

T  
631.86  
V28

NO SALE A  
DOMICILIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA  
AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMIA



**“SISTRATOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN LAS  
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UN SUELO  
HORTÍCOLA DEL FUNDO ZUNGAROCCHA,  
DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA,  
DEPARTAMENTO DE LORETO – IQUITOS – PERÚ”**

**TESIS**

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL**

Presentado por:

**EDWARDS CHRISTIAN VARGAS VALDERRAMA**

Bachiller en Gestión Ambiental

DONADO POR:
EDWARDS CHRISTIAN VARGAS VALDERRAMA
Iquitos. 18 de 02 de 2013

Iquitos – Perú

2012



039

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Tesis aprobada en sustentación pública el día 28 de junio del 2012, por el Jurado Ad-Hoc nombrado por la Escuela Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el título de:

**INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL**



---

**Ing. M.Sc. RONALD YALTA VEGA**  
Presidente



---

**Ing. M.Sc. JORGE VARGAS FASABI**  
Miembro



---

**Ing. M.Sc. MIGUEL PEREZ MARIN**  
Miembro



---

**Ing. RANULFO MELENDEZ CELIS**  
Asesor



---

**Dr. PEDRO A. GRATELLE SILVA**  
Decano



## **DEDICATORIA**

*A Mis Padres: **Sra. Elda Marina Valderrama Fiñipe** y **Sr. Edwar Vargas Ríos**, y a mi Hermanita **Melany**.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por guiar e iluminar en el camino del bien, a mi familia y amigos.*

*A mis Padres, quienes me brindan en cada momento su amor, su cariño, su apoyo moral, espiritual y material en forma desinteresada, para el logro del éxito.*

*Al Ing. **Ranulfo Meléndez Celis**, Asesor del presente trabajo de Investigación, por su valioso tiempo y ayuda, en la evaluación e interpretación de los datos experimentales.*

*Al Ing. **Pedro Gratelly Silva**, Co Asesor del presente trabajo de Investigación y al Ing. **Julio Pinedo**, por brindarme sus conocimientos y experiencias.*

*A la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, a través de proyecto "Procesos Tecnológicos de Producción Orgánica Bajo Cubierta, para Mejorar la Sostenibilidad de la Actividad Hortícola en el Fundo Zungarococha – UNAP", por el apoyo en el análisis de caracterización de las muestras de sustratos y suelos. Asimismo agradezco a la Facultad de Agronomía por haberme brindado valiosas enseñanzas por intermedio de sus docentes, para perfeccionarme como profesional.*

*A mis amigos, por el respaldo durante la elaboración del presente trabajo de investigación y sobre todo por el respaldo que me brindan en cada momento de mi vida.*

## INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	09
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>10</b>
1.1 Problema, hipótesis y variables .....	10
A. El Problema .....	10
B. Hipótesis .....	10
C. Identificación de las variables .....	11
D. Operacionalización de las variables .....	12
1.2 Objetivos de la investigación .....	12
1.3 Justificación e Importancia .....	13
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>15</b>
2.1. Materiales .....	15
A. Características generales de la zona .....	16
1. Ubicación experimental del experimento .....	16
2. Ecología y clima .....	16
B. Componentes en Estudio .....	17
1. Sobre el suelo hortícola .....	17
2.2 Métodos .....	17
2.2.1 Diseño .....	17
2.2.2 Estadística .....	18
2.2.3 Conducción del Experimento .....	18
A. Fase de Campo .....	19
1. Acondicionamiento del Área Experimental .....	19
2. Sustratos .....	19
3. Incorporación de gallinaza como suplemento nutricional .....	20
4. Riego .....	20
5. Muestreo .....	20
B. Fase de Laboratorio .....	21
<b>CAPÍTULO III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>22</b>
3.1 Marco Teórico .....	22
3.1.1 Sustratos .....	22
a) Aserrín de Madera .....	22

b) Mantillo Vegetal.....	23
c) Tierra Negra .....	23
3.1.2 Características químicas de Suelos .....	23
3.1.3 Componentes Químicos del Suelo .....	25
a. Reacción del Suelo (pH).....	25
b. Conductividad Eléctrica (CE).....	26
c. Materia Orgánica.....	28
d. Fosforo Disponible.....	30
e. Capacidad de Intercambio Catiónico .....	33
f. Acidez Intercambiable .....	34
3.2 Marco Conceptual.....	39
3.2.1 Conceptos Estadísticos.....	39
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
4.1 Reacción del Suelo (pH) hortícola.....	40
4.2 Contenido de CE en el suelo hortícola .....	42
4.3 Contenido de Materia Orgánica en el suelo hortícola.....	44
4.4 Fósforo Disponible en el suelo hortícola.....	46
4.5 Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo hortícola.....	48
4.6 Acidez intercambiable del suelo hortícola .....	50
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
5.1 Conclusiones .....	53
5.2. Recomendaciones .....	55
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO N° 01. <i>Operacionalización de las Variables</i> .....	12
CUADRO N° 02. <i>Caracterización Química de los Sustratos</i> .....	15
CUADRO N° 03. <i>Tratamientos en Estudio</i> .....	18
CUADRO N° 04. <i>Análisis de Varianza</i> .....	18
CUADRO N° 05. <i>Clasificación de la Reacción del Suelo (pH)</i> .....	26
CUADRO N° 06. <i>Clasificación de la Concentración de Conductividad Eléctrica en el Suelo</i> .....	28
CUADRO N° 07. <i>Clasificación del Contenido de Materia Orgánica en el Suelo</i> .....	30
CUADRO N° 08. <i>Clasificación del Contenido de Fosforo Disponible en el Suelo</i> .....	31
CUADRO N° 09. <i>Clasificación de la Acidez Intercambiable del Suelo</i> .....	38
CUADRO N° 10. <i>Análisis de varianza para la Reacción del Suelo Hortícola (pH)</i> .....	40
CUADRO N° 11. <i>Prueba de Tukey para la Reacción del Suelo hortícola (pH)</i> .....	41
CUADRO N° 12. <i>Análisis de varianza para la Conductividad Eléctrica en el suelo hortícola</i> .....	42
CUADRO N° 13. <i>Prueba de Tukey para Conductividad Eléctrica en el suelo hortícola</i> .....	43
CUADRO N° 14. <i>Análisis de varianza para el contenido de Materia Orgánica en el suelo hortícola</i> .....	44
CUADRO N° 15. <i>Prueba de Tukey del contenido de Materia Orgánica en el suelo hortícola</i> .....	45
CUADRO N° 16. <i>Análisis de variancia del contenido de Fosforo Disponible en el suelo hortícola</i> .....	46
CUADRO N° 17. <i>Prueba de Tukey del contenido de Fosforo Disponible en el suelo hortícola</i> .....	47
CUADRO N° 18. <i>Análisis de Varianza de la Capacidad de Intercambio Catiónico en el suelo hortícola</i> .....	49

CUADRO N° 19.	<i>Prueba de Tukey de la Capacidad de Intercambio Cationico en el suelo hortícola .....</i>	49
CUADRO N° 20.	<i>Análisis de varianza para el Contenido de Acidez Intercambiable en el Suelo Hortícola.....</i>	50
CUADRO N° 21.	<i>Prueba de Tukey del contenido de Acidez Intercambiable en el Suelo Hortícola.....</i>	51



## INTRODUCCIÓN

Los suelos no inundables de la zona de Iquitos, se caracterizan por ser de reacción química ácida, de baja capacidad de cambio de cationes, y de bajo contenido de materia orgánica. Estos suelos muestran pobreza en elementos nutritivos, siendo el fósforo, calcio, magnesio, potasio, y nitrógeno los más deficientes; además de presentar toxicidad de Al, debido a sus altas concentraciones en la solución del suelo (**Estrada et al., 1966**). Es decir presenta condiciones de baja fertilidad para la horticultura y la agricultura en general (**Abruña et al., 1974**).

