

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA

VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

Marzo, 2019

“Eficiencia del Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*, L.) con la adición de enmiendas en la biorremediación de suelos contaminados con mercurio (Hg) por la minería informal en la zona de San Jacinto en Madre de Dios”.

Carmona Sánchez María Del Carmen, Rivera Coaquira Kevin Jesús

Asesor: Mg. Sc. Ing. Luis Primitivo Vargas Luna

RESUMEN

El objetivo del presente es determinar ciertas estrategias de acción agronómica y de fitorremediación, para evaluar mediante los tratamientos el proceso de rehabilitación de suelos/sedimento focalizado con pasivo minero “relave” en el Centro Poblado de San Jacinto en la provincia de Tambopata en la región de Madre de Dios; producto de la minería informal como círculo vicioso que inerva la calidad de suelo, a su vez la contaminación de los habitantes y el impacto ambiental, según Anexo N° 06.

El trabajo consiste en determinar la eficiencia del Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.), con la fitorremediación de suelos/sedimento contaminados con Mercurio (Hg) mediante la enmienda con diferentes dosis agronómicas; para ello, se instaló 12 macetas con la mencionada gramínea que consiste en cuatro tratamientos Testigo, T1, T2 y T3 y tres repeticiones con el modelo del DCA; se instaló, cada maceta se instaló 3 esquejes de vetiver bajo condiciones *ex_situ* en condiciones de la provincia de Barranca – Lima, como se muestra ciertos factores agroclimáticos en la Anexo N° 05, concluyendo que dicha gramínea desarrollando con mayor biomasa y longitud de raíz el T2 y contribuyendo en la eficiente en 75% del suelo/sedimento según muestra Figura N° 02 del experimento y se obtuvo la extracción de la biomasa según muestra Anexo 03, Hg < 0,01 ppm., de mercurio orgánico, según los resultados del laboratorio.

Palabras claves. Fitorremediación, enmienda, Suelo/sedimento y extracción.

SUMMARY

The objective of this is to determine certain strategies of agronomic action and phytoremediation, to evaluate through the treatments the soil / sediment rehabilitation process focused with "relave" mining passive in the San Jacinto Town Center in the province of Tambopata in the region of Mother of God; product of informal mining as a vicious circle that innervates the quality of soil, in turn the pollution of the inhabitants and the environmental impact, according to Annex N ° 06.

The work consists of determining the efficiency of Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.), with the phytoremediation of soils / sediment contaminated with Mercury (Hg) by means of the amendment with different agronomic doses; For this, 12 pots were installed with the aforementioned grass consisting of four treatments Witness, T1, T2 and T3 and three repetitions with the model of the DCA; was installed, each pot was installed 3 cuttings of vetiver under conditions *ex_situ* in conditions of the province of Barranca - Lima, as shown by certain agroclimatic factors in Annex No. 05, concluding that said grass developing with greater biomass and root length the T2 and contributing in the efficient in 75% of the soil / sediment according to sample Figure N° 02 of the experiment and extraction of the biomass was obtained according to sample Annex 03, Hg <0,01 ppm., Of organic mercury, according to the results of the laboratory.

Keywords: Phytoremediation, amendment, Soil / sediment and extraction.

INTRODUCCIÓN

El Vetiver, (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty), es una planta herbácea, gramínea, de periodo largo diferenciándose en macollos a partir de una profusa masa radicular ramificada, exento de rizomas, ni estolones que le hacen muy rustica, y son estériles por lo que la multiplicación somática es por macollo, produciendo hijuelos llamados “esquejes” a raíz desnuda para ser instaladas de forma directa en campo o contenedores con tallos erectos y rectos de 0,5 a 1,5 m (Orihuela, 2007).

Según Troung, P.N. (1996), la distribución de metales pesados en la planta de vetiver dentro de la evaluación concluye que dentro de los tres grupos el mercurio trasloca a la hoja entre 1 a 5 %.

Bolívar et al. (2019), menciona el contenido de Hg en la planta: durante el ciclo del ensayo el contenido de Hg en los estolones y hojas la tendencia es a incrementarse a medida que transcurre el tiempo en el proceso fenológico de la gramínea.

