



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROFORESTAL

“EFECTO DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO NO CONVENCIONAL
DE HARINA DE CUERNOS Y PEZUÑA DE GANADO BOVINO EN
EL RENDIMIENTO DEL *Theobroma cacao* L.”

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

Presentado por:

Rodrigo Sebastian Zumaeta Barbarán (0000-0002-4216-9993)

Asesor:

Ph.D. Julio Alegre Orihuela (0000-0002-7282-045X)

Coasesor:

Ing. MSc. Cesar O. Arévalo Hernández (0000-0002-1390-3503)

Lima – Perú
2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 21 de enero 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. HÉCTOR ALONSO APONTE UBILLÚS
Miembro: Mg. LUIS PAUL QUIRÓS ROSSI
Miembro: Mg. SANTIAGO HILARIO PASTOR SOPLÍN

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“EFECTO DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO NO CONVENCIONAL DE HARINA DE CUERNOS Y PEZUÑA DE GANADO BOVINO EN EL RENDIMIENTO DEL *Theobroma cacao* L.”

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Rodrigo Sebastian Zumaeta Barbarán**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal

Asesorado por: **DR. JULIO CESAR ALEGRE ORIHUELA**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de el/la estudiante de la carrera de Ingeniería Agroforestal en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple (X) calificar a:

Tesista: RODRIGO SEBASTIAN ZUMAETA BARBARÁN	Nota (en letras): 13 (trece)
Aprobado (X) Aprobado - Muy buena () Aprobado - Sobresaliente () Desaprobado ()	

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. HÉCTOR ALONSO APONTE UBILLÚS
Presidente



DR. JULIO CESAR ALEGRE ORIHUELA
Asesor



Mg. LUIS PAUL QUIRÓS ROSSI
Miembro 1



MG. SANTIAGO HILARIÓN PASTOR SOPLÍN
Miembro 2

Agradecimientos

Al Sr. Alberto Documet por haberme transmitido sus conocimientos sobre la elaboración de la HCP, A los profesores Julio Alegre Orihuela y Guillermo Aguirre Yato (QEPD) por su tiempo y por haberme facilitado un espacio del área de fertilidad de suelos de la Universidad Agraria la Molina; al Sr. Mario Jimenez por su ayuda en la elaboración de este abono, a la familia Arévalo por su buen gesto en recibirme en las instalaciones del Instituto de Cultivos Tropicales, al Sr. Manrique por haberme ayudado en el mantenimiento de la parcela y a todos los colegas que me ayudaron.

A mi Padre y Madre, por ser el ejemplo a seguir y por siempre demostrarme su apoyo en todo momento, a mis sobrinos Salvador y Sofía por ser la fuente de inspiración y finalmente a mis amigos de toda la vida por los buenos momentos.

ÍNDICE

Resumen	2
1. Introducción	2
2. Problemática	4
3. Justificación	5
4. Antecedentes y Marco Teórico	6
4.1 Antecedentes	6
4.2 Nutrición mineral	9
4.2.1 Nutrientes esenciales	9
4.2.2 Nitrógeno	9
4.3 Abono orgánico	10
4.3.1 Harina de cuerno y pezuña de ganado bovino	11
4.3.1.1 Definiciones	11
4.3.1.2 Características químicas	12
4.4 <i>Theobroma cacao</i> L.	14
4.4.1 Taxonomía	14
4.4.2 Centro de origen	14
4.4.3 Descripción	14
4.4.4 Variedades y distribución	16
4.5. Rendimiento	16
4.5.1 Factores externos influyentes en el rendimiento	16
4.5.1.1 Precipitación	16
4.5.1.2 Temperatura	17
4.5.1.3 Viento	17
4.5.1.4 Luminosidad	17
5. Objetivos e Hipótesis	18
5.1 Objetivo general	18
5.1.1 Objetivo específicos	18
5.2 Hipótesis nula y alterna	18
6. Materiales y Métodos	18
6.1 Etapa I	18
6.1.1 Lugar de ejecución	18
6.1.2 Materia prima	19
6.1.2.1 Harina de cuerno y pezuña de ganado bovino (HCP)	20
6.2 Etapa II	21
6.2.1 Lugar de ejecución	21
6.3 Equipos y materiales	23
6.4. Métodos y procedimiento	24
6.4.1 Instalación del experimento y parámetros de evaluación	24
6.4.2 Diseño experimental	25
6.5 Indicadores biométricos	27
6.6 Análisis estadístico	32
7. Resultados	32
8. Discusión	45
8.1 Análisis químico de la HCP	45