La horticultura por ser una actividad intensiva en la zona, necesita de una permanente incorporación de insumos que provean nutrientes al suelo, debido a que después de cada cosecha, el suelo sufre una disminución de nutrientes que debe ser suplido inmediatamente, para ser utilizado en el próximo ciclo de producción.

Ante esta situación y bajo este sistema de Agricultura, existe por parte de los horticultores, la necesidad de incorporar insumos de fácil disponibilidad, que provean nutrientes al suelo después de las cosechas.

El presente trabajo de investigación pretende evaluar diferentes sustratos, con alto contenido orgánico que busquen el efecto en las características químicas del suelo hortícola, a través de su incorporación; el cual nos permitirá utilizar eficientemente estos sustratos, para el manejo ecológico del suelo.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Problema, hipótesis y variables

##### A. El Problema

Los suelos al ser sometidos intensivamente a labores agrícolas en forma sucesiva, expresan una considerable variabilidad en la disminución o aumento de nutrientes, debido a la incorporación de insumos. Estos insumos en la zona de Iquitos son utilizados sin tener en cuenta prácticas agrícolas adecuadas, que con el paso del tiempo conlleva al deterioro del suelo hortícola. Bajo este contexto una alternativa sería el uso de insumos con altas fuentes de material orgánico, que estén disponibles fácilmente y que no afecte la economía de los horticultores.

Por tal motivo la propuesta que se planteó en este proyecto de investigación, se basó en la evaluación de la incorporación de sustratos orgánicos, en un área hortícola del fundo de Zungarococha, de tal forma que permita analizar el efecto de estos sustratos en las características químicas del área en estudio.

##### B. Hipótesis

La incorporación de sustratos orgánicos, ejerce un efecto sobre las características químicas de un suelo hortícola del fundo Zungarococha.

### C. Identificación de las variables

#### Variable Independiente (X):

X = Sustratos.

X<sub>1</sub>= 100 % Mantillo + Gallinaza.

X<sub>2</sub>= 100 % Aserrín de Madera + Gallinaza.

X<sub>3</sub>= 100 % Tierra Negra + Gallinaza.

X<sub>4</sub>= 50 % Mantillo + 50 % Aserrín de Madera + Gallinaza

X<sub>5</sub>= 50 % Mantillo + 50 % Tierra Negra + Gallinaza

X<sub>6</sub>= 50 % Aserrín de Madera + 50 % Tierra Negra + Gallinaza

X<sub>7</sub>= 33 % Mantillo + 33 % Aserrín de Madera + 33 % Tierra Negra +  
Gallinaza.

X<sub>8</sub>= Testigo (Suelo Inicial)

#### Variables Dependiente (Y):

Y = Características químicas del suelo hortícola.

Y<sub>1</sub> = Reacción del Suelo (pH)

Y<sub>2</sub> = Conductividad Eléctrica (CE)

Y<sub>3</sub> = Materia orgánica

Y<sub>4</sub> = Fósforo disponible

Y<sub>5</sub> = Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Y<sub>6</sub> = Acidez intercambiables

## D. Operacionalización de las variables

CUADRO N° 01: Operacionalización de las variables

VARIABLE	INDICADOR
<b>Independiente</b>	
<b>X = Sustratos:</b>	X <sub>1</sub> = 100 % Mantillo + Gallinaza.
	X <sub>2</sub> = 100 % Aserrín de Madera + Gallinaza.
	X <sub>3</sub> = 100 % Tierra Negra + Gallinaza.
	X <sub>4</sub> = 50 % Mantillo + 50 % Aserrín de Madera + Gallinaza
	X <sub>5</sub> = 50 % Mantillo + 50 % Tierra Negra + Gallinaza
	X <sub>6</sub> = 50 % Aserrín de Madera + 50 % Tierra Negra + Gallinaza
	X <sub>7</sub> = 33 % Mantillo + 33 % Aserrín de Madera + 33 % Tierra Negra + Gallinaza.
	X <sub>8</sub> = Testigo
<b>Dependiente</b>	
<b>Y = Propiedades químicas:</b>	
Y <sub>1</sub> = Reacción del Suelo	Escala de pH
Y <sub>2</sub> = Conductividad Eléctrica	decisiemens por metro -dS. m <sup>-1</sup>
Y <sub>3</sub> =Materia orgánica	%de Materia orgánica
Y <sub>4</sub> = Fósforo disponible	miligramos por kilogramo de suelo - mg. Kg <sup>-1</sup> (ppm)
Y <sub>5</sub> = Determinación de la capacidad de intercambio catiónico	centimoles por kilogramo de suelo - cmol (+) kg <sup>-1</sup>
Y <sub>6</sub> = Determinación de la acidez	centimoles por kilogramo de suelo - cmol (+) kg <sup>-1</sup>

Fuente: Elaboración Propia

## 1.2 Objetivos de la Investigación

### A. Objetivo general

Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos sobre las características químicas de un suelo hortícola en el Fundo Zungarococha.

## **B. Objetivo específico**

- Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos sobre la **Reacción del Suelo (pH)** en el suelo hortícola.
- Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos sobre la concentración de **Conductividad Eléctrica** en el suelo hortícola.
- Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos sobre el contenido de **Materia Orgánica** en el suelo hortícola.
- Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos sobre el contenido de **Fosforo Disponible** en el suelo hortícola.
- Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos sobre las condiciones de **Capacidad de Intercambio Catiónico** en el suelo hortícola.
- Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos sobre las condiciones de **Acidez Intercambiable** en el suelo hortícola.

## **1.3 Justificación e importancia**

### **1.3.1 Justificación**

La actividad hortícola en la zona, demanda el uso de diferentes insumos, que si no son manejados adecuadamente; estos ocasionan un serio deterioro en el suelo.

Alternativamente, el enfoque de sostenibilidad de un suelo hortícola hoy en día se orienta a desarrollar una actividad de manejo saludable, en el aprovechamiento de los materiales orgánicos existentes en la localidad de producción; pero se desconoce el nivel del aumento o disminución de los contenidos nutricionales del suelo, frente al uso de estos materiales.

### **1.3.2 Importancia**

Por tal razón el presente trabajo de investigación, tiene la finalidad de evaluar el efecto de diversos sustratos orgánicos en las características químicas de un suelo hortícola del fundo Zungarococha, y su importancia radica en brindar información confiable necesaria para el manejo ecológico del suelo en la zona de Iquitos.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales

Los tratamientos estuvieron sometidos a la aplicación de sustratos orgánicos, cuyas características químicas se detallan a continuación:

**CUADRO N° 02: Caracterización Química de los Sustratos**

Sustrato Orgánico	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
Mantillo(100%) + Gallinaza	5.14	6.35	39.76	1.24	1.34	0.77	1.94	0.36	7.41	0.22
Tierra Negra(100%) + Gallinaza	5.70	3.25	10.55	0.38	0.48	0.21	0.68	0.20	3.16	0.05
Aserrín(100%) + Gallinaza	7.03	3.03	74.46	0.78	1.06	0.89	1.86	0.37	10.53	0.19
Mantillo (50%) + Tierra Negra (50%) + Gallinaza	4.24	1.68	13.99	0.39	0.17	0.09	0.16	0.08	3.96	0.02
Aserrín (50%) + Mantillo (50%) + Gallinaza	6.17	3.00	56.74	0.77	0.84	0.63	1.66	0.31	8.91	0.16
Aserrín (50%) + Tierra Negra (50%) + Gallinaza	5.47	0.87	19.60	0.37	0.30	0.16	0.36	0.14	5.01	0.03
Aserrín (33%) + Tierra Negra (33%) + Mantillo (33%) + Gallinaza	6.13	1.53	30.54	0.62	0.55	0.30	0.75	0.19	6.25	0.06

**Fuente:** Informe de Análisis de Materia Orgánica. Universidad Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (Anexo N° 05).

