

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES



**“UTILIZACIÓN DEL LODO RESIDUAL DE LA INDUSTRIA DE LA PALMA ACEITERA
DE LA EMPRESA OLEAGINOSAS AMAZÓNICAS S.A.”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**

AUTORES:

Bach. Astete Herencia, Wesley Kevin

Bach. Támara Arana, Marisol Vanessa

ASESORA:

Ing. Nancy Elizabeth Cáceres Mayorga

Callao, Agosto, 2019

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES

COMISION DE GRADOS Y TITULOS
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL
TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES

N° 009-2019-JEDT-FIARN

Siendo las 11:30 horas del día jueves 08 de agosto del 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales ubicado en la Av. Juan Pablo II N° 306-Bellavista-Callao; se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada "UTILIZACIÓN DEL LODO RESIDUAL DE LA INDUSTRIA DE LA PALMA ACEITERA DE LA EMPRESA OLEAGINOSAS AMAZÓNICAS S.A." presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de los Bachilleres Wesley Kevin Astete Herencia y Marisol Vanessa Támara Arana.

Contando con la asistencia del Jurado Evaluador y Asesora a fin de dar cumplimiento a la Resolución N° 044-2019-D-FIARN de fecha 23 de julio del 2019, los mismos que están integrados por los siguientes docentes:

Blgo.	Carlos Odorico Tome Ramos	Presidente
Lic.	Sergio Leyva Haro	Secretario
Ing.	Américo Carlos Milla Figueroa	Vocal
Ing.	Nancy Elizabeth Cáceres Mayorga	Asesora

Terminada la exposición y la absolución de las preguntas del Jurado Evaluador, se invita a los Bachilleres y al público en general se retiren del Auditorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, para las deliberaciones del caso.

Luego de las deliberaciones el Jurado Evaluador acuerda **APROBAR POR UNANIMIDAD**, no habiendo observación alguna con el Calificativo de **BUENO** y con ello dar por concluido el proceso de Sustentación de Tesis.

En señal de conformidad firman el Jurado Evaluador y Asesor, siendo las 13:00 horas del día jueves 08 de agosto del 2019.


Blgo. Carlos Odorico Tome Ramos
Presidente


Lic. Sergio Leyva Haro
Secretario


Ing. Américo Carlos Milla Figueroa
Vocal


Ing. Nancy Elizabeth Cáceres Mayorga
Asesora




UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
Oficina de Secretaría General
Lic. Cesar Guillermo Jauregui Villafuerte
Secretario General

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
OFICINA DE SECRETARIA GENERAL
EL SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO que suscribe, CERTIFICA: Que la presente copia fiel del original. Se expide la presente certificación a solicitud del (a) interesado (a) para los fines que juzga convenientes.
Callao, 08 de Agosto del 2019

Dedicatoria

Nuestro presente trabajo se lo dedicamos en primer lugar, a Dios, por ser nuestro guía y compañero en cada viaje que decidimos emprender, así también a nuestros amados padres por ser nuestra inspiración permanente, y finalmente a nuestros hermanos, familiares y amigos, este logro es de todos nosotros.

ÍNDICE

Dedicatoria	4
Resumen	12
Abstract	13
Introducción.....	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1. Descripción de la realidad problemática	16
1.2. Formulación del Problema	17
1.2.1. Problema General.....	17
1.2.2. Problemas Específicos	17
1.3. Objetivos de la Investigación	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. Limitantes de la investigación	18
1.4.1. Limitantes teóricas de la investigación	18
1.4.2. Limitantes temporales de la investigación	19
1.4.3. Limitantes espaciales de la investigación	19
1.5. Justificaciones	20
1.5.1. Justificación teórica	20
1.5.2. Justificación Económica	20
1.5.3. Justificación Ambiental	21
1.5.4. Justificación Legal	21
II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la investigación	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes Nacionales	26
2.2. Bases teóricas	27
2.2.1. Subproductos del proceso de obtención de aceite de palma.....	27
2.2.2. Mejorador y Acondicionador de suelo.....	29

2.3.	Conceptual.....	31
2.4.	Definición de términos básicos	32
2.4.1.	Palma aceitera.....	32
2.4.2.	<i>Capsicum spp.</i>	33
2.4.3.	Descriptores del <i>Capsicum spp.</i>	34
2.4.4.	Lodo Residual o Torta de Palmiste.....	37
2.4.5.	Fertilizar	37
2.4.6.	Valor Nutricional	37
2.4.7.	Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de suelo	38
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	39
3.1.	Hipótesis.....	39
3.1.1.	Hipótesis general	39
3.1.2.	Hipótesis específicas	39
3.2.	Definición conceptual de variables	40
3.2.1.	Variable independiente: Dosis de lodo residual de la palma aceitera.....	40
3.2.2.	Variables dependientes: Producción de frutos <i>Capsicum spp.</i>	40
3.3.	Operacionalización de variables	40
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	42
4.1.	Tipo y diseño de investigación.....	42
4.2.	Método de investigación	44
4.2.1.	Localización y Abastecimiento de lodo residual de palma aceitera	44
4.2.2.	Acondicionamiento del residuo y área de trabajo	47
4.2.3.	Preparación de semillas.....	48
4.2.3.1.	Extracción de semillas <i>Capsicum spp.</i> y secado	48
4.2.3.2.	Siembra de semillas <i>Capsicum spp.</i> en semilleros con tierra agrícola	50
4.2.4.	Preparación de tierra agrícola y dosis de lodo residual de palma.....	51
4.2.4.1.	Sphagnum – “Turba rubia”	52
4.2.4.2.	Textura del suelo	53
4.2.4.3.	Densidad Aparente del suelo.....	54
4.2.5.	Acondicionamiento de macetas y abastecimiento de mezclas	54

4.2.6.	Germinación de semillas y trasplante de plántulas de <i>Capsicum spp.</i> a mezclas (dosis).....	55
4.2.7.	Desarrollo y Cosecha de frutos de <i>Capsicum spp.</i> (Ajíes).....	57
4.3.	Población y muestra	61
4.3.1.	Población.....	61
4.3.2.	Muestra.....	61
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado.....	62
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	62
4.5.1.	Técnicas utilizadas	62
4.5.1.1.	Insecticida Casero hecho de Ají (<i>Capsicum spp.</i>)	64
4.5.1.2.	Riego para las plantas de <i>Capsicum spp.</i>	65
4.5.2.	Instrumentos de recolección de datos	68
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	68
4.6.1.	Análisis por técnica de descriptores:	68
4.6.2.	Procesamiento de datos	70
4.6.3.	Análisis estadístico para contrastación de hipótesis.....	70
V.	RESULTADOS	72
5.1.	Resultados descriptivos de las plantas <i>Capsicum spp.</i>	72
5.1.1.	Lodo residual del proceso de extracción de aceite de palma	72
5.1.2.	Obtención y Germinación de semillas	72
5.1.3.	Pubescencia de tallos y hojas de las plantas <i>Capsicum spp.</i>	74
5.1.4.	Altura de las plantas <i>Capsicum spp.</i>	76
5.1.5.	Dimensión de Hojas.....	86
5.1.6.	Manchas en hojas.....	87
5.1.7.	Caracterización de frutos	88
5.1.8.	Producción de frutos por planta	90
5.2.	Resultados inferenciales de las plantas <i>Capsicum spp.</i>	90
5.2.1.	Análisis Nutricional de los frutos de la planta <i>Capsicum spp.</i>	91
5.2.2.	Textura, Densidad Aparente y Calidad Ambiental del Suelo Agrícola	93
5.2.2.1.	Textura.....	93

5.2.2.2. Densidad Aparente del suelo agrícola	94
5.2.2.3. Calidad Ambiental del suelo Agrícola	95
5.3. Otro tipo de resultados estadísticos, de acuerdo con la naturaleza del problema y la hipótesis	99
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	101
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis.....	101
6.1.1. Contrastación de la producción de frutos.....	101
6.1.2. Contrastación de análisis nutricional del <i>Capsicum spp.</i>	101
6.1.3. Contrastación de calidad ambiental del suelo.....	102
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	103
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes.....	104
VII. CONCLUSIONES	106
VIII. RECOMENDACIONES.....	107
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	108
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. <i>Distribución nacional de cultivo de palma aceitera</i>	26
Tabla 2.2. <i>Lista de productos y subproductos de la palma aceitera</i>	28
Tabla 2.3. <i>Efectos en el suelo ante un mejorador orgánico</i>	30
Tabla 2.4. <i>Estados fenológicos del <u>Capsicum spp.</u></i>	35
Tabla 3.1. <i>Operacionalización de Variables</i>	41
Tabla 4.1. <i>Fases de obtención de semillas <u>Capsicum spp.</u></i>	49
Tabla 4.2. <i>Peso de sustratos por macetero y dosis</i>	52
Tabla 4.3. <i>Parámetros de pubescencia de tallo y hojas</i>	58
Tabla 4.4. <i>Listado de técnicas de ensayo para el suelo</i>	63
Tabla 4.5. <i>Listado de técnicas de ensayo para frutos <u>Capsicum spp.</u></i>	67
Tabla 5.1. <i>Cantidad de semillas obtenidas de los frutos <u>Capsicum spp.</u></i>	72
Tabla 5.2. <i>Número de semillas germinadas por tipo de <u>Capsicum spp.</u></i>	72
Tabla 5.3. <i>Características de plántulas <u>Capsicum spp.</u> pre-trasplante</i>	74
Tabla 5.4. <i>Registro de frutos de <u>Capsicum Var. Pendulum I.</u>- Ají Amarillo</i>	88
Tabla 5.5. <i>Registro de frutos de <u>Capsicum Annumm-</u> Ají limo</i>	88
Tabla 5.6. <i>Peso promedio de frutos (Tratamientos vs. Bloques)</i>	88
Tabla 5.7. <i>Resultados del análisis de varianza</i>	88
Tabla 5.8. <i>Producción de frutos por planta <u>Capsicum spp.</u></i>	90
Tabla 5.9. <i>Peso tomado para análisis nutricional del Ají limo</i>	91
Tabla 5.10. <i>Análisis nutricional del <u>Capsicum Annumm I.</u>– Ají limo</i>	92
Tabla 5.11. <i>Peso tomado para análisis nutricional del Ají amarillo</i>	92
Tabla 5.12. <i>Análisis nutricional del <u>Capsicum baccatum var. pendulum I.</u>– Ají amarillo</i>	93
Tabla 5.13. <i>Densidad aparente por cultivo y dosis</i>	94
Tabla 5.14. <i>Parámetros medidos en la evaluación del suelo</i>	95
Tabla 5.15. <i>Resultados de análisis de Calidad Ambiental del Suelo</i>	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. <i>Inadecuada disposición final del lodo residual.....</i>	16
Figura 2.1. <i>Fenología del <u>Capsicum spp.</u>.....</i>	36
Figura 4.1. <i>Etapas de la Investigación.....</i>	42
Figura 4.2. <i>Diagrama de procesos de la Investigación.....</i>	43
Figura 4.3. <i>Mapa satelital de la empresa Oleaginosas Amazónicas – OLAMSA.....</i>	45
Figura 4.4. <i>Pesaje de costales en la balanza electrónica OLAMSA.....</i>	46
Figura 4.5. <i>Trituración manual y pesada de lodo residual compactado.....</i>	47
Figura 4.6. <i>Dimensión de maceta.....</i>	48
Figura 4.7. <i>Plántula retirada con raíz completa.....</i>	56
Figura 4.8. <i>Parámetros de pubescencia de tallo y hojas.....</i>	59
Figura 4.9. <i>Pulgones o afidos en hoja de ají.....</i>	64
Figura 4.10. <i>Volumen de agua por etapa fenológica.....</i>	66
Figura 4.11. <i>Toma de pubescencia del <u>Capsicum spp.</u> en fase cosecha.....</i>	68
Figura 5.1. <i>Generación de lodo residual del proceso de palma aceitera - OLAMSA... </i>	73
Figura 5.2. <i>Pubescencia de las plantas de <u>Capsicum spp.</u>.....</i>	75
Figura 5.3. <i>Desarrollo vegetativo de la planta <u>Capsicum baccatum var. Pendulum l.</u> (Ají Amarillo) al 0% de lodo en peso.....</i>	77
Figura 5.4. <i>Desarrollo vegetativo de la planta <u>Capsicum baccatum var. Pendulum l.</u> (Ají Amarillo) al 25% de lodo en peso.....</i>	78
Figura 5.5. <i>Desarrollo vegetativo de la planta <u>Capsicum baccatum var. Pendulum l.</u> (Ají Amarillo) al 30% de lodo en peso.....</i>	79
Figura 5.6. <i>Desarrollo vegetativo de la planta <u>Capsicum baccatum var. Pendulum l.</u> (Ají Amarillo) al 35% de lodo en peso.....</i>	80
Figura 5.7. <i>Desarrollo vegetativo de la planta <u>Capsicum annumm l.</u> (Ají Limo) al 0% de lodo en peso.....</i>	81
Figura 5.8. <i>Desarrollo vegetativo de la planta <u>Capsicum annumm l.</u> (Ají Limo) al 25% de lodo en peso.....</i>	82
Figura 5.9. <i>Desarrollo vegetativo de la planta <u>Capsicum annumm l.</u> (Ají Limo) al 30% de lodo en peso.....</i>	83

Figura 5.10. <i>Desarrollo vegetativo de la planta <u>Capsicum annumm l.</u> (Ají Limo) al 35% de lodo en peso.....</i>	84
Figura 5.11. <i>Diagrama comparativo de alturas del Ají amarillo.....</i>	85
Figura 5.12. <i>Diagrama comparativo de alturas del Ají Limo.....</i>	85
Figura 5.13. <i>Desarrollo de dimensión de hojas del Ají amarillo y Ají limo.....</i>	86
Figura 5.14. <i>Diagrama comparativo de manchas en tejido epitelial <u>Capsicum baccatum var. pendulum l.</u> – Ají amarillo.....</i>	87
Figura 5.15. <i>Diagrama comparativo de manchas en tejido epitelial <u>Capsicum annumm l.</u> – Ají limo.....</i>	88
Figura 5.16. <i>Producción de frutos <u>Capsicum spp.</u>.....</i>	90
Figura 5.17. <i>Resultados de aceites y grasas del suelo</i>	97
Figura 5.18. <i>Resultados de pH del suelo</i>	97
Figura 5.19. <i>Resultados de Arsénico del suelo</i>	97
Figura 5.20. <i>Resultados de Bario del suelo</i>	98
Figura 5.21. <i>Resultados de Cadmio del suelo</i>	98
Figura 5.22. <i>Resultados de Mercurio del suelo</i>	98
Figura 5.23. <i>Resultados de Plomo del suelo</i>	99

Resumen

La presente investigación se enfocó específicamente en determinar el uso del lodo residual de palma como mejorador del suelo agrícola, proveniente de la empresa Oleaginosas Amazónicas S.A. (OLAMSA), donde la disposición final del lodo residual es inadecuada.

En la presente investigación se hizo uso de porcentajes al 0%, 25%, 30% y 35% de lodo residual de palma con tierra agrícola para cultivos de *Capsicum spp.* (Ají Amarillo y Ají Limo) en maceteros aplicables en un huerto casero ubicado en Lima.

Se determinó que al 30% de lodo de palma aplicado en tierra agrícola, ofreció mejores resultados conforme a la producción de frutos *Capsicum spp.*

Así también en cuanto a la calidad del suelo al 30% de lodo no trae consigo alteraciones negativas de la calidad ambiental, sino una alternativa que es amigable con el medio ambiente, claro ejemplo los valores determinados de densidad aparente.

Determinando ser beneficiosa para la agricultura, y que permitirá reducir el impacto ambiental negativo de las actividades desarrolladas en la industria de la palma aceitera.

Así también resultó presentar mayores desarrollos de cualidades morfo estructurales y valores nutricionales, siendo viable en términos agrícolas la utilización de dicho lodo como mejorador de suelo agrícola.

Palabras Clave: Palma Aceitera, *Capsicum spp.*, Lodo Residual o Torta de Palmiste, Valor Nutricional, Calidad Ambiental de Suelo.

Abstract

The present investigation focused specifically on determining the use of residual palm sludge as an agricultural soil improver, from Oleaginosas Amazónicas S.A. (OLAMSA), where the final disposal of residual sludge is inadequate.

In the present investigation, use was made of percentages at 0%, 25%, 30% and 35% of residual palm sludge with agricultural land for crops of *Capsicum* spp. (Ají Amarillo and Ají Limo) in applicable planters in a home garden located in Lima.

It was determined that 30% of palm mud applied on agricultural land, offered better results according to the production of *Capsicum* spp.

Likewise, in terms of soil quality at 30% of mud, it does not entail negative environmental quality changes, but an alternative that is friendly to the environment, of course, the determined values of apparent density.

Determining to be beneficial for agriculture, and that will reduce the negative environmental impact of the activities developed in the oil palm industry.

This also resulted in greater developments in structural morpho qualities and nutritional values, being viable in agricultural terms the use of said sludge as an agricultural soil improver.

Keywords: Oil Palm, *Capsicum* spp, Residual Mud or Palmiste Cake, Nutritional Value, Environmental Soil Quality.

Introducción

Se conoce que el lodo residual de la palma aceitera es un aspecto ambiental significativo para las empresas dedicadas a esta actividad, ya que la gran mayoría dispone el lodo residual de la palma mediante acumulación sobre los campos de cultivo alterando la calidad del suelo. Así también se conoce que el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) está generando un enorme impacto ambiental a nivel mundial, muy agudizado en países que predominan el cultivo de dicha planta.

Según Juan L. D., Caterina C. y Elisa C. (2012), afirman que “En términos ambientales, la pérdida de bosques asociada a la instalación de monocultivos de palma aceitera tiene, como es evidente, serios impactos en la biodiversidad. La flora y fauna no se restablecen en las plantaciones que reemplazan a los bosques. Hay, además riesgos de contaminación de cuerpos de agua por los agroquímicos y pesticidas utilizados para las operaciones agroindustriales.” (pág. 11)

En algunos casos de disposición final, optan por la incineración, siendo estas alternativas de disposición inadecuadas y no amigables con el medio ambiente, pues se generan gases de combustión que aportan al calentamiento global y al efecto invernadero. En contraste, un número reducido de empresas dedicadas a esta actividad optan por contratar a una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) habilitada por el Ministerio del Ambiente (MINAM), para disponer los lodos residuales de la palma;

sin embargo, esta disposición es costosa debido a las grandes cantidades de lodo residual de la palma generado, lo cual resulta ser económicamente inviable.

Por tales motivos es que nuestra investigación tiene como fin determinar como alternativa para el uso del residuo como un mejorador de suelo, a una dosis optima de residuo de lodo de palma aplicado en tierra agrícola.

En el estudio realizado por Hassang, Kim, Abdullah & Rahman (2009); hicieron uso del residuo de palma aceitera al 45% aplicado al suelo, para cultivos de palma aceitera.

De tal manera en esta investigación se hizo uso de 0%, 25%, 30% y 35% de lodo residual aplicado en tierra agrícola para cultivo de plantas *Capsicum spp.* (Ají amarillo y Ají limo).

El uso de plantas *Capsicum spp.* (Ají amarillo y Ají Limo) para cultivar fue por motivos de tiempo de cosecha, así también por época de producción por ser una planta que se adapta para la siembra en costa central del Perú y también favorece el trasplante en primavera y cosecha en verano. (Molina, 2012)

Por lo que en la presente investigación se determinó la dosis optima del residuo de palma aceitera para uso de mejorador de suelo, comprobado por análisis de descriptores.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la empresa OLAMSA la disposición final de los lodos residuales de palma se realiza en un 30% mediante una EO-RS, un 20% por la incineración; el cual produce la emisión de gases de combustión más conocidos como Gases de Efecto Invernadero (GEI), y un 50% del lodo residual de la palma a disposición directa con suelo agrícola.

Se conoce que el gas emitido por los residuos orgánicos dispuestos directamente al suelo, son óxido nitroso (N_2O); a través de los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación que tienen lugar en el sitio de deposición (emisiones directas), y tras la incineración los GEI por el quemado in situ. (FAO, 2014, pág. 12)

El inadecuado manejo y disposición final de los lodos residuales de palma del proceso de producción de aceites y derivados de la palma aceitera; generan muchos aspectos ambientales con un potencial impactante negativo sobre el medio ambiente. En una de nuestras visitas a la planta extractora de OLAMSA, había acaecido un amago de fuego el día anterior a nuestra llegada, evidenciándose esta en la figura 1.1.



Figura 1.1. Inadecuada disposición final del lodo residual.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Será una mejor alternativa de disposición final, la utilización del lodo residual de la palma, como un potencial mejorador de suelo agrícola?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿El residuo de palma actuará como mejorador de suelo, permitiendo un mayor desarrollo de los cultivos de *Capsicum spp* (Ají Amarillo y Ají Limo)?
- ¿Mejorarán las características físico-mecánicas de los sustratos resultantes, luego de la utilización del lodo?
- ¿Una de las dosis utilizadas de lodo residual, presentará mejores resultados luego del análisis morfológico de las plantas y frutos obtenidos, en referencia a las otras dosis utilizadas?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Demostrar la viabilidad de utilizar el lodo residual de la palma proveniente del proceso productivo de la empresa Oleaginosas Amazónicas S.A. como un mejorador de suelo para el cultivo de ají en huerto casero.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar cultivos con diferentes dosis del lodo residual de la palma (al 0%, 25%, 30% y 35% de lodo en peso) como mejorador de suelo agrícola en los cultivos de *Capsicum spp*. (Ají Limo y Ají Amarillo).

- Determinar las características físico-mecánicas de los sustratos (al 0%, 25%, 30% y 25%) en referencia a la textura y densidad aparente, utilizando el método organoléptico y del cilindro respectivamente.
- Evaluar cuál de las dosis utilizadas presenta mejores resultados en cuando a producción, a través de un análisis morfológico (descriptores) de las plantas y frutos de ají cultivados.

1.4. Limitantes de la investigación

1.4.1. Limitantes teóricas de la investigación

Como limitaciones teóricas se establece que no hay suficiente evidencia científica de los efectos de esta práctica sobre la productividad del cultivo y las características de los suelos que han sido enmendados con este tipo de materia orgánica. Así también la información sobre la interacción del *Capsicum spp.* y el lodo residual del aceite de palma es nula. Sin embargo, algunos resultados de estudios científicos relacionados con otras alternativas de uso del residuo de palma impulsaron a investigar una posible alternativa que conlleve a un beneficio tanto para el suelo agrícola como mejorador y a la productividad de un fruto, de manera conjunta.

Según Camilo A. (2006), afirma: “su utilización en palmas de vivero como suplemento nutricional es aún desconocido, (...). Los resultados indicaron que existen varias alternativas de uso de estos residuos en palmas de vivero Ténera. Sin embargo, aún no se estima estudios como mejorador de suelo en la cosecha de *Capsicum spp.* (pág. 23)

Es importante es este apartado mencionar que se realizaron dos (02) visitas a la planta de la empresa OLAMSA, en busca de información atribuida por los agentes operacionales de la empresa como también agentes de producción de la palma.

1.4.2. Limitantes temporales de la investigación

En cuanto a limitaciones temporales y metodológicas que se presentaron durante el desarrollo de la investigación de esta tesis, fue en primer lugar, el lidiar con la cita para llevar a cabo la entrevista en profundidad con el representante de operaciones de la empresa Oleaginosas Amazónicas S.A., el Ing. Antony Souza Burga.

En cuanto al desarrollo de trasplante de las plántulas, a los 20 días se contó con el inconveniente de la plaga de “mosco blanco” (*Aleyrodidae*) que terminaron por estancar el cultivo en la fase de crecimiento inicial, optando así a un nuevo inicio experimental.

1.4.3. Limitantes espaciales de la investigación

En lo que refiere a limitaciones espaciales se contó con el ambiente de un huerto casero en Lima, y el lodo fue trasladado de la planta extractora de OLAMSA; siendo la distancia un limitante de abastecimiento del lodo y limitante de control por parte de los investigadores.

Así también cabe mencionar que el espacio planteado de la investigación no cuenta con la adaptación climática, altura de lugar de origen, entre otros aspectos; por lo que se especifica que la labora fue en un huerto casero en Lima.

1.5. Justificaciones

1.5.1. Justificación teórica

Se trata de evitar la inadecuada disposición final del lodo residual de la palma proveniente del proceso productivo de OLAMSA, pues actualmente es dispuesto a través de la disposición directa al suelo, así como también a través de una EO-RS y la más perjudicial para el medio físico, biológico y social es la incineración de este lodo.

Se estima brindar una mejor alternativa de disposición final a otras empresas que en la actualidad incineran toda la producción de este lodo orgánico, siendo una fuente importante de generación de CO₂ al entrar en proceso de combustión, además de otros gases de combustión como el NO₂, SO₂ y otros, por lo cual dichos gases aportarían al efecto invernadero y al calentamiento global. (Kiss Köfalusi & Encarnación Aguilar, 2006, págs. 39-51)

1.5.2. Justificación Económica

Se busca que esta investigación resulte atractiva para la agricultura del *Capsicum spp.* (Ají) al encontrar la dosis optima de lodo residual de la palma aceitera, aplicable al suelo que obtenga una mayor producción de frutos.

Ya que el 30% del lodo residual de la planta extractora de OLAMSA es retirado por una EO-RS, siendo así un método de mayor costo para la empresa, pues los costos de por la disposición final de este residuo asciende a más de S/. 14,000.00 por año, considerando que se genera en promedio un total de 3,850.00 toneladas anuales de este lodo, siendo el 30% de este lodo un total de 1,155.00 toneladas.

Los resultados de esta investigación no solo buscan reducir los costos de disposición final, sino también originar ingresos a OLAMSA, ya que este residuo sería valorizable en términos agrícolas, por sus características como mejorador de suelo.

1.5.3. Justificación Ambiental

Esta investigación encuentra alternativas ambientales a través de la utilización del lodo residual de palma como un mejorador de suelo agrícola a fin de aprovechar los residuos generados y reducir los riesgos de contaminación ambiental para la empresa OLEAGINOSAS AMAZONICAS S.A.

Los residuos de la palma del proceso de extracción de aceite de palma y derivados se depositan en el campo no acondicionado y en menor volumen dirigidos a la incineración, de tal manera que al darle un uso se contribuirá a la no quema ni uso de disposición final a suelo agrícola.

1.5.4. Justificación Legal

En la actualidad el Ministerio de Ambiente del Perú, ha mostrado gran interés por la gestión sostenible de los residuos sólidos, en ese contexto, se emitió el Decreto Legislativo N.º 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual introduce un nuevo concepto, la “Valorización” de los residuos sólidos, indicando que constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos, la valorización de los residuos incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras. (Congreso de la Republica, 2016)

Motivados por la normativa mencionada, la presente evaluación experimental de la utilización del lodo residual busca brindar una mejor alternativa en cuanto a la disposición final para este residuo industrial, siendo utilizado como un mejorador de suelo agrícola, en los cultivos de *Capsicum spp.* (Ají).

Así también por la cobertura del cultivo de la palma en la amazonia peruana, el estado peruano profundiza en estudios sobre la falta de adecuación del Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor a las disposiciones establecidas en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N°29763. Ya que mencionada ley indica la capacidad para producción permanente y sostenible de bienes, o potencial para forestación o reforestación, el cual es un tema importante para el cultivo de palma. (García Lopez, Huerta Barrón, & Tipian Mori, 2017)

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Podemos observar en distintos países investigaciones experimentales para utilizar este residuo industrial, claro ejemplo de esto tenemos:

En Nigeria, (Aisueni & Omoti, 2001) realizaron la investigación titulada **“The Role of Compost in Sustainable Oil Palm Production”**, aplicaron compost de racimos vacíos en suelos ácidos y observaron la tendencia de aumento de contenido de fósforo total a través del tiempo. Los mismos autores evaluaron la respuesta de plántulas de vivero y encontraron mayores promedios en peso seco a los 12 meses en vivero en los tratamientos donde se habían aplicado entre 150 y 200 g de compost complementados con 12 g de NPK 20:10:10 por palma y por año.

Asimismo, en Indonesia los autores Darnosarkoro y E.S. en su investigación titulada **“Application of EFB on acidic soil in north Sumatra to increase soil bases and decrease aluminium”**, detallaron un efecto positivo de la aplicación de mejorador de suelos con racimos vacíos, sobre las propiedades fisicoquímicas de un ultisol. El pH aumentó de 5,9 a 6,3; la capacidad de intercambio de Sodio (K) se incrementó siete veces; el fósforo disponible subió de 27,8 a 70,0 ppm, y el aluminio intercambiable disminuyó de 0,95 meq*100g⁻¹. (Darnosarkoro & E.S., 2002)

En Malasia, (Hassan, Kim, Abdullah, & Rahman, 2009) realizaron la investigación titulada **“The effect of EFB-compost application on oil palm under terrace planting.**

Proceedings of Agriculture, Biotechnology & Sustainability Conference”, se realizó un experimento cuya finalidad era determinar la respuesta de la palma de aceite frente a la aplicación de compost de racimos vacíos y efluentes (desechos del proceso productivo de obtención de grasas y derivados) en suelos de lotes con bajos valores de productividad en cultivo establecido. Los autores hallaron resultados positivos de las características del suelo y la proliferación de raíces en las parcelas experimentales donde se había aplicado compost de racimos vacíos y efluentes.

