



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**“RECUPERACIÓN DE LA FERTILIDAD Y CARBONO
ORGÁNICO TOTAL DEL SUELO MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AGRICULTURA
SINTRÓPICA EN LA REGIÓN DE UCAYALI”**

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:
Milenka Rojas Ramirez (0000-0001-7088-7071)

Asesor:
Llerme Navarro Vasquez (0000-0003-0147-362X)

Co asesor:
Wilber Eddy Cruz Hilacondo (0000-0003-0314-4686)

Lima – Perú
2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 11 de febrero 2022.

Los integrantes del jurado de tesis:

Presidente: Dra. Mag. Ing. Agr. Claudia Vanina Arias
Miembro: Mg. Ing. Luis Abraham Gomero Osorio
Miembro: Mg. Blgo. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"RECUPERACIÓN DE LA FERTILIDAD Y CARBONO ORGÁNICO TOTAL DEL SUELO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AGRICULTURA SINTRÓPICA EN LA REGIÓN DE UCAVALI"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Milenka Rojas Ramirez**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dra. Llerme Navarro Vásquez Co-asesorado por: Mg. Wilber Eddy Cruz Hilacondo

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

Tesista: Milenka Rojas Ramirez	Nota (Dieciocho): (18)		
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dra. Mag. Ing. Agr. Claudia Vanina Arias
Presidente



Mg. Ing. Luis Abraham Gomero Osorio
Miembro 1



Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Miembro 2



Dra. Llerme Navarro Vásquez
Asesora



Mg. Wilber Eddy Cruz Hilacondo
Co-asesor

DEDICATORIA

Con todo mi amor a mis padres, Edgardo Rojas Ríos y María Gedi Ramirez Pérez, por brindarme lo más valioso que un padre puede dar a un hijo, el amor, el ejemplo y el tiempo. Gracias por los consejos que me brindan hasta el día de hoy, siento que sin sus enseñanzas no tendría el pensamiento y manera de actuar que he forjado hasta ahora, es por ello que ustedes al ser testigos principales de este proceso de mi etapa profesional quiero dedicárselos totalmente, porque para mí ustedes son lo más importante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado no solo de una persona, es el resultado del apoyo tanto físico, intelectual y emocional que he recibido de personas que conozco hace muchos años y de aquellos que conocí durante esta etapa. Todos tuvieron un rol valioso y significativo para conmigo.

Agradezco a Dios, por haberme dado la fortaleza para lograr mi objetivo final, agradezco por haberme presentado en este camino a todas las personas que mencionaré a continuación, personas que aportaron de manera significativa en la realización de mi trabajo.

A mis padres, Edgardo Rojas Ríos y Maria Gedi Ramirez Pérez no existe palabras, frases suficientes que puedan describir o expresar todo lo que hicieron y hacen por mí, papá con sus consejos aplicados desde que tengo uso de razón me han sabido dirigir en mi camino de la vida, a mi mamá con sus cuidados y soporte emocional en todo mi proceso de tesis fue de gran soporte para mí.

A mi asesora, Dra. Llermé Navarro Vasquez, por la confianza total depositada en mí, por su tiempo, por sus consejos, asimismo agradecer a su familia por el apoyo y facilidades brindadas durante mi estancia en Tingo María al tratarme con un miembro más de la familia.

Al Sr. Roy Rodríguez Murrieta, podría decir que él fue mi mano derecha pero no, considero que fue una persona muy determinante para la ejecución en campo, agradezco su tiempo valioso, su paciencia total, su conocimiento, su soporte físico, sus consejos. Querido amigo Roy muchas gracias, no creo que haya podido encontrar otra persona ideal que pudiese haber encajado en la gran labor loable que usted hizo conmigo, le agradezco por cada día que usted se dispuso a andar conmigo en campo.

A los esposos, el Sr. Daniel Tobías Rodríguez del Águila y Sra. Judith Murrieta Ruiz, por darme la confianza de utilizar parte de su terreno en la implementación de mi proyecto de tesis, por la confianza depositada al brindarme su apoyo en diversas actividades relacionadas al trabajo.

Al profesor Wilber Eddy Cruz Hilacondo, por el tiempo brindado para la revisión del proyecto, cada una de sus observaciones fueron de gran apoyo.