## A. Características Generales de la Zona

### 1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó dentro de los predios del Proyecto Raíces y Tubérculos en el Fundo Zungarococha de la Facultad de Agronomía, localizada en la ciudad de Iquitos, en el Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto, con una altitud de 117.95 m.s.n.m, la misma que está ubicada en las coordenadas UTM, que a continuación se detalla:

- Sur: 9578320.233 m.
- Este: 680844.52 m.

Políticamente está ubicado en:

- Distrito : San Juan Bautista.
- Provincia : Maynas.
- Región : Loreto.

### 2. Ecología y Clima

Según **HOLDRIDGE (1967)**, Iquitos ecológicamente está clasificado como Bosque Húmedo Tropical, cuya temperatura promedio anual es de 26°C, con un régimen de lluvias que oscilan entre 2,000 a 4,000 mm/año.



## **B. Componentes en Estudio**

### **Sobre el suelo hortícola**

El suelo en la cual se desarrolló el trabajo de investigación, según resultados del Análisis de Laboratorio, presenta una reacción fuertemente acida, con un contenido medio de materia orgánica, clase textural Franco Arenosa, estructura tipo granular por poseer partículas de tamaño medio que varían de 2mm a 3mm, y una consistencia en húmedo muy friable en la capa arable.

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Diseño**

#### **1) Del Campo Experimental.**

Largo	:	15.0 m
Ancho	:	22.0 m
Área	:	330.0 m <sup>2</sup>

#### **2) De las Unidades experimentales.**

Nº de repeticiones	:	4
Largo de cama	:	3.5 m
Ancho de cama	:	1.20 m
Separación	:	1.5 m
Área de la U.E (cama)	:	6 m <sup>2</sup>

**P 3) Tratamientos en Estudio.**

**CUADRO N° 03: Tratamientos en Estudio**

ORDEN	TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	T1	100% Tierra Negra + Gallinaza
2	T2	100% Aserrín + Gallinaza
3	T3	100% Mantillo + Gallinaza
4	T4	50% Mantillo + 50% Aserrín + Gallinaza
5	T5	50% Aserrín + 50% Tierra Negra + Gallinaza
6	T6	50% Mantillo + 50% Tierra Negra + Gallinaza
7	T7	33% Aserrín + 33% Tierra Negra + 33% Mantillo + Gallinaza
8	T0	Testigo

**Fuente:** Elaboración Propia

### 2.2.2 Estadística

Para evaluar los datos se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con ocho (8) tratamientos y cuatro (4) repeticiones. Con un total de 32 unidades experimentales.

#### 2.2.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA

**CUADRO N° 04: Análisis de Varianza**

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL
Tratamiento	$T-1 = 8-1 = 7$
Error	$(r-1)(t-1) = 3 \times 7 = 21$
<b>TOTAL</b>	$rt-1 = (4 \times 8) - 1 = 31$

**Fuente:** Elaboración Propia

### 2.2.3 Conducción del Experimento.

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en un área de 330 m<sup>2</sup>, establecidas con fines de producción hortícola, bajo sombreado, desde la primera semana del Mes de Junio, hasta la última semana del Mes de Noviembre del año 2011.

## **A. Fase de Campo.**

### **1. Acondicionamiento del Área Experimental.**

El área experimental, pertenece a la Facultad de Agronomía; en esta área se realiza labores de enseñanza, investigación y producción de Hortalizas. Por tal motivo se aprovechó las instalaciones existentes, correspondientes a 32 cajones (unidades experimentales) y 32 mallas de sombreamiento. Solo se realizó limpieza de todo el área de las cajas y se refaccionó las mallas de sombreamiento.

Cabe mencionar que los cajones estaban en contacto directo con la superficie del suelo y encima de este, se depositó los sustratos.

### **2. Sustratos.**

Para el trabajo de investigación se utilizó tres (03) tipos de sustratos: Tierra Negra, Aserrín de Madera, Mantillo Vegetal y la mezcla de estos, según los tratamientos mencionados; los cuales fueron incorporados y mezclados con el suelo mineral.

Los tres (03) principales tipos de sustratos, se obtuvieron de diferentes áreas cercanas al proyecto en el Fundo Zungarococha. El Aserrín Vegetal, se obtuvo del aserradero de la Facultad de Ciencias Forestales, el Mantillo Vegetal y la Tierra Negra, se obtuvieron de áreas colindantes al proyecto.

### **3. Incorporación de Gallinaza como Suplemento Nutricional.**

Se incorporó en el suelo mineral, de cada unidad experimental, 50 kg de gallinaza distribuidos en dos (02) dosis de 25 kg, correspondiente a la siembra de cada especie hortícola (Sembraron dos especies hortícolas). Las primeras dosis se incorporaron al iniciar la siembra de cada especie hortícola y las segundas dosis se incorporaron después de quince días (15) de iniciado la siembra de cada especie hortícola.

Cabe mencionar que la gallinaza se obtuvo del Área de Producción Avícola de la Facultad de Agronomía, proveniente de Gallinas de Postura.

### **4. Riego**

El riego se llevó a cabo en cada unidad experimental. Se realizaba en los días que la radiación solar se presentaba de manera intensa, a excepción de los días en que se presentaba precipitaciones pluviales.

### **5. Muestreo**

Para el caso de los sustratos, se recolectó 2 kg de muestra para cada unidad experimental, antes de colocarlos en sus respectivas camas, posteriormente estas muestras fueron acondicionadas y trasladadas al laboratorio, para su análisis correspondiente de Materia Orgánica.

La Muestra de Suelo Inicial (Testigo), fue recolectada antes de colocar los sustratos en las camas. Las demás muestras de suelo fueron recolectadas al finalizar las cosechas de las especies hortícolas. La profundidad del muestreo fue de 0 a 20 cm. Se recolectó 2.0 kg de

muestra de suelo, el cual fue acondicionado y trasladado al laboratorio para su caracterización.

## **B. Fase de Laboratorio**

El Análisis de los Sustratos y Análisis de Suelos: Caracterización, se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía – Departamento de suelos, Universidad Nacional Agraria La Molina. Los métodos seguidos en el análisis de suelos, fueron los siguientes:

1. **Salinidad:** Medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en relación suelo: agua relación 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
2. **pH:** Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:25.
3. **Materia Orgánica:** Método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O. = %Cx1.724.
4. **Fósforo disponible:** Método de Olsen modificado, extracción con  $\text{NaHCO}_3 = 0.5 \text{ M}$ , pH 8.5.
5. **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** Saturación con acetato de amonio  $(\text{CH}_3 - \text{COOCH}_4)\text{N}$ , pH 7.0.
6. **Acidez Intercambiable ( $\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$ ):** Método de Yuan. Extracción con KCl, N.

### CAPÍTULO III

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 3.1 Marco Teórico

#### 3.1.1 Sustratos

Hartmann y Kester (2002), sostienen que el término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, que de forma pura o mezclado, sirve como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno.

#### Tipos de Sustratos

##### a) Aserrín de Madera:

Murillo (1999), en el XI Congreso Nacional Agronómico de Costa Rica, proporcionó el análisis químico del aserrín, como residuo agroindustrial:

Material	%						mg / kg			
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Aserrín	0.24	0.06	0.70	0.08	0.29		740	6	9	22

Fuente: Murillo, T. (1999). *Alternativas de Uso para la Gallinaza*. XI. Congreso Nacional Agronómico. Conferencia 94. San José, Costa Rica.

Bracho et al., (2009), al Caracterizar algunos sustratos para la producción de plántulas de hortalizas, obtuvo para el aserrín de madera, las siguientes características químicas:

Material	pH	CE
Aserrín de madera	5.79	0.020

Fuente: Bracho, J.; Pierre, F.; y Quiroz, A. (2009). *Caracterización de Componentes de Sustratos Locales para la Producción de Plántulas de Hortalizas*. Estado Lara, Venezuela. *Bioagro* 21(2): 117-124 pág.