Los resultados fueron que las raíces penetraron a mayores profundidades (hasta 70 cm) en suelos enmendados con compost, gracias a que la capa superficial con contenido de materia orgánica fue tres veces más ancha (15 cm) que la correspondiente en suelos sin compost (5 cm), donde las raíces sólo se encontraron en los primeros 30 cm. La biomasa de raíces consecuentemente fue mayor en los suelos con compost, siendo 111% mayor al compararla con suelos sin compost. Se usó como referencia el 45% del residuo como nivel de aplicación al suelo. El contenido de fósforo disponible en los primeros 15 cm de suelos enmendados con compost fue significativamente mayor con valores de $155,9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ frente a $85,81 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ en los suelos sin compost. En las parcelas experimentales los mejores niveles de productividad se alcanzaron al aplicar 25 kg por palma de compost en combinación con el 100% de la fertilización inorgánica (1,19 kg N y 2,4 kg K_2O por palma al año) después de seis años de medición (Correspondiente al tiempo de cosecha de las palmas de aceite).

Siguiendo los estudios internacionales respecto a determinar alternativas para el residuo de palma, en Indonesia Siahaan y Darnosarkoro (2010) realizaron el estudio

titulado **“La Industria del aceite de Palma en Indonesia: Una travesía de diez y seis décadas”**, determinaron la baja productividad de los cultivos de palma de aceite como el principal problema de la industria en el país en mención, especialmente en los cultivos pequeños, que representan cerca del 45% del área sembrada en el país. La brecha entre el potencial genético de las variedades de palma mejoradas según los ensayos realizados y la producción real en los cultivos sigue siendo demasiado grande, de 8-9 toneladas de aceite/ha/año, comparado con una productividad promedio a nivel nacional de 3,5 toneladas aceite/ha/año.

Esta brecha tiene que ver con la utilización de materiales de siembra ilegítimos, malas prácticas agronómicas y la siembra de palmas en terrenos no apropiados. Como en la mayoría de las industrias agrícolas, la utilización de material de siembra de palma de aceite de alta productividad es muy importante, porque al ser un cultivo de largo plazo las palmas solo se renovarían dentro de 25 años, y el uso de semillas ilegítimas puede reducir la productividad de aceite en hasta un 50%. (Siahaan & Darnosarkoro, 2010)

En Colombia, se realizó una investigación titulada **“Respuestas de Las Palmas de Vivero a la Aplicación de Residuos de la Planta Extractora”**, la que afirma que la utilización de los residuos del proceso de extracción de aceite de palma en campo tiene varias alternativas de utilización de los residuos en el vivero. Así, el efluente líquido (bioabono) proveniente de las lagunas de oxidación, puede aplicarse en forma de riego en dosis de 1.000 cm³ palma⁻¹ y el lodo seco proveniente de lechos de secado, puede aplicarse en forma de corona en el plato de la bolsa en dosis de 250 g palma⁻¹. El primero generó un mayor crecimiento en altura de la palma, mayor engrosamiento del bulbo basal

y mayor área foliar con respecto a las palmas tratadas con fertilización normal del vivero; el segundo produjo mayor peso seco de la planta y mayor distribución de materia seca en la parte aérea. La mezcla de suelo y lodo seco en las proporciones evaluadas no forjó efectos positivos sobre el crecimiento y desarrollo de la palma y por el contrario trajo consigo problemas de ahogamiento de las raíces, manifestación de síntomas de deficiencias nutricionales y la reducción en crecimiento y desarrollo de las palmas. (Cortés G. C. , Cayón S., Aguirre, & Chaves C., 2006)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En el Perú, la situación de la palmicultura es emergente, las mayores áreas de palma se encuentran en las regiones San Martín y Ucayali, motivo por el cual se desarrollan investigaciones para encontrar alternativas contra el residuo de palma aceitera. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015)

En la tabla 2.1 se presenta la distribución a nivel nacional del cultivo de palma aceitera en hectáreas.

Tabla 2.1
Distribución nacional de cultivo de palma aceitera

	Hectáreas (Ha)	%
Selva Peruana	77'535,384	100.00 %
Área Potencial –Según PNP	1'135,000	1.46 %
Área Sembrado Real	57,752	0.07 %

Así mismo en Ucayali se determinó el potencial energético de la biomasa residual obtenida de la extracción del aceite de palma. La población estuvo conformada por las plantas procesadoras de palma aceitera, en los distritos de Coronel Portillo y Padre Abad, ubicadas desde el km 12 hasta el km 178 de la C.F.B. Para determinar el Potencial Energético se utilizaron fórmulas matemáticas. Los resultados señalan que el 41% de una tonelada de Racimo de fruto fresco es residuo sólido: 18 044.64 tn/añual para Coronel Portillo y 42 361.81 tn/añual para Padre Abad; en cuanto a los valores de poder calorífico se obtuvo que el escobajo tiene 382 kcal, Fibra 421 kcal y Cuesco 443 kcal; la fibra y el cuesco son aptos para el aprovechamiento como combustible y el escobajo no se toma en cuenta por su alto % de Humedad, en Ucayali se podría generar un potencial energético de 303.88 TJ al año que equivale a una potencia de 20.21 MW utilizando residuos sólidos de palma aceitera, que cubriría un 37% la demanda energética de la ciudad de Pucallpa; todo esto aprovechando la biomasa residual de palma aceitera. (Zevallos Ríos, 2015)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Subproductos del proceso de obtención de aceite de palma

Con lo mencionado anteriormente con respecto a las limitaciones teóricas, se cuenta con información escasa o nula del uso del residuo de palma aceitera como un mejorador de suelo agrícola aplicado en *Capsicum spp.*, sin embargo, estudios como el del investigador Van Dam, J. (2016), con su artículo titulado “**Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa**”, menciona: “En el procesamiento de los

frutos de palma de aceite hasta convertirlos en productos oleosos vegetales (aceite de palma crudo y palmiste), se pueden distinguir varios pasos en los que también se generan grandes cantidades de subproductos, (...). En este artículo no consideraremos el efluente de la planta de beneficio (pome), pues las posibilidades de desarrollar productos de valor agregado o comercializables, además del biogás y la recuperación de nutrientes, son limitadas.” (pág. 150)

En la tabla 2.2. se puede observar la lista de productos y subproductos de la palma de aceite a nivel campo y de planta de beneficio, cabe resaltar que se busca nuevas propuestas ante el residuo de torta de palmiste.

Tabla 2.2

Lista de productos y subproductos de la palma de aceitera

Producto	Lugar	Tonelada (por tonelada de aceite crudo)	Millones de toneladas a nivel mundial)
Aceite de palma crudo	Planta de beneficio	1	50
Aceite de palmiste	Planta de beneficio	0,10-0,15	5,0
Hojas de palma de aceite	Campo	1,65-2,0	85-100
Raíces, cada 20 a 30 años	Campo	0,87	44
Estípites, cada 20 a 30 años	Campo	0,4-0,67	20-35
Racimos de fruto vacíos	Planta de beneficio	0,32-0,42	16-21
Fibra	Planta de beneficio	0,32-0,5	16-25
Cuesco	Planta de beneficio	0,13-0,4	7-20
Efluente de planta de beneficio	Planta de beneficio	0,35-1,0	18-50
Torta de palmiste	Planta de beneficio	0,06	3

Fuente: (Van Dam, 2016)

Así también menciona que la mayoría de las fibras provenientes del aceite de palma se consumen en calderas para proporcionar energía para la operación de la planta de beneficio. Se producen aproximadamente 20 millones de toneladas al año en el mundo. En Colombia hay 400.000 toneladas de fibra de mesocarpio proveniente del aceite de palma (cerca de 2 % de la producción mundial del aceite de palma), que son de valor agregado cuando se ofrecen como combustible alternativo para calderas. (Van Dam, 2016, pág. 153)

Sin embargo, en algunas empresas consideran el desarrollo de este proceso, un gasto económico considerable por lo que buscan otras alternativas de disposición final, sin ser ajenos a la normativa ambiental actual.

2.2.2. Mejorador y Acondicionador de suelo

Siendo nuestro objetivo general la demostración de la viabilidad de usar este residuo orgánico como un mejorador de suelo; es así como según estudios relacionados, causó efectos sobre sus propiedades tanto físicas como químicas del suelo, siendo estas las que demostrarán la viabilidad de este sustrato.

Para Sandoval Blanco (2006) es así como suele mencionarse como un acondicionador y mejorador de suelo, sin desestimar las concentraciones aproximadas de los componentes básicos del recurso suelo, comprendidas en un 45% fase sólida (integrada por partículas de diferentes tamaños de minerales), 25% fase líquida, 25% fase gaseosa y un 5% en materia orgánica. (pág. 11)

En la tabla 2.3. se puede representar los efectos que causan un mejorador de suelo.

Tabla 2.3*Efectos en el suelo ante un mejorador orgánico*

Efectos Físicos	Efectos Químicos	Efectos Biológicos
<ul style="list-style-type: none">• Incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo. Capaz de retener una cantidad de agua equivalente a 20 veces su peso.• Mejora la porosidad del suelo, lo cual facilita la circulación del agua y del aire a través del perfil del suelo.• Estimula el desarrollo radicular de las plantas. A mayor contenido de materia orgánica mayor desarrollo radicular.• Mejora la estructura del suelo, dándole una mayor resistencia contra la erosión y una mejor permeabilidad, aireación y capacidad para almacenar y suministrar agua a las plantas.• Da color oscuro al suelo aumentando la temperatura y las reacciones bioquímicas que allí se desarrollan.	<ul style="list-style-type: none">• Incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo (C.I.C.) que se refleja en una mayor capacidad para retener y aportar nutrientes a las plantas elevando su estado nutricional.• Contribuye a incrementar la fertilidad del suelo mediante la liberación de varios nutrientes esenciales para las plantas entre los cuales destacan el Nitrógeno, el Fosforo, El Azufre y algunos elementos menores, como el Cobre y el Boro.• Incrementa la capacidad buffer o amortiguadora del suelo, es decir, su habilidad para resistir cambios bruscos en el pH cuando se adicionan sustancias o productos que dejan residuo ácido o alcalino.	<ul style="list-style-type: none">• Incrementa la actividad biológica del suelo al mejorar su componente biótico.• Aumenta la carga microbial que se encarga de la mineralización de los compuestos orgánicos y de la liberación de los nutrientes para las plantas.• Es fuente de Energía para la gran mayoría de los microorganismos del suelo.

Fuente: (Blanco Sandoval, 2006, pág. 11)

2.3. Conceptual

El nuevo constructo que se determinó fue la viabilidad de utilizar lodo residual del proceso de la palma aceitera, como un mejorador de suelo agrícola para el cultivo de *Capsicum spp.* (Ají) en un huerto casero, y con ello se logró encontrar una nueva alternativa de disposición final de este residuo, siendo esta amigable con el medio ambiente.

Para brindar el sustento de dicha viabilidad, se utilizó el análisis morfológico (descriptores) de las plantas y frutos de ají cultivados, así como también el análisis nutricional del ají, con lo cual se pudo identificar que las muestras con una determinada dosis de lodo residual presentaron un mayor rendimiento productivo, que la muestra cultivada sin la utilización del lodo residual.

Como fundamento científico nos basamos en lo indicado por Camilo A. (2006) en su investigación titulada: **Respuestas de palmas de vivero a la aplicación de residuos de la planta extractora**, donde este afirma que en la utilización de este lodo residual del proceso de la palma aceitera, como mejorador de suelo para cultivos de palma aceitera, obtuvo como primer resultado un mayor crecimiento en la altura de la palma, mayor engrosamiento del bulbo basal y mayor área foliar, con respecto a las palmas tratadas con fertilización normal del vivero (pág. 27).

La información brindada se muestra como base para futuras investigaciones, sobre la aplicación del lodo residual de palma aceitera, como mejorador de suelo agrícola, para diferentes cultivos.

2.4. Definición de términos básicos

2.4.1. Palma aceitera

La palma aceitera es uno de los negocios más rentables de la selva peruana. Según un estudio del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), el volumen nacional de producción de racimo de frutas frescas de palma aceitera aumentó de 236,000 toneladas métricas en 2006 hasta 618,000 en 2014, derivando en US\$ 56 millones en exportaciones ese mismo año.

El fruto de la palma aceitera se recolecta para producir, principalmente, aceite de palma (el segundo más usado en el mundo) y el biodiesel. Sus principales compradores son Colombia, Holanda, República Dominicana y España (aceite de palma en bruto); y Chile, Brasil, Colombia y Bolivia (aceite refinado).

El biodiesel es, en teoría, más amigable al medio ambiente. Sin embargo, la deforestación necesaria para plantar la palma genera la emisión de gases de efecto invernadero, nocivos para el planeta.

Y es que no solo la deforestación perjudica al medio ambiente. El mismo cultivo de la palma y su aceite, desestabilizan el ecosistema. Sumado a los fertilizantes, humaredas industriales y maltrato al suelo, generan una sequía excesiva en la tierra una vez finalizado el cultivo.

En Perú, el 77% de las 77,500 ha de palma aceitera se encuentra en Ucayali y San Martín, donde la mayoría de los productores se han instalado. (BLOG GESTIÓN, 2016)

2.4.2. *Capsicum spp.*

El género *Capsicum spp.* pertenece a la familia Solanaceae e incluye diferentes variantes de ajíes que se reconocen fácilmente por su tamaño, forma, color y grado de pungencia (sensación “picante”, “ardiente” o “irritante” al gusto).

Siendo los ajíes uno de los cultivos más apreciados en Perú y en el mundo, conformado por 33 especies y 10 variedades o variantes de ajíes; todas originarias del continente americano, de las cuales cinco de las especies han sido domesticadas: Ají Limo (*C. annum l.*), Ají amarillo (*C. baccatum l.*), Chile habanero (*C. chinense l.*), chile tabasco (*C. frutescens L.*), Rocoto, locoto o chile manzano (*C. pubescens ruiz & pav.*). (Castañón Nájera, Pérez Castañeda, Ramírez Meraz, & Mayek Pérez, 2014, págs. 2-3)

Aunque se lo conoce con diversos nombres: ají, uchu, chile o pimiento, lo cierto es que el género *Capsicum spp.* se originó en el Alto Perú, zona que incluye la cuenca del lago Titicaca y lo que hoy es Bolivia; en ello coinciden diversos paleobotánicos, científicos que estudian las plantas que vivieron en el pasado. Desde esta zona, y gracias a las corrientes de los ríos y a las aves migratorias, el ají empezó su recorrido, que lo llevaría a poblar y conquistar el resto de América del Sur y Central, y después el mundo entero. ((APEGA), (UNALM), (INIA), & (USMP), 2009)

El Perú es probablemente el país con más diversidad nativa de *Capsicum spp.* cultivado en el mundo, ya que en los mercados locales no es raro encontrar variedades de las cinco especies domesticadas; correspondiente a cuatro ajíes y el rocoto, mientras

que en otros países comúnmente se encuentran variedades de dos o tres especies cultivadas.

El descubrimiento de América propicio la salida del Ají a Europa y Asia. Llegó a España en 1493, a Italia en 1535 y a Alemania en 1542, año en que a la India llegaron 3 variedades. Luego se extendió a Hungría, Grecia, Turquía, Los Balcanes y Portugal, desde donde fue introducido por vía marítima al África, Asia Menor, China y Japón. (ONG & Cabieses, 2012)

2.4.3. Descriptores del *Capsicum spp.*

Cada una de las accesiones se caracterizó con base en los descriptores *para Capsicum spp.* propuestos por el International **Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) (1983)**; siendo los descriptores los que medirán las características mínimas necesarias para poder determinar las características cualitativas y cuantitativas del *Capsicum spp.* (Ají), de manera común y estandarizada para la descripción de las poblaciones recolectadas de ají, así como para la captura eficiente de la información generada en un sistema de bases de datos.

Se realizó un análisis de Componentes principales, para generar variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original, de esta manera se realizó las variables cuantitativas como: altura de la planta, peso por fruto y número de frutos. (Palacios Castro & A., 2007)

Respetando los estados fenológicos de la planta *Capsicum spp.* para cuantificar los valores de los descriptores. Siendo los estados fenológicos del cultivo de *Capsicum spp.* los que se aprecian en la tabla 2. 4.

Así también en la Figura 2.1., la cual muestra las etapas y estadios fenológicos del *Capsicum spp.*

Tabla 2.4
Estados fenológicos del Capsicum spp.

Estados Fenológicos	Fases	Descripción
Germinación y Emergencia	Fase de Crecimiento Inicial	8-10 días aprox. Para emergencia de plántulas.
Desarrollo Vegetativo		Crecimiento de la Plántula con 6-8 hojas (30 a 45 días después de la siembra)
	Fase de Crecimiento rápido	Crecimiento vegetativo rápido
Diferenciación Flores-Floración		Después de los 65-75 días de la Emergencia (Se produce abundantes flores terminales)
Fructificación	Fase de Crecimiento vegetativo	Los pétalos de las flores empiezan a caer para formarse el ají en su interior
Maduración del Fruto		Su tiempo de cosecha será en un aproximado de 120-130 días promedio

Fuente: (Raborg, 2015)

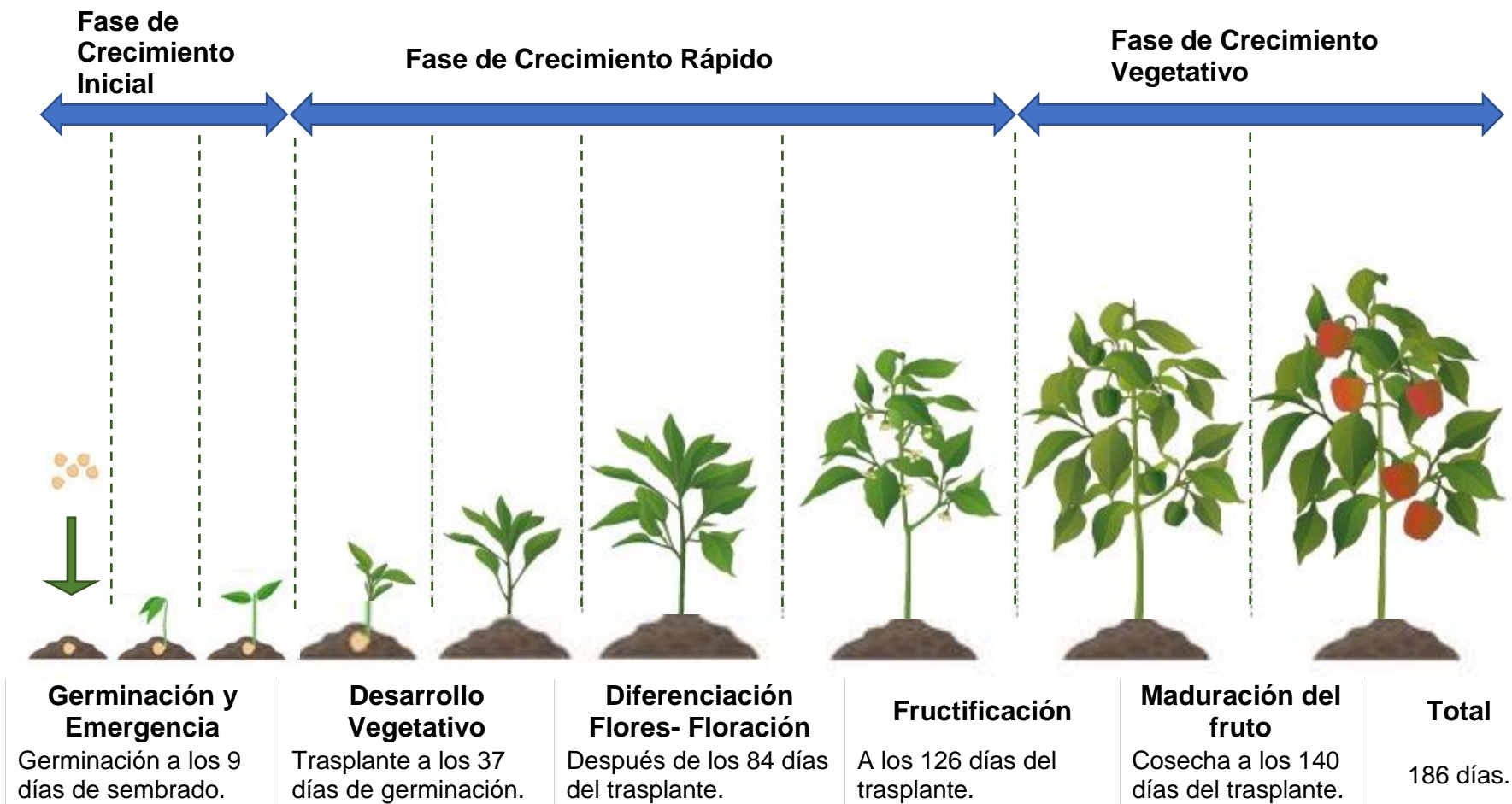


Figura 2.1. Fenología del *Capsicum* spp., observado en las dos variaciones.

2.4.4. Lodo Residual o Torta de Palmiste

Es un subproducto semisólido generado durante el proceso de clarificación del aceite en plantas de extracción de aceite de palma.

Camilo A. (2006) afirma que, al tratarse de un lodo residual en estado semisólido, facilita que los lodos sean mezclados con sustratos y/o materiales, tales como desechos orgánicos de jardines para la producción del vivero o huerto casero. (pág. 24)

2.4.5. Fertilizar

Acción o proceso cuya finalidad es hacer que la tierra sea fértil o productiva. Aplicación de fertilizante, ya sea sintético o natural. (Román , Martínez, & Pantoja, 2013)

2.4.6. Valor Nutricional

Este representa el contenido energético de los alimentos, se determinó el valor nutricional de los frutos obtenidos de la muestra experimental con el fin de enfatizar las diferencias de valor nutricional de las dosis principales analizadas (dosis en blanco y dosis óptima). Cabe resaltar que los datos obtenidos de laboratorio fueron llevados a tabla conjunto con los datos obtenidos de fuentes establecidas a nivel general.

Se basó en la información generada por el Ministerio de Salud (2009) para comparación de los niveles nutricionales. (Reyes García, Gómez-Sánchez Prieto, Espinoza Barrientos, Bravo Rebatta, & Ganoza Morán, TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS , 2009, pág. 20)

2.4.7. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de suelo

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Los estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia.

Los ECA para Suelo constituyen una referencia obligatoria para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, y son aplicables para aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios. (Ambiente-MINAM, 2017)

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

“El lodo residual de la palma tiene potencial para ser un mejorador de suelo agrícola, lo cual nos brindara una mejor alternativa de disposición final de este residuo”.

3.1.2. Hipótesis específicas

- “La aplicación de lodo residual de palma en los cultivos de *Capsicum spp.* (Ají Limo y Ají Amarillo), tiene como resultado una mayor producción de frutos en las masetas con lodo, en comparación de los cultivos sin lodo”.
- “Luego de la determinación de la textura y densidad aparente de los sustratos, las muestras con lodo presentarán mejores características para el desarrollo agrícola”
- “Con los resultados obtenidos del análisis morfológico de las plantas y frutos, de una de las dosis de lodo residual presentará mejores resultados en comparación de las otras dosis utilizadas”.

3.2. Definición conceptual de variables

3.2.1. Variable independiente: Dosis de lodo residual de la palma aceitera

Definición conceptual: Residuo del proceso de extracción de aceite y derivados de palma, aplicado en diferentes porcentajes a tierra agrícola.

Definición operacional: Dosis con efecto positivo para la producción de *Capsicum spp.*

3.2.2. Variables dependientes: Producción de frutos *Capsicum spp.*

Definición conceptual: Generación de frutos *Capsicum spp.*

Definición operacional: La cantidad de frutos *Capsicum spp.* obtenidos por planta. El indicador será el peso frutos por planta.

3.3. Operacionalización de variables

Refiere en el análisis de la relación entre cada variable con sus respectivos indicadores, con el fin de comprobar la hipótesis.

Variable Independiente (X): Dosis del lodo residual de la palma aceitera

- Dosis N°1 en Blanco X₁ : sin lodo residual de palma
- Dosis N°2 X₂: 25% de lodo residual de palma
- Dosis N°3 X₃ : 30 % de lodo residual de palma
- Dosis N°4 X₄ : 35% de lodo residual de palma

Variable Dependiente (Y): Producción de frutos: peso de ajíes por planta.

- Peso de Ajíes (g/planta) Y₁

Tabla 3.1
Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente (X) Dosis de Lodo Residual	Dosis X ₁	Representado por la dosis aplicada en tierra agrícola para producción de <i>Capsicum spp.</i> : Dosis N°1 sin lodo de palma.
	Dosis X ₂	Dosis N°2 al 25% lodo de palma en peso.
	Dosis X ₃	Dosis N°3 al 30% lodo de palma en peso.
	Dosis X ₄	Dosis N°4 al 35% lodo de palma en peso.
Variable Dependiente (Y) Producción de frutos	Peso de frutos por planta Y ₁	Peso de frutos <i>Capsicum spp.</i> (gramos/planta)

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es experimental de tipo explicativa (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010) Afirma: “Las investigaciones experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (pág. 122).

El tipo de diseño de investigación que se empleo fue un diseño correlacional, con la finalidad de describir las variables y la relación entre ellos. Se consideró un grupo de control (Dosis en blanco sin porcentaje de lodo residual de palma), pruebas al 25%, 30% y al 35% de lodo residual en peso para la manipulación de variables.

La presente investigación ha sido desarrollada en dos etapas, las cuales cuentan con actividades presentadas a continuación en la Figura 4.1. y 4.2.

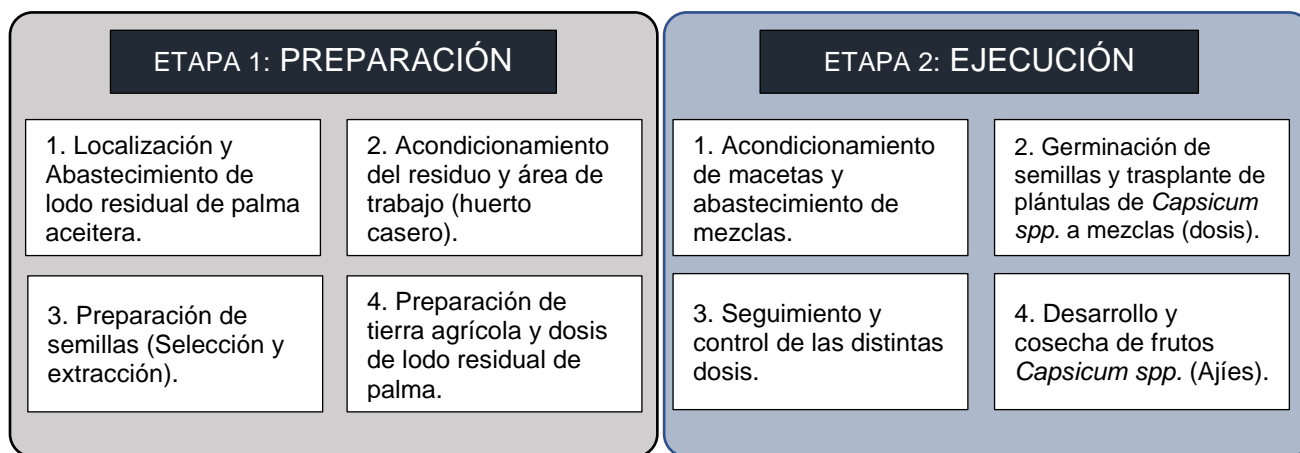


Figura 4.1. Etapas de la Investigación, generación de 2 etapas para la investigación.