Según Callirgos (2014), citado a Volke Velasco y de la Rosa Pérez, 2005) que fitovolatilización del Hg y Se por planta y su posterior volatilización o liberación en forma original o modificada a la atmósfera.

“Los factores que influyen en la movilización de metales pesados en el suelo son características del suelo: pH, potencial redox, composición iónica de la solución del suelo, capacidad de intercambio (catiónico y/o aniónico), presencia de carbonatos, materia orgánica, textura, entre otras. La naturaleza de la contaminación y el origen de los metales y formas de deposición y condiciones medio ambientales producen acidificación, cambios en las condiciones redox, variación de temperatura y humedad en los suelos”, según (Sauquillo et al. 2003) citado por Callirgos (2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de suelo/sedimento procedente del Centro Poblado San Jacinto de la Provincia de Tambopata de la región Madre de Dios, como se muestra en el Anexo N°06, el análisis de caracterización del suelo/sedimento, suelo agrícola y del compost, los cuales se evaluaron en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria la

Molina, y el suelo/sedimento a los (0 días) y después de los (120 días) como muestra en la fig. N° 02, para determinar la composición de Hg en el laboratorio SGS.PERU y la evaluación de la plantas vetiver “biomasa” de raíz y masa foliar en el laboratorio de WORD SURVEY SERVICE PERU SAC., determinando el resultado final de los tratamiento a los (120 días), según se muestra en el Anexo N° 03.

CAMPO EXPERIMENTAL

La adecuación del campo se realizó en el campo experimental “Los Anitos” de la Universidad Nacional de Barranca (UNAB), con una ubicación de 10°45'54.4"S 77°44'26.9"W y 66 msnm. Se instaló el trabajo experimental, según muestra el Anexo N° 01, bajo en un ambiente confinado y seguro para gestionar los riesgos durante el proceso de crecimiento y desarrollo de la gramínea.

Los tratamientos de enmienda se muestra la Anexo N°01 en armonía con el modelo estadístico, Bajo condiciones agrometeorológicas Anexo N° 04 y 05 del campo experimental de “Los Anitos” de la UNAB-Barranca Lima ex_situ, en correlación al In_situ.

MANEJO AGRONÓMICO DEL VETIVER

El manejo agronómico consistió en la instalación de la gramínea de “vetiver” (*Chrysopogon zizanioides* L.), y darle las condiciones de humedad a capacidad de campo, y las evaluaciones de crecimiento consistió la toma de datos de altura planta, número de macollos y al final la longitud de raíz; dicho, proceso de la fenología de cultivo fue de 120 días, realizando la siembra en el mes de octubre del 2018 y la cosecha al finalizar el mes de febrero del 2019. Según muestra en la figura N° 01.

RESULTADOS

El crecimiento de la altura planta, número de estolones no hay diferencias significativamente estadísticamente, por lo que se acepta la hipótesis nula.