**b) Mantillo Vegetal:**

Julca *et al.*, (2001), al evaluar el crecimiento del Pijuayo (*Bactris gasipaes Kunth*) en almácigos, con sustratos orgánicos de la Amazonia Peruana, encontraron en el mantillo, las siguientes características químicas:

Material	pH	MO (%)	N (%)	P (%)	K (%)
Mantillo	5.85	96.00	3.05	2.00	2.54

Fuente: Julca, A.; López, S.; y Crespo R. (2001). Crecimiento de (*Bactris gasipaes kunth*) en almácigos con sustratos orgánicos de la Selva Peruana. La Molina, Lima, Perú. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 16 (3).

**c) Tierra Negra:**

Julca *et al.*, (2001), al evaluar el crecimiento del Pijuayo (*Bactris gasipaes Kunth*) en almácigos, con sustratos orgánicos de la Amazonia Peruana, encontraron en la tierra del bosque primario (Tierra Negra), las siguientes características químicas:

pH	6.00
M.O (%)	3,10
P (ppm)	7.100
Al ( cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	0.350
ClC ( cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	21.00
Ca <sup>++</sup> ( cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	14.20
Mg <sup>++</sup> ( cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	3.00
K <sup>+</sup> ( cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	2.45
Na <sup>+</sup> ( cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	1.35

Fuente: Julca, A.; López, S.; y Crespo R. (2001). Crecimiento de (*Bactris gasipaes kunth*) en almácigos con sustratos orgánicos de la Selva Peruana. La Molina, Lima, Perú. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 16 (3).

**3.1.2 Características Químicas de Suelos**

Laroche, citado por Fassbender (1976), manifiesta que los suelos de áreas tropicales húmedas, se encuentran sometidas a altas temperaturas, a un exceso de lluvia y meteorización, lo que resulta en

una acidificación creciente. En términos generales estos suelos presentan las siguientes características químicas:

- a) pH entre 4.0 y 6.0.
- b) Capacidad total de intercambio Catiónico entre 5 y 40 meq/100gr., de suelo.
- c) Desbalance de cationes cambiabiles.
- d) Acidez cambiabie entre 3 y 30 meq/100gr de suelo.
- e) Deficiencia de fósforo a pesar del contenido generalmente alto en contenido de fósforo total.
- f) Reducida actividad de los microorganismos.

Al respecto **Abruña et al., (1974)**, considera que la falta de fertilidad de los suelos ácidos, es una de las causas principales de los bajos rendimientos de los cultivos en los trópicos húmedos. Asimismo considera los factores específicos responsables de los bajos rendimientos en los suelos ácidos, incluyen la toxicidad de Al y de Mn y la deficiencia o los desequilibrios entre los cationes cambiabiles.

Estudios realizados por **Estrada et al., (1966)**. Indican que los suelos de la zona tropical baja del país se caracterizan por ser ácidos, de baja capacidad de intercambio de cationes, de bajo contenido de materia orgánica, los suelos muestran pobreza en elementos nutritivos, siendo el fósforo, calcio, calcio, magnesio, potasio y nitrógeno los más deficientes: además presentan toxicidad de aluminio y Manganeso debido a sus altas concentraciones en la solución del suelo.



### **3.1.3 Componentes químicos del suelo:**

#### **a. Reacción del suelo (pH).**

**Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG.** Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, señala que la reacción del suelo (pH), es el grado de alcalinidad o acidez de los horizontes del suelo y se mide en unidades de pH. La reacción del suelo estará dada por el pH que prevalece dentro de los primeros 50 cm, de profundidad.

**Bertsch (1995)**, menciona que las correlaciones entre el pH del suelo y el Al intercambiable establecen claramente que el Al precipita a niveles de pH alrededor de 5.5 – 6.0, por lo tanto los problemas de solubilidad del mismo se encontraran por debajo de ese nivel; a valores superiores, prácticamente se puede considerar que no existe problemas de acidez.

**CUADRO N° 05: Clasificación de la Reacción del Suelo (pH)**

Rangos	Clases
Menos de 3,5	Ultra Acido
3,6 – 4,4	Extremadamente acido
4,5 – 5,0	Muy fuertemente acido
5,1 – 5,5	Fuertemente acido
5,6 – 6,0	Moderadamente acido
6,1 – 6,5	Ligeramente acido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 – 8,4	Moderadamente alcalino
8,5 – 9,0	Fuertemente alcalino
Más de 9,0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG. Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. 18 Pág.

#### **b. Conductividad eléctrica (CE)**

Forsythe (1967), señala que la Conductividad Eléctrica se usa para evaluar las sales solubles en el suelo. Valores de CE de 4 a 12 dS/m puede significar una reducción del 50% en el rendimiento de algunos cultivos.

#### **Factores que Afectan la Conductividad Eléctrica del Suelo**

Doerge, Kitchen y Lund (1999), indican que la conducción de electricidad en el suelo tiene lugar a través de los poros con humedad que separan partículas individuales. Por esa razón, la CE del suelo depende de las siguientes propiedades del suelo:

- **Continuidad de poros.** Los suelos cuyos poros están llenos de agua y directamente conectados con poros vecinos tienden a conducir electricidad más fácilmente. Los suelos con alto contenido de arcilla tienen numerosos poros pequeños saturados

con agua, que son casi contínuos; por lo general conducen corriente mejor que los suelos arenosos. Curiosamente, la compactación tiende a incrementar la CE.

- **Contenido de agua.** Los suelos secos tienen conductividad mucho menor que los húmedos.
- **Nivel de salinidad.** Una concentración mayor de electrolitos (sales) en el agua del suelo puede incrementar dramáticamente su CE.
- **Capacidad de intercambio catiónico.** Los suelos con altos niveles de materia orgánica (humus) y/o minerales de arcilla tienen una capacidad mucho más alta para atrapar cationes como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{H}^+$  que los suelos que carecen de dichos constituyentes. La presencia de esos cationes en los poros del suelo que guardan fluidos, elevará la CE de forma parecida que la salinidad.
- **Profundidad.** El valor de CE decrece con la profundidad (espesor) del suelo.
- **Temperatura.** La CE decrece levemente cuando desciende la temperatura hacia el punto de congelación del agua. Bajo el punto de congelación, los poros quedan aislados, y la CE decrece velozmente. En las zonas tropicales esto sólo sucede ocasionalmente en las montañas más altas.

**CUADRO N° 06: Clasificación de la Concentración de Conductividad Eléctrica en el suelo**

Interpretación	Conductividad Eléctrica (dS. m <sup>-1</sup> )
No Salino	< 0.75
Ligeramente Salino	0.75 – 2
Moderadamente Salino	2 - 4
Fuertemente Salino	4 - 8
Muy Fuertemente Salino	8 - 15
Extremadamente Salino	>15

**Fuente:** FAO (2009). *Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 111 pág.*

**c. Materia Orgánica (MO)**

**Schnitzer (1991)**, menciona que la materia orgánica del suelo se ha definido como una mezcla heterogénea de residuos de plantas y animales en varios estados de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente a partir de los productos de degradación, de los cuerpos de microorganismos vivos y muertos, pequeños animales y sus restos en descomposición.

**Haynes (1983) y Dolling (1995)**, señalan que la acumulación de la materia orgánica causa acidificación del suelo. Por su parte **Bertsch (1995)**, indica que la mineralización de la materia orgánica produce iones ácidos, que incrementa la acidez del suelo. Contradictoriamente, **Tang et al., (1999)**, sostiene que la acidificación ocurre después de los 10 cm de profundidad.

**Johnson (2002)**, indica que los suelos con altos contenidos de materia orgánica pueden tener a la vez una mayor CIC y pH bajos,

debido a que la materia orgánica contiene una gran cantidad de grupos carboxilos (R-COOH) lo cual resulta de una alta densidad de sitios ionizados y la liberación de  $H^+$  y por consecuencia pH ácidos.