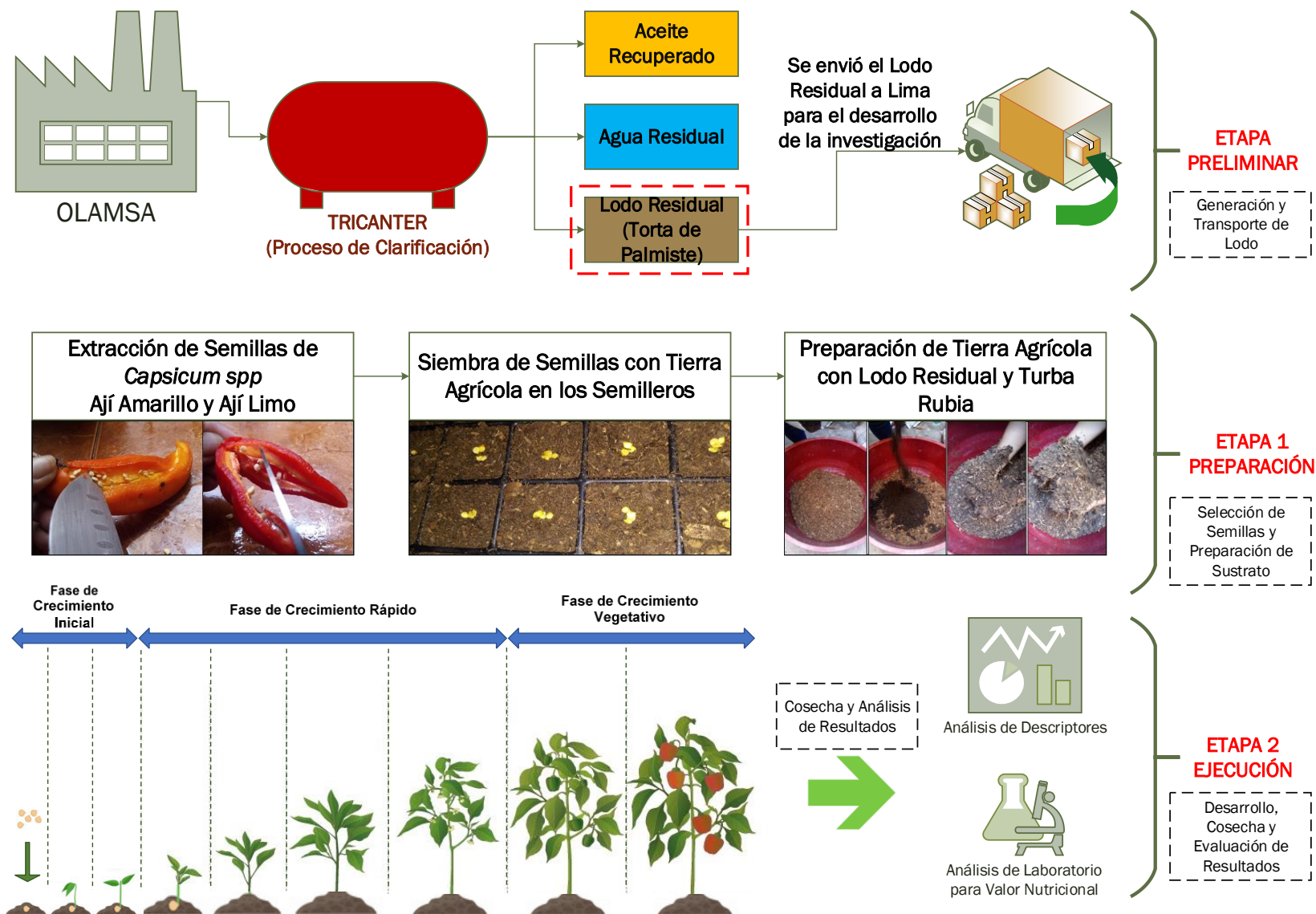


Figura 4.2. Diagrama de procesos de la Investigación.

4.2. Método de investigación

El método utilizado en la presente investigación es cuantitativo, pues se hace uso de las bondades de un enfoque cuantitativo al identificar y describir los fenómenos usando estadística demostrativa.

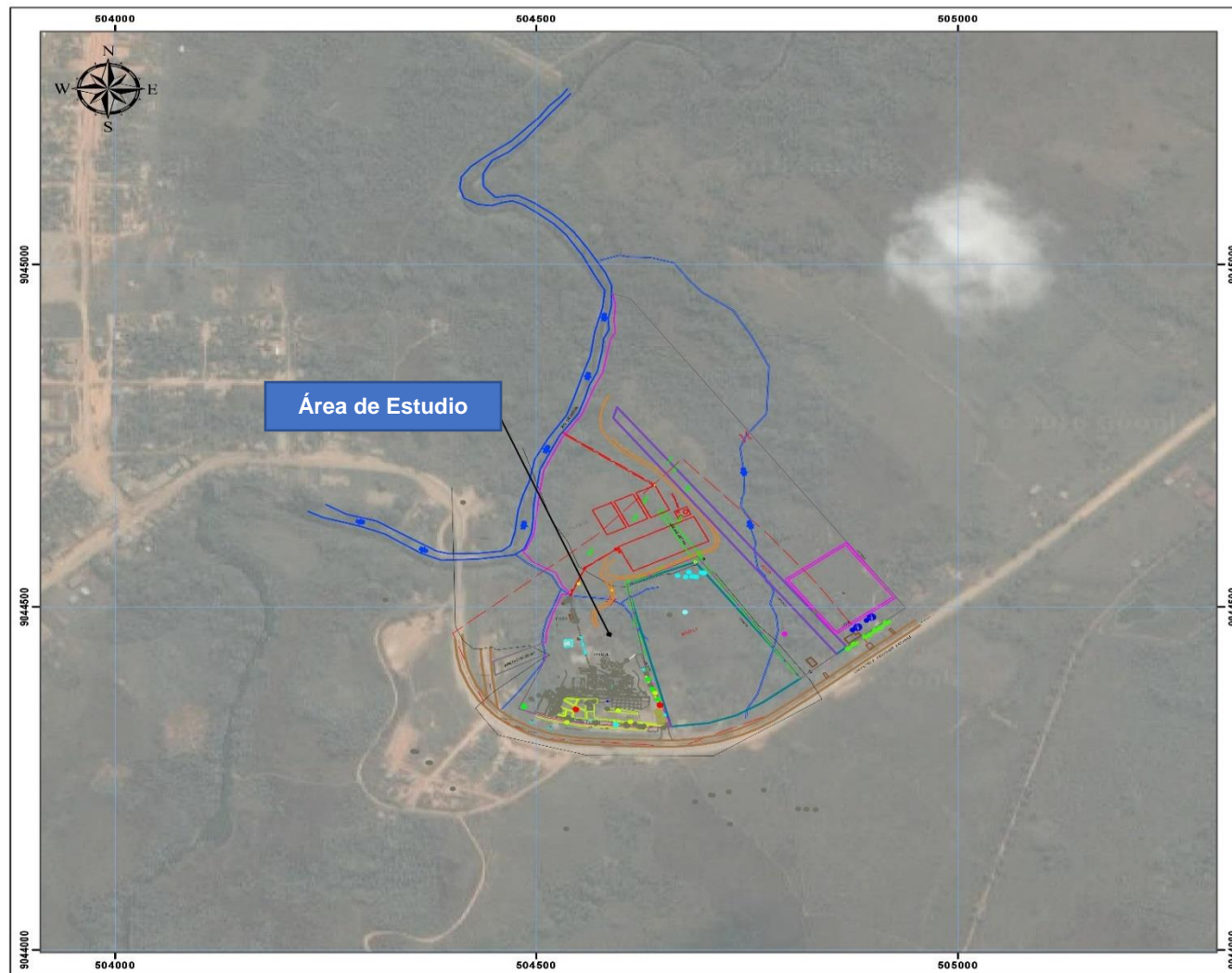
Posteriormente, se establece un marco teórico que involucre los procesos descritos y ayude a profundizar su análisis. En efecto, en el método inductivo, según Esterberg, “el investigador comienza examinando los hechos en sí y en el proceso desarrolla una teoría coherente para representar lo que observa”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, pág. 8)

FASE 1: PREPARACIÓN

4.2.1. Localización y Abastecimiento de lodo residual de palma aceitera

El lodo residual empleado en la investigación fue de la planta extractora de OLAMSA localizada en Pucallpa, como se detalla en la Figura 4.3.

El lodo residual de palma fue transportado vía terrestre hacia Lima, donde se acondiciono un ambiente de 20 m² aproximadamente para el ambiente de un huerto casero.



OLAMSA OLEAGINOSAS AMAZÓNICAS S.A. - OLAMSA		
Programa de Adecuación y Manejo Ambiental		
Título: MAPA DE UBICACIÓN		Mapa: 01
Distrito: Compo Verde	Provincia: Coronel Portillo	Departamento: Ucayali
Escala: 1 / 5 000	Proyección: UTM Zona: 18 Datum: WGS84	Revisado por: Ing. Francisco Oroya CIP: 120289
FCISA INGENIERÍA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.	Elaborado por: G.G.P.	Fecha: Octubre 2016
Fuente: Carta Nacional de Santa Rosa 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI, Infraestructura Vial - MTC		

Figura 4.3. Mapa satelital de la empresa Oleaginosas Amazónicas S.A. – OLAMSA; generado por FC. Ingeniería y Servicios Generales S.A.C. (2015).

Durante las visitas a OLAMSA, se observó que el área Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA) viene trabajando con propuestas para una mejora en disposición final del lodo residual de palma conjunto con los encargados de las diferentes áreas que involucran al proceso de dicho residuo. De esta manera al entablar un vínculo de mejora continua para beneficio mutuo, se le planteo el proyecto de investigación. (Ver Anexo 2 – Fotografía 3)

El abastecimiento de lodo residual fue en sacos, siendo un peso total de 90.9 kg, pesados en la balanza electrónica de la planta extractora, como se puede detallar en la Figura 4.4.



Figura 4.4. Pesaje de costales en la balanza electrónica OLAMSA.

Los pesos por sacos de lodo residual de palma fueron en el primer saco 48.2 kg y en el segundo 42.70 kg, dando un total de 90.90 kg. Así también se realizó el pesado una vez los costales instalados en el área destinada a un huerto casero en Lima. (Ver Anexo 2 – Fotografía 7)

4.2.2. Acondicionamiento del residuo y área de trabajo

Los sacos trasladados se descargaron en Lima y se realizó lo siguiente:

- Trituración al estar compactada por el envío de Pucallpa hacia Lima.
- Nuevamente pesado para distribución de masas a los porcentajes de lodo al 25%, 30% y 35%.

Así como se evidencia en la Figura 4.5. (Ver Anexo 2 – Fotografía 8)



Figura 4.5. Trituración manual y pesada de lodo residual compactado.

Se determinó que la disminución del pesaje de los sacos de lodo residual transportados se dio por pérdida de líquidos oleosos; motivo causal fue el compactado del traslado, perdiéndose humedad de un porcentaje de 16.61%.

Posteriormente se procedió a airear el residuo en costales al piso de tal manera que presente una consistencia maleable para proceder al mezclado con los sustratos para el sembrío de las plántulas generadas por los semilleros de *Capsicum spp.*

El área de trabajo que se uso fue como anteriormente se ha detallado, un área de 20 m² aproximadamente, así también el uso de 16 maceteros de las dimensiones detalladas en la Figura 4.6., ordenadas con las separaciones adecuadas para evitar contactos entres maceteros de diferentes dosis. (Ver Anexo N°3 – Esquema espacial de huerto casero).



Figura 4.6. Dimensión de la maceta.

4.2.3. Preparación de semillas

4.2.3.1. Extracción de semillas *Capsicum spp.* y secado

Se estimó mejores resultados a partir de la extracción de semillas del fruto, considerando como características del fruto deseado; frutos de mayor tamaño, mejor apariencia visual y textura sobre todo firme al tacto. (Lau, 2016) (Ver Anexo 2 – Fotografía 9).

Bajo las características y las especificaciones detalladas se hizo uso de 2 frutos de Ají amarillo y 3 frutos de Ají limo. Tanto para semillas de *Capsicum baccatum var. pendulum*

I. (Ají Amarillo) y *Capsicum annumm L.* (Ají Limo) se realizó el mismo procedimiento de extracción de semillas.

Es así como se manejó fases de obtención de semillas *Capsicum spp.* que se puede evidenciar en la tabla 4.1.


Tabla 4.1
Fases de obtención de semillas Capsicum spp.

Fases	Procedimiento	Características del <i>Capsicum spp.</i>
Fase I: Selección de frutos para producción de semillas	Se eligió frutos de <i>Capsicum spp.</i> vigorosos. Los frutos seleccionados contaban con las características que se desea multiplicar (buena forma, color y consistencia). Los frutos no contaban con signos de sintomatología de enfermedades o plagas (se descarta manchados, blandos o arrugados).	1. <i>Capsicum baccatum var. pendulum I.</i> – Ají Amarillo: pequeños < 6 cm, largos > 8 cm. Ancho: 2 - 3,5 cm 2. <i>Capsicum annumm I.</i> – Ají Limo: pequeños < 5 cm, largos > 6 cm. Ancho: 3 – 4, cm.

Fase II:
Extracción de semillas *Capsicum sp.*
Las semillas extraídas que presentaron color u olor marrón se descartaron.
Para la extracción de semillas se hizo uso de herramientas punzocortantes y guantes quirúrgicos.



Ají Amarillo: Anaranjado, superficie lisa con relieves mínimos y textura firme.

Fases	Procedimiento	Características del <i>Capsicum spp.</i>
<p>Fase III: Limpieza y Secado de Semillas</p>	<p>Una vez extraídas las semillas se aseguró que no cuenten con restos del fruto. Se procede al secado a Temperatura ambiente de las semillas, en recipientes secos y limpios. La posición de los recipientes contó con la ventilación necesaria para evitar la formación de hongos.</p>	 <p>Ají Limo: Rojo, liso sin protuberancias y de textura firme.</p>

4.2.3.2. Siembra de semillas Capsicum spp. en semilleros con tierra agrícola

Para la generación de semillas se consideró la medida de pH de la tierra agrícola a usar, considerando que el *Capsicum spp.* se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 6.5 - 7; por abajo o arriba de los valores indicados no es recomendable su siembra porque afecta la disponibilidad de los nutrientes. (Ver Anexo 2 – Fotografía 11).

Para el análisis de pH se hizo uso de:

- Tirillas de prueba pH PANPEHA.
- Guantes quirúrgicos a medida.
- Vaso precipitado de 150 ml.
- Agua destilada de 250 ml.

Paso siguiente de tomar la muestra de tierra (un puñado de tierra), se procedió a mezclar con agua destilada en un vaso de precipitado, se esperó un lapso de 1 minuto y se insertó la tirilla de prueba de pH PANPEHA, obteniéndose pH del suelo a 7.0.

Posteriormente se hizo el sembrío de las semillas con el uso de 02 semilleros que cuentan con 72 cavidades cada uno, de esta manera tras 07 días de Secado de las semillas *Capsicum spp.*, se procedió al sembrado con tierra de jardín.

Se optó por sembrar 2 a 3 semillas de cada tipo en cada orificio con el objetivo de alcanzar las muestras necesarias para el trasplante de plantas hacia maceteros.

Se sembró por cada tipo de *Capsicum spp.*;

a) 72 casilleros de Ají Amarillo: se sembró 150 semillas en total.

b) 72 casilleros de Ají Limo: se sembró 150 semillas en total.

Se consideró para el sembrado de semillas las características de estar debidamente en condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, a fin de obtener la mejor emergencia durante sus primeros estados de desarrollo, hasta el trasplante a los maceteros.

Es así como el riego realizado a los semilleros fue por pulverizador de riego en forma de lluvia de 2 a 3 veces al día; ya que de esta manera se evitó el ataque de hongos del suelo que producen el llamado mal de “salcocho” o “*damiping-off*”. (Cornejo, 2011), considerando el suelo en forma de camilla para la semilla y sin compactarlas. (Ver Anexo 2 – Fotografía 12).

4.2.4. Preparación de tierra agrícola y dosis de lodo residual de palma

Primero se midió el pH del lodo residual de palma, garantizando el resultado no presente complicaciones para el desarrollo de las plántulas al trasplantar; obteniéndose

un pH de 7.0, corroborada por estudio titulado: OLEAGINOSAS AMAZONICAS S.A. “PLANTA KM 59.8”. (Maldonado, 2016)

El *Capsicum spp.* Requiere de un suelo liviano y nutrido, siendo así el peso de los sustratos las demostradas en la tabla 4.2.

4.2.4.1. Sphagnum – “Turba rubia”

Cabe mencionar que se hizo uso de *Sphagnum* (turba rubia), por sus beneficios en porosidad y garantizar el desarrollo de las raíces de las plantas *Capsicum spp.*

Según Erwin Domínguez (2017), indica que: “El sustrato en horticultura cumple la función de sostener la planta a través de su sistema radicular”.

Las fibras largas proporcionan un gran volumen de aire, esto es beneficioso para las plantas con el fin que las raíces no se pudran”. (pág. 4)

Tabla 4.2
Peso de sustratos por macetero y dosis

Dosis	Tipo de <i>Capsicum spp.</i>	Cantidad de macetas	Lodo Residual de Palma	Tierra Agrícola	Turba rubia	Total por maceta
Dosis 1 (0% Lodo)	Ají Amarillo	2 unid.	0 kg	18.8 kg	4.70 kg	23.50 kg
	Ají Limo	2 unid.	0 kg	18.8 kg	4.70 kg	23.50 kg
Dosis 2 (25% Lodo)	Ají Amarillo	2 unid.	5.90 kg	12.90 kg	4.70 kg	23.50 kg
	Ají Limo	2 unid.	5.90 kg	12.90 kg	4.70 kg	23.50 kg
Dosis 3 (30% Lodo)	Ají Amarillo	2 unid.	7.10 kg	11.70 kg	4.70 kg	23.50 kg
	Ají Limo	2 unid.	7.10 kg	11.70 kg	4.70 kg	23.50 kg

Dosis	Tipo de <i>Capsicum spp.</i>	Cantidad de macetas	Lodo Residual de Palma	Tierra Agrícola	Turba rubia	Total por maceta
Dosis 4 (35% Lodo)	Ají Amarillo	2 unid.	8.20 kg	10.60 kg	4.70 kg	23.50 kg
	Ají Limo	2 unid.	8.20 kg	10.60 kg	4.70 kg	23.50 kg
TOTAL DE SUSTRATOS		16 macetas	84.80 kg	216.00 kg	75.20 kg	

Se preparó la tierra con diferentes porcentajes de sustrato, entre ellas tierra agrícola y turba rubia para mantener la humedad necesaria. Siendo la cantidad total adicionada a cada maceta en 97% de su dimensión total para evitar el encharcamiento. Lo citado se evidencia en el Anexo 2 – Fotografía 8.

4.2.4.2. Textura del suelo

Para la determinación de la textura del suelo resultante de las mezclas de lodo residual, tierra agrícola y turba rubia, se utilizó el un método organoléptico, teniendo como resultado un suelo de textura franco-arenosa.

Luego de realizar las mezclas de lodo residual, la tierra agrícola y la turba rubia, con las dosis mencionadas anteriormente, y habiendo finalizado los procesos de cultivo y cosecha, La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g. cm^{-3} o t. m^3). Describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso. (Keller & Håkansson, 2010)

4.2.4.3. Densidad Aparente del suelo

La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcillas expandentes. (Álvarez & Taboada, 2008) Se procedió a determinar la densidad aparente del suelo, utilizando el método del cilindro; con un cilindro utilizado tuvo como dimensiones una altura y diámetro de 8 cm y 10 cm respectivamente, por lo cual su volumen fue de 628.32 cm³.

FASE 2: EJECUCIÓN

4.2.5. Acondicionamiento de macetas y abastecimiento de mezclas

Se usaron 16 maceteros libres de cualquier tipo de sustrato y con las mismas dimensiones para no generar ninguna diferencia con los resultados; mezclando sustratos para capacidad de 23.5 kg por maceta.

Se acondiciono en la primera hilera para el cultivo de *Capsicum baccatum var., pendulum l.*- Ají Amarillo: 2 maceteros con dosis al 0% de lodo residual de palma, 2 maceteros con dosis al 25% de lodo residual de palma, 2 maceteros con dosis al 30% de lodo residual de palma y 2 maceteros al 35% de lodo residual de palma.

Así también se acondiciono en la segunda hilera para el cultivo de *Capsicum annumm l.*- Ají Limo: 2 maceteros con dosis al 0% de lodo residual de palma, 2 maceteros con dosis al 25% de lodo residual de palma, 2 maceteros con dosis al 30% de lodo residual de palma y 2 maceteros al 35% de lodo residual de palma. (Ver Anexo 2 – Fotografía 19).

Para el abastecimiento de mezclas se realizó con una balanza y rotulados, favoreciendo así la caracterización de cada muestra experimental.

4.2.6. Germinación de semillas y trasplante de plántulas de *Capsicum spp.* a mezclas (dosis)

Como primera fase de la obtención de plántulas se dio la germinación de las semillas *Capsicum spp.* a los 9 días de haber colocado las semillas en los semilleros, monitoreando y controlando el riego con dispersor en spray de agua, evitando así el encharcamiento y posible ahogamiento de las semillas. (Ver Anexo 2 – Fotografía 14)

Para la etapa de trasplante de plántulas de *Capsicum spp.* a las diferentes dosis de lodo residual de palma se esperó el transcurso de 37 días de la germinación.

- Bajo referencias de estudios basados en el tiempo de trasplante de plántulas *Capsicum spp.* conjunto con su productividad, es por lo que se realizó el trasplante a los 37 días de germinación de las semillas *Capsicum baccatum var. pendulum L.* (Ají Amarillo) y *Capsicum annum L.* (Ají Limo). (N.J. Montaña-Mata, 2003)
- Ya preparada las macetas con los sustratos conforme lo detallado se procedió al etiquetado de estas (rotulado de tipo de plántula *Capsicum spp.*).
- Contando con las herramientas básicas para facilitar el trasplante al alcance de la mano, se realizó el trasplante en el mínimo de tiempo necesario.

- Primero se observó las plántulas idóneas con el objetivo de encontrar mayores probabilidades de éxito al adaptarlas a las características climáticas de la zona.
- Se agrupo las plántulas conforme tipo para destinarlas a diferentes tipos de dosis de lodo residual de palma. Con la ayuda de una pequeña cuchara se bordeo la plántula y se procedió a retirarla cuidadosamente para mantener intacta la raíz. Como se puede apreciar en la Figura 4.7.

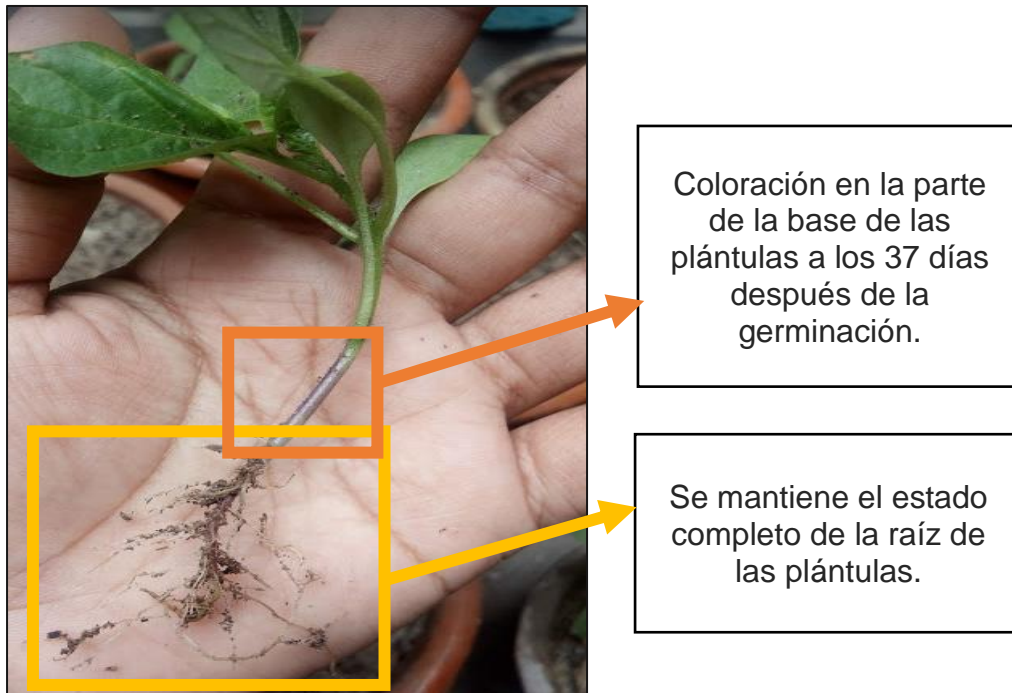


Figura 4.7. Plántula retirada con raíz completa.

- Una vez realizada un pequeño orificio de medidas aproximadas de 4-5 cm de profundidad conforme el tamaño de la raíz de las plántulas se procedió al trasplante inmediato evitando así el tiempo en el que la raíz no cuente con los nutrientes de la tierra.

- La presencia de coloración en los tallos y pubescencia hace referencia que se trata del tiempo de maduración adecuada para el traslado de las plántulas. Según N.J. Montaña-Mata (2003), afirma “Con plántulas de 45 días de edad al momento del trasplante, se logra la mayor acumulación de materia seca en el fruto y en consecuencia mayor rendimiento por planta y por unidad de superficie”. (pág. 64)
- Cabe resaltar que a los 9 días germinaron las semillas *Capsicum spp.* y a los 37 días después de la germinación se realizó el trasplante, por lo que la edad de la semilla fue 46 días al momento del traslado.
- Se optó por trasplantar de 2 a 3 plántulas a las macetas para asegurar la adaptación de una de ellas.
- Al realizar el trasplante de las plántulas se cubre la base con los sustratos apretando con la yema de los dedos de modo que se compacte y desaparezcan las bolsas de aire. Luego se regó inmediatamente para conseguir la impregnación de la plántula con la tierra.

Se consideró de manera importante que el nivel de la tierra no llegue al ras de la maceta para que al regar no desborde. (Soriano, 2017)

4.2.7. Desarrollo y Cosecha de frutos de *Capsicum spp.* (Ajíes)

- **Desarrollo de las plantas *Capsicum spp.*:**

Se evaluó el comportamiento independiente de cada maceta, según la aplicación de los sustratos para cada especie de *Capsicum spp.*

Se tomó las medidas vegetativas de cada una de las plántulas, con el objetivo de evidenciar su comportamiento durante el desarrollo del proyecto, de esta manera la frecuencia de toma de muestras fue cada 7 días, independientemente del riego.

Para el cultivo de ají amarillo como ají limo se desarrolló el mismo registro de medidas vegetativas desde el trasplante de las plántulas hasta la fase de producción de frutos.

Se registraron los siguientes aspectos bajo análisis de descriptores:

- Descriptor 1: Pubescencia de tallos y hojas

Mediante una lupa de magnificación 100X, se identifica la pubescencia en las hojas, plántulas antes del trasplante y en plantas maduras se observó la pubescencia en el tallo.

La principal función de la pubescencia foliar es la reducción de la radiación incidente, protección contra bajas temperaturas, y contra el efecto abrasivo del viento. En zonas de menor altitud, el principal papel de la pubescencia radicaría en el mantenimiento de la economía hídrica. (Molina-Montenegro, 2007, pág. 147)

Así también se puede detallar los grados de pubescencia de tallo y hojas de las plantas *Capsicum spp.* en la tabla 4.3. ((IPGRI), 1995, pág. 30) y Figura 4.8.

Tabla 4.3
Parámetros de pubescencia de tallo y hojas

Parámetros	1-Glabra	2-Esparcida	3-Intermedia	4-Abundante
Tallo	Se encuentra desprovisto de pelos y glándula.	Presencia de pelos en poca proporción.	Se evidencia mayor cantidad de pelos y glándulas.	La cantidad de pelos y glándulas son abundantes.
Hojas				

Fuente: ((IPGRI), 1995)

La pubescencia fue monitoreada con frecuencia de 7 días, iniciando desde el desarrollo de las plántulas en las macetas hasta el día de la cosecha y luego no se desarrollan más tomas de muestra.

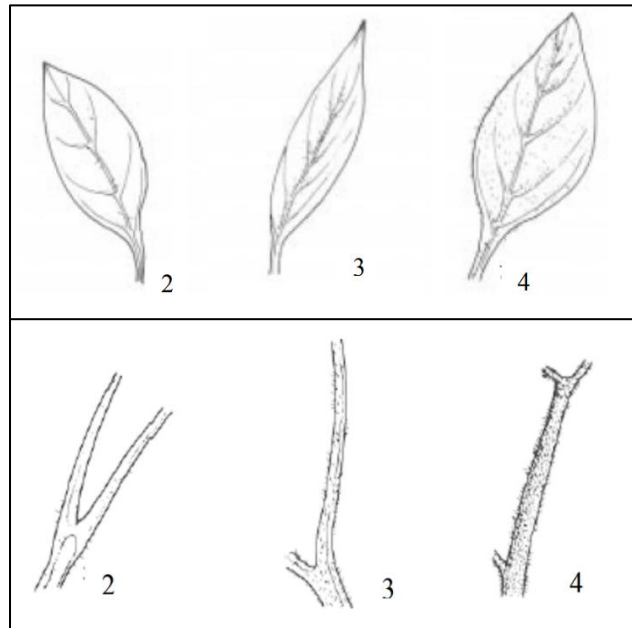


Figura 4.8. Parámetros de pubescencia de tallo y hojas, adaptado de ((IPGRI), 1995)

Tomando en cuenta la metodología mencionada, se hizo uso de la lupa de magnificación 100X a las plantas de *Capsicum spp.* (Ver Anexo 2 – Fotografía 20)

- Descriptor 2: Altura de planta

Se midió la distancia del follaje respecto al suelo para medir la altura de las plantas.

Según Lallana & Lallana (2004), afirma que “El desarrollo y crecimiento de una planta muestran relaciones cuantitativas que permiten comprender su capacidad de producción de materia orgánica”. (págs. 70-80) (Ver Anexo 2 – Fotografía 22)

El día 37 se da por iniciado el monitoreo (inicio del desarrollo de las plántulas) hasta el día 140, momento en el que se presenta mayor grado de maduración de los frutos.

- Descriptor 3: Dimensión de Hojas

Involucra la medida de la longitud de la hoja más larga de cada muestra analizada de las plantas *Capsicum spp.* como también la parte más ancha de la hoja. (N.J. Montañomata, 2003, pág. 64) (Ver Anexo 2 – Fotografía 27)

La frecuencia de toma fue de 14 días, desde la etapa de trasplante de las plántulas *Capsicum spp.* hasta el día 140.