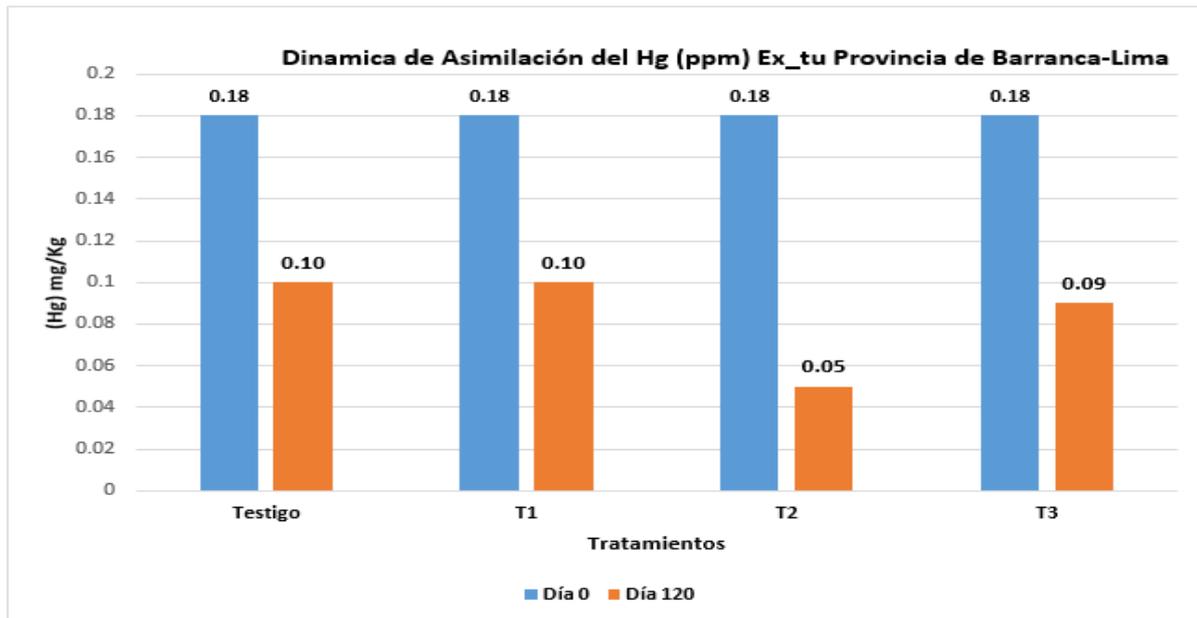
Respecto al crecimiento y la masa radicular se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en el cual, según Bolivar et al. 2019, corrobora con la diferencia de mercurio en el suelo/sedimento, no obstante a nivel de biomasa la asimilación o

extracción es menos al $> 0,01\text{ppm}$ de Mercurio (Hg), en el presente trabajo experimental.

Instalación	Macollo	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Cosecha
					
26-Oct-19	01-Nov-18	01-Dic-18	Ene-19	Feb-19	03/03/2019

Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura N° 01: Fenología de cultivo del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.).



Fuente: Elaboración propia (2019).

Figura N° 02: Resultado de laboratorio después de los 102 días del suelo/sedimento

DISCUSION

El periodo fenológica de la gramínea fue de 120 días, determinando que el tratamiento T2 tuvo la mayor biomasa y longitud raíz (cm) del vetiver; es tuvo la mayor eficiencia de disminución del Mercurio (Hg) en un 75% del suelo/sedimento como se muestra en la fig. N° 02.

Existiendo una relación directa, a mayor longitud de raíz mayor eficiencia del suelo/sedimento T2 de Mercurio Hg. Asimismo se menciona hay una relación inversa a mayor longitud de raíz menor residuo de Mercurio Hg en el suelo/sedimento bajo condiciones *ex_situ* en la Estación experimental de “Los Anitos” de la Universidad Nacional de Barranca.

CONCLUSIONES

El tratamiento T2 muestra una relación directa; es decir, a mayor longitud de raíz del vetiver, menor contenido de Mercurio Hg en el suelo/sedimento, según muestra la fig. N° 02, los resultados de laboratorio.

RECONOCIMIENTO

- Apoyo financiero a la ONG TReeS Perú y al representante al Dr. John Forest, por la oportunidad del financiamiento de los pasajes y viáticos para participar en el estudio de investigación.
- Reconocimiento al Líder en línea de investigación de suelos del IIAP al Mg.Sc. Gabriel Velásquez, quien tuvo la disposición en identificar los suelos/sedimento con pasivo minero, en el centro poblado San Jacinto en la provincia de Tambopata en el región Madre de Dios.
- Nuestro reconocimiento a la Sta. Jenny Gómez Ruiz Administradora de TReeS-Perú, quien estuvo pendiente de nuestra gestión para financiamiento de los viáticos. (jgomezr1@hotmail.com).

REFERENCIAS

- Bolívar, et al. (2019) Acumulación de mercurio por vetiver en condiciones de invernadero en suelo contaminado de el dorado (Estado de Bolívar). Bajado en línea el 31 de abril del 2019
<https://www.vetiver.org/ICV4pdfs/BA21es.pdf>
- Callirgos, R. C. (2014) Evaluación de la capacidad fitorremediación de la especie *Chrysopogon zizanioides* mediante la incorporación de enmiendas en relaves mineros.
- Diario El Peruano (2017). Estándar de Calidad Ambiental, emitido por DL. N° 011-2017-MINAM de fecha 02 de diciembre del 2017.
- Orihuela, J. 2007. Manual sobre el uso y manejo del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) (En línea). PE. Consultado, 15 de jul. 2015. Formato PDF. Disponible en www.vetiver.com.
- Troung, P.N. (1996). Vetiver grass for land rehabilitation. Proc. ICV-1:49-56.