**Sánchez *et al.*, (2005)**, menciona que la MO ejerce una serie de efectos beneficiosos sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas, no sólo a través de la suplencia de nutrimentos, sino además por sus efectos favorables sobre las propiedades físicas, mejorando la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua; químicas, aumentando la capacidad de intercambio catiónico, mejora la capacidad amortiguadora de pH; y biológicas del suelo por ser fuente de nutrimentos y energía para los microorganismos.

**Thompson (1969)**, al referirse a la mineralización de la materia orgánica, dice que no se descompone a una velocidad constante. La descomposición rápida se produce mientras existen productos de fácil descomposición, sin embargo, la resistencia de los materiales residuales determina una disminución en la velocidad del proceso.

**Céspedes (2007)**, indica que con el aumento de la temperatura, hay una disminución del contenido de materia orgánica (aumenta la tasa de descomposición). A su vez, la distribución de materia orgánica en el suelo es condicionada por el clima; así, es mayor en ambientes cálidos que en los fríos, y en los secos que en los húmedos.

**CUADRO N° 07: Clasificación del Contenido de Materia Orgánica en el Suelo**

Interpretación	Materia orgánica (%)
Bajos	<2
Medios	2.1 – 4.0
Altos	4.1 – 10.0
Muy altos	>10.0

**Fuente:** Fassbender, H.W, Bornemisza, E. (1986). *Química de Suelos*. IICA. Programa de libros y textos. San José, Costa Rica.

#### d. Fósforo disponible

Fernández (2007), indica que el fósforo es uno de los diecinueve elementos considerados como esenciales para la vida de las plantas. Constituye un componente primario de los sistemas responsables de la capacitación, almacenamiento y transferencia de energía. En el sistema suelo-planta, el 90% del fósforo está en el suelo. Sin embargo, sólo una pequeña parte de ese 90% es utilizable por los vegetales.

Holford (1997), menciona que el fósforo, es el menos móvil y con más problema de biodisponibilidad de todos los macronutrientes. Esta característica le da una alta resistencia a ser lavado en la mayoría de los suelos, pero al mismo tiempo causa deficiencias nutricionales ampliamente distribuidas en la producción agrícola.

O'Halloran *et al.*, (1987), hace mención que el contenido de P es mayor en los horizontes superficiales, disminuyendo al aumentar la profundidad debido a la disminución en el contenido de materia orgánica. Asimismo, el contenido en P, sus formas y su distribución,

parecen depender de la textura del suelo, de forma que cuanto más fina sea su textura mayor será su contenido en P y viceversa.

**CUADRO N° 08: Clasificación del Contenido de Fosforo Disponible en el Suelo**

Interpretación	Fosforo disponible (ppm)
Baja	<10
Media	10 – 20
Alta	>20

Fuente: *Bertsch, F. (1986). Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de costa rica. San José, oficina de publicaciones, UCR.*

#### **Factores que afectan la disponibilidad del fósforo**

**Fixen (1995)**, comunica que la mineralogía del suelo a menudo determina el grado de influencia en la disponibilidad del P. Aquellos suelos dominados por arcillas tipo 2, no tienen una superficie reactiva y retienen o fijan modestas cantidades de P. La mayor causa de pérdida de disponibilidad de P (fijación) en estos suelos se debe a las reacciones del P con el Al y el Fe.

La reducción del pH (incremento de la acidez) permite el rompimiento de la estructura de los minerales arcillosos y en consecuencia libera Al y Fe. El fósforo aplicado al suelo reacciona con estos elementos y se precipita como fosfatos insolubles de Fe y Al haciendo que el P sea menos disponible. En este caso, las formas más solubles o disponibles de P existen en un rango de pH que va de 6,0 a 7,0.

**Bertsch (1995)**, indica que el Al, al disolverse en un granulo de superfosfato triple, se forma una solución de ácido fosfórico de pH 1.8 que reacciona con los diferentes cationes existentes en la

solución del suelo y teniendo en cuenta que los suelos tropicales tienen pH bajo, contener grandes cantidades de Al y Fe y cargas electropositivas, entonces por un lado se retendrá gran cantidad de fósforo y además reaccionará con él Al y Fe, resultando en compuestos insolubles.

Por su parte **Ardenson (1995)**, hace referencia a que los suelos ácidos ( $\text{pH} < 5$ ), altamente meteorizados de los trópicos (Ultisoles y Oxisoles) con altos niveles de Al intercambiable y alto contenido de arcillas que tiene alta reactividad con P, tienen bajo contenido de P disponible para la planta y requieren niveles altos de fertilización con P adicional para compensar la fijación.

#### **Absorción de Fosforo Disponible de la Solución del Suelo**

**Kuo (1991)**, indica que las plantas absorben el fósforo como iones fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  o  $\text{HPO}_4^{2-}$ ), diácido o monoácido de la solución del suelo. Debido a la baja solubilidad de los compuestos fosfatados, hay una tendencia de desplazamiento del equilibrio hacia la fase sólida, por lo que la concentración de fósforo en solución en un instante dado es muy baja.

#### **Interacciones Suelo-Planta en la Nutrición Fosforada de los Vegetales**

**Olsen et al., (1962)**, indica que la cantidad de fósforo en la solución del suelo suele estar en torno a 0.05 ppm, concentración muy baja en comparación con el adsorbido por las superficies activas del suelo:



de  $10^2$  a  $10^3$  veces menos. Por lo tanto, cuando las plantas se desarrollan en el suelo, sólo una pequeña cantidad de fósforo entrará en contacto con la superficie radicular, que será absorbido rápidamente, y se requiere su reemplazamiento para permitir el normal desarrollo de las plantas, por flujo de masas o difusión. El flujo de masas vendrá condicionado por la toma de agua por parte de la raíz, y el aporte de fósforo estará determinado por su concentración en la solución del suelo. De esto se desprende que la difusión es el mecanismo fundamental en el transporte de fósforo en suelos.

#### **Interacciones Fósforo-Aluminio**

Foy (1994), indica que en suelos ácidos se produce la precipitación de fosfatos de aluminio, altamente insolubles, lo que conduce a concentraciones muy bajas de fosfatos en el suelo; por otro lado, la presencia en suelos de hidróxidos de aluminio favorece la retención de fósforo en su superficie, disminuyendo su disponibilidad.

#### **e. Capacidad de Intercambio Catiónico**

FAO (2000), indica que La CIC del suelo es una medida de la cantidad de las cargas negativas presentes en las superficies minerales y orgánicas del suelo y representa la cantidad de cationes que pueden ser retenidos en esas superficies. Un suelo con alta CIC puede retener una gran cantidad de cationes de los nutrientes en los lugares de intercambio. Los nutrientes aplicados al suelo que puedan

exceder esa cantidad pueden fácilmente ser lavados por el exceso de lluvia o por el agua de riego.

**Fernández et al., (2006)**, hace mención que la capacidad de intercambio catiónico (CIC), es la capacidad del suelo para retener e intercambiar diferentes elementos minerales. Esta capacidad aumenta notablemente con la presencia de materia orgánica. La CIC depende de la textura del suelo y del contenido de materia orgánica. En general, entre más arcilla y materia orgánica en el suelo, la capacidad de intercambio es mayor.

**Yagy et al., (2003)**, menciona que la CIC, indica el grado de madurez y la presencia de grupos radicales carboxílicos y fenólicos que según **Singh et al., (2005)**, mejora el enriquecimiento de la fracción húmica, que se logra a medida que se incrementa la madurez de la composta y la estabilidad de la M.O.

f. **Acidez intercambiable**

**Espinoza y Molina (1999)**, definen a la acidez intercambiable como el Hidrogeno ( $H^+$ ) y Aluminio ( $Al^{3+}$ ) intercambiables retenidos en los coloides del suelo por fuerzas electrostáticas.