- Descriptor 4: Manchas en Hojas

Se observó si el material presentaba o no manchas en la coloración de las hojas para evidenciar enfermedades comunes en las plantas *Capsicum spp.* (Luis Fernando, 2010)

Para las Manchas en hojas se contabilizó la cantidad de hojas decoloradas o manchadas sobre la cantidad de hojas emitidas por cada maceta.

- **Cosecha de los frutos *Capsicum spp.***

- Descriptor 5: Caracterización de los frutos

- Muy corto (< de 1 cm)
- Medio (\pm 5 cm)
- Largo (\pm 10 cm)
- Muy largo (> de 10 cm)

Así también se registró de la forma de los ajíes, se tomó en consideración si eran de forma larga, ovalada, redonda, cónica, campanulado o cuadrado.

- **Producción de frutos por planta y Análisis Nutricional**

Para la caracterización de la producción del ají se registró el peso total de la producción en cada dosis, y se dividió entre el número de plantas por dosis. (Chacón Padilla & Monge Pérez, 2016, pág. 325).

Se tendrá en cuenta las cualidades morfológicas del ají en general, brindados por International “Junta Internacional para Recursos Filogenéticos” (IBPGR). (Isabel Rodriguez, Guilles Adam, Jose María Durán;, 2008)

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La población hizo referencia a la cantidad total del residuo del proceso de extracción de aceite de palma de OLAMSA ubicada en Pucallpa-Perú, precisamente del lodo residual del aceite de palma de la planta extractora de Neshuya km 59.800. (Ver Anexo N°3 – Mapa satelital OLAMSA)

4.3.2. Muestra

Del total de residuos generados en las instalaciones de OLAMSA, la presente investigación abordó el tratamiento de 90.9 kg de lodo residual de palma distribuidos en

3 tipos de dosis, presentándose como muestra representativa de la producción total de residuos en la planta extractora desde un nivel apto para un huerto casero.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

Las actividades tuvieron dos etapas de actividades, como fuente de lodo tuvimos a OLAMSA y como segunda etapa en un huerto casero en Lima de área de 20 m² aproximadamente.

La investigación contempla datos recopilados desde el periodo de germinación hasta la maduración de los frutos. En ellos fue posible observar y conocer el efecto que conlleva usar lodo de palma como mejorador de suelo agrícola.

La unidad de observación está conformada por 04 personas, las cuales se encuentran físicamente en la empresa de OLAMSA desempeñando labores operacionales.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

4.5.1. Técnicas utilizadas

Para la recolección de datos se utilizaron técnicas de observación y de manera experimental in situ en la planta extractora de OLAMSA se contó con registros anteriores de la capacidad de producción del aceite de palma como los residuos que conllevan su producción.

Seguido se trajo el lodo residual hacia el huerto casero en Lima para medición de parámetros de control in situ durante el proceso de sembrado y se hizo uso de técnicas

de análisis de laboratorio para el producto final, el cual incluye parámetros analizados tal como se muestra en la tabla 4.4.

Tabla 4.4

Listado de técnicas de ensayo para el suelo

Parámetros	Unidades	Técnica	Normativa de Referencia
Aceites y Grasas (A y G)	mg/kg	EPA SW-846 Method 9071 B. N-Hexane Extractable Material (HEM) for sludge, sediment, and solid samples. 1998	Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados – Ministerio del Medio Ambiente, Presidencia de la Republica de Ecuador.
pH	Unidad pH	EPA 9045 D, Rev 4. Soil and Waste pH. 2004	
Arsénico (As)	mg/kg	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.
Bario (Ba)	mg/kg		
Cadmio (Cd)	mg/kg		
Cromo (Cr)	mg/kg		
Mercurio (Hg)	mg/kg		
Plomo (Pb)	mg/kg		
Materia Orgánica	%	ISO 14235:1998 Soil quality - Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation	-

Así también en el tiempo antes de la cosecha del *Capsicum spp* se hizo uso de insecticidas ecológicas para eliminar las plagas como la de pulgones o áfidos (Bayler & Martín Páez, 2015).

4.5.1.1. Insecticida Casero hecho de Ají (*Capsicum spp.*)

La pulpa y las venas de ají contienen elevada cantidad de *Capsaicina*, sustancia de pungencia elevada (picante) que, al ser aplicada sobre los algunos insectos, genera una sensación de ardor en todo su cuerpo; en consecuencia, los insectos dejan de causar daños a la planta. (A., 2012) Los insectos que son sensibles a este preparado son los más pequeños y los que poseen el cuerpo de consistencia blanda como: los pulgones, mosca minadora, etc. Así como se puede apreciar en la Figura 4.9.



Figura 4.9. Pulgones o áfidos en hoja de ají.

- **Materiales e insumos:**

- 4 ajíes frescos
- 1 litro de agua
- 1 cuchillo
- 1 mortero y pilón
- 1 colador fino
- 1 Par de guantes de jebe
- 1 rociador de mano
- 1 botella de plástico de 1 L

- **Modo de preparación:**

Utilizando guantes se cortan 4 ajíes en tiras, se separa las semillas de las venas y todo lo cortado se coloca en un envase con agua, se tapa y se deja macerar por 5 horas aproximadamente. Luego del macerado se procede a separar el líquido de las tiras y venas de ají, estos últimos se muelen con ayuda de un mortero y pilon, hasta que se empiece a formar una crema.

Esta crema se mezcla con el agua macerada y se deja reposar por unos minutos, después se tamiza la mezcla con un colador fino, para aprovechar la parte líquida.

- **Para una correcta aplicación:**

Este preparado se debe aplicar apenas se observa la presencia de los insectos plaga dos veces al día y después una vez cada semana si es que se quiere evitar que la plaga regrese; todo con la ayuda de un rociador y aplicable en la parte superior e inferior de las hojas, sobre todo en las últimas pues en esta área se suelen establecer los insectos plaga. Se debe realizar en las primeras horas de la mañana o últimas horas de la tarde, pues ese es el momento en que las plagas regresan y salen de su escondite respectivamente para alimentarse.

4.5.1.2. Riego para las plantas de Capsicum spp.

• **Etapa de Germinación en semilleros:**

Se hizo uso de 1 botella con aspersor de 1 litro y se aplicó cada 12 horas el riego, manteniendo así la tierra humedecida, sin encharcamiento para no podrir las semillas.

- Etapa de crecimiento en maceteros (después del trasplante):

Se hizo uso de 1 regadera de 5 litros para regar cada maceta, las cuales por cálculos matemáticos cuentan con la capacidad de 34.35 litros, la frecuencia de riego de las plántulas trasplantadas fue interdiaria; esta actividad se realizó desde el crecimiento vegetativo rápido hasta el día de la cosecha.

Cabe resaltar que los volúmenes de riego dependieron de la etapa en la que la planta *Capsicum spp.* se encontraba. (Amézquita, 1999)

Dicho riego en etapas se puede evidenciar en la Figura 4.10.

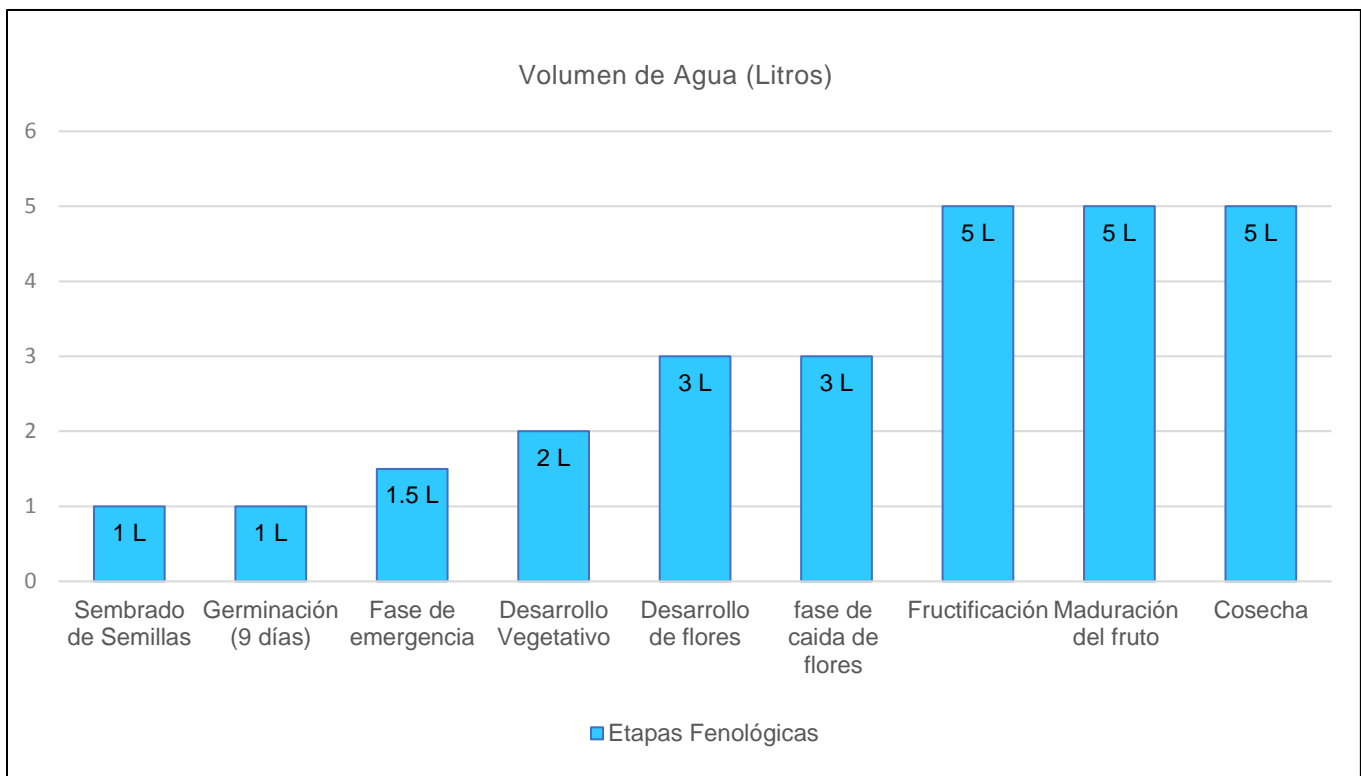


Figura 4.10. Volumen de agua por etapa fenológica.

También se realizó análisis de laboratorio para el producto final (ajíes amarillo y ajíes limo), el cual incluye parámetros analizados tal como se muestra en la tabla 4.5.

Tabla 4.5

Listado de técnicas de ensayo para los frutos *Capsicum spp.*

Parámetro	Técnica	
pH	Método de pH metro PANPEHA	
Grasa	Por cada 100 gr de muestra original	AOAC 920.172 Ed.20, Cap.43, Pág.7 (2016).
Proteínas	Por cada 100 gr de muestra original	AOAC 920.172 Ed.20, Cap.43, Pág.7 (2016).
Carbohidratos	Por cada 100 gr de muestra original	Por Cálculo MS-INN Collazos (1993).
Cenizas	Por cada 100 gr de muestra original	AOAC 920.172 Ed.20, Cap.43, Pág.7 (2016).
Energía Total	kcal Por cada 100 gr de muestra original	Por Cálculo MS-INN Collazos (1993).
Humedad	Por cada 100 gr de muestra original	AOAC 920.172 Ed.20, Cap.43, Pág.7 (2016).
% kcal. Proveniente de Carbohidratos		Por Cálculo MS-INN Collazos (1993).
% kcal. Proveniente de Grasa		Por Cálculo MS-INN Collazos (1993).
% kcal. Proveniente de Proteínas		Por Cálculo MS-INN Collazos (1993).
Fibra Cruda	Por cada 100 gr de muestra original	NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

Así también se hizo uso de técnicas de análisis estadístico como promedio, análisis de graficas de tendencia y graficas de barras, haciendo uso del programa Microsoft Excel.

4.5.2. Instrumentos de recolección de datos

- **Equipos:**

- pH metro PANPEHA y una wincha 25 m.
- Botella con aspersor en spray (1 L) y una linterna recargable 1+10 LED.

- **Materiales:**

- Agua destilada (250 ml), Frasco de vidrio (Ámbar) y Vaso precipitado (150 ml).
- Balde (20 L), 4 costales, guantes quirúrgicos y Alcohol en gel (250 ml).
- Tierra de jardín (vivero) y 16 maceteros.
- Mesa de madera, espátula y palas manuales.
- Bolsas con cierre hermético 30x30 y papeles de aluminio 30x20.
- Etiqueta de identificación de muestra (adicionada por laboratorios).
- Libreta de campo, lapiceros y marcadores indelebles.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

4.6.1. Análisis por técnica de descriptores:

- **Descriptor 1: Pubescencia de tallos y hojas**

Se realizó con frecuencia de 7 días desde el día 37, con la finalidad de mantener el abastecimiento adecuado hídrico de la planta. (Molina-Montenegro, 2007, pág. 147) Así como se puede ver en la Figura 4.11. que evidencia una toma de pubescencia.



Figura 4.11. Se registró la pubescencia en el desarrollo de las plantas en la Figura 5.1. Toma de pubescencia del *Capsicum spp.* en fase cosecha.

- **Descriptor 2: Altura de la Planta**

Medición con la misma frecuencia de 7 días con la finalidad de identificar las etapas de crecimiento, con esto también poder identificar cualquier anomalía en su desarrollo.

- Se realizó la medición por cada maceta y se determinó con ayuda del programa Microsoft Excel el promedio de crecimiento en la frecuencia de 7 días.
- Así también se determinó las etapas de desarrollo de las plantas *Capsicum spp.* después del trasplante, como: fase de desarrollo vegetativo, fase de producción de flores, etapa de formación del fruto y maduración del fruto.

Como se puede detallar en la Figura 5.2., donde se aprecia el proceso de crecimiento de las plantas *Capsicum spp.* conforme tipo de *Capsicum spp.*, dosis aplicada y maceta.

También se generó una tabla comparativa respecto a dosis de cada tipo de *Capsicum spp.* que se observa en la Figura 5.3.

- **Descriptor 3: Dimensión de Hojas**

La medición fue tomada en la frecuencia de 7 días desde la etapa de trasplante de las plántulas *Capsicum spp.*; tomando en consideración la dimensión promedio de las hojas de la muestra ejemplar de cada maceta, evidenciándose así en la Figura 5.4.

- **Descriptor 4: Manchas en hojas**

Al considerar por bases teóricas que las plantas de *Capsicum spp.* son propensas a la formación de manchas se consideró tomar muestras desde la etapa de trasplante de plántulas. (Ver Anexo 2 – Fotografía 28)

De manera porcentual se registró un diagrama comparativo por dosis y por tipo de *Capsicum spp.* en la Figura 5.5.

- **Descriptor 5: Caracterización de frutos**

Se procedió al recojo de frutos de *Capsicum spp.* después de los 140 días del proceso de trasplante de plántulas, al evidenciar la maduración en gran parte de la cosecha y basado en el tiempo de desarrollo fenológico del fruto como base teórica. (Ver Anexo 2 – Fotografía 31). Las caracterizaciones realizadas de manera promedio a los frutos de los tipos de planta *Capsicum spp.* se registraron en la tabla 5.1. y 5.2.

4.6.2. Procesamiento de datos

Los resultados fueron ingresados en tablas de los programas Microsoft Excel y Minitab15 (ANOVA) para su procesamiento y análisis.

Para el análisis de resultados se evidencio mediante gráficos estadísticos, promedios aritméticos, como así también los datos tomados por técnica de descriptores, siendo este el ultimo usado para determinar la dosis adecuada para la utilización del lodo residual de palma en la cosecha de *Capsicum spp.* como mejorador de suelo.

Se hizo uso de la aplicación Google Earth pro como herramienta informática geográfica.

4.6.3. Análisis estadístico para contrastación de hipótesis

Para el uso del software estadístico Minitab15, se tomaron como valores a los pesos promedio de la producción de frutos del *Capsicum spp.*

Para ello se desarrollaron los siguientes pasos:

1. Determinación de Hipótesis Nula (H_0):

$$H_0: \tau = 0$$

H_0 : "El efecto de los tratamientos son iguales en la variable respuesta"

$$\left(\sum_{i=1}^k \tau_i = 0 \quad i = 1,2,3..k \right)$$

$$H'_0: \beta = 0$$

H'_0 : "El efecto en los bloques son iguales en la variable respuesta"

$$\left(\sum_{j=1}^n \beta_j = 0 \quad j = 1,2,3..n \right)$$

2. Determinación de Hipótesis Alternativa (H_1):

$$H'_1: \tau \neq 0$$

H'_1 : "Al menos el efecto de uno de los tratamientos no es igual en la variable respuesta"

$$\left(\sum_{i=1}^k \tau_i \neq 0 \right)$$

$$H'_1: \beta \neq 0$$

H'_1 : "Al menos el efecto de uno de los bloques no es igual en la variable respuesta"

$$\left(\sum_{j=1}^n \beta_j \neq 0 \right)$$

3. El nivel de significancia: $\alpha = 5\%$ (0.05).

4. Uso del software:

Mediante el Minitab15; se determinó que si $\rho < \alpha$, se rechaza H_0 .

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos de las plantas *Capsicum spp.*

5.1.1. Lodo residual del proceso de extracción de aceite de palma

En la implementación de la maquina industrial TRICANTER FLOTTWENG Z4E – 4/441 en el año 2015, genero mayor volumen de extracción de aceite de palma, así también mayor generación de residuos. Obteniendo así para el periodo 2017 al 2018, las siguientes cantidades de lodo residual expresadas en la Figura 5.1.

5.1.2. Obtención y Germinación de semillas

El número de semillas por fruto usado de *Capsicum spp.* se detalla en la tabla 5.1.

Tabla 5.1

Cantidad de semillas obtenidas de los frutos Capsicum spp.

	Ají Amarillo	Ají Limo
Número de frutos usados	2	3
Semillas extraídas	227	194

La cantidad y porcentaje de germinación de semillas se observa en la tabla 5.2.

Tabla 5.2

Número de semillas germinadas por tipo de Capsicum spp.

Tipo de <i>Capsicum spp.</i>	Semillas Plantadas	Semillas Germinadas	Porcentaje de Germinación
Ají Amarillo	150 (60 casilleros)	137	91.33%
Ají Limo	150 (60 casilleros)	124	82.67%

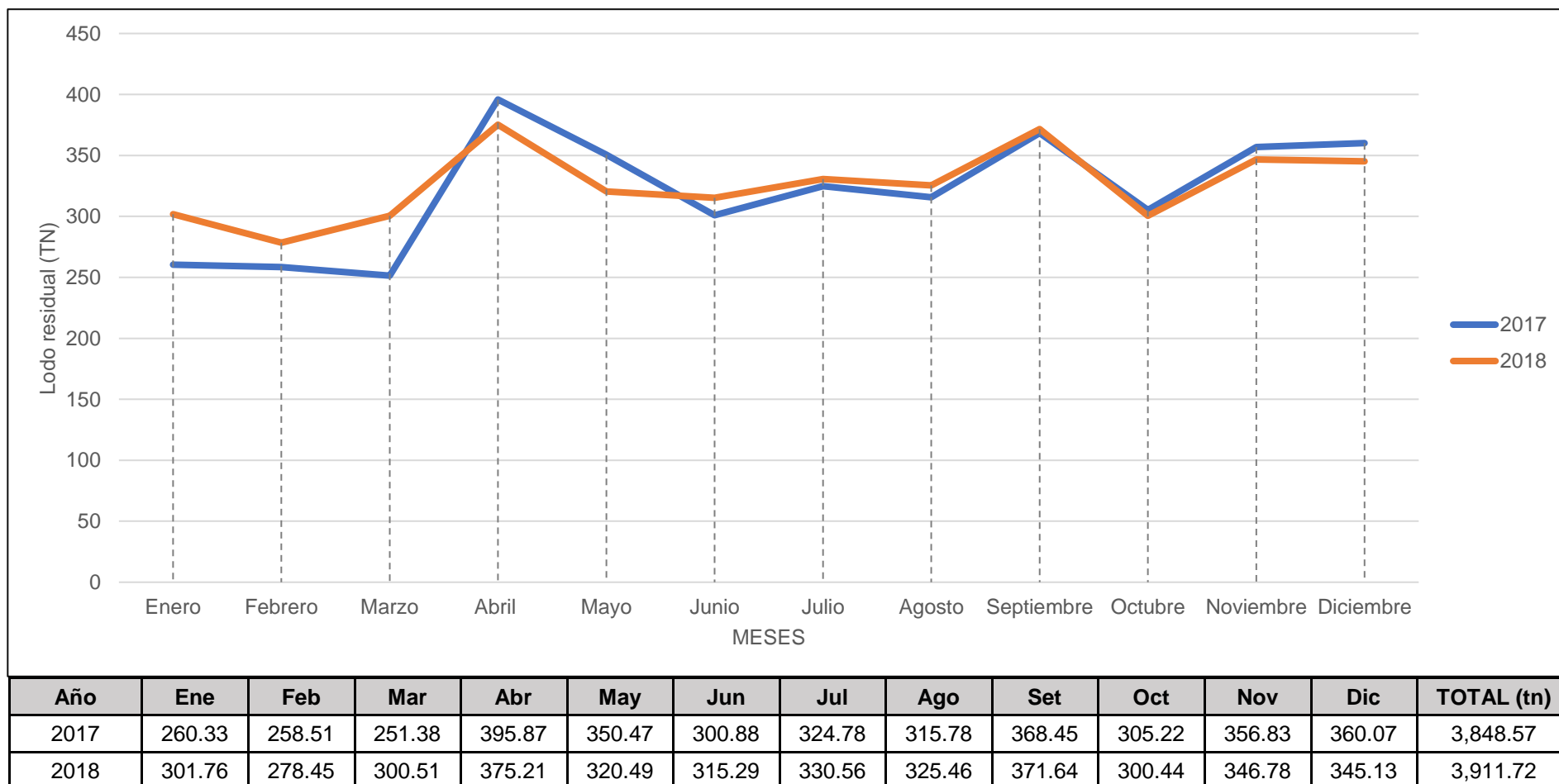


Figura 5.1. Generación de lodo residual del proceso de palma aceitera – OLAMSA (2018).

Las características que se generalizo en las plántulas de *Capsicum spp.* (Para las plantas de ají Amarillo y ají Limo), se pueden mostrar en la tabla 5.3.

Tabla 5.3

Características de plántulas Capsicum spp. pre-trasplante

N ^a	Características	Tipo de <i>Capsicum spp.</i>	
		Ají Amarillo	Ají Limo
1.	Altura promedio de la plántula (sin raíz)	7,3 cm	5,8 cm
2.	Grosor promedio de plántulas	1,2 cm	0,9 cm
3.	Coloración del tallo	Verde Oscuro-Morado	Verde Oscuro-Morado
4.	Área promedio estimada de hojas	6,27 cm ²	7,04 cm ²
5.	Cantidad de hojas	5 hojas	4 hojas
6.	Largo promedio de raíz	4,8 cm	5,1 cm

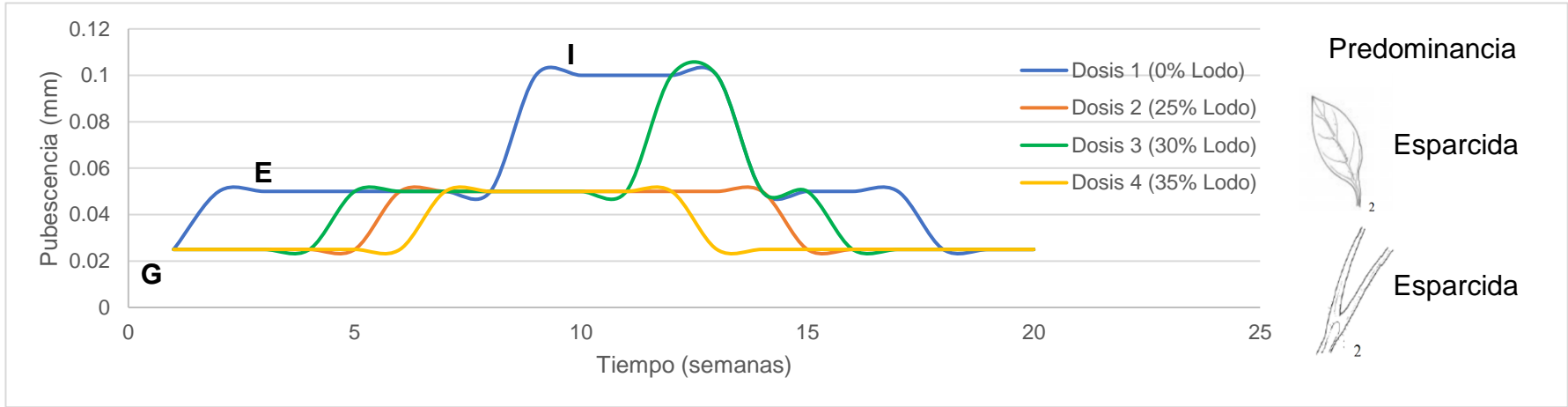
5.1.3. Pubescencia de tallos y hojas de las plantas *Capsicum spp.*

Cabe recalcar que los parámetros tomados en cuenta fueron los de la tabla 4.3, siendo estos:

- GLABRA (G), número 1.
- ESPARCIDA (E), número 2.
- INTERMEDIA (I), número 3.
- ABUNDANTE (A), número 4.

La pubescencia marcada en las plantas se puede evidenciar en la Figura 5.2., donde las medidas varían desde 0.025 mm a 0.05 mm (Eje Y), desde la semana 1 hasta la semana 20 (Eje X).

• PUBESCENCIA DE TALLOS Y HOJAS DE *CAPSICUM BACCATUM* VAR. *PENDULUM* – Ají Amarillo.



• PUBESCENCIA DE TALLOS Y HOJAS DE *CAPSICUM ANNUM* – Ají Limo.

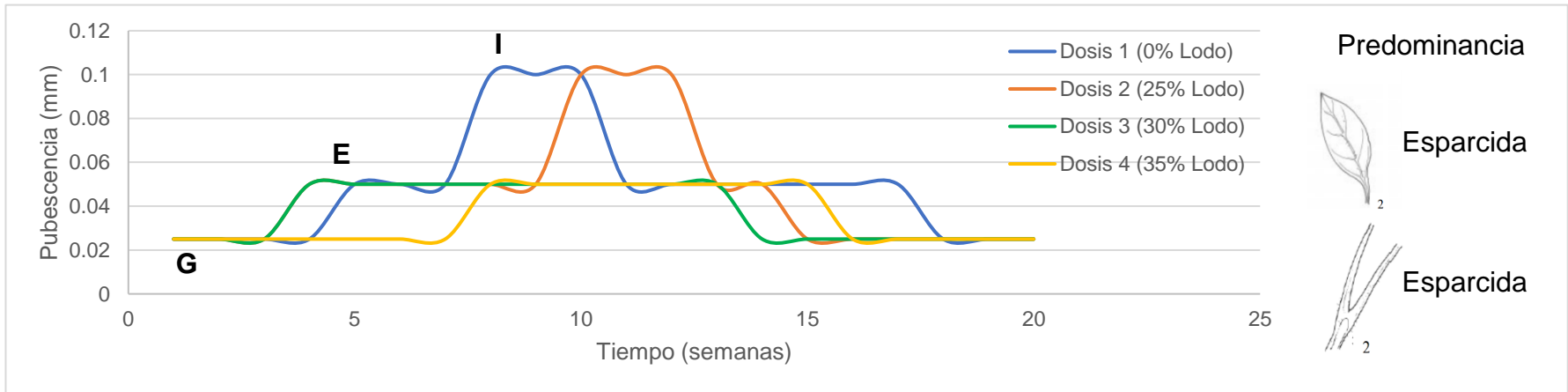


Figura 5.2. Pubescencia de las plantas de *Capsicum* spp.