ANEXOS

TRATAMIENTO	FACTORES A EVALUAR
Testigo	3 esquejes de <i>Chrysopogon zizanioides</i> / Suelo contaminado con Hg (10 kg).
T1	3 esquejes de (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) / Suelo contaminado con Hg (8 kg) + compost (1.9 kg) + cal (0.1 kg).
T2	3 esquejes de <i>Chrysopogon zizanioides</i> / Suelo contaminado con Hg (8 kg) + compost (1.8 kg) + cal (0.2 kg).
T3	3 esquejes de <i>Chrysopogon zizanioides</i> / Suelo contaminado con Hg (8 kg) + compost (1.7 kg) + cal (0.3 kg).

Fuente: Elaboración propia (2019).

ANEXO N° 01: TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO DCA

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: RAIZ
HSD Tukey

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Testigo	Tratamiento 1	15,2667	5,2126	,074	-1,426	31,959
	Tratamiento 2	17,5000*	5,2126	,040	,807	34,193
	Tratamiento 3	4,4333	5,2126	,829	-12,259	21,126
Tratamiento 1	Testigo	-15,2667	5,2126	,074	-31,959	1,426
	Tratamiento 2	2,2333	5,2126	,972	-14,459	18,926
	Tratamiento 3	-10,8333	5,2126	,238	-27,526	5,859
Tratamiento 2	Testigo	-17,5000*	5,2126	,040	-34,193	-,807
	Tratamiento 1	-2,2333	5,2126	,972	-18,926	14,459
	Tratamiento 3	-13,0667	5,2126	,133	-29,759	3,626
Tratamiento 3	Testigo	-4,4333	5,2126	,829	-21,126	12,259
	Tratamiento 1	10,8333	5,2126	,238	-5,859	27,526
	Tratamiento 2	13,0667	5,2126	,133	-3,626	29,759

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia (2019).

La mayoría de los p_valores es menor a 0.05, pero el testigo con el tratamiento 2 si presentan diferencias significativas