A Rodrigo, Antony y Jeyson Rengifo Rodríguez, ellos son tres hermanos jóvenes que me apoyaron en las diversas actividades en campo, agradecerles su tiempo y paciencia para algunas ocasiones en las que tenían que levantarse temprano para acompañarme al campo y en algunas veces regresar un poco tarde, muchas gracias chicos.

Al Sr. Lorenzo Elías Shahuano Venancino, un buen amigo que hice en este proceso, tu apoyo noble y sin esperar nada a cambio me enseñó que las personas que quizá menos tienen materialmente son aquellas que realmente tienen bastante soporte emocional para dar, bastante confianza y disposición de ayudar a lo demás, muchas gracias por su tiempo y sus consejos con respecto al manejo de plantas y semillas, para mí fue bastante enriquecedor y valioso, muchas gracias querido amigo.

A la Srta. Jahaira Torres Ihuaquari y al Sr. Luis Alberto Yanqui Ochavano, grandiosas personas que laboran en el Laboratorio de Suelos y Tejidos Vegetales de INIA-Pucallpa, amigos muy confiables que me apoyaron en el asesoramiento teórico-práctico relacionado al procesamiento de mis muestras desde su recepción hasta la obtención de resultados finales. Muchas gracias amigos por la confianza brindada, sin duda fueron determinantes en parte de mi comprensión con respecto al tratamiento de las muestras en un laboratorio, así como la impartición de otros conocimientos relacionado al campo de estudio del suelo.

Al profesor Gilmer Neyra Trujillo y a la Srta. María Esmilda Malca Quezada, Responsable y Asistente del Laboratorio de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quienes me brindaron la confianza de realizar parte de mis análisis en las instalaciones que manejan, así mismo agradecerles por el tiempo para explicarme a detalle las dudas que presenté ante cualquier inconveniente durante mi estancia en el laboratorio.

Al Ing. Miguel Sánchez Rodríguez, por el tiempo brindado para enseñarme la metodología en el laboratorio durante mi estancia en Tingo María, por la paciencia para explicarme cuanta pregunta se me venía a la cabeza, muchas gracias ingeniero por su tiempo brindado.

Al Ing. Miguel Vásquez Macedo, director del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Estación Experimental Pucallpa, por darme la confianza y oportunidad de realizar mis análisis de suelo en dicha institución.

Al Ing. Edinson Eduardo López Galán, encargado del Laboratorio de Suelos y Tejidos Vegetales del INIA, muchas gracias por la confianza brindada para la realización de mis análisis en el área de laboratorio la cual usted encabeza.

A mis amigos Jorge Frank Jeferson Tananta Atravera, Kevin Renzo Quispe Flores, Luis Alberto Serruche Lobo, Luis Miguel Llamas Tulumba, Marcelo Gomez Rengifo y Gianfranco Bardalez Ruiz, buenos amigos que se dieron el tiempo de dar soporte emocional y físico durante el periodo de evaluación de campo donde requería de mucho apoyo físico.

A mi hermanas, Diana y Vanessa Rojas Ramirez, quienes me brindaron mucho apoyo emocional a través de sus buenos consejos y no rendirme frente a diversas dificultades encontradas.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por permitirme utilizar sus instalaciones para la realización de análisis de mis muestras.

Finalmente quisiera agradecer al suelo, no es una persona, pero es un ente vivo, abarca millones de vidas en distintas formas los cuales lo convierten en el medio fundamental para el soporte de la vida humana, sin él nuestra existencia sería nula, quiero agradecer por permitirme desarrollar mi proyecto, por permitirme experimentar y demostrar el cambio que se produce al implementar este sistema sintrópico, pues permite una reconciliación de una actividad que ha generado tanto daño con el suelo.

ARTICULO ENVIADO A PUBLICAR

Recuperación de la fertilidad y carbono orgánico total del suelo mediante la implementación del sistema de agricultura sintrópica en la región de Ucayali (Perú)

Recovery of soil fertility and total organic carbon through the implementation of the syntropic farming system in Ucayali region (Peru)

Milenka Rojas-Ramirez¹, Wilbert Cruz², Susan Medina¹ Llerme Navarro³

¹ Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Científica del Sur. Carretera Panamericana Sur, Kilometro 19. Villa El Salvador, Lima 15067, Perú.