5.1.4. Altura de las plantas *Capsicum spp.*

Los resultados se pueden detallar conforme tipo de *Capsicum spp.* y especificando el número de maceta, siendo las siglas las siguientes:

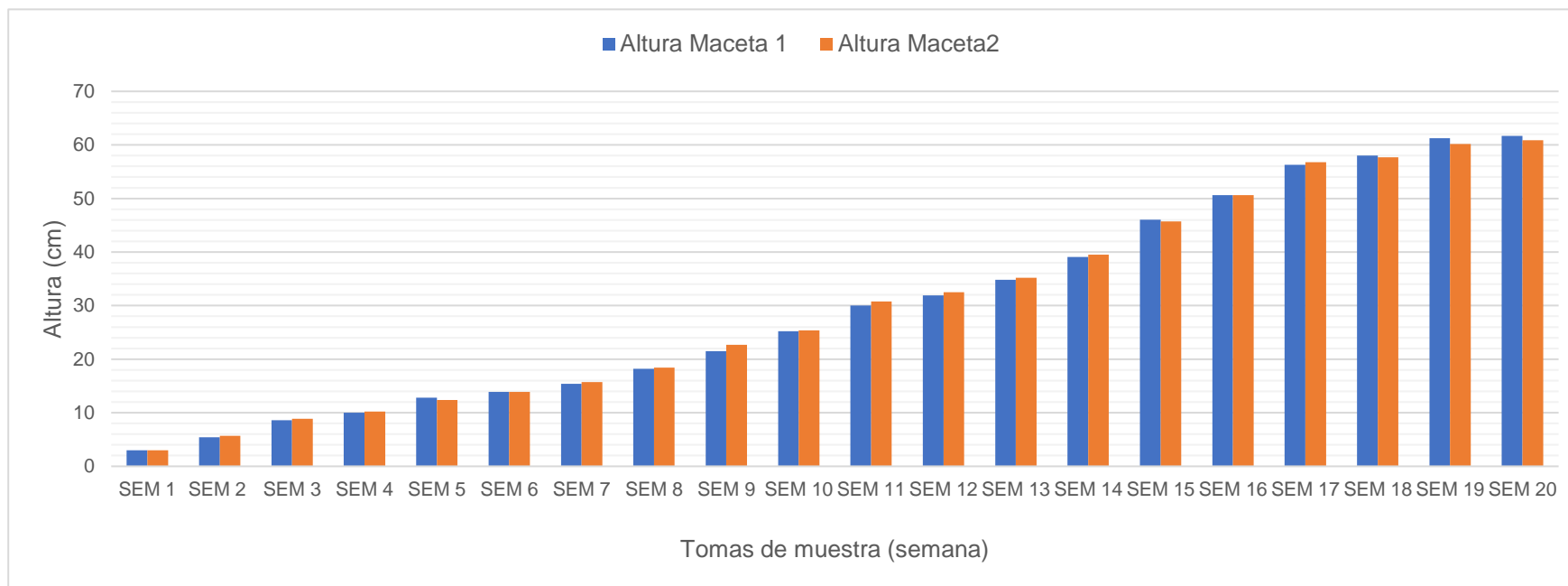
- **SEM #:** Semana 1, Semana 2, Semana 3, Semana 4, (...), Semana 20.
- **MACETA N°#:** Son 2 macetas por cada por cada dosis y tipo *Capsicum spp.*
 - M1: Maceta 1.
 - M2: Maceta 2.

Una vez detallado los parámetros y las siglas para usar, se observa los resultados para el *Capsicum baccatum var. pendulum l.* (Ají Amarillo) en la Figura 5.3., Figura 5.4., Figura 5.5. y Figura 5.6.; y para los resultados del *Capsicum annum l.* (Ají limo) se observa la Figura 5.7., Figura 5.8., Figura 5.9. y Figura 5.10.

Así también se realiza en la Figura 5.11. la comparación del crecimiento de planta *Capsicum baccatum var. pendulum l.* (Ají Amarillo) y en la Figura 5.12 para el *Capsicum annum l.* (Ají Limo) por dosis.

- **CAPSICUM BACCATUM VAR. PENDULUM L. – Ají Amarillo.**

- DOSIS 1: Dosis al 0% de peso de lodo.

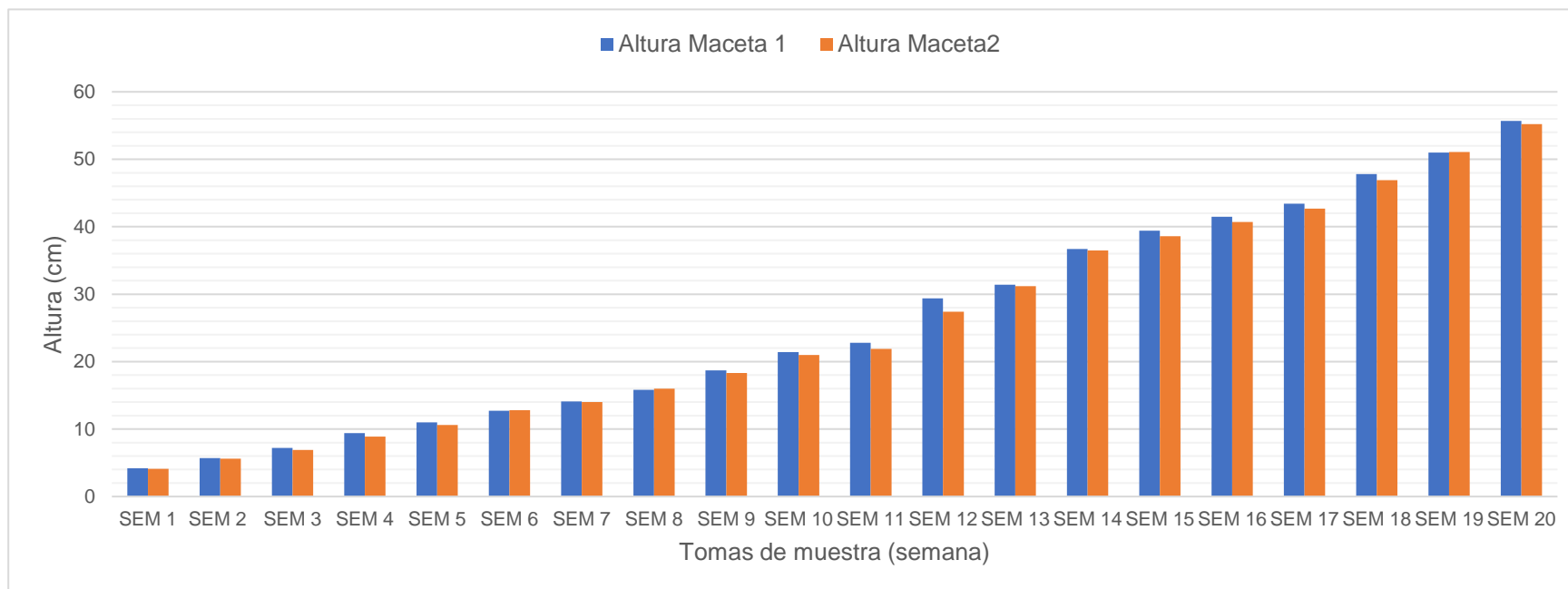


ALTURA

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
M1	3,0 cm	5,4 cm	8,6 cm	10,0 cm	12,8 cm	13,9 cm	15,4 cm	18,2 cm	21,5 cm	25,2 cm
M2	3,0 cm	5,7 cm	8,9 cm	10,2 cm	12,4 cm	13,9 cm	15,7 cm	18,4 cm	22,7 cm	25,3 cm
	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20
M1	30,0 cm	31,9 cm	34,8 cm	39,1 cm	46,0 cm	50,6 cm	56,3 cm	58,0 cm	61,3 cm	61,7 cm
M2	30,8 cm	32,6 cm	35,1 cm	39,4 cm	46,0 cm	50,7 cm	56,4 cm	58,2 cm	60,0 cm	61,4 cm

Figura 5.3. Desarrollo vegetativo de la planta *Capsicum baccatum var. pendulum l.* (Ají Amarillo) al 0% de lodo en peso.

- **CAPSICUM BACCATUM VAR. PENDULUM L. – Ají Amarillo.**
 - DOSIS 2: Dosis al 25% de peso de lodo.

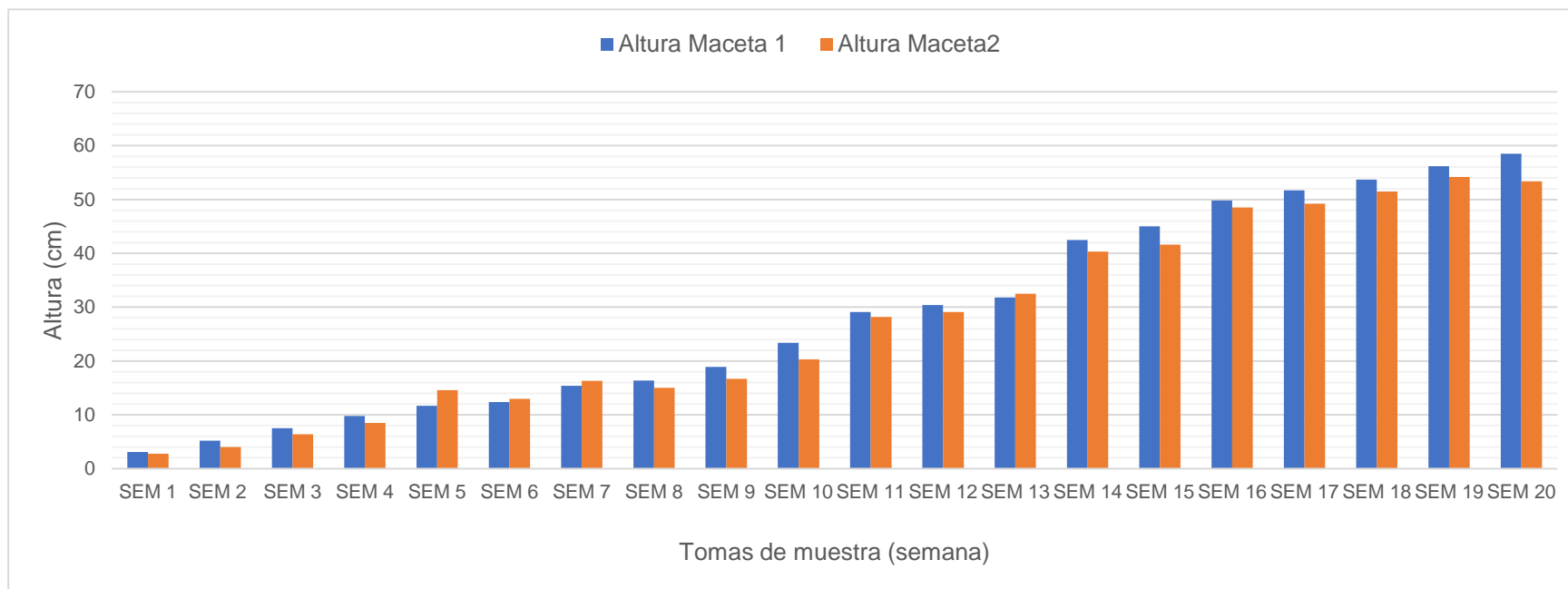


ALTURA

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
M1	4.2 cm	5.7 cm	7.2 cm	9.4 cm	11.0 cm	12.7 cm	14.1 cm	15.8 cm	18.7 cm	21.4 cm
M2	4.1 cm	5.6 cm	6.9 cm	8.9 cm	10.6 cm	12.8 cm	14.0 cm	16.0 cm	18.3 cm	21.0 cm
	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20
M1	22.8 cm	29.4 cm	31.4 cm	36.7 cm	39.4 cm	41.5 cm	43.4 cm	47.8 cm	51.0 cm	55.7 cm
M2	21.9 cm	27.4 cm	31.2 cm	36.5 cm	38.6 cm	40.7 cm	42.7 cm	46.9 cm	51.1 cm	55.2 cm

Figura 5.4. Desarrollo vegetativo de la planta *Capsicum baccatum var. pendulum l.* (Ají Amarillo) al 25% de lodo en peso.

- **CAPSICUM BACCATUM VAR. PENDULUM L. – Ají Amarillo.**
 - **DOSIS 3:** Dosis al 30% de peso de lodo.

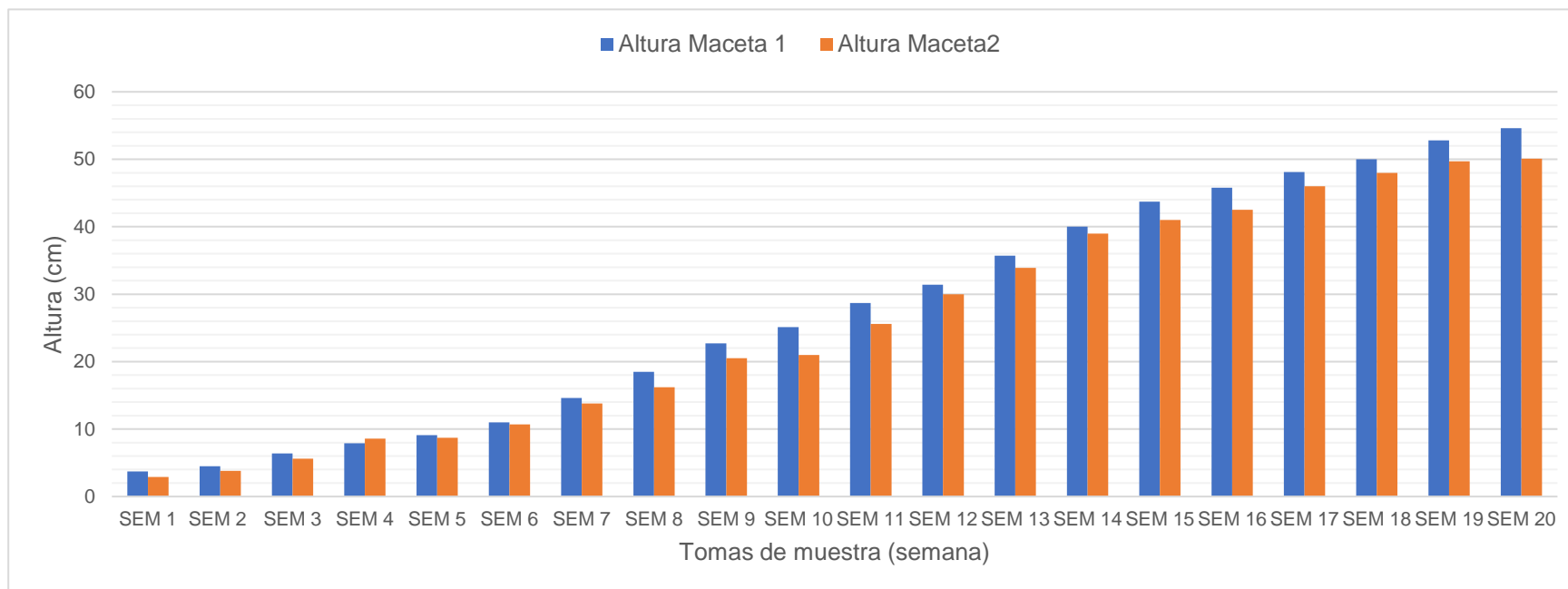


ALTURA

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
M1	3.1 cm	5.2 cm	7.5 cm	9.8 cm	11.7 cm	12.4 cm	15.4 cm	16.4 cm	18.9 cm	23.4 cm
M2	2.8 cm	4.0 cm	6.4 cm	8.5 cm	14.6 cm	13.0 cm	16.3 cm	15.0 cm	16.7 cm	20.3 cm
	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20
M1	29.1 cm	30.4 cm	31.8 cm	42.5 cm	45.0 cm	49.8 cm	51.7 cm	53.7 cm	56.2 cm	58.5 cm
M2	28.2 cm	29.1 cm	32.5 cm	40.3 cm	41.6 cm	48.5 cm	49.2 cm	51.5 cm	54.2 cm	53.4 cm

Figura 5.5. Desarrollo vegetativo de la planta *Capsicum baccatum var. pendulum l.* (Ají Amarillo) al 30% de lodo en peso.

- **CAPSICUM BACCATUM VAR. PENDULUM L. – Ají Amarillo.**
 - **DOSIS 4:** Dosis al 35% de peso de lodo.

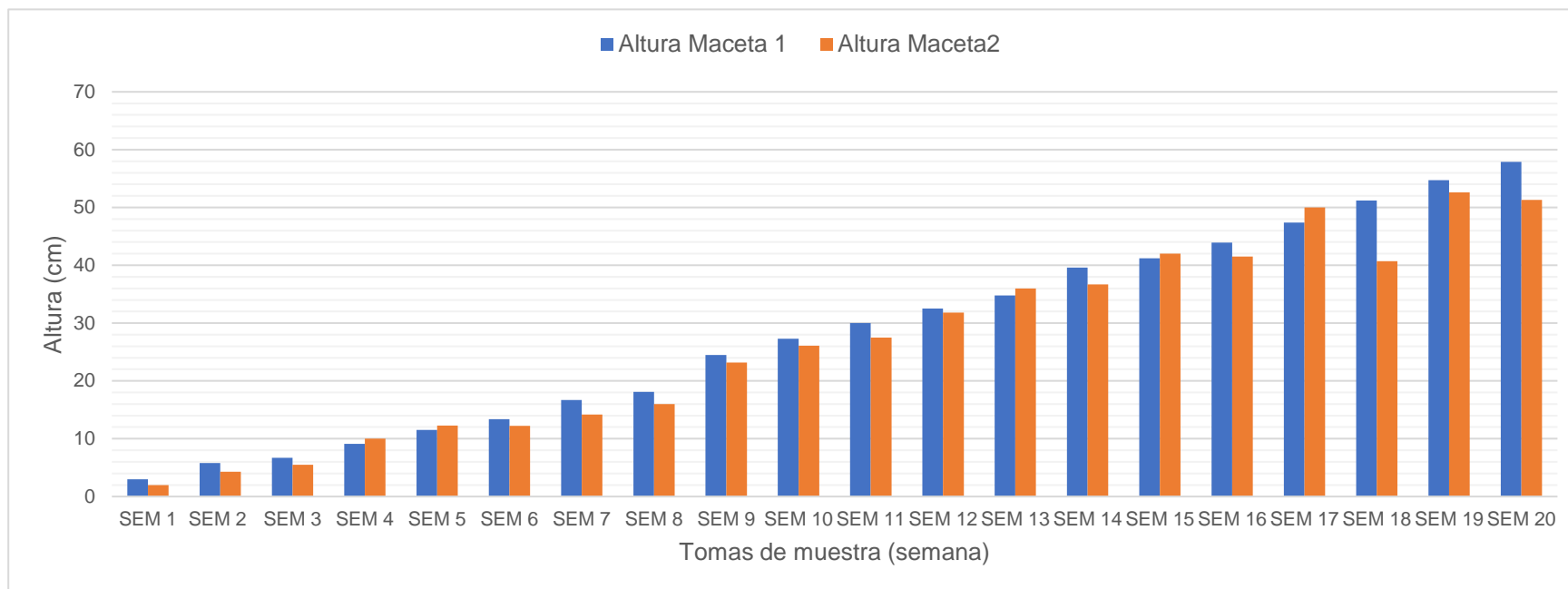


ALTURA

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
M1	3.7 cm	4.5 cm	6.4 cm	7.9 cm	9.1 cm	11.0 cm	14.6 cm	18.5 cm	22.7 cm	25.1 cm
M2	2.9 cm	3.8 cm	5.6 cm	8.6 cm	8.7 cm	10.7 cm	13.8 cm	16.2 cm	20.5 cm	21.0 cm
	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20
M1	28.7 cm	31.4 cm	35.7 cm	40.0 cm	43.7 cm	45.8 cm	48.1 cm	50.0 cm	52.8 cm	54.6 cm
M2	25.6 cm	30.0 cm	33.9 cm	39.0 cm	41.0 cm	42.5 cm	46.0 cm	48.0 cm	49.7 cm	50.1 cm

Figura 5.6. Desarrollo vegetativo de la planta *Capsicum baccatum var. pendulum l.* (Ají Amarillo) al 35% de lodo en peso.

- **CAPSICUM ANNUMM L. – Ají Limo.**
 - DOSIS 1: Dosis al 0% de peso de lodo.

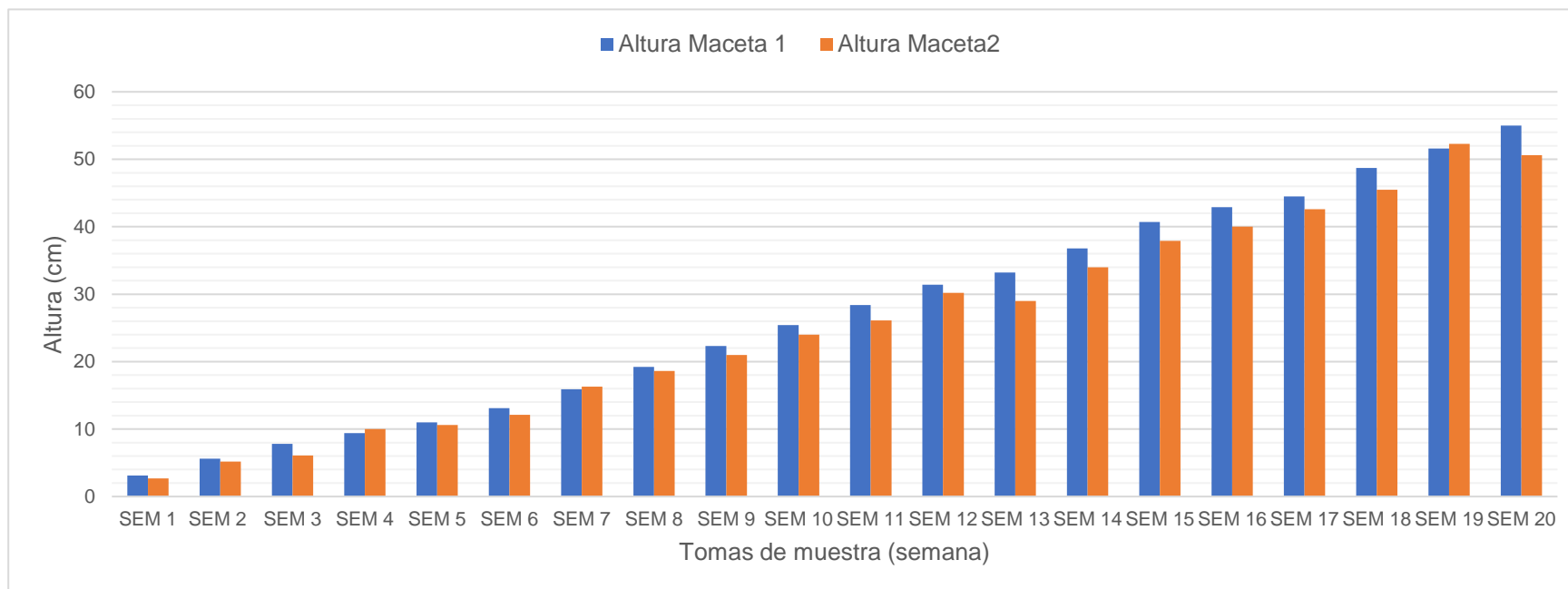


ALTURA

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
M1	3.0 cm	5.8 cm	6.7 cm	9.1 cm	11.5 cm	13.4 cm	16.7 cm	18.1 cm	24.5 cm	27.3 cm
M2	2.0 cm	4.3 cm	5.5 cm	10.0 cm	12.3 cm	12.2 cm	14.2 cm	16.0 cm	23.2 cm	26.1 cm
	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20
M1	30.0 cm	32.5 cm	34.8 cm	39.6 cm	41.2 cm	43.9 cm	47.4 cm	51.2 cm	54.7 cm	57.9 cm
M2	27.5 cm	31.8 cm	36.0 cm	36.7 cm	42.0 cm	41.5 cm	50.0 cm	40.7 cm	52.6 cm	51.3 cm

Figura 5.7. Desarrollo vegetativo de la planta *Capsicum annumm l.* (Ají Limo) al 0% de lodo en peso.

- **CAPSICUM ANNUMM L. – Ají Limo.**
 - DOSIS 2: Dosis al 25% de peso de lodo.

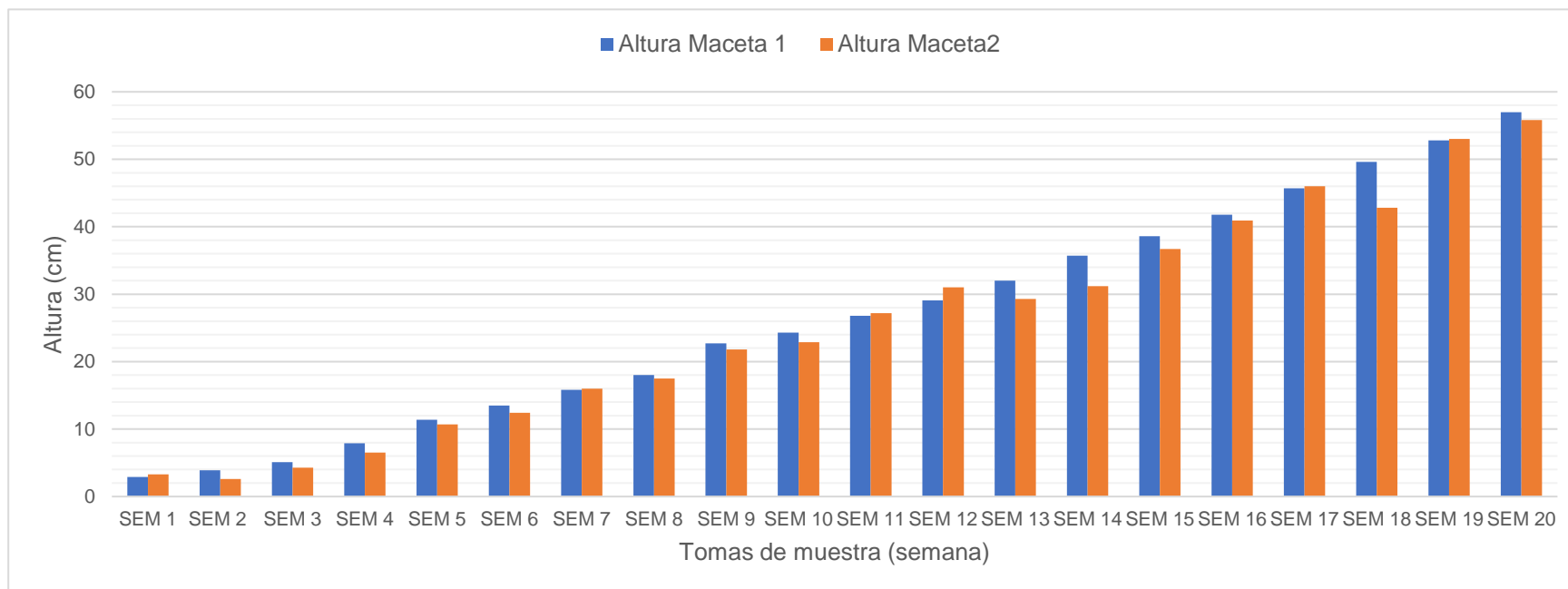


ALTURA

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
M1	3.1 cm	5.6 cm	7.8 cm	9.4 cm	11.0 cm	13.1 cm	15.9 cm	19.2 cm	22.3 cm	25.4 cm
M2	2.7 cm	5.2 cm	6.1 cm	10 cm	10.6 cm	12.1 cm	16.3 cm	18.6 cm	21.0 cm	24.0 cm
	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20
M1	28.4 cm	31.4 cm	33.2 cm	36.8 cm	40.7 cm	42.9 cm	44.5 cm	48.7 cm	51.6 cm	55.0 cm
M2	26.1 cm	30.2 cm	29.0 cm	34.0 cm	37.9 cm	40.0 cm	42.6 cm	45.5 cm	52.3 cm	50.6 cm

Figura 5.8. Desarrollo vegetativo de la planta *Capsicum annumm l.* (Ají Limo) al 25% de lodo en peso.

- **CAPSICUM ANNUMM L. – Ají Limo.**
 - **DOSIS 3:** Dosis al 30% de peso de lodo.

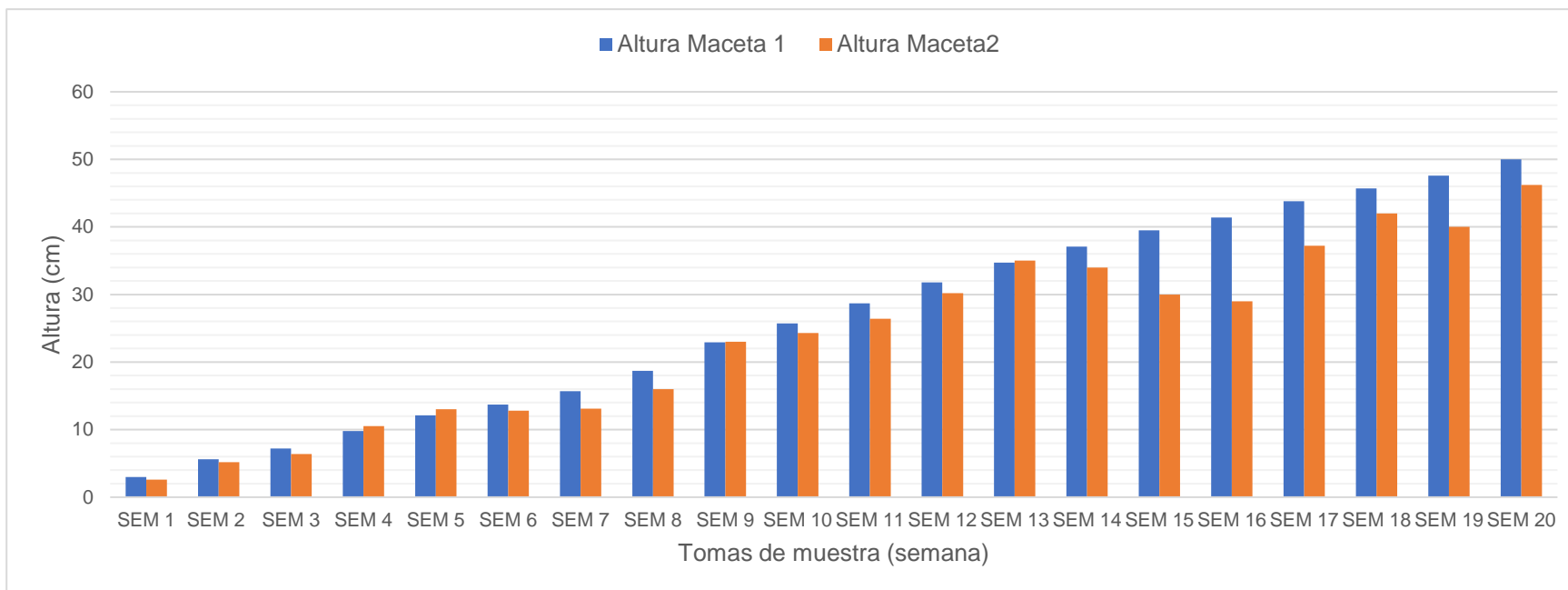


ALTURA

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
M1	2.9 cm	3.9 cm	5.1 cm	7.9 cm	11.4 cm	13.5 cm	15.8 cm	18.0 cm	22.7 cm	24.3 cm
M2	3.3 cm	2.6 cm	4.3 cm	6.5 cm	10.7 cm	12.4 cm	16.0 cm	17.5 cm	21.8 cm	22.9 cm
	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20
M1	26.8 cm	29.1 cm	32.0 cm	35.7 cm	38.6 cm	41.8 cm	45.7 cm	49.6 cm	52.8 cm	57.0 cm
M2	27.2 cm	31.0 cm	29.3 cm	31.2 cm	36.7 cm	40.9 cm	46.0 cm	42.8 cm	53.0 cm	55.8 cm

Figura 5.9. Desarrollo vegetativo de la planta *Capsicum annumm l.* (Ají Limo) al 30% de lodo en peso.