**Rowell (1994)**, indica que la acidez del suelo está asociada con varias características del suelo, como:

- alta proporción de aluminio intercambiable;

- una capacidad de intercambio de cationes más baja que en suelos similares menos ácidos debido a un número reducido de cargas negativas en la superficie de la materia orgánica y a un creciente número de cargas positivas en la superficie de los óxidos;
- cambios en la disponibilidad de nutrientes; por ejemplo, la solubilidad del fósforo es reducida;
- aumento de la solubilidad de los elementos tóxicos, por ejemplo, aluminio y manganeso;
- menor actividad de muchos microorganismos del suelo llevando, en casos extremos, a una acumulación de la materia orgánica, a una menor mineralización y a una más baja disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre.

### **Naturaleza de la acidez del suelo**

Espinoza y Molina (1999), mencionan que existen varios procesos en el suelo que promueven la reducción del pH. Todos estos procesos ocurren naturalmente dependiendo del tipo de suelo, del tipo de cultivo y de las condiciones de manejo. Para estos autores, los procesos que promueven la acidez del suelo son:

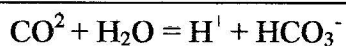
#### **a) Remoción de Nutrientes**

Un suelo con pH neutro tiene saturada la fase de intercambio con cationes básicos ( $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^+$ ). Estos cationes satisfacen la carga eléctrica de la superficie de los coloides del suelo. La acidificación se inicia con la pérdida de estos cationes, debido a gran parte a la acción de las raíces. La planta al absorber

cationes, libera  $H^+$  para mantener el equilibrio en su interior, lo que contribuye a la reducción del pH del suelo.

Por otro lado, el movimiento de cationes a capas inferiores (lixiviación) contribuye también a la acidificación del suelo.

Este movimiento de cationes se debe a la presencia de aniones que formando pares iónicos se encarga de arrastrar los cationes del perfil del suelo con el movimiento del agua. En el inicio, el aporte de aniones a la solución del suelo se produce por medio de la mineralización de la materia orgánica que produce aniones como nitrato ( $NO_3^+$ ), sulfato ( $SO_4^{-2}$ ) y cloruro ( $Cl^-$ ) que son los que arrastran los cationes básicos del perfil al formar los respectivos pares iónicos. Además la materia orgánica del suelo se descompone con la ayuda de microorganismos produciendo un constante suplemento de  $CO_2$  que fácilmente se transforma en bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) de acuerdo a la siguiente reacción:



Esta reacción aporta  $H^+$ , que reduce el pH, y bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) que combina fácilmente con los cationes básicos lavándolos del perfil. Promoviendo de esta forma condiciones favorables para acidez. La materia orgánica del suelo contiene también grupos carboxilos y fenólicos activos que se disocian liberando iones  $H^+$  a la solución del suelo.

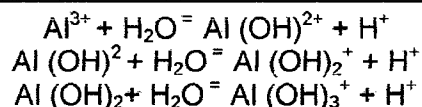


039

### b) Aluminio Intercambiable

Es reconocido ampliamente que uno de los principales factores en el desarrollo de la acidez del suelo es la presencia de aluminio ( $\text{Al}^{3+}$ ) en la solución del suelo.

Los iones  $\text{Al}^{3+}$  desplazados de los minerales arcillosos por otros cationes se hidrolizan (reaccionan con una molécula de agua) para formar complejos monoméricos y poliméricos hidroxil-alumínicos. La reacción de hidrólisis del  $\text{Al}^{3+}$  libera iones  $\text{H}^+$ . La hidrólisis de las formas monoméricas del (Al) se ilustran en la siguiente reacción:



**Fuente:** Espinoza, J., y E. Molina. (1999). *Acidez y encalados de los Suelos. International Plant Nutrition institute. Primera Edición. 42 pág.*

Cada una de estas reacciones libera  $\text{H}^+$  y contribuye a la acidez del suelo. Este incremento en acidez promueve la presencia de más  $\text{Al}^{3+}$  listo para reaccionar nuevamente.

**Bertsch (1995)**, menciona que la infertilidad de los suelos ácidos se atribuye a la toxicidad de Al; es decir cuando la cantidad de Al en la solución del suelo alcanza concentraciones superiores a 1 ppm, trayendo esto implicaciones directas en el crecimiento de la planta, por intoxicación.

También menciona que la materia orgánica y el contenido de sales, tiene influencia sobre la cantidad de Al. Debido a que la

materia orgánica forma complejos muy fuertes con el Al, suelos muy ricos en materia orgánica pueden soportar niveles de Al en solución más altos que suelos minerales, sin que ocurra problemas mayores sobre su rendimiento. Con respecto a las sales, el Al intercambiable es desplazado de sus posiciones de intercambio por efecto de acción de masas.

**Bartlett y Riego (1972)**, menciona que dentro de los factores que hacen que el aluminio sea tóxico cobra un papel importante el pH. El aluminio se hace tóxico a  $\text{pH} < 5,5$  debido a que está en formas solubles y esta toxicidad se incrementa marcadamente cuando el pH del suelo es menor de 5,0.

**Mac Cray y Summer (1990)**, indica que pueden existir otros factores relacionados con la toxicidad por aluminio, como es el detrimento de las propiedades físicas del suelo, tal como el aumento en la densidad aparente asociada a deficiencia de oxígeno para las plantas (anoxia), que restringen el desarrollo de la raíz.

**CUADRO N° 09: Clasificación de la Acidez Intercambiable del Suelo**

Interpretación	Acidez ( $\text{cmol (+) kg}^{-1}$ )
Baja	<0.5
Media	0.5 – 1.5
Alta	>1.5

Fuente: *Bertsch, F. (1986). Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de costa rica. San José, oficina de publicaciones, UCR.*

## 3.2 Marco Conceptual

### 3.2.1 Conceptos Estadísticos

Análisis de variancia.- Análisis de Varianza que desdobra la varianza total en pequeñas variaciones de cada fuente de variabilidad correspondiente. **Caizada, (1964)**.

- Repeticiones.-Es el número de comparaciones independientes que se pueden hacer y que equivale al número de tratamientos en estudio menos uno. **Caizada, (1964)**.
- Grado de error.-Es el grado de error de los datos, puede ser de 1% al 5%. **Caizada, (1964)**.
- Nivel de confianza.-Es el grado de confianza de los datos que puede ser al 99% y 95%. **Caizada, (1964)**.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 Reacción del Suelo (pH).

En el Cuadro N° 10 se consigna el análisis de varianza para la variable reacción del suelo (pH), este análisis nos permite evaluar el comportamiento de esta fuente de variación, el mismo que nos denota significancia estadística entre la media de los tratamientos, según nos indica la comparación de los datos calculados con los índices porcentuales tabulares de Fisher; por otra parte el coeficiente de variación nos indica un bajo nivel porcentual de dispersión de los datos respecto a su media general siendo esto del 0.8%, o sea nos reafirma la confianza experimental.

**Cuadro N°10: Análisis de varianza para la Reacción del Suelo (pH).**

F. de V.	GL	SC	CM	Fcalc	Ftab	Sig
Trat.	7	5.20	0.74	430.3	3.5	**
E.e.	24	0.04	0.002			
Total	31	5.24				CV = 0.8%

\*\* Hay diferencia estadística significativa al 0.01

Fuente: *Elaboración Propia*

Se muestra la prueba de Tukey, donde se expresa el orden de mérito, la misma que está consignado en el cuadro N° 11.



