93
3.5 Grupos taxonomicos más abundantes en cada ecosistema	99
3.6 Absorción y distribución de nutrientes a nivel foliar	102
3.6.1 Absorción foliar total (%).	102
3.6.2 Cantidad de nutrientes para producir una tonelada de hoja	107
3.7 Efecto de aplicación de compost sobre el rendimiento del cultivo.....	108

3.7.1	Peso de hoja por planta y por hectárea.....	108
3.7.2	Peso de biomasa total por planta y por hectárea	108
3.7.3	Relación hoja tallo.....	111
3.8	Efecto sobre el rendimiento de capullo.....	112
3.8.1	Peso de capullo sin borra.....	113
3.8.2	Porcentaje de capullo devanable	114
3.8.3	Porcentaje de corteza.	115
3.8.4	Grosor de capullo.....	116
3.8.5	Puntaje de calidad	117
4.	Conclusiones.....	119
5.	Referencias bibliográficas.....	120