ANEXO N° 02: METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN ANÁLISIS DE (TUKEY) DEL DESARROLLO DE LA RAÍZ

Analisis de suelo agrícola sedimento	Analisis de suelo agrícola	Analisis de Sedimento con Hg	Analisis de compost	Analisis de Hg suelo/sedimento	Analisis de Hg Biomasa a 120 días																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <tr><th>Parametro</th><th>Suelo agrícola</th><th>Unidad</th></tr> <tr><td>Altura</td><td>20.00</td><td>cm</td></tr> <tr><td>Ph</td><td>7.26</td><td>1:1</td></tr> <tr><td>CE</td><td>0.53</td><td>dS/m</td></tr> <tr><td>Ca.CO3</td><td>1.10</td><td>%</td></tr> <tr><td>MO</td><td>0.69</td><td>%</td></tr> <tr><td>suelo</td><td>Fr.A</td><td>Clase Textural</td></tr> <tr><td>OC</td><td>11.20</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>9.87</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>0.88</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.25</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Na</td><td>0.20</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Alate</td><td>0.00</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Y/Cationes</td><td>11.20</td><td>mes/L</td></tr> <tr><td>Sat.De Bases</td><td>100.00</td><td>%</td></tr> </table>	Parametro	Suelo agrícola	Unidad	Altura	20.00	cm	Ph	7.26	1:1	CE	0.53	dS/m	Ca.CO3	1.10	%	MO	0.69	%	suelo	Fr.A	Clase Textural	OC	11.20	mes/100g	Ca	9.87	mes/100g	Mg	0.88	mes/100g	K	0.25	mes/100g	Na	0.20	mes/100g	Alate	0.00	mes/100g	Y/Cationes	11.20	mes/L	Sat.De Bases	100.00	%	<table border="1"> <tr><th>Parametro</th><th>Suelo agrícola</th><th>Unidad</th></tr> <tr><td>Altura</td><td>0-20</td><td>cm</td></tr> <tr><td>Ph</td><td>4.21</td><td></td></tr> <tr><td>CE</td><td>0.07</td><td>dS/m</td></tr> <tr><td>Ca.CO3</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>MO</td><td>1.30</td><td>%</td></tr> <tr><td>suelo</td><td>Fr.A</td><td>Clase Textural</td></tr> <tr><td>OC</td><td>17.12</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>6.82</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1.53</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.22</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Na+</td><td>0.24</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Al³⁺</td><td>2.50</td><td>mes/100g</td></tr> <tr><td>Y/Cationes</td><td>8.81</td><td>mes/L</td></tr> <tr><td>Sat.De Bases</td><td>78.00</td><td>%</td></tr> </table>	Parametro	Suelo agrícola	Unidad	Altura	0-20	cm	Ph	4.21		CE	0.07	dS/m	Ca.CO3	-	%	MO	1.30	%	suelo	Fr.A	Clase Textural	OC	17.12	mes/100g	Ca	6.82	mes/100g	Mg	1.53	mes/100g	K	0.22	mes/100g	Na+	0.24	mes/100g	Al ³⁺	2.50	mes/100g	Y/Cationes	8.81	mes/L	Sat.De Bases	78.00	%	<table border="1"> <tr><th>Elemento</th><th>Concentracion</th><th>Unidad</th></tr> <tr><td>Pb</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>As</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Bi</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Be</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Ba</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Co</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cd</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cr</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Hg</td><td>0.10</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mo</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Pb</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>0.00</td><td>ppm</td></tr> </table>	Elemento	Concentracion	Unidad	Pb	0.00	ppm	As	0.00	ppm	Bi	0.00	ppm	Be	0.00	ppm	Ba	0.00	ppm	Ca	0.00	ppm	Co	0.00	ppm	Cd	0.00	ppm	Cu	0.00	ppm	Cr	0.00	ppm	Fe	0.00	ppm	Hg	0.10	ppm	Mn	0.00	ppm	Mo	0.00	ppm	Ni	0.00	ppm	Pb	0.00	ppm	Sr	0.00	ppm	Zn	0.00	ppm	<table border="1"> <tr><th>Compost-Gallinaza en pila</th><th>Contenido</th><th>Unidad</th></tr> <tr><td>Ph</td><td>8.0</td><td></td></tr> <tr><td>Conductividad</td><td>1.6</td><td>(mS/cm)</td></tr> <tr><td>Humedad</td><td>34.8</td><td>(%)</td></tr> <tr><td>Ceniza</td><td>14.0</td><td>(%)</td></tr> <tr><td>Potasio (K2O)</td><td>0.5</td><td>%</td></tr> <tr><td>Carbono organico</td><td>24.4</td><td>(%)</td></tr> <tr><td>Materia Organica</td><td>42.1</td><td>(%)</td></tr> <tr><td>Nitrogeno</td><td>2.0</td><td>(%)</td></tr> <tr><td>Relacion C/N</td><td>12.1</td><td>(%)</td></tr> <tr><td>Fosforo</td><td>3.6</td><td>(P2O5)</td></tr> <tr><td>OC</td><td>77.0</td><td>OC.(mes/100g de muestra)</td></tr> <tr><td>CC</td><td>138.0</td><td>CC.(mes/100g de MO)</td></tr> </table>	Compost-Gallinaza en pila	Contenido	Unidad	Ph	8.0		Conductividad	1.6	(mS/cm)	Humedad	34.8	(%)	Ceniza	14.0	(%)	Potasio (K2O)	0.5	%	Carbono organico	24.4	(%)	Materia Organica	42.1	(%)	Nitrogeno	2.0	(%)	Relacion C/N	12.1	(%)	Fosforo	3.6	(P2O5)	OC	77.0	OC.(mes/100g de muestra)	CC	138.0	CC.(mes/100g de MO)	<table border="1"> <tr><th>TRATAMIENTO</th><th>día 0</th><th>día 120</th></tr> <tr><td>T1</td><td>0.18</td><td>0.100</td></tr> <tr><td>T2</td><td>0.18</td><td>0.045</td></tr> <tr><td>T3</td><td>0.18</td><td>0.090</td></tr> <tr><td>T4</td><td>0.18</td><td>0.090</td></tr> </table>	TRATAMIENTO	día 0	día 120	T1	0.18	0.100	T2	0.18	0.045	T3	0.18	0.090	T4	0.18	0.090	<table border="1"> <tr><th colspan="4">RESULTADOS FISICOQUIMICOS</th></tr> <tr><th>Muestra</th><th>Descripción</th><th>Identificación</th><th>Resultado</th></tr> <tr><td>1</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 1 (T1)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>2</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 2 (T2)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>3</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 3 (T3)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>4</td><td>Testigo</td><td>Testigo</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>5</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 1 (T1)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>6</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 2 (T2)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>7</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 3 (T3)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>8</td><td>Testigo</td><td>Testigo</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>9</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 1 (T1)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>10</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 2 (T2)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>11</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 3 (T3)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>12</td><td>Testigo</td><td>Testigo</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>13</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 1 (T1)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>14</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 2 (T2)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>15</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 3 (T3)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>16</td><td>Testigo</td><td>Testigo</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>17</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 1 (T1)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>18</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 2 (T2)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>19</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 3 (T3)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>20</td><td>Testigo</td><td>Testigo</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>21</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 1 (T1)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>22</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 2 (T2)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>23</td><td>Testigo</td><td>Tratamiento 3 (T3)</td><td><0.01</td></tr> <tr><td>24</td><td>Testigo</td><td>Testigo</td><td><0.01</td></tr> </table>	RESULTADOS FISICOQUIMICOS				Muestra	Descripción	Identificación	Resultado	1	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01	2	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01	3	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01	4	Testigo	Testigo	<0.01	5	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01	6	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01	7	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01	8	Testigo	Testigo	<0.01	9	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01	10	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01	11	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01	12	Testigo	Testigo	<0.01	13	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01	14	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01	15	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01	16	Testigo	Testigo	<0.01	17	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01	18	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01	19	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01	20	Testigo	Testigo	<0.01	21	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01	22	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01	23	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01	24	Testigo	Testigo	<0.01
Parametro	Suelo agrícola	Unidad																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Altura	20.00	cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ph	7.26	1:1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
CE	0.53	dS/m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ca.CO3	1.10	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
MO	0.69	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
suelo	Fr.A	Clase Textural																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
OC	11.20	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ca	9.87	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Mg	0.88	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
K	0.25	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Na	0.20	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Alate	0.00	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Y/Cationes	11.20	mes/L																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Sat.De Bases	100.00	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Parametro	Suelo agrícola	Unidad																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Altura	0-20	cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ph	4.21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CE	0.07	dS/m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ca.CO3	-	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
MO	1.30	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
suelo	Fr.A	Clase Textural																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
OC	17.12	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ca	6.82	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Mg	1.53	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
K	0.22	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Na+	0.24	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Al ³⁺	2.50	mes/100g																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Y/Cationes	8.81	mes/L																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Sat.De Bases	78.00	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Elemento	Concentracion	Unidad																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Pb	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
As	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Bi	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Be	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ba	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ca	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Co	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Cd	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Cu	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Cr	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Fe	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Hg	0.10	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Mn	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Mo	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ni	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Pb	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Sr	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Zn	0.00	ppm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Compost-Gallinaza en pila	Contenido	Unidad																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ph	8.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Conductividad	1.6	(mS/cm)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Humedad	34.8	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ceniza	14.0	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Potasio (K2O)	0.5	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Carbono organico	24.4	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Materia Organica	42.1	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Nitrogeno	2.0	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Relacion C/N	12.1	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Fosforo	3.6	(P2O5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
OC	77.0	OC.(mes/100g de muestra)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
CC	138.0	CC.(mes/100g de MO)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
TRATAMIENTO	día 0	día 120																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
T1	0.18	0.100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
T2	0.18	0.045																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
T3	0.18	0.090																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
T4	0.18	0.090																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
RESULTADOS FISICOQUIMICOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Muestra	Descripción	Identificación	Resultado																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
2	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4	Testigo	Testigo	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8	Testigo	Testigo	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
9	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12	Testigo	Testigo	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
15	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
16	Testigo	Testigo	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
17	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
18	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
19	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
20	Testigo	Testigo	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
21	Testigo	Tratamiento 1 (T1)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
22	Testigo	Tratamiento 2 (T2)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
23	Testigo	Tratamiento 3 (T3)	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
24	Testigo	Testigo	<0.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Lab. UNALM	Lab. UNALM	Lab. SGA PERÚ	Lab. UNALM	Lab. SGS PERÚ	Lab. SGA y WSSPERU SAC.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