- **CAPSICUM ANNUMM L. – Ají Limo.**
 - DOSIS 4: Dosis al 35% de peso de lodo.



ALTURA

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
M1	3.0 cm	5.6 cm	7.2 cm	9.8 cm	12.1 cm	13.7 cm	15.7 cm	18.7 cm	22.9 cm	25.7 cm
M2	2.6 cm	5.2 cm	6.4 cm	10.5 cm	13.0 cm	12.8 cm	13.1 cm	16.0 cm	23.0 cm	24.3 cm
	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20
M1	28.7 cm	31.8 cm	34.7 cm	37.1 cm	39.5 cm	41.4 cm	43.8 cm	45.7 cm	47.6 cm	50.0 cm
M2	26.4 cm	30.2 cm	35.0 cm	34.0 cm	30.0 cm	29.0 cm	37.2 cm	42.0 cm	40.0 cm	46.2 cm

Figura 5.10. Desarrollo vegetativo de la planta *Capsicum annumm l.* (Ají Limo) al 35% de lodo en peso.

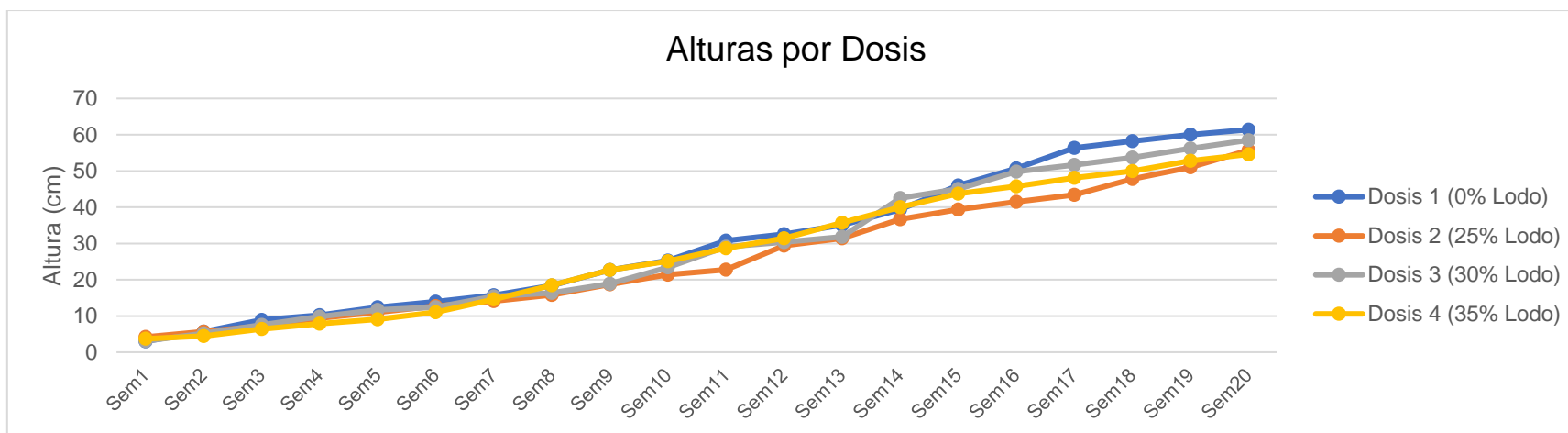


Figura 5.11. Diagrama comparativo de alturas del Ají amarillo.

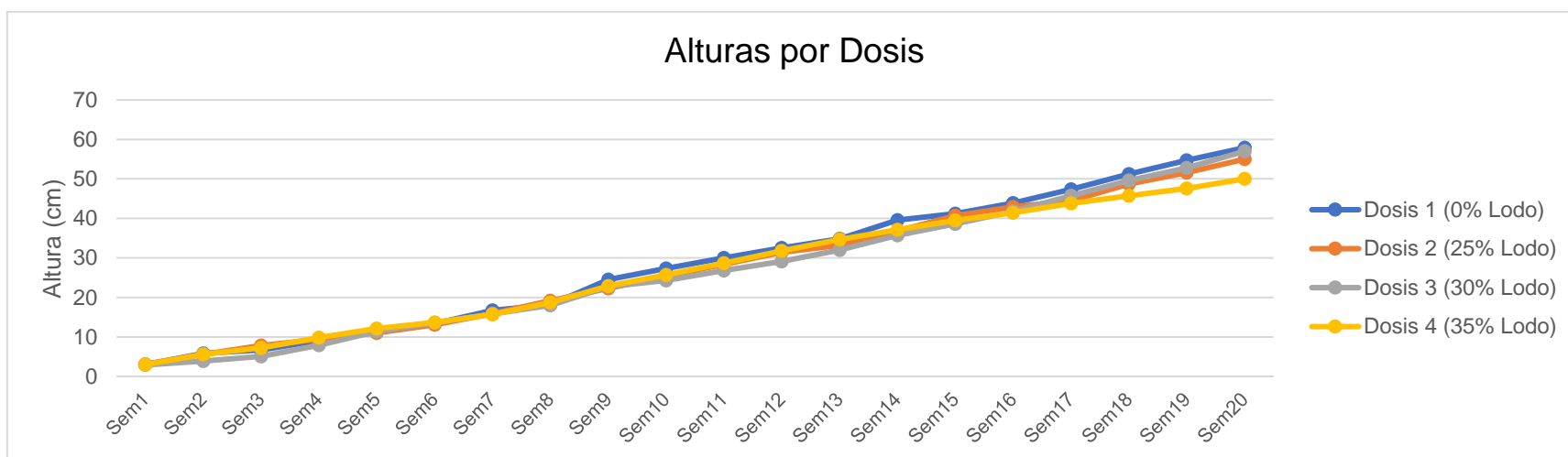
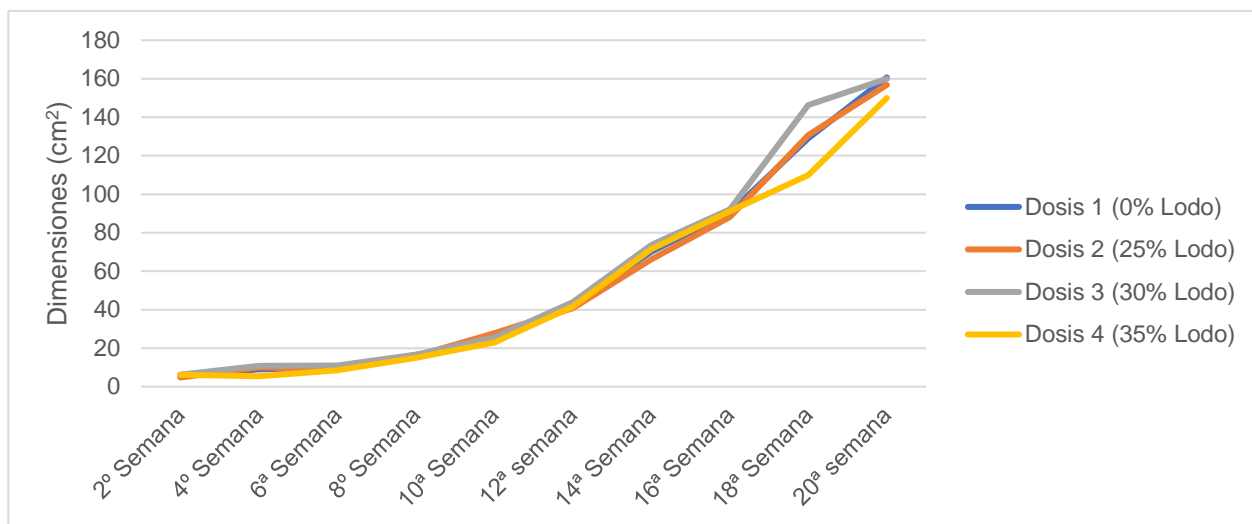


Figura 5.12. Diagrama comparativo de alturas del Ají limo.

5.1.5. Dimensión de Hojas

Se determinó como promedio la medida más larga y ancha de la hoja seleccionada de manera visual por cada maceta, es así como se desarrolla el crecimiento en la Figura 5.13.

- **CAPSICUM BACCATUM VAR. PENDULUM L. – Ají Amarillo.**



- **CAPSICUM ANNUMM L. – Ají Limo.**

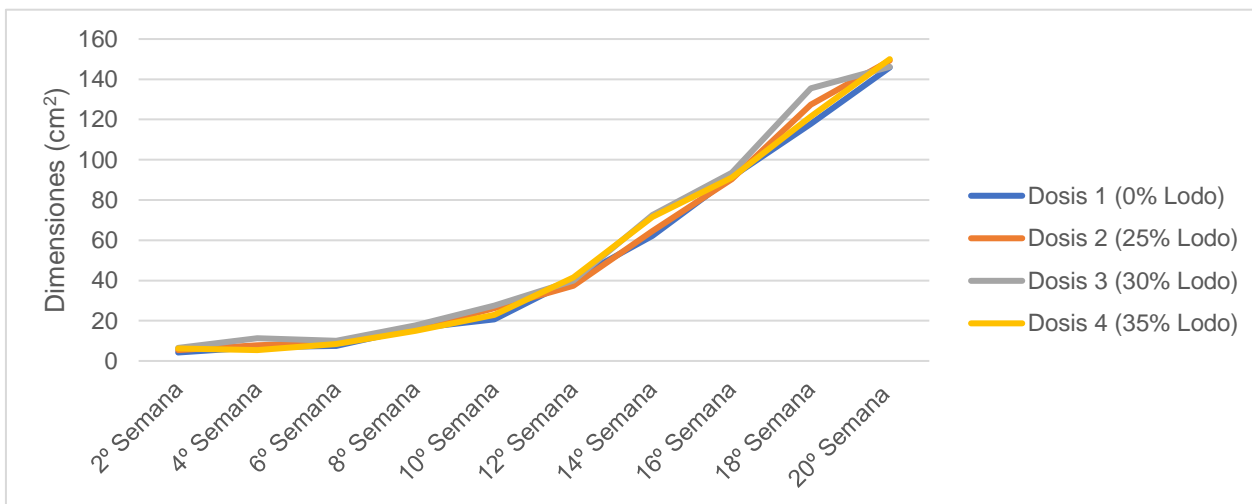


Figura 5.13. Desarrollo de dimensión de hojas del ají amarillo y ají limo.

5.1.6. Manchas en hojas

Se presenciaron los cambios en el tejido epitelial de las hojas de las plantas *Capsicum spp.* De manera porcentual se registró un diagrama comparativo por dosis y por tipo de *Capsicum spp.* evidenciado en la Figura 5.14 y Figura 5.15.



Figura 5.14. Diagrama comparativo de manchas en tejido epitelial *Capsicum baccatum var. pendulum l.* – Ají amarillo.

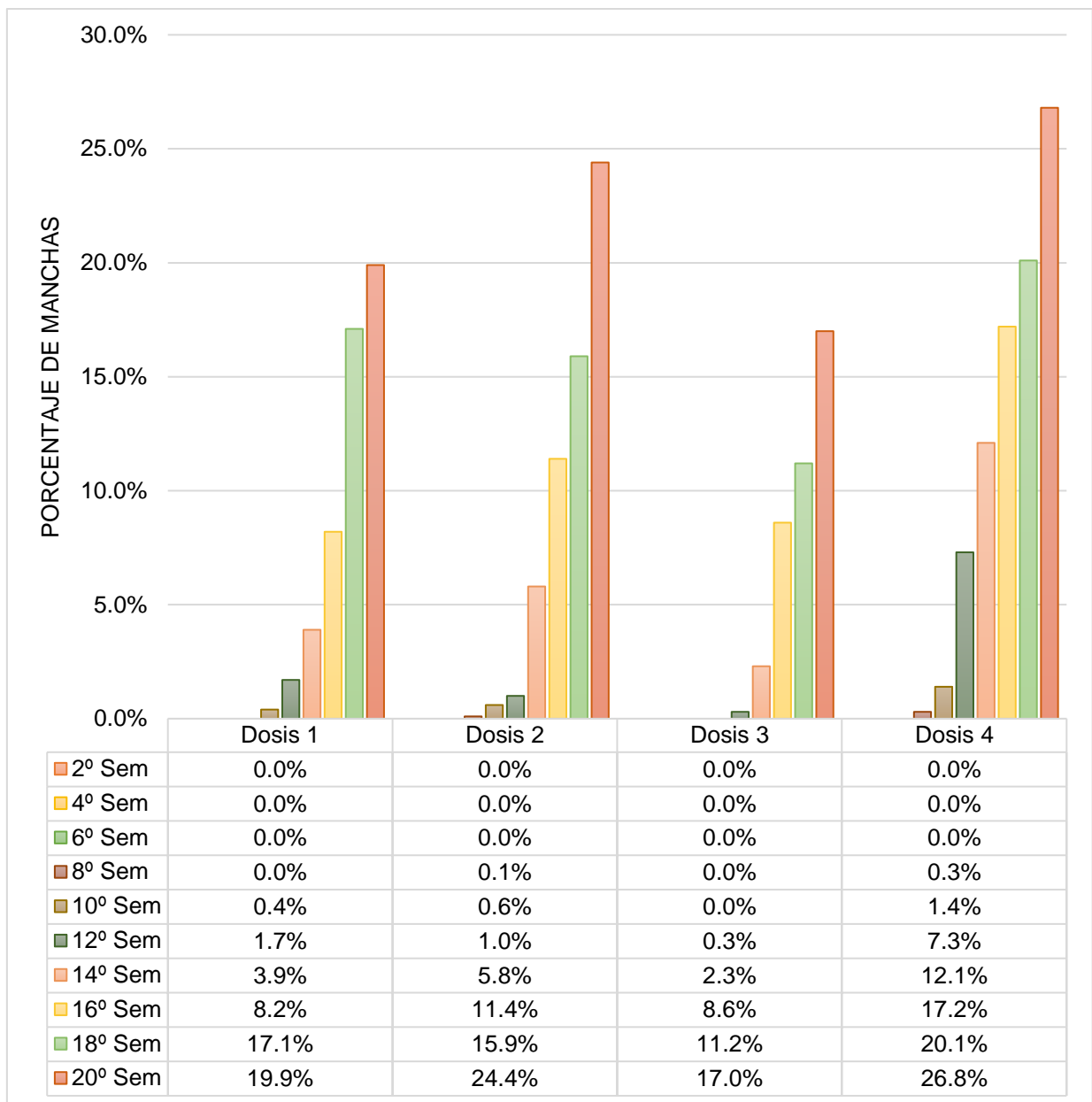


Figura 5.15. Diagrama comparativo de manchas en tejido epitelial *Capsicum annuum L.* – Ají limo.

5.1.7. Caracterización de frutos

Se procedió al recojo de frutos de *Capsicum spp.* después de los 140 días del proceso de trasplante de plántulas. Las caracterizaciones realizadas de manera promedio a los frutos de los tipos de planta *Capsicum spp.* se registraron en la tabla 5.4. y 5.5., además de una tabla resumen registrada en la tabla 5.6.

Tabla 5.4*Registro de frutos de Capsicum Var.Pendulum l.- Ají amarillo*

Dosis de muestra con lodo	Total de frutos obtenidos	Peso promedio de frutos	Largo promedio de frutos	Forma promedio de frutos
Dosis Blanca 1	30 unidades	45,00 gr	7,00 cm	Largo ovalado
Dosis 2	29 unidades	32,00 gr	8,20 cm	Largo ovalado
Dosis 3	94 unidades	62,00 gr	9,00 cm	Largo ovalado
Dosis 4	21 unidades	35,00 gr	8,60 cm	Largo ovalado
Total	174 unidades	8,841 kg		

Tabla 5.5*Registro de frutos de Capsicum Annum l.- Ají limo*

Dosis de muestra con lodo	Total de frutos obtenidos	Peso promedio de frutos	Largo promedio de frutos	Forma promedio de frutos
Dosis Blanca 1	32 unidades	43,00 gr	8,00 cm	Largo aguzada
Dosis 2	18 unidades	30,00 gr	8,00 cm	Largo aguzada
Dosis 3	45 unidades	59,00 gr	8,30 cm	Largo aguzada
Dosis 4	8 unidades	37,00 gr	8,60 cm	Largo aguzada
Total	103 unidades	4,867 kg		

Tabla 5.6*Peso promedio de frutos (Tratamientos vs. Bloques)*

Tratamientos	Peso promedio de producción de frutos (bloques)		
	Ají amarillo	Ají limo	Testigo
Dosis 1	45	43	44
Dosis 2	32	30	39
Dosis 3	62	59	50
Dosis 4	35	37	40

Para determinación de la hipótesis bajo análisis estadístico, se obtuvieron los siguientes valores expresados en la tabla 5.7.

Tabla 5.7*Resultados del análisis de varianza*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (p)	Valor crítico para F
Dosis Aplicadas	831.3333	3	277.1111	4.9022	0.04705	4.75706
Bloques	54.1667	2	27.0833	0.4791	0.64115	5.14325
Error	339.1667	6	56.5278			
Total	1224.6667	11				

5.1.8. Producción de frutos por planta

Se considera la sigla “P” para la producción de frutos por planta *Capsicum spp.* (gr/planta), expresados en la tabla 5.8 y Figura 5.16.

Tabla 5.8

Producción de frutos por planta Capsicum spp.

Dosis	Ají Limo			Ají Amarillo		
	Peso total de Producción	Plantas adaptadas	P (gr/planta)	Peso total de Producción	Plantas adaptadas	P (gr/planta)
Dosis Blanca 1 (0% de Lodo)	1376 gr	3 plantas	458.7	1350 gr	3 plantas	450
Dosis 2 (25% de Lodo)	540 gr	3 plantas	180	928 gr	3 plantas	309.3
Dosis 3 (30% de Lodo)	2655 gr	3 plantas	885	5828 gr	3 plantas	1942.7
Dosis 4 (35% de Lodo)	296 gr	2 plantas	148	735 gr	3 plantas	245

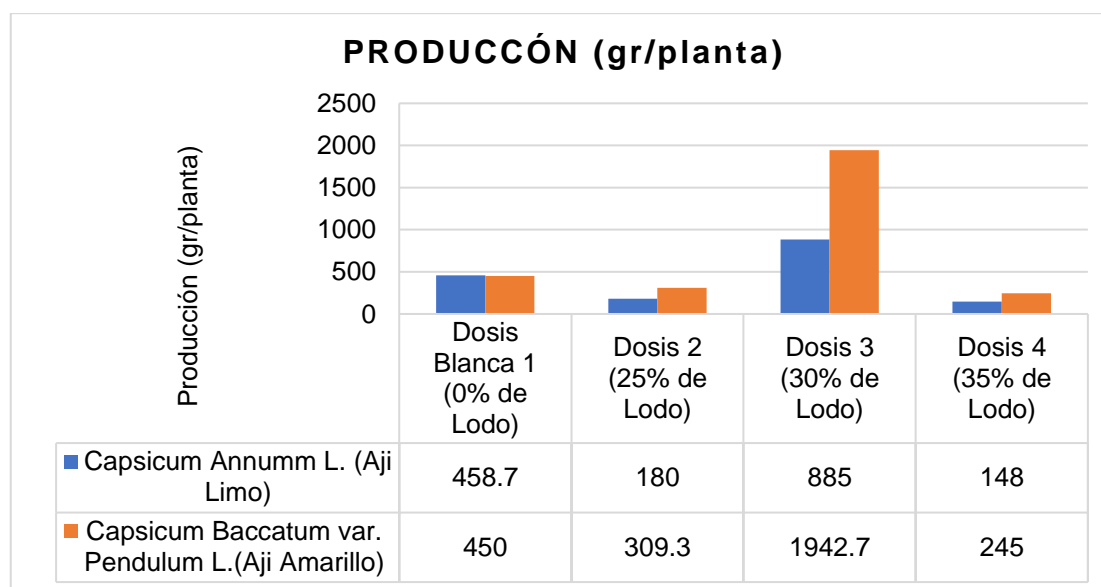


Figura 5.16. Producción de frutos *Capsicum spp.*

5.2. Resultados inferenciales de las plantas *Capsicum spp.*

Bajo resultados ya detallados anteriormente y basándonos en las diferencias encontradas se pudo obtener que las dosis a comparar será la dosis 1 (0% lodo

residual) y la dosis que obtuvo mejores resultados mediante análisis de descriptores, siendo este la dosis 3 (al 30% de lodo).

Se predice que bajo análisis de valor nutricional conforme lo obtenido en frutos de la planta *Capsicum spp.* Y el análisis de calidad ambiental del suelo de las muestras ya mencionadas, afirmaremos que la dosis al 30% de lodo residual de palma predomina como un mejorador de suelo.

5.2.1. Análisis Nutricional de los frutos de la planta *Capsicum spp.*

Para la caracterización del valor nutritivo se analizaron el nivel de proteínas, grasas y carbohidratos de las muestras seleccionadas por análisis de descriptores, optando por los mejores follajes, frutos y comparando con la prueba de dosis en blanco (0% Lodo residual de palma).

Se requirió el servicio de La Molina Calidad Total Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Molina, Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos. Acreditada por INACAL-DA. (Ministerio de la Producción, 2015)

Para el Ají Limo, se solicitó las cantidades expresadas en la tabla 5.9.

Tabla 5.9

Peso tomado para análisis nutricional del Ají limo

Dosis de Muestra con Lodo	Total de Frutos obtenidos	Peso Promedio de frutos	Peso Tomado para Análisis en Laboratorio
Dosis Blanca 1 (0% de Lodo)	32 unidades	43,00 gr	426.6 gr
Dosis 3 (30% de Lodo)	45 unidades	59,00 gr	495,2 gr

De esta manera se obtuvo los siguientes resultados nutricionales para el ají limo detallado en la tabla 5.10. (Ver Anexo 4 – Informe de análisis nutricional)

Tabla 5.10

Análisis nutricional del Capsicum Annumm L. – Ají limo

ENSAYO	RESULTADO DOSIS BLANCA 0% LODO	RESULTADOS DOSIS 30% LODO	Valor Nutricional a Nivel Nacional (*)
Grasa (gr/ 100 gr de muestra original)	0.2	0.2	0.7
Proteínas Totales (gr/ 100 gr de muestra original)	1.2	1.4	0.9
Carbohidratos (gr/ 100 gr de muestra original)	8.3	7.4	8.8
Cenizas (gr/ 100 gr de muestra original)	0.5	0.5	0.7
Energía Total (kcal / 100 gr de muestra original)	39.8	37.0	39
Humedad (gr/ 100 gr de muestra original)	89.8	90.5	88.9
% kcal proveniente de Carbohidratos	83.4	80.0	-
% kcal proveniente de Grasa	4.5	4.9	-
% kcal proveniente de Proteínas	12.1	15.1	-

(*) Ministerio de Salud. (2009).

Para el Ají Amarillo, se solicitó las cantidades expresadas en la tabla 5.11.

Tabla 5.11

Peso tomado para análisis nutricional del Ají amarillo

Dosis de Muestra con Lodo	Total de Frutos obtenidos	Peso Promedio de frutos	Peso Tomado para Análisis en Laboratorio
Dosis Blanca 1 (0% de Lodo)	30 unidades	45,00 gr	672,2 gr
Dosis 3 (30% de Lodo)	94 unidades	62,00 gr	617,4 gr

De esta manera se obtuvo los siguientes resultados nutricionales para el ají amarillo detallado en la tabla 5.12.

Tabla 5.12

Análisis nutricional del Capsicum baccatum var. pendulum L. – Ají amarillo

ENSAYO	RESULTADO DOSIS BLANCA 0% LODO	RESULTADOS DOSIS 30% LODO	Valor Nutricional a Nivel Nacional (*)
Grasa (gr/ 100 gr de muestra original)	0.2	0.4	0.7
Proteínas Totales (gr/ 100 gr de muestra original)	1.3	2.6	0.9
Carbohidratos (gr/ 100 gr de muestra original)	11.6	13.1	8.8
Cenizas (gr/ 100 gr de muestra original)	0.6	1.0	0.7
Energía Total (kcal / 100 gr de muestra original)	53.4	66.4	39
Humedad (gr/ 100 gr de muestra original)	86.3	82.9	88.9
% kcal proveniente de Carbohidratos	86.9	78.9	-
% kcal proveniente de Grasa	3.4	5.4	-
% kcal proveniente de Proteínas	9.7	15.7	-
Fibra Cruda (gr/ 100 gr de muestra original)	2.4	2.9	2.4

(*) Ministerio de Salud. (2009).

5.2.2. Textura, Densidad Aparente y Calidad Ambiental del

Suelo Agrícola

5.2.2.1. Textura

Al principio la textura aparece suave, pero a medida que se frota, empieza dominar la sensación arenosa, en sus características húmedas, se formaba una

bola que permitía la manipulación cuidadosa sin romperse, cuando se froto con los dedos pulgar e índice fue suave al principio, pero al frotar se notaba una sensación más áspera, tal y como se indica en la Guía para la determinación al tacto para diferentes clases texturales. (Ciancaglini, 2018)

5.2.2.2. *Densidad Aparente del suelo agrícola*

Se tomaron cuatro muestras de suelo con los cilindros (una por dosis), los cuales fueron secados en un horno por 48 horas a una temperatura de 110 °C. Posterior a ello se realizaron los cálculos de densidad aparente, mostrados en la tabla 5.13.

Tabla 5.13
Densidad aparente por cultivo y dosis

Dosis	Volumen del Cilindro (cm³)	Peso de suelo (gr)	Densidad Aparente (gr/cm³)
Dosis 1 (0% Lodo)	628.32	895.98	1.426
Dosis 2 (25% Lodo)	628.32	872.74	1.389
Dosis 3 (30% Lodo)	628.32	855.77	1.362
Dosis 4 (35% Lodo)	628.32	855.14	1.361

Se puede inferir que, a una mayor densidad, menores serán las condiciones favorables para el desarrollo de los cultivos.

Observando los resultados indicados en la tabla 5.8, se muestra que las mejores condiciones en cuanto a densidad aparente se encuentran en las muestras con dosis de 30% y 35% en peso de lodo.

5.2.2.3. Calidad Ambiental del suelo Agrícola

El presente proyecto contempla la viabilidad ambiental para determinar una mejor alternativa de disposición final del lodo, por lo que se tiene en cuenta el factor ambiental a modificar, el cual es el suelo; la inclusión de un nuevo componente alteraría la calidad ambiental del suelo, entonces al encontrar la dosis óptima para el desarrollo agrícola del cultivo seleccionado, esta dosis no afecte la calidad ambiental del suelo, por lo que al determinar el grado de afectación se utilizó el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, como directiva. (Ambiente-MINAM, 2017). Para la investigación se tomaron los siguientes parámetros expresados en la tabla 5.14. (Ver Anexo 4 – Informe de ensayo de laboratorio resultados de análisis de suelo)

Tabla 5.14

Parámetros medidos en la evaluación del suelo

Estación de Monitoreo	Fecha	Hora	Coordenadas UTM, WGS 84, Zona 18L		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
CS-01	25/12/18	18:00	270745	8673621	Punto de Monitoreo en cultivo de maceta (sin lodo)
CS-02	25/12/18	18:35	270745	8673621	Punto de Monitoreo en cultivo de maceta (con lodo, 30%)

Posterior a ello las muestras fueron ingresadas al laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C., para el análisis respectivo, en la siguiente tabla 5.15. se muestran los resultados obtenidos del análisis en mención:

Tabla 5.15*Resultados de análisis de Calidad Ambiental del Suelo*

Parámetros	Unidad	Resultados		ECA	Normativa de Referencia
		CS-01	CS-02		
Aceites y Grasas (A y G)	mg/kg	855.9	685.0	500	Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados – Ministerio del Medio Ambiente, Presidencia de la Republica de Ecuador.
pH	Unidad pH	7.68	7.45	6-8	
Arsénico (As)	mg/kg	18.3	17.5	50	Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.
Bario (Ba)	mg/kg	92.3	75.9	750	
Cadmio (Cd)	mg/kg	2.42	1.85	1.4	
Cromo (Cr)	mg/kg	8.81	6.83	(**)	
Mercurio (Hg)	mg/kg	<0.1	<0.1	6.6	
Plomo (Pb)	mg/kg	41.23	26.56	70	
Materia Orgánica	%	18.54%	21.62%	-	-

(**) No aplica para el uso de suelo agrícola.