² Instituto de Biotecnología (IBT), Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n. Lima 15024. Perú.

³ Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Carretera Central, Kilometro 1.21, Rupa Rupa, Leoncio Prado 10131, Perú

Autor correspondencia: llerme_22@hotmail.com

Autores

Milenka Rojas (milenka.rojasr@gmail.com)

Wilbert Cruz (wilbertcruz2020@gmail.com)

Susan Medina (Smedinaca@cientifica.edu.pe)

Llerme Navarro (llerme_22@hotmail.com)

ORCID

Milenka Rojas: <https://orcid.org/0000-0001-7088-7071>

Wilbert Cruz : <https://orcid.org/0000-0003-0314-4686>

Susan Medina : <https://orcid.org/0000-0003-2574-7728>

Llerme Navarro: <https://orcid.org/0000-0003-0147-362X>

RESUMEN

Se implementó un sistema sintrópico en la región de Ucayali con el objetivo de recuperar la fertilidad y carbono orgánico del suelo, debido a la necesidad de establecer un sistema agrícola capaz de producir alimentos de manera sostenible, se estudió la implementación de dos sistemas: agricultura sintrópica y agricultura convencional de roza y quema (control), así como la condición inicial del área (antes de la implementación de los sistemas). En ambos sistemas se sembraron los cultivos de mombasa (*Panicum máximum*), frijol de palo (*Cajanus cajan*), plátano (*Musa paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*), cacao (*Theobroma cacao*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y huasaí (*Euterpe oleracea*). Las muestras de suelo fueron colectadas a 0-10 cm de profundidad para la determinación de atributos químicos, carbono orgánico total y de las sustancias húmicas (humina, ácido húmico y ácido fúlvico). En el suelo bajo agricultura sintrópica (AS) se observó un aumento en el contenido de K^+ respecto al control y a la condición inicial, asimismo una reducción de Al^{+3} y un incremento en la saturación de bases, conductividad eléctrica y carbono orgánico de la fracción humina respecto a la condición inicial. En el sistema sintrópico, los consorcios “Plátano” y “Yuca” aportaron mayor contenido de K^+ respecto al área con mombasa y a los consorcios del control. El suelo bajo mombasa evidenció incremento en el contenido de Ca^{+2} y carbono de la fracción ácido húmico. El sistema sintrópico promovió un incremento del contenido de nutrientes y carbono en las fracciones orgánicas de las sustancias húmicas, garantizando una mejora gradual de la calidad del suelo.

Palabras clave: agricultura de roza y quema, propiedades del suelo, sustancias húmicas.

ABSTRACT

A syntropic system was implemented in Ucayali region with the objective of recovering soil fertility and organic carbon, due to the need to establish an agricultural system capable of producing food in a sustainable manner. The implementation of two systems was studied: syntropic agriculture and conventional slash and burn agriculture (control), as well as the initial condition of the area (before the implementation of the systems). In both systems, mombasa grass (*Panicum máximum*), pigeon pea (*Cajanus cajan*), banana (*Musa paradisiaca*), cassava (*Manihot esculenta*), cocoa (*Theobroma cacao*), cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) and assai palm (*Euterpe oleracea*) were planted. Soil samples were collected at 0-10 cm depth for the determination of chemical attributes, total organic carbon and humic substances (humin, humic acid and fulvic acid). In the soil under syntropic agriculture (SA), an increase in K^+ content was observed with respect to the control and the initial condition, as well as a reduction in Al^{+3} and an increase in base saturation, electrical conductivity and organic carbon of the humin fraction with respect to the initial condition. In the syntropic system, the "Banana" and "Cassava" consortia provided higher K^+ content than the area with Mombasa and the control consortia. The soil under mombasa showed an increase in the Ca^{+2} and carbon content of the humic acid fraction. The syntropic system promoted an increase in nutrient and carbon content in the organic fractions of the humic substances, guaranteeing a gradual improvement in soil quality.

Keywords: slash and burn agriculture, soil properties, humic substances.