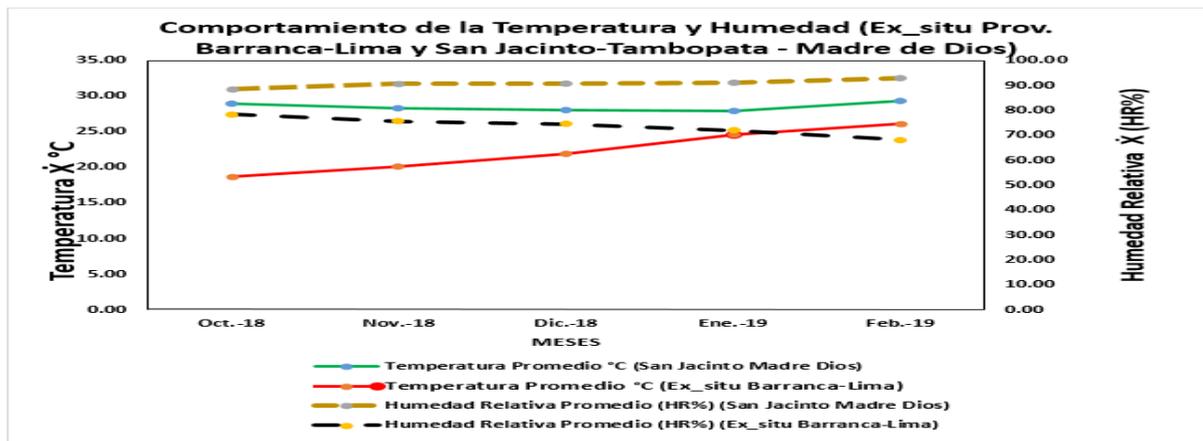
Fuente: Elaboración propia (2019).