De la siguiente manera también se obtuvo los resultados para aceites y grasas, pH, Arsénico, Bario, Cadmio, Mercurio y Plomo del suelo expresados en las siguientes figuras.

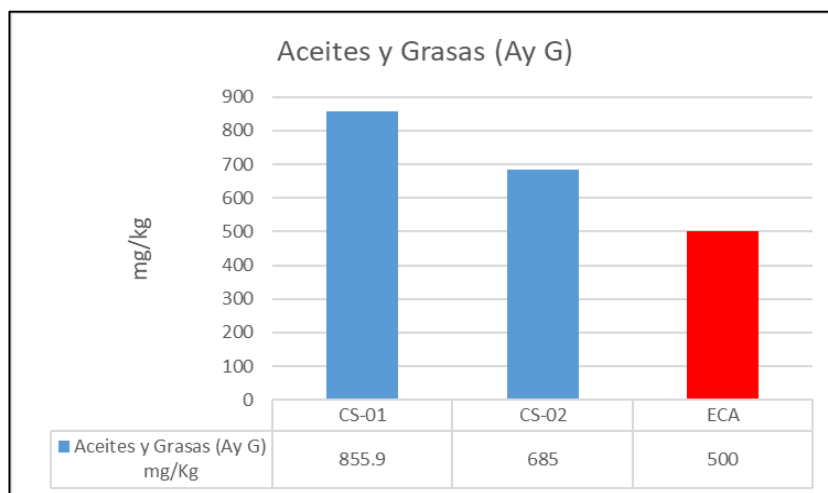


Figura 5.17. Resultados de aceites y grasas del suelo, resultados comparados con el ECA Suelo.

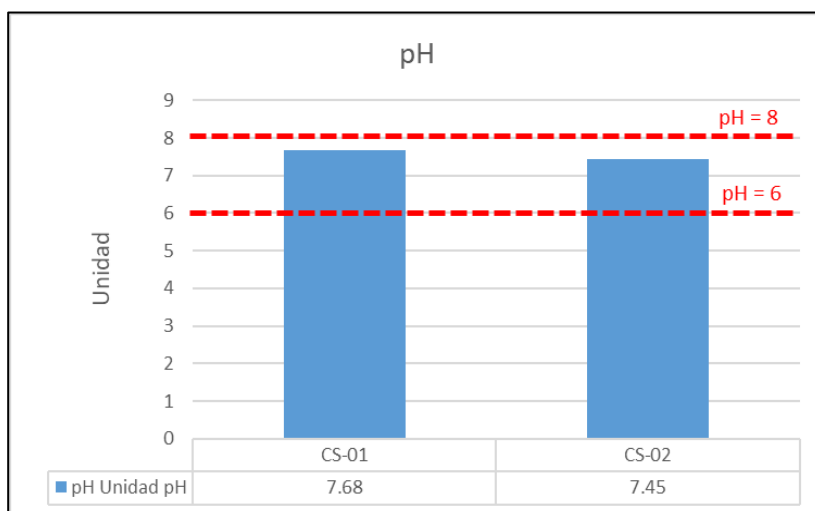


Figura 5.18. Resultados de pH del suelo.

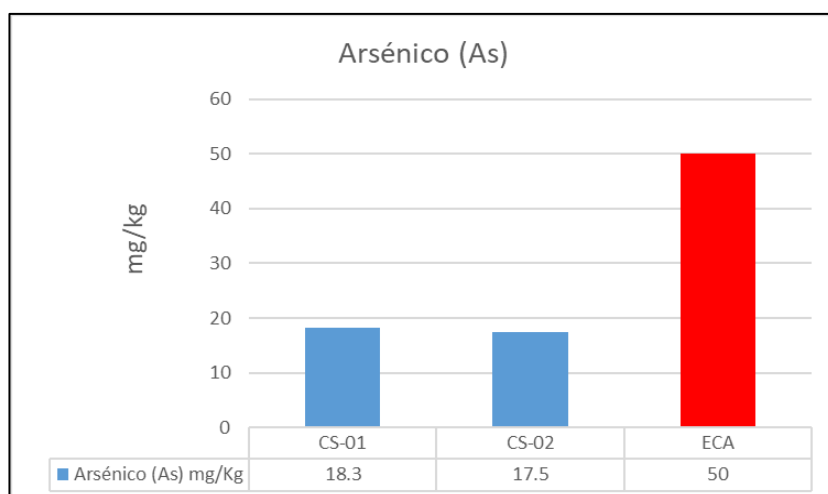


Figura 5.19. Resultados de Arsénico del suelo, resultados comparados con el ECA Suelo.

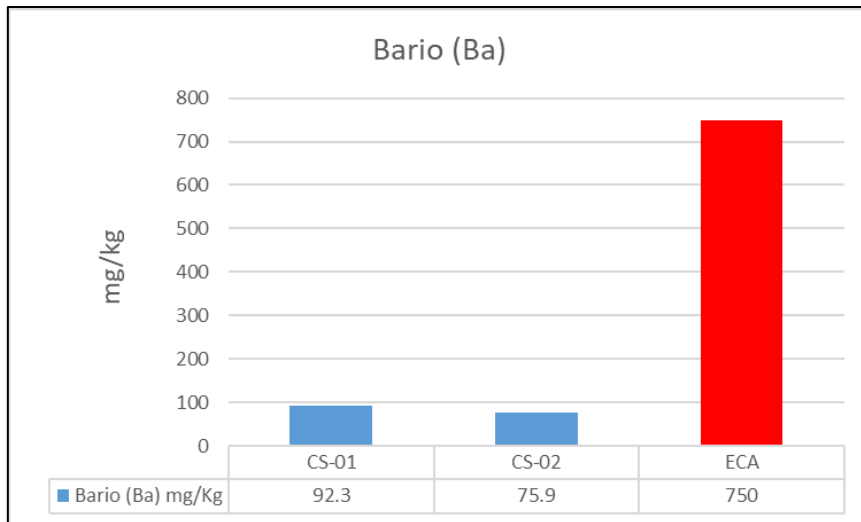


Figura 5.20. Resultados de Bario del suelo.

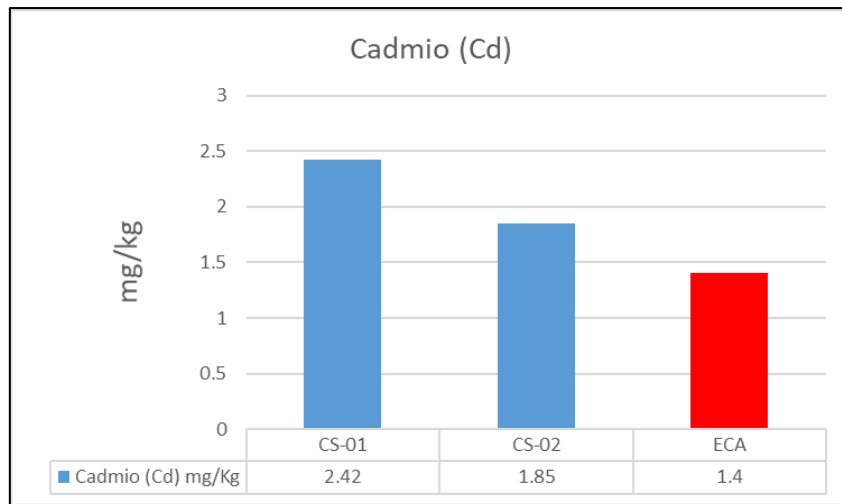


Figura 5.21. Resultados de Cadmio del suelo.

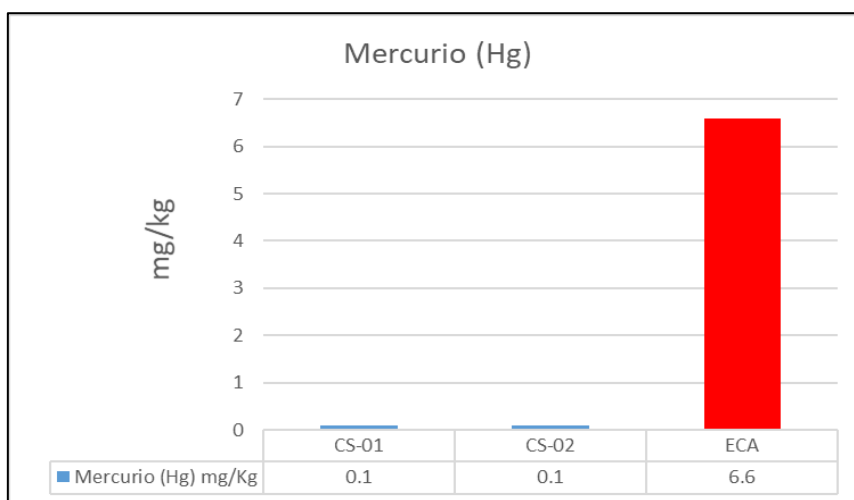


Figura 5.22. Resultados de Mercurio del suelo.

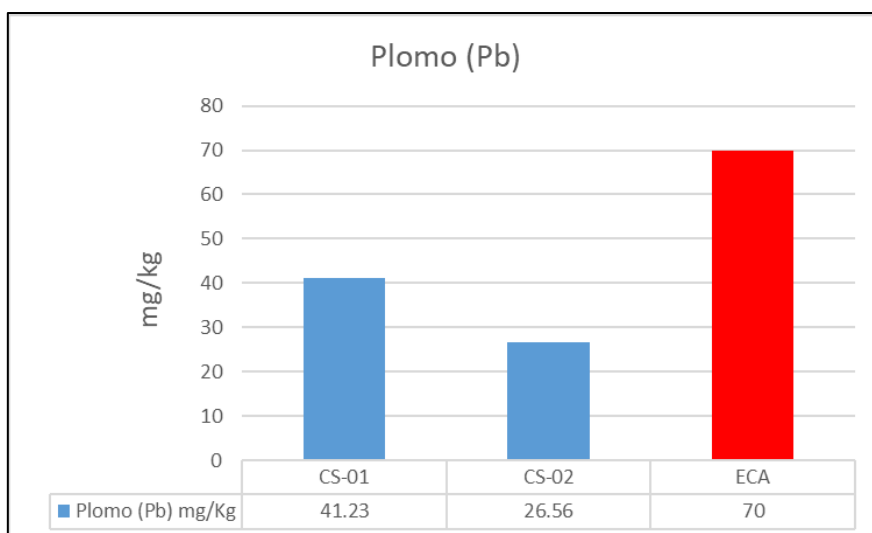


Figura 5.23. Resultados de Plomo del suelo.

5.3. Otro tipo de resultados estadísticos, de acuerdo con la naturaleza del problema y la hipótesis

Como problema en general se puede encontrar diferentes aplicaciones de este tipo de residuo (Lodo residual de palma aceitera), claro ejemplo que se asemeja a nuestra investigación es el estudio realizado por Hassan, Kim, Abdullah, & Rahman (2009), en “The effect of EFBcompost application on oil palm under terrace planting proceedings of Agriculte, Biotechnology, & Sustainability Conference”, donde registra que el uso como compost de dos de los residuos del proceso de extracción de aceite de palma (racimos vacíos y efluentes), resultara resultados positivos en las características del suelo y la proliferación de raíces en las parcelas donde se había aplicado.

Los datos obtenidos del resultado fueron:

- Las raíces penetraron hasta en 70 cm en comparación de suelos no aplicados.
- Contenido de materia orgánica, el triple de suelos no aplicado.

- Biomasa de raíces es 111% mayor al compararla con suelos sin compost.
- El contenido de fósforo disponible en los primeros 15 cm de suelos enmendados con compost fue mayor con valores de 155,9 mg*L⁻¹ frente a 85,81 mg*L⁻¹ en los suelos sin compost.
- En las parcelas experimentales con compost presentaron mayor productividad al aplicar 25 kg por palma de compost (analizado en 6 años de estudio).

De tal manera que la hipótesis planteada en el estudio pudo dar como buenos resultados a la aplicación de los residuos vacíos y efluentes como compost.

(Hassan, Kim, Abdullah, & Rahman, 2009)

Por lo consiguiente, nuestra investigación incursiona en el campo de la agricultura como mejorador del suelo, obteniendo los resultados anteriormente detallados que garantizan la mejora en parámetros del suelo y productividad.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

- **Análisis estadístico**

Referente a tratamientos el valor de " ρ_{τ} " es menor que " α ", por lo tanto se rechaza la hipótesis nula " H_0 ". En otras palabras, el efecto de un tratamiento tiene diferencia significativa en la dosis aplicada para la producción con respecto a las otras.

Con respecto a los bloques el valor de " $\rho_{bloques}$ " es mayor que el nivel de " α ", por lo que no hay diferencia significativa entre los bloques, dándose por aceptada la hipótesis nula " H_0' ".

6.1.1. Contrastación de la producción de frutos

La cantidad de frutos obtenidos en las diferentes dosis aplicadas a los dos tipos de *Capsicum spp.*; la planta de tipo *Capsicum baccatum var. pendulum l.* (Ají Amarillo) produjo mayor cantidad de frutos para la dosis al 30% de lodo.

6.1.2. Contrastación de análisis nutricional del *Capsicum*

spp.

Se comparó el análisis nutricional de los frutos al 0% y al 30%, conforme los datos nutricionales a nivel nacional por el Ministerio de Salud. (2009).

Determinándose que para el parámetro de aceites y grasas en las dos variedades de *Capsicum spp.* presentaron un valor menor que el definido por el Ministerio de Salud. Así también para el parámetro de proteínas totales en

comparación con el valor definido por el Ministerio de Salud, las dos variedades de *Capsicum spp.* presentaron un valor mayor.

Para el parámetro de carbohidratos el valor de ají amarillo al 30% de lodo supero el valor definido por el Ministerio de Salud, para el parámetro de cenizas; los valores del ají amarillo superan el valor nacional, sin embargo, no sucede lo mismo con el ají limo que no supera el valor nacional.

Para el parámetro de energía total, mientras los valores de ají limo se mostraron estar más próximo al valor nacional, los valores de ají amarillo superaron al valor definido por el Ministerio de Salud.

Para el parámetro de humedad los valores del ají limo superaron el valor nutricional nacional, sin embargo, los valores del ají amarillo presentaron estar próximo al valor definido por el Ministerio de Salud. En lo que refiere a fibra cruda, los frutos del ají amarillo superaron al valor nacional del ministerio.

6.1.3. Contrastación de calidad ambiental del suelo

Se evidencio que los parámetros analizados para calidad ambiental de suelo; todos se encuentran por debajo de lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental de suelo, a excepción de los parámetros de aceites y grasas, y cadmio.

- En el parámetro de Aceites y Grasas de la muestra sin lodo, presenta mayor concentración en comparación con la muestra con lodo, así también son

ambos valores los que superan lo establecido en el ECA. (Ambiente-MINAM, 2017)., determinándose que el suelo se encontraba contaminado.

- Para el parámetro cadmio, se evidencia el mismo comportamiento, siendo mayor la concentración de la muestra sin lodo, que la concentración de la muestra con lodo, siendo estos ambos mayores al ECA, determinándose que el suelo se encontraba contaminado.

Este comportamiento se puede fundamentar suponiendo que la muestra de tierra agrícola utilizada para la mezcla con la turba rubia y el lodo residual, ya se encontraban con las concentraciones elevadas de Cadmio, Aceites y Grasas, ya que durante todo el desarrollo del proyecto no se utilizaron insumos que contengan estos parámetros, asimismo las masetas no se encontraron expuestas a algún agente contaminante que contenga estos parámetros. Lo que podría ser materia de análisis para futuras investigaciones.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

El estudio titulado **“Respuestas de Las Palmas de Vivero a la Aplicación de Residuos de la Planta Extractora”** realizado por los investigadores Cortés G. C. , Cayón S., Aguirre, & Chaves C. (2006).

Aplican efluente líquido de las lagunas de oxidación del proceso de extracción de aceite de palma en campo de producción de palma en el vivero en forma de riego, obteniendo un efecto positivo sobre el área foliar específica y peso foliar específico en palmas de vivero. Sin embargo, nuestra investigación desarrolla no

solo diferencias significativas en área y peso foliares, sino también en desarrollo fenológico de las plantas y frutos *Capsicum spp*, así como la comparación de datos referentes a la producción, utilizando un análisis estadístico.

Por lo ya detallado se observa que las muestras con mayor concentración de lodo contaran con mejores resultados en lo que refiere a su fenología; cabe resaltar que nuestra investigación va más allá con la determinación de los cambios nutricionales, garantizando que la eficiencia de este residuo como mejorador o potencializador del suelo.

En la investigación titulada **“The effect of EFB-compost application on oil palm under terrace planting. Proceedings of Agriculture, Biotechnology & Sustainability Conference”**, los autores hallaron resultados positivos de las características del suelo y la proliferación de raíces en las parcelas experimentales donde se había aplicado compost de racimos vacíos y efluentes.

En comparación con nuestra investigación los efectos positivos en las muestras aplicadas con lodo fueron favorables, así también como la disminución de ciertos parámetros en comparación con los ECA de suelo.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes.

En concordancia con la responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes, la tesis por nombre “Utilización del lodo Residual de la Industria de la Palma Aceitera de la Empresa Oleaginosas Amazónicas S.A.”, ha sido elaborada

en un ambiente de trabajo de investigación cerrado, de tal manera que no se contamine otros ambientes.

Así también el desarrollo de la investigación se realizó sin hacer uso de contaminantes que desarrollen algunas anomalías en la salud de los investigadores y personas en contacto con la investigación.

VII. CONCLUSIONES

- Con base en el análisis estadístico considerando un $\alpha = 5\%$, se determinó que la dosis al 30% en peso de lodo residual de palma presento mejores condiciones para la producción de frutos *Capsicum spp.*
- Las características de las muestras con lodo al 30% y 35% presentaron valores bajos de densidad aparente, una textura franco-arenosa, favorable para el desarrollo fenológico de la planta. Cumple con los ECA de suelo en todos los parámetros, con excepción de los parámetros de Aceites y Grasas y Cadmio, pero no por el lodo residual aplicado sino por el suelo agrícola contaminado.
- Al 30% del lodo en peso, mejora la producción y además el valor nutricional es superior en referencia a los valores dados por el Ministerio de Salud.
- El uso de lodo de la palma aceitera, es viable utilizarlo al 30% teniendo un efecto beneficioso tanto como mejorador del suelo, como en la producción de frutos *Capsicum spp.*

VIII. RECOMENDACIONES

1. Traslado y recepción de lodo residual de palma de Planta Extractora de OLAMSA – Pucallpa se recomienda que el lodo al ser un residuo no sólido ni seco, su traslado sea mediante sacos impermeables.
2. En manejo de plagas de las plantas *Capsicum spp* se mostró en el transcurso de la investigación fueron las manchas bacterianas, la cual se realizó el retiro de estas en cada toma de muestra para evitar el contagio.
3. Una enfermedad mostrada fue la decoloración de hojas, la cual es la enfermedad de la planta seca o tristeza del chile, optar por el uso de mallas para disminuir la exposición al sol y cambiar de posición para mejor control de vitamina solar.
4. Para insecticida realizar un preparado natural y guardar en la refrigeradora si es que no se utiliza. Antes de su uso se debe agitar suavemente para uniformizar la consistencia de la solución.
5. Para Calidad Ambiental de Suelo Agrícola: Para el adecuado análisis de un posible impacto ambiental por la utilización del lodo en suelo agrícola, recomendamos utilizar una muestra de suelo que se encuentre por debajo de los valores establecidos en los ECA, antes de ponerlo en contacto con el lodo.
6. Se recomienda realizar el experimento en el ámbito espacial de la planta extractora, es decir realizarlo en Pucallpa, por lo que las condiciones agroclimáticas son diferentes en comparación a Lima.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (APEGA), (UNALM), (INIA), & (USMP). (2009). *Ajíes del Perú*. Perú: Unidad de Servicios Editoriales de la Empresa Editora El Comercio S.A.
- (IPGRI), T. I. (1995). *Descriptors for Capsicum spp.* Roma: IPGRI.
- A., J. (8 de Julio de 2012). *ALTERNATIVA ECOLÓGICO* . Obtenido de Un espacio dedicado a la promoción de la agricultura ecológica en el ámbito urbano y rural: <http://ecosiembra.blogspot.com/2012/07/preparado-casero-base-de-aji-capsicum.html>
- Aisueni, N., & Omoti, U. (2001). *The Role of Compost in Sustainable Oil Palm Production*. Benin: Proceedings of the 2001 PIPOC International Palm Oil (Agriculture).
- Alcalá Martínez, J. (2010). *Manual de Procedimientos Analíticos*. México: Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Álvarez, C. R., & Taboada, M. A. (2008). *Fertilidad Física de los Suelos 2da Ed.* Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires .
- Ambiente-MINAM, M. d. (2 de Diciembre de 2017). *D.S. N°11-2017-Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas>
- Amézquita, E. (1999). REQUERIMIENTOS DE AGUA Y NUTRICIÓN DE CULTIVOS DE FLORES. *XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos* (pág. 237). Cali: CIAT.

- Awal, M., Wan, I., Endan, J., & Haniff, M. (2004). Regression Model for Computing Leaf Area and Assessment of Total Leaf Area Variation with Frond Ages in Oil Palm. *Asian Journal of Plant Sciences*, 642-646.
- Bayler, S., & Martín Páez, P. (2015). *INSECTICIDAS NATURALES A BASE DE AJÍ*. Bogotá: Colegio de Estudios de Administración - CESA.
- Blanco Sandoval, J. O. (2006). *Acondicionadores y Mejoradores del Suelo*. Cúcuta: Instituto Colombiano Agropecuario.
- BLOG GESTIÓN. (10 de Octubre de 2016). *Palma Aceitera: Fortalezas y Amenazas de un negocio exitoso*. Obtenido de <https://gestion.pe>
- Castañón Nájera, G., Pérez Castañeda, L., Ramírez Meraz, M., & Mayek Pérez, N. (2014). *Avances y Perspectivas sobre el estudio del Origen y la Diversidad Genética de Capsicum spp*. Obtenido de www.scielo.org
- Chacón Padilla, K., & Monge Pérez, J. (2016). *Evaluación del rendimiento y la calidad de seis genotipos de pepino (Cucumis sativus L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica*. Bogotá: Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Ciancaglini, N. (2018). *R-001- Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico*. Buenos Aires: PROSAP.
- Congreso de la Republica. (23 de Diciembre de 2016). *SINIA*. Obtenido de Artículo N°37 del D.L. 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos: <https://sinia.minam.gob.pe>
- Cornejo, A. (2011). *Manual técnico: Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para Huerta Familiar*. Santiago de Chile: Equipo Multidisciplinario para América del Sur, FAO.

- Cortés G., C. A., Cayón S., D. G., Aguirre, V., & Chaves C., B. (2006). Desarrollo Vegetativo y distribución de materia seca. *Revista Palmas*, 26-32.
- Cortés G., C., Cayón S., D., Aguirre, V., & Chaves C., B. (17 de Octubre de 2006). *Respuestas de Palmas de Vivero a la Aplicación de Residuos de la Planta Extractora*. Obtenido de Desarrollo vegetativo y distribución de materia seca: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1186>
- Dammert B., J., Cárdenas, C., & Canziani, E. (2012). *Potenciales impactos ambientales y sociales del establecimiento de cultivos de palma aceitera en el departamento de Loreto*. Lima: Aldo Gonzales-IMASUMAQ.
- Darmosarkoro, W., & E.S., S. (2002). *Application of EFB on acidic soil in north Sumatra to increase soil bases and decrease aluminium*. Bali: International Oil Palm Conference .
- Domínguez, E., McLeod, C., Águila, K., Ojeda, A., & Ivelic-Sáez, J. (1 de Noviembre de 2017). Cómo utilizar la turba rubia de Sphagnum en horticultura. *INFORMATIVO N°75*. Punta Arenas, Punta Arenas, Chile: Adriana Cárdenas y Claudio Pérez.
- EE.UU., B. N. (18 de Septiembre de 2018). *MedlinePlus*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/dietaryfiber.html>
- FAO. (Marzo de 2014). *División Estadística de la FAO*. Obtenido de Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra: Emisiones por fuentes y absorciones por sumidero: <http://www.fao.org/3/a-i3671s.pdf>
- García Lopez, T., Huerta Barrón, E., & Tipian Mori, P. (2017). *Deforestación por cultivos agroindustriales de palma aceitera y cacao*. Lima: Defensoría del Pueblo.

- Hassan, A. Z., Kim, O., Abdullah, Z., & Rahman, M. (2009). *The effect of EFB-compost application on oil palm under terrace planting. Proceedings of Agriculture, Biotechnology & Sustainability Conference (Vol. II)*. PIPOC 2009 International Palm Oil Congress Palm Oil-Balancing Ecologics with Economics.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: INTERMERICANA EDITORES.
- Isabel Rodriguez, Guilles Adam, Jose María Durán;. (2008). SEMILLAS HORTÍCOLAS- Ensayos de Germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. *TECNOLOGÍA*, 837.
- Keller, T., & Håkansson, I. (2010). Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. *Geoderma 2010 Vol.154 N°3*, 398-406.
- Kiss Köfalusi, G., & Encarnación Aguilar, G. (2006). *Los Productos y los Impactos de la descomposición de residuos solidos urbanos en los sitios de Disposición Final*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2877246>
- Lallana, V. H., & Lallana, M. C. (2004). *Fisiología Vegetal*. Paraná: Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Lau, Y. (26 de Enero de 2016). *El Holandés Picante*. Obtenido de Cómo guardar semillas de chile para cultivarlas de nuevo: <https://elholandespicante.com>
- Luis Fernando, B. J. (2010). *Manual de Recomendaciones en el Cultivo de chile, pimentón o ají (Capsicum sp.)*. San José, Costa Rica: María Mesén y Laura Ramírez.

- Maldonado, R. V. (2016). *Informe de Monitoreo Peligrosidad de lodos de la planta Km 59.8 - OLAMSA S.A.* Lima: Servicios Analíticos Generales S.A.C.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Plama Aceitera*. Obtenido de www.minagri.gob.pe
- Ministerio de la Producción. (15 de Enero de 2015). *INACAL*. Obtenido de Directorio de Laboratorios Acreditados: www.inacal.gob.pe
- Molina, U. N. (2012). *Serie El punto de ají*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- Molina-Montenegro, M. (2007). Variación de la pubescencia foliar en plantas y sus implicaciones funcionales a lo largo de gradientes altitudinales. *Asociación Española de Ecología Terrestre*, 146-152.
- N.J. Montaña-Mata, J. N. (2003). Evaluación del efecto de la edad de transplante sobre el rendimiento en tres selecciones de ají dulce *Capsicum chinense*. Monagas, Venezuela.
- ONG, P. E., & Cabieses, F. (2012). *AJÍES DEL PERÚ*. Obtenido de Antropogía del Ají.
- Palacios Castro, S., & A., I. (2007). *Caracterización Morfológica de Acciones de Capsicum spp.* Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/3305/1/7501007.2007.pdf>
- Raborg, J. R. (2015). *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Obtenido de Dosis de Fertilización Nitrogenada en Ají Escabeche: www.repositorio.lamolina.edu.pe
- Reyes García, M., Gómez-Sánchez Prieto, I., Espinoza Barrientos, C., Bravo Rebatta, F., & Ganoza Morán, L. (2009). *TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS*. Lima: Ministerio de Salud.

- Reyes García, M., Gómez-Sánchez Prieto, I., Espinoza Barrientos, C., Bravo Rebatta, F., & Ganoza Morón, L. (2009). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Lima: Instituto Nacional de Salud.
- Román , P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *FAO*. Obtenido de Manual de Compostaje del Agricultor: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Ruiz Torres, N., García López, J., Lira-Saldivar, R., Vera Reyes, I., & Méndez Arguello, B. (2016). *Técnicas para evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiologica de Semillas sometidas a dosis de nanoparticulas*. Coahuila, México: Repositorio CIQA.
- Siahaan, D., & Darnosarkoro, W. (1 de Enero de 2010). La Industria del aceite de Palma en Indonesia: Una travesía de diez y seis décadas. *Revista Palmas*, 31, 221-230. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1568>
- Soriano, S. G. (2017). Las Guías para Plantar y Trasplantar. *Verde es Vida*, 17.
- Van Dam, J. (2016). Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa. *Revista Palmas*, 37 (Especial Tomo II), 149-156.
- Zevallos Ríos, S. (2015). *Determinación del potencial energético de la biomasa residual obtenida de la extracción del aceite de palma, en las provincias de coronel portillo y padre abad, Region Ucayali*. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali.

ANEXOS

- **Anexo 1:**
 - Matriz de Consistencia.

- **Anexo 2:**
 - Registro Fotográfico.

- **Anexo 3:**
 - Diagrama de Flujo del Proceso de extracción de aceite de Palma.
 - Esquema espacial de Huerto casero.

- **Anexo 4:**
 - Informe de Ensayo de Laboratorio – Resultados de Análisis Nutricional.
 - Cadena de custodia de Monitoreo de Suelo.
 - Informe de Ensayo de Laboratorio – Resultados de Análisis de Suelo.