**Cuadro N° 11. Prueba de Tukey para la Reacción del Suelo (pH).**

O.M.	TRATAM	PROM.	SIG.
1	5.76	T1	a
2	5.52	T0	b
3	5.41	T2	c
4	5.17	T4	d
5	5.13	T6	d
6	4.93	T5	e
7	4.77	T3	f
8	4.41	T7	g

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Fuente: *Elaboración Propia*

Observando el cuadro N° 11, denota la significancia estadística entre los tratamientos, se aprecia que el Tratamiento T1 (100% Tierra Negra + Gallinaza), ocupa el primer lugar del Ranking de Mérito con promedio de pH igual a 5.76 y con el menor valor el Tratamiento T6 (50% Mantillo + 50% Tierra Negra + Gallinaza) con 4.41 de promedio.

## DISCUSION

El T1 (100% Tierra Negra + Gallinaza), tuvo el promedio más alto con 5.76 de pH, que según el **Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de Uso Mayor (2009)**, corresponde a una clase Moderadamente ácido. Esta variable resulto tener valores muy cercanos al que presenta el T0 (Testigo – Suelo Mineral), el cual tuvo un promedio 5.52 de pH, correspondiente a un nivel fuertemente ácido.

Por otro lado el tratamiento T7 (33% Mantillo + 33% Tierra Negra + 33% Aserrín + Gallinaza), resulto tener el menor promedio en el nivel de pH, con un valor de 4.41, correspondiente a una clase extremadamente ácido, esto se debe a que

según **Bertsch (1995)** la mineralización de la materia orgánica produce iones ácidos, que incrementan la acidez, tal es el caso de este tratamiento que contiene incorporación de niveles mayores de materia orgánica. Adicionalmente se puede mencionar que el tratamiento T1 (100% Tierra Negra + Gallinaza) y T0 (Testigo – Suelo Mineral), que presentan pH mayores de 5.5, no representan problemas de acidez tal como indica **Bertsch (1995)**.

#### 4.2 Contenido de Conductividad Eléctrica en el suelo hortícola.

La evaluación de esta variable implicó la realización del análisis de variancia. En el cuadro N° 12, se aprecia la aceptación de la hipótesis, debido a que nos expresa diferencia estadística significativa para el efecto de las medias de la Concentración de Conductividad Eléctrica; el coeficiente de variación fue de 3.9%, que indica confianza experimental de los datos obtenidos.

**Cuadro N° 12. Análisis de varianza para la Concentración de Conductividad Eléctrica en el suelo hortícola.**

F. de V.	GL.	SC	CM	Fcalc.	Ftab.	Sig.
Trat.	7	4.31	0.62	314.6	3.5	**
E.e.	24	0.04	0.002			
Total	31	4.36				CV = 3.9%

\*\* Hay diferencia estadística significativa al 0.01

Fuente: *Elaboración Propia*

Se muestra la prueba de Tukey para expresar el orden de mérito y la significancia entre ellos, la misma que está consignado en el Cuadro N°13.

**Cuadro N° 13: Prueba de Tukey para la Concentración de Conductividad****Eléctrica en el suelo hortícola.**

O.M.	TRATAM.	PROM.	SIG.
1	1.66	T3	a
2	1.49	T1	b
3	1.47	T4	b
4	1.31	T7	c
5	0.85	T5	d
6	0.85	T2	d
7	0.77	T6	d
8	0.65	T0	e

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente  
**Fuente: Elaboración Propia**

Observando el cuadro N° 13, indica la diferencia estadística entre los tratamientos. Siendo el tratamiento T3(100% Mantillo + Gallinaza), que ocupa el primer lugar del Ranking de Mérito con promedio de 1.67dS/m y el T0(Testigo – Suelo Mineral), que ocupa el último lugar con 0.65 dS/m.

**DISCUSION.**

En el T3 (100% Mantillo + Gallinaza), se encontró la mayor concentración de conductividad eléctrica con un promedio de 1.665dS/m. El nivel de concentración que obtuvo este tratamiento, se encuentra clasificado como ligeramente salino, según **FAO (2009)**. Mientras que el tratamiento que no presenta salinidad, fue el T0 (Testigo - Suelo Mineral), con un promedio de 0,65 dS/m.

Se estima de forma general que todos los tratamientos en estudio presentan conductividad eléctrica clasificada como ligeramente salino, a excepción del T0 (Testigo – Suelo Mineral), el cual presenta una conductividad eléctrica clasificada como no salino. Esto puede ocurrir debido a la incorporación de

material orgánico en el suelo Mineral, por la capacidad de atrapar cationes en los poros del suelo, elevando la Conductividad Eléctrica de forma parecida que la salinidad, tal como lo menciona Doerge, Kitchen y Lund (1999).

#### 4.3 Contenido de Materia Orgánica en el suelo hortícola

En el cuadro N° 14, se consigna el análisis de varianza para la variable contenido de materia orgánica en el suelo, se reporta la falta de significancia estadística para la media de los tratamientos con respecto a esta variable respuesta; sin embargo al evaluar el grado de variabilidad de los datos, notamos que el coeficiente de variación fue de 8.6%, lo cual nos sugiere confianza experimental.

**Cuadro N° 14: Análisis de varianza para el contenido de materia orgánica en el suelo hortícola.**

F. de V	GL	SC	CM	Fcalc.	Ftab.	SIG
Trat.	7	0.68165	0.10	1.50498	3.5	NS
E.e.	24	1.5529	0.065			
Total	31	2.23455	CV = 8.6%			

**\*\* No hay diferencia estadística significativa al 0.01**

**Fuente: Elaboración Propia**

Se muestra la prueba de Tukey, donde observamos que no hay significancia estadística entre los tratamientos, la misma que está consignado en el Cuadro N° 15.

**Cuadro N°15. Prueba de Tukey del contenido de Materia orgánica en el suelo hortícola.**

O.M.	TRATAM	PROM.	SIG.
1	3.20	T2	a
2	3.15	T4	a
3	2.99	T3	a
4	2.95	T7	a
5	2.91	T5	a
6	2.89	T6	a
7	2.88	T1	a
8	2.71	T0	a

\* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Fuente: *Elaboración Propia*

Observando el cuadro N° 15, denota la homogeneidad entre la media de los tratamientos, en el orden de mérito ocupa el primer lugar el tratamiento T2(100% Aserrín + Gallinaza) con 3.2% de materia orgánica y el último lugar el tratamiento T0(Testigo – Suelo Mineral), con 2.713 % de materia orgánica.

#### DISCUSION.

Los contenidos de Materia orgánica encontrados en los diferentes tratamientos, no mostraron diferencia estadística significativa, debido a que los niveles en términos porcentuales están clasificados como medios, según la clasificación de **Fassbender y Bornemisza (1986)**.

El leve incremento de materia orgánica, que muestran los tratamientos podría haber sido resultado de una descomposición lenta del material orgánico, debido a la resistencia de los materiales, según lo manifiesta **Thompson (1969)**.

El sustrato que tuvo mayor influencia, en relación al contenido de materia orgánica, fue el tratamiento T2 (100% aserrín + Gallinaza). Este sustrato,

resultado según análisis, tener el más alto contenido de materia orgánica; es decir la relación fue directa a través de la incorporación del contenido de materia orgánica. Asimismo esta situación se observó en todos los tratamientos donde se incorporó material orgánico, a excepción del T0 (Testigo – Suelo Mineral), en el cual no hubo incorporación de material orgánico.

#### 4.4 Contenido de Fósforo Disponible en el suelo hortícola.

En el cuadro N°16, se consigna el análisis de varianza para la variable Fósforo disponible, se reporta alta diferencia estadística significativa, así mismo el coeficiente de variación del 1.4%, indica confianza experimental de los datos obtenidos.

**Cuadro N° 16. Análisis de varianza para el Contenido de Fósforo Disponible en el suelo hortícola.**

F. de V	GL	SC	CM	Fcalc.	Ftab	SIG
Trat.	7	7270.4888	1038.6	8481.9	3.5	**
E.e.	24	2.9389	0.122			
Total	31	7273.4278	CV = 1.4%			

**\*\* Hay diferencia estadística significativa al 0.01**

**Fuente: Elaboración Propia**

Se muestra la prueba de Tukey para expresar el orden de mérito y la significancia entre los tratamientos, la misma que está consignado en el Cuadro N° 17.