8.2 Indicadores biométricos	45
8.2.1 Área de hojas	46
8.2.2 Contenido de clorofila	49
8.2.3 Peso seco de raíces laterales	50
9. Conclusiones y Recomendaciones	52
Referencia Bibliográfica	54
Anexo I – Fotografías de la elaboración de HCP	61
Anexo II – Instalación de la parcela experimental	63
Anexo III – Mapa de zona de vida del departamento de San Martín	68
Anexo IV – Análisis de costos	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parte de características químicas de la HCP	13
Tabla 2. Comparación de distintos parámetros químicos de abonos orgánicos con la HCP	13
Tabla 3. Descripción de las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados en la parcela experimental de “Juan Bernito” Tarapoto.	26
Tabla 4. Análisis químico de la HCP empleada	33
Tabla 5. Análisis inicial del suelo, caracterización física y química de la parcela experimental perteneciente a la estación “Juan Bernito” Tarapoto.	34
Tabla 6. Comparación de costos por 1 kg de nitrógeno de distintos abonos orgánicos y sintéticos en el mercado peruano sin costos de logística.	69
Tabla 7. Comparación del porcentaje potencial de volatilización de distintos fertilizantes nitrogenados y la pérdida en volumen por hectárea de nitrógeno y económico que conlleva	70
Tabla 8. Comparación de costos de logística para un volumen de 1 tonelada compuesta de sacos de 50 kg de cada fertilizante indicado	72

Agradecimientos

Al Sr. Alberto Documet por haberme transmitido sus conocimientos sobre la elaboración de la HCP, A los profesores Julio Alegre Orihuela y Guillermo Aguirre Yato (QEPD) por su tiempo y por haberme facilitado un espacio del área de fertilidad de suelos de la Universidad Agraria la Molina; al Sr. Mario Jimenez por su ayuda en la elaboración de este abono, a la familia Arévalo por su buen gesto en recibirme en las instalaciones del Instituto de Cultivos Tropicales, al Sr. Manrique por haberme ayudado en el mantenimiento de la parcela y a todos los colegas que me ayudaron.

A mi Padre y Madre, por ser el ejemplo a seguir y por siempre demostrarme su apoyo en todo momento, a mis sobrinos Salvador y Sofía por ser la fuente de inspiración y finalmente a mis amigos de toda la vida por los buenos momentos.

Efecto del fertilizante orgánico no convencional de harina de cuerno y pezuña de ganado bovino en el rendimiento del *Theobroma cacao* L.

Resumen

El cacao (*Theobroma cacao* L.), debido a su potencial industrial y a los beneficios que genera su consumo en la salud del ser humano es apreciado en los mercados a nivel mundial. Producto de esto, los principales países cacaoteros destinan grandes extensiones de área para el desarrollo y aprovechamiento de esta planta, generando grandes volúmenes de producción. En ese sentido, el objetivo principal de esta investigación fue determinar el lento efecto fertilizante de la harina de cuerno y pezuña de ganado (HCP) en el rendimiento del cacao con la finalidad de validar y respaldar modelos de desarrollo orgánicos. Para este caso, se delimitó una parcela experimental en la estación de “Juan Bernito” perteneciente al Instituto de Cultivos Tropicales de Tarapoto, San Martín. Paralelamente, se realizó un análisis de las características químicas y físicas del suelo, el cual sirvió como base para establecer las dosis de fertilización de los cuatro tratamientos con HCP: 332.5 g planta⁻¹ (T1), 249.9 g planta⁻¹ (T2), 166.6 g planta⁻¹ (T3) y 83.3 g planta⁻¹ (T4), así mismo, se estableció un testigo sin nitrógeno (T0) y un tratamiento fertilizado completo (T5), el cual contemplo 72.5 g planta⁻¹ de urea. Estos tratamientos contaron con cuatro repeticiones agrupadas en un bloque completo al azar. Se concluye que la HCP tiene un efecto significativo y similar al del fertilizante inorgánico de urea en el crecimiento del área de las hojas y en el contenido de clorofila; sin embargo, el mayor desarrollo de raíces laterales del cacao se dio con la HCP. Por otro lado, desde una perspectiva económica, la HCP representa la opción más barata de por kg de N, dentro del rubro de abonos orgánicos; sin embargo, para el rubro de abonos sintéticos, la urea sigue siendo la opción más barata, tanto por kg de N como para el factor de costo logístico (1:3), a pesar de esto es necesario considerar el porcentaje potencial de volatilización del nitrógeno total de la urea (0% a 65%) y la HCP (0% a 5%), ya que esto conlleva pérdidas económicas.

Palabras clave: Cuerno, pezuña, fertilizante orgánico no convencional, cacao