ANEXO N°1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Variables	Hipótesis	Metodología
<p>Problema General ¿Será una mejor alternativa de disposición final, la utilización del lodo residual de la palma, como un potencial mejorador de suelo agrícola?</p>	<p>Objetivo General Demostrar la viabilidad de utilizar el lodo residual de la palma proveniente del proceso productivo de la empresa Oleaginosas Amazónicas S.A. como un mejorador de suelo para el cultivo de ají en huerto casero.</p>	<p>Variables Independientes X: Dosis del lodo residual de la palma aceitera - Dosis N°1 Blanco X₀: Sin lodo residual de Palma - Dosis N°2 X₁: 25% de lodo residual de Palma - Dosis N°3 X₂: 30% de lodo residual de Palma - Dosis N°4 X₃: 35% de lodo residual de Palma</p>	<p>Hipótesis General “El lodo residual de la palma tiene potencial para ser un mejorador de suelo agrícola, lo cual nos brindara una mejor alternativa de disposición final de este residuo”.</p>	<p>Tipo de Metodología Nuestra investigación será de tipo experimental, contando con dos etapas: 1. PREPARACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localización y abastecimiento de lodo residual de palma aceitera. • Acondicionamiento del residuo y área de trabajo. • Preparación de semillas. • Preparación de tierra agrícola y dosis de lodo residual de palma. <p>2. EJECUCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento de macetas y abastecimiento de mezclas. • Germinación y trasplante de plántulas de <i>Capsicum spp.</i> A mezclas (dosis). • Seguimiento y control de las distintas dosis. • Desarrollo y cosecha de frutos <i>Capsicum spp.</i> (Ajíes)
<p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿El residuo de palma actuará como mejorador de suelo, permitiendo un mayor desarrollo de los cultivos de <i>Capsicum spp.</i> (Ají Amarillo y Ají Limo)? • ¿Mejorarán las características físico mecánicas de los sustratos resultantes, luego de la utilización del lodo? • ¿Una de las dosis utilizadas de lodo residual, presentará mejores resultados luego del análisis morfológico de las plantas y frutos obtenidos, en referencia a las otras dosis utilizadas? 	<p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar cultivos con diferentes dosis del lodo residual de la palma (al 0%, 25%, 30% y 35% de lodo en peso) como mejorador de suelo agrícola en los cultivos de <i>Capsicum spp.</i> (Ají Limo y Ají Amarillo). • Determinar las características físico mecánicas de los sustratos (al 0%, 25%, 30% y 25%) en referencia a la textura y densidad aparente, utilizando el método organoléptico y del cilindro respectivamente. • Evaluar cuál de las dosis utilizadas presenta mejores resultados en cuando a producción, a través de un análisis morfológico (descriptores) de las plantas y frutos de ají cultivados. 	<p>Variables Dependientes Y: Producción de frutos: peso de ajíes por planta - Peso de Ajíes (g/planta) Y₁</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • “La aplicación de lodo residual de palma en los cultivos de <i>Capsicum spp.</i> (Ají Limo y Ají Amarillo), tiene como resultado una mayor producción de frutos en las macetas con lodo, en comparación de los cultivos sin lodo”. • “Luego de la determinación de la textura y densidad aparente de los sustratos, las muestras con lodo presentarán mejores características para el desarrollo agrícola” • “Con los resultados obtenidos del análisis morfológico de las plantas y frutos, de una de las dosis de lodo residual presentará mejores resultados en comparación de las otras dosis utilizadas”. 	

ANEXO Nº2 – REGISTRO FOTOGRAFICO



Fotografía 1. Área de desfrutado en OLAMSA. Fotografía tomada el 30.03.2018.



Fotografía 2. Máquina eléctrica extractora de aceite de semillas de palma (TRICANTER FLOTTWENG Z4E-4/441). Fotografía tomada el 30.03.2018.



Fotografía 3. Presentación de proyecto de investigación a OLAMSA.



Fotografía 4. Obtención de lodos residuales de palma aceitera. Fotografía tomada durante la segunda visita a la planta extractora el 30.03.2018.



Fotografía 5. Entrega de costales de lodo residual de palma. Fotografía tomada durante la segunda visita a la planta extractora el 30.03.2018.



Fotografía 6. Sellado de costales para su próxima partida a Lima.



Fotografía 7. Pesado de los sacos de lodo residual de palma aceitera en Lima.



Fotografía 8. Mezclado de sustratos para maceteros (Proceso de Izquierda a derecha).



Fotografía 9. Extracción de semillas *Capsicum spp.*



Fotografía 10. Semillas extraídas de Ají Limo (Lado derecho) y semillas de Ají Amarillo (Lado izquierdo).



Fotografía 11. Profundidad de sembrado de semillas *Capsicum spp.* de 0.5-0.7 cm



Fotografía 12. Sembrado de semillas de Ají Amarillo.



Fotografía 13. Sembrado de semillas de Ají Limo.



Fotografía 14. Germinación de semillas *Capsicum* spp.



Fotografía 15. Plántulas de Ají Amarillo a 17 días de sembrado.



Fotografía 16. Plántulas de Ají Limo a 19 días de sembrado.



Fotografía 17. plántulas de Ají Amarillo a 22 días de sembrado.



Fotografía 18. Trasplante de plántulas hacia maceteros, a los 37 días del sembrado.



Fotografía 19. Plántulas trasplantadas a macetas.



Fotografía 20. Toma de pubescencia de la base de la planta *Capsicum spp.*



Fotografía 21. Pubescencia en tallo de Ají Limo.



Fotografía 12. Pubescencia en una hoja de Aji Amarillo.



Fotografía 23. Altura de la planta *Capsicum* spp. en época de crecimiento.



Fotografía 24. Altura de la planta en época de floración del Ají Limo.



Fotografía 25. Altura de la planta en época de floración del Ají Limo.



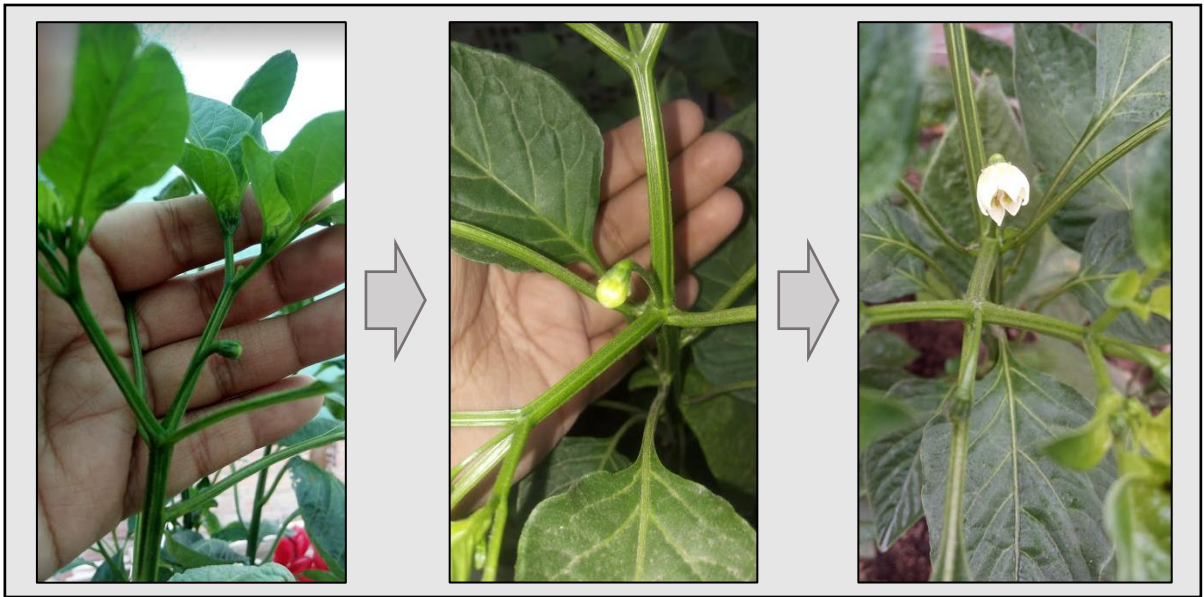
Fotografía 26. Altura de la planta en época de fructificación del Ají Amarillo.



Fotografía 27. Muestras tomadas de longitudes más largas de hojas *Capsicum* spp.



Fotografía 28. Muestra de manchas en hojas *Capsicum spp.*



Fotografía 29. Generación de Flores *Capsicum spp.*



Fotografía 30. Generación de Frutos *Capsicum spp.*



Generación de flores a 84 días después del trasplante de plántulas.



Crecimiento de frutos a 126 días después del trasplante de plántulas.

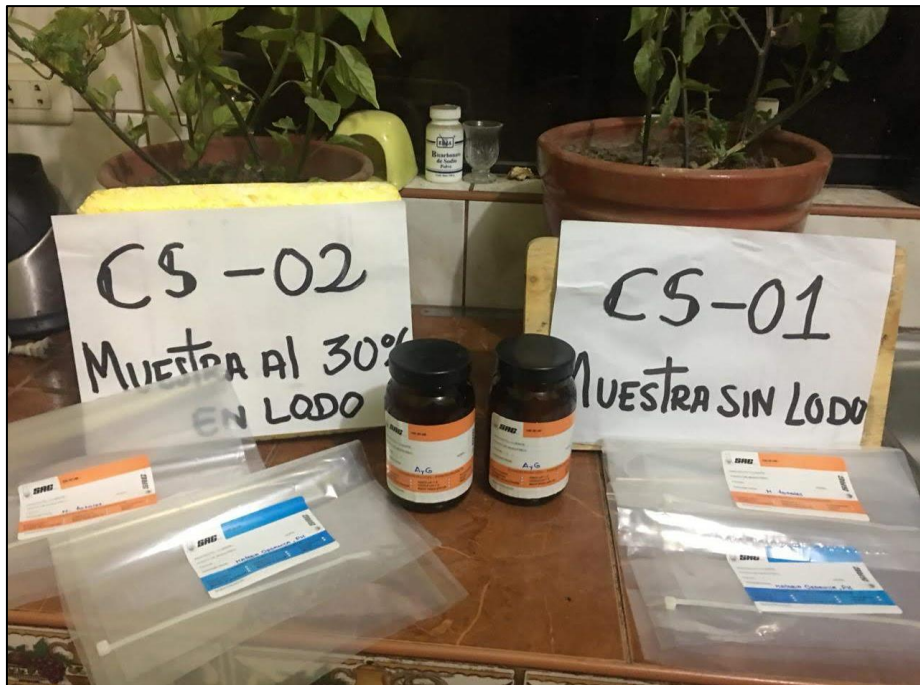


Cosecha de frutos *Capsicum spp.* a 140 días después del trasplante de plántulas

Fotografía 31. Generación de Flores y posteriormente la producción de frutos.



Fotografía 32. Forma promedio del fruto del Ají Amarillo.



Fotografía 23. Materiales para análisis de suelo despues de la cosecha.



Fotografía 34. Análisis de la muestra con 0% de lodo, realizado después de la cosecha.



Fotografía 35. Análisis de la muestra con 30% de lodo, realizado después de la cosecha.

ANEXO N°3 – DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA



DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE CRUDO DE PALMISTE

OLAMSA1-PR-C-05

Elaborado por: Dueño de Proceso

Revisado por: Dueño de Proceso

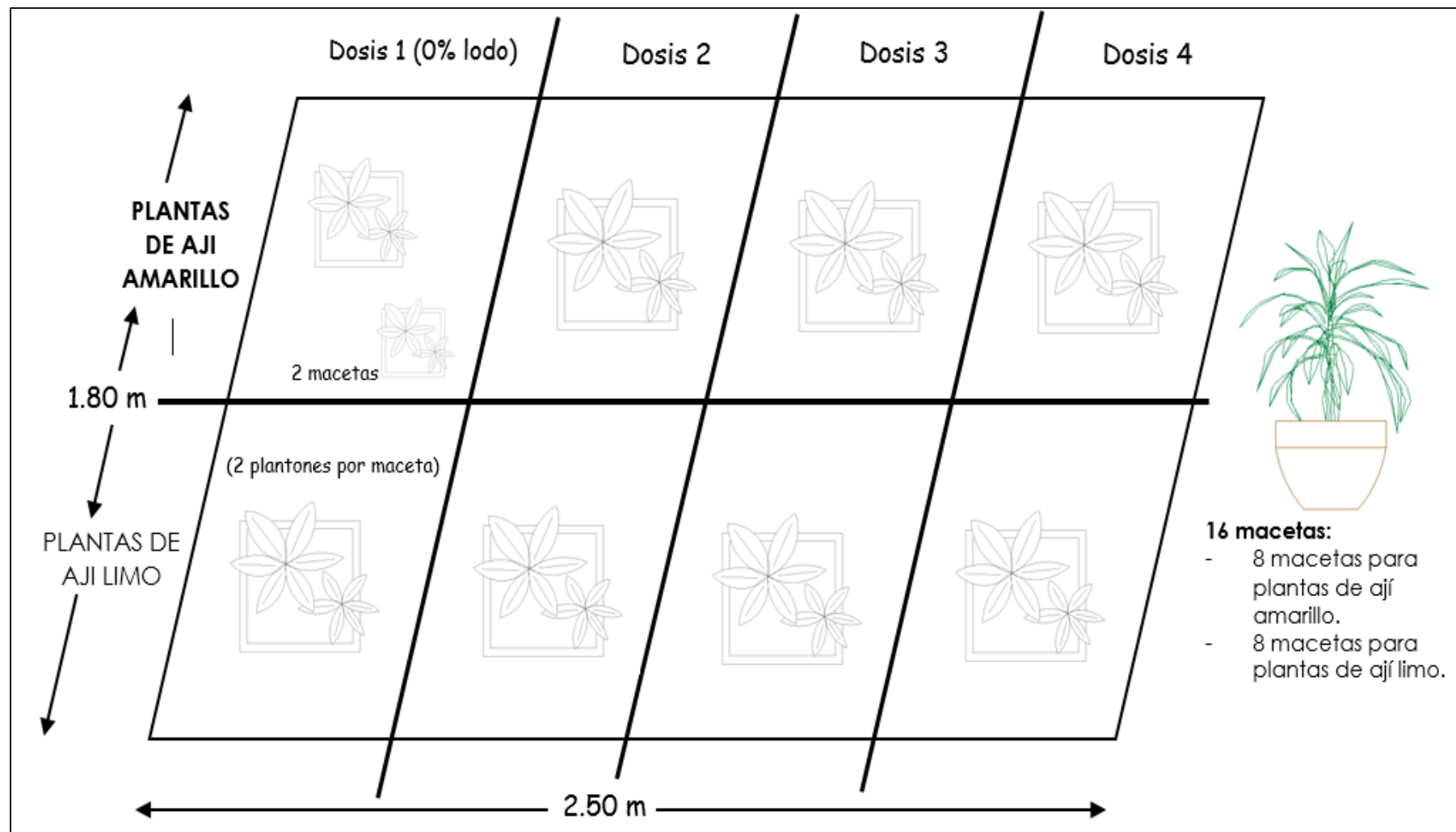
Aprobado por: Jefe de Área

Versión: 01
19/04/2017

PARÁMETROS DE CONTROL	DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE PROCESO
<p>Impurezas (%), Humedad de almendras secas (%), Almendras rotas (%), Color de almendra</p> <p>Carga del prensado (Amperímetro)</p> <p>Temperatura, Presión de vapor, Presión de prensado, Humedad final, Acidez, Color, Índice de yodo, Punto de fusión, Índice de peróxido</p> <p>Humedad final, Acidez, Color, Índice de yodo, Punto de fusión, Índice de Peróxido</p>	<p>ALMENDRAS SECAS</p> <div style="border: 2px solid orange; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>NOTA: Cada etapa de proceso está encerrada en un cuadro naranja</p> </div>	<p>Las almendras almacenadas en los silos secadores son transportadas por un sistema de transportadores sinfines y enviadas a un elevador de cangilones que alimenta a las tolvas de recepción. Estas almendras se descargan por gravedad de las tolvas hacia las prensas expellers.</p> <p>El aceite de las almendras se extrae por prensado, por medio de las prensas expellers con un amperaje entre 28 a 32 A de carga, con una capacidad de 400 kg/h cada una. De la extracción del aceite se obtiene la torta de palmiste que es procesado para obtener la harina de palmiste.</p> <p>El aceite que se extrae de la prensa expeller se almacena en el tanque de aceite turbio, este tanque está provisto de paletas de agitación y un motor de 5 HP que mantienen el aceite turbio en constante agitación para luego ser bombeado al tamiz vibratorio.</p> <p>El aceite turbio es tamizado separándose las impurezas por vibración, los sólidos separados retornan a la prensa expeller para la posterior recuperación del aceite restante en ellos y el aceite va a dar al tanque de aceite tamizado. El aceite que baja del tamiz se almacena en el tanque de aceite turbio para su posterior filtrado.</p> <p>El aceite turbio es enviado al filtro de prensa que consta de 28 placas de lona y ejerce una presión de 30 psi. El aceite es filtrado y las impurezas quedan retenidas en las lonas de las placas.</p> <p>El aceite después de ser filtrado se almacena en el tanque de aceite terminado para luego ser bombeado al tanque de almacenamiento N°04.</p> <p>El despacho del aceite crudo de palmiste se hace a granel en cisternas isotérmicas y con un operador de despacho.</p>

Fuente: OLAMSA (2017)

ANEXO N°3 – ESQUEMA ESPACIAL DE HUERTO CASERO



ANEXO N°4 – INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

RESULTADOS DE ANÁLISIS NUTRICIONAL

1. Informe de análisis del Ají Amarillo en dosis al 0% y 30% de lodo de palma.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000655 - 2019

SOLICITANTE : TAMARA ARANA MARISOL VANESSA
DIRECCIÓN LEGAL : MZ. A LT. 17 AV. LOS OLIVOS -SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA -LIMA
RUC: 10472239592 **Teléfono:** 941553536

PRODUCTO : FRUTO CAPSICUM SP - AJÍ AMARILLO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : DOSIS BLANCA (0% DE LODO)
 LA MUESTRA FUE TOMADA DE LOS DOS PRIMEROS PLANTONES, SIN INFECCIÓN

CANTIDAD RECIBIDA : 672,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M

FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa cerrada a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000456 -2019
REFERENCIA : PERSONAL

FECHA DE RECEPCIÓN : 25/01/2019
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :
 ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,2
2.- Proteína Totales (g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	1,3
3.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	11,6
4.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	0,6
5.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	53,4
6.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	86,3
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	86,9
8.- % Kcal. proveniente de Grasa	3,4
9.- % Kcal. proveniente de Proteínas	9,7
10.- Fibra Cruda(g / 100 g de muestra original)	2,4

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- AOAC 920.172 Ed.20, Cap.43, Pág.7 2016
- 2.- AOAC 920.173 Ed.20, Cap.43, Pág.7 2016
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- AOAC 941.12 Ed.20, Cap.43, Pág.2 2016
- 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6.- AOAC 930.04 Ed.20, Cap.3, Pág.1 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 000655 - 2019

Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 000654 - 2019

SOLICITANTE : TAMARA ARANA MARISOL VANESSA
DIRECCIÓN LEGAL : MZ. A LT. 17 AV. LOS OLIVOS -SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA -LIMA
: RUC: 10472239592 Teléfono: 941553536
PRODUCTO : FRUTO CAPSICUM SP - AJÍ AMARILLO
NÚMERO DE MUESTRAS IDENTIFICACIÓN/MTRA. : Uno
: DOSIS 3 (30% DE LODO)
LA MUESTRA FUE TOMADA DE 3 PLANTONES CON 5% DE INFECCIÓN
CANTIDAD RECIBIDA : 617,4 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa cerrada a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000457 -2019
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/01/2019
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,4
2.- Proteína Totales (g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	2,6
3.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	13,1
4.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	1,0
5.- Energía Total(g / 100 g de muestra original)	66,4
6.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	82,9
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	78,9
8.- % Kcal. proveniente de Grasa	5,4
9.- % Kcal. proveniente de Proteínas	15,7
10.- Fibra Cruda(g / 100 g de muestra original)	2,9


MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- AOAC 920.172 Ed.20, Cap.43, Pág.7 2016
- 2.- AOAC 920.173 Ed.20, Cap.43, Pág.7 2016
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- NTP 205.004:2017
- 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6.- AOAC 930.04 Ed.20, Cap.3, Pág.1 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 000654 - 2019

Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794

E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal -  la molina calidad total




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

2. Informe de análisis del Ají Limo en dosis al 0% y 30% de lodo de palma.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000991 - 2019

SOLICITANTE : TAMARA ARANA MARISOL VANESSA
DIRECCIÓN LEGAL : MZ. A LT. 17 AV. LOS OLIVOS -SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA -LIMA
 : RUC: 10472239592 Teléfono: 941553536
PRODUCTO : FRUTO CAPSICUM SP - AJÍ LIMO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : DOSIS BLANCA (0% DE LODO)
CANTIDAD RECIBIDA : 426,6 de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa cerrada a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000452 -2019
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/01/2019
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :
 ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,2
2.- Proteína Totales (g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	1,2
3.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	8,3
4.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	0,5
5.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	39,8
6.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	89,8
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	83,4
8.- % Kcal. proveniente de Grasa	4,5
9.- % Kcal. proveniente de Proteínas	12,1

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :
 1.- AOAC 950.54 Ed. 20, Cap. 43, Pág. 9-10, 2016
 2.- AOAC 920.173 Ed. 20, Cap. 43, Pág. 7, 2016
 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
 4.- AOAC 941.12 Ed. 20, Cap. 43, Pág. 2, 2016
 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 6.- AOAC 930.04 Cap. 43, Ed. 20, Pág. 1, 2016
 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 28/01/2019 Al 06/02/2019.

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 000991 - 2019

Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 001006 - 2019

SOLICITANTE : TAMARA ARANA MARISOL VANESSA
DIRECCIÓN LEGAL : MZ. A LT. 17 AV. LOS OLIVOS -SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA -LIMA
RUC: 10472239592 **Teléfono:** 941553536
PRODUCTO : FRUTO CAPSICUM SP - AJÍ LIMO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : DOSIS 3 (30% DE LODO)
CANTIDAD RECIBIDA : 495,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa cerrada a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-000454 -2019
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/01/2019
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,2
2.- Proteína Totales (g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	1,4
3.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	7,4
4.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	0,5
5.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	37,0
6.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	90,5
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	80,0
8.- % Kcal. proveniente de Grasa	4,9
9.- % Kcal. proveniente de Proteínas	15,1

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- AOAC 950.54 Ed. 20, Cap. 43, Pág. 9-10, 2016
- 2.- AOAC 920.173 Ed. 20, Cap. 43, Pág. 7, 2016
- 3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 4.- AOAC 941.12 Ed. 20, Cap. 43, Pág. 2, 2016
- 5.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 6.- AOAC 930.04 Ed. 20, Cap. 43, Pág. 1, 2016
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 28/01/2019 Al 06/02/2019.

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 001006 - 2019

Pág 1/2

ANEXO N°4 – CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO DE SUELO

D.S. 144744



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 007
Versión: 01
F.E: 10/2016
Página: 1 de 1

Cliente: FC Ingeniería y Servicios Ambientales Contacto: Joel Navarro E-mail: Joel.Navarro@fcisa.com Telef.(s) 958 096 891
 Lugar: Lima Empresa: Kevin Astete Heredia Planta: Proyecto: Investigación
 Carta/Cotización: Nº 2018-12VI-38-1-1

MUESTREADO POR SAG MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU					ANÁLISIS DE LABORATORIO					Nº Informe: <u>123605-2018</u>	
	FECHA	HORA												CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
<u>CS-01</u>	<u>25-12-18</u>	<u>18:00</u>	<u>calidad de Suelo</u>												<u>18123274</u>
<u>CS-02</u>	<u>25-12-18</u>	<u>18:35</u>	<u>Calidad de Suelo</u>												<u>18123275</u>
<u>apl(CS-01)</u>	<u>25-12-18</u>	<u>18:00</u>	<u>Calidad de Suelo</u>												<u>18123276</u>

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES

RECIBIDO

28 DIC 2018

RECEPCION DE MUESTRAS SAG

Observaciones de Muestreo: CS-01: Muestra de Tierra de cultivo de una Mazeta, sin lodo.
CS-02: Muestra de Tierra de cultivo de una Mazeta, con lodo al 30%.

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Alan Rivera Huamani / Sharon Cruzado Laguna Firma(s): [Firmas] Recibido en laboratorio: GM
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: Kevin Astete Heredia Firma(s): [Firma] Día/Hora: 12:55

ANEXO N°4 – INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE-047

INFORME DE ENSAYO N° 127605-2018 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : KEVIN ASTETE HERENCIA
DOMICILIO LEGAL : AV. TACNA 685 - OFICINA 182, CERCADO DE LIMA
SOLICITADO POR : JHOEL NAVARRO BERNALES
REFERENCIA : INVESTIGACIÓN
PROCEDENCIA : LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2018-12-28
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2018-12-28
MUESTRÉADAS POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.¹

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Aceites y grasas	EPA SW-846 Method 9071 B, 1998. N-Hexana Extracible Material (HEM) for Sludge, Sediment, and Solid Samples. 1988.	7.0	mg/kg
Materia orgánica	NOM-021-SEMARNAT-2000 Item 7.1.7 Método AS-07. 2002. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	0.23	%
pH	EPA SW-846, Method 9045 D (Rev4) 2004. Soil and waste pH.	---	unid pH
Metales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, titanio, Vanadio, Zinc).	Method 200.7 Rev. 4.4 EMMC Version (1994). Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	---	mg/kg

L.C.: Límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 127605 y procedimiento PL-009.

II. RESULTADOS

Producto declarado	Suelo	Suelo
Matriz analizada	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo	2018-12-25	2018-12-25
Hora de inicio de muestreo (h)	18:00	18:35
Coordenadas UTM WGS 84 18L	0270745E	0270745E
	8673621N	8673621N
Altitud (msnm)	36	36
Descripción del punto de muestreo	Punto de Monitoreo en cultivo de mazeta (sin lodo)	Punto de Monitoreo en cultivo de mazeta (con lodo)
Condición de la muestra	Conservada	Conservada
Código del Cliente	CS-01	CS-02
Código del Laboratorio	18123274	18123275
Ensayos	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/kg	855.9 685.0
Materia orgánica	%	18.54 21.62
pH	unid pH	7.68 7.45

Resultados de suelos en base seca.

Medición de pH realizada a 25°C.

Quím. Belbeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648

Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod.: F 02/Versión: 08/FE/03/2018

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pataje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 2

**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N°LE-047

**INFORME DE ENSAYO N° 127605-2018
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS

Producto declarado	Suelo		
Matriz analizada	Suelo		
Fecha de muestreo	2018-12-25	2018-12-25	2018-12-25
Hora de inicio de muestreo (h)	18:00	18:35	18:00
Coordenadas UTM WGS 84 18L	0270745E	0270745E	0270745E
Altitud (msnm)	8673621N	8673621N	8673621N
Descripción del punto de muestreo	36	36	36
Condición de la muestra	Punto de Monitoreo en cultivo de mazeta (sin lodo)	Punto de Monitoreo en cultivo de mazeta (con lodo)	Punto de Monitoreo en cultivo de mazeta (sin lodo)
Código del Cliente	Conservada	Conservada	Conservada
Código del Laboratorio	CS-01	CS-02	DUPLICADO (CS-01)
Ensayo	18123274	18123275	18123276
L.D.M.	Resultados		
Metales			
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	8231.2
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	18.3
Boro (B)	0.2	mg/kg	17.5
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	17.5
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	92.3
Calcio (Ca)	0.03	mg/kg	0.23
Cadmio (Cd)	4.7	mg/kg	25355.6
Cerio (Ce)	0.04	mg/kg	17082.0
Cobalto (Co)	0.2	mg/kg	29536.2
Cromo (Cr)	0.05	mg/kg	2.42
Cobre (Cu)	0.04	mg/kg	1.85
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	22.4
Mercurio (Hg)	0.05	mg/kg	21.9
Potasio (K)	0.04	mg/kg	5.90
Litio (Li)	0.04	mg/kg	5.70
Magnesio (Mg)	0.1	mg/kg	6.83
Manganeso (Mn)	0.1	mg/kg	10.11
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	49.0
Sodio (Na)	0.2	mg/kg	13025.5
Níquel (Ni)	0.1	mg/kg	11559.5
Fósforo (P)	0.1	mg/kg	<0.1
Plomo (Pb)	4.3	mg/kg	<0.1
Antimonio (Sb)	0.3	mg/kg	3796.1
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	5607.3
Estaño (Sn)	0.3	mg/kg	3897.8
Estroncio (Sr)	0.3	mg/kg	15.5
Titanio (Ti)	0.3	mg/kg	15.8
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	16.5
Vanadio (V)	0.3	mg/kg	6007.2
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	6408.5

Resultados de suelos en base seca.
L.D.M.: límite de detección del método.

Lima, 15 de Enero del 2019.

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648

Asesor Técnico Químico

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

Cod.: FI.02/Revisión: 08/FE.03/2018

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency; ASTM: American Society for Testing and Materials; NTP: Norma Técnica Peruana.
OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.
• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

Página 2 de 2