ANEXO N° 03: METODOLOGIA DE INVESTIGACION

Parámetro	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19
Temperatura Promedio °C (San Jacinto Madre Dios)	28.92	28.26	28.11	27.91	29.31
Temperatura Promedio °C (Ex_situ Barranca-Lima)	18.76	20.17	21.95	24.63	26.08
Humedad Relativa Promedio (HR%) (San Jacinto Madre Dios)	88.51	90.82	90.71	91.17	93.06
Humedad Relativa Promedio (HR%) (Ex_situ Barranca-Lima)	78.36	75.61	74.60	72.00	68.08

Fuente: Elaboración propia (2019).

ANEXO N° 04: COMPORTAMIENTO AGROCLIMÁTICO EN LAS DOS CONDICIONES (SENAMHI, 18/19)



Fuente: Elaboración propia (SENAMHI, 2019).

ANEXO N° 05: CONDICIONES AGROMETEROLÓGICAS (EX_SITU) BARRANCA – LIMA Y SAN JACINTO- TAMB.- MADRE DE DIOS (SENAMHI, 2018/2019)

Mapa de Ubicación	Toma de muestras	Apoyo de IIAP	Muestra de sedimento	Campo experimental	Cosecha
San Jacinto-Tb-MD.	Tesistas - UNAB-Lima	Especialista M.Sc. Velasquez	Objeto de estudio UNAB-Lima	Prov. Barranca - Lima	3 de abril del 2019

Fuente: Elaboración propia (2019).

ANEXO N° 06: PROCESO DE EVALUACION IN_SITU y EX_SITU