**Cuadro N° 17: Prueba de Tukey del Contenido de fósforo disponible en el suelo hortícola.**

O.M.	TRATAM	PROM.	SIG.
1	59.44	T3	a
2	34.82	T4	b
3	23.98	T2	c
4	20.02	T6	d
5	19.90	T0	d
6	13.72	T7	e
7	13.42	T1	e
8	10.03	T5	f

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Fuente: *Elaboración Propia*

Observando el Cuadro N° 17, denota que los tratamientos son estadísticamente heterogéneos, siendo el tratamiento T3 (100% Mantillo + Gallinaza), que ocupa el primer lugar del Ranking de Mérito con promedio de contenido de fósforo disponible (59.445 ppm).

#### DISCUSION.

El tratamiento que resulto tener la más alta concentración de fosforo disponible es el T3 (100% Mantillo + Gallinaza), con un promedio de 59.445 ppm. El nivel de concentración que obtuvo este tratamiento, se encuentra clasificado como alta, según **Bertsch, F. (1986)**. Asimismo el T5 (50% Aserrín +50% Tierra Negra + Gallinaza), tuvo un promedio de 10.03 ppm, clasificado con una concentración media de fosforo disponible.

En principio, el suelo Mineral- Testigo (T0), presenta una concentración media de fosforo disponible en solución, y al incorporar material orgánico adicional, el fósforo disponible aumentó considerablemente su concentración, obteniendo un nivel alto de fosforo disponible, para el caso de los tratamientos T3

(100%Mantillo + Gallinaza), T4 (50% Mantillo + 50%Aserrín + Gallinaza), T2 (100%Aserrín + Gallinaza), y T6 (50% Mantillo + 50% Tierra Negra + Gallinaza).

Estos resultados tienen correlación con la alta concentración de  $P_2O_5$  que presentaron los sustratos analizados. A manera de ejemplo se menciona el caso del tratamiento T3 (100% Mantillo + Gallinaza), el cual correlaciona positivamente con la mayor concentración de  $P_2O_5$  como sustrato, que resultó tener 1.34% según análisis inicial.

En referencia a los tratamientos que resultaron tener menor concentración de fósforo disponible, que el T0 (Testigo – Suelo Mineral), tal es el caso del T7 (33% Aserrín + 33% Tierra Negra +33% Mantillo + Gallinaza), T1 (100% Tierra Negra + Gallinaza), T5 (50% Aserrín + 50% Tierra Negra + Gallinaza), se podría explicar a través de la dinámica del fósforo en el suelo, cuya reacción produce por un lado la fijación del fósforo y por otro la formación de compuestos insolubles en presencia de Al, según lo manifiesta **Bertsch 1995**.

#### **4.5 Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo hortícola (CIC).**

En el cuadro N° 18, del análisis de variancia para la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo, se observa que no existe diferencia estadística significativa para la media de los tratamientos con respecto a esta variable respuesta; pero al evaluar el coeficiente de variación, denotamos que éste nos brinda confianza experimental, según nos indica un 6.4% índice de variabilidad.



**Cuadro N° 18. Análisis de Varianza de la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo hortícola.**

F. de V.	GL	SC	CM	Fcalc.	Ftab.	SIG
Trat.	7	6.4163375	0.92	2.6838	3.5	NS
E.e.	24	8.19705	0.342			
Total	31	14.613387	CV = 6.4%			

\*\* No hay diferencia estadística significativa al 0.01

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la prueba de Tukey, donde observamos que no hay significancia estadística entre los tratamientos, la misma que está consignado en el Cuadro N° 19.

**Cuadro N° 19. Prueba de Tukey de la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo hortícola.**

O.M.	TRATAM	PROM.	SIG.
1	9.99	T2	a
2	9.66	T4	ab
3	9.47	T3	ab
4	9.18	T7	ab
5	8.99	T5	ab
6	8.89	T6	ab
7	8.73	T1	b
8	8.62	T0	b

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Fuente: Elaboración Propia

Observando el cuadro N° 19, denota que el tratamiento T2(100% Aserrín + Gallinaza) ocupa el primer lugar con un promedio de 9.993 de Capacidad de Intercambio Catiónico y el último lugar el tratamiento T0(Testigo – Suelo Mineral) con una Capacidad de Intercambio Catiónico de 8.628.

## DISCUSION

La incorporación de los sustratos en los tratamientos, no mostraron efecto en esta propiedad química del suelo, tal como se muestra entre la variable materia orgánica y la variable Capacidad de Intercambio Catiónico, al no presentar significancia estadística entre los datos obtenidos.

Esta condición, podría indicar una reducida mineralización de la materia orgánica, tal como lo reportan Yagy *et al.*, (2003) y Singh *et al.*, (2005), quienes señalan que la Capacidad de Intercambio Catiónico indica el grado de madurez y la presencia de grupos radicales carboxílicos y fenólicos, que mejora el enriquecimiento de la fracción húmica, que se logra a medida que se incrementa la madurez de la composta y la estabilidad de la Materia Orgánica.

### 4.6 Contenido de Acidez Intercambiable del Suelo Hortícola.

Al realizar el análisis de variancia en el cuadro N° 20, para el parámetro químico Acidez intercambiable del suelo, se reporta diferencia estadística significativa entre la media de los tratamientos, el coeficiente de variación del 15.2% indica confianza experimental de los datos obtenidos.

**CUADRO N° 20. Análisis de varianza para el contenido de Acidez Intercambiable.**

F. de V.	GL	SC	CM	Fcalc	Ftab	SIG
Trat.	7	1.35	0.193	104.6	3.5	**
E.e.	24	0.04	0.002			
Total	31	1.39			CV = 15.2%	

\*\* Hay diferencia estadística significativa al 0.01

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la prueba de Tukey, donde observamos la significancia estadística entre los tratamientos, la misma que está consignado en el Cuadro N° 21.

**Cuadro N° 21. Prueba de Tukey del contenido de Acidez.**

O.M.	PROM.	TRAT.	SIG.
1	0.71	T7	a
2	0.51	T5	b
3	0.31	T3	c
4	0.21	T6	d
5	0.21	T2	d
6	0.11	T4	e
7	0.11	T1	e
8	0.10	T0	e

\* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Fuente: *Elaboración Propia*

Observando el cuadro N° 21, apreciamos que el tratamiento T7(33% Aserrín + 33% Mantillo + 33% Tierra Negra + Gallinaza), ocupa el primer lugar con un promedio de 0.71 de Acidez intercambiable, y el T0 (Testigo – Suelo Mineral), ocupa el último lugar con 0.1 de Acidez Intercambiable.

## DISCUSION

El tratamiento que resulto tener la más alta concentración de Acidez Intercambiable en el suelo es el T7 (33% Aserrín + 33% Mantillo + 33% Tierra Negra + Gallinaza), con un promedio de 0.71 cmol (+)/L. El nivel de concentración de Acidez Intercambiable que obtuvo este tratamiento, se encuentra clasificado como nivel medio, según **Bertsch (1966)**, en el Manual para interpretar la fertilidad de los Suelos. Asimismo el tratamiento que tuvo la más baja concentración de acidez en el suelo, es el T0 (Testigo – Suelo Mineral), con un promedio de 0.1cmol (+)/L, el cual está clasificado en un nivel bajo.

Teniendo en cuenta que los tratamientos en estudio a excepción de T1 (100%Tierra Negra + Gallinaza) y T0 (Testigo - Suelo Hortícola), presentaron pH menor a 5.5, se puede mencionar que en estos tratamientos el Al obtendrá una característica de toxico por presentarse en forma soluble; y esta toxicidad se incrementa marcadamente cuando el pH del suelo es menor de 5.0 según lo reportan **Bartlett y Riego (1972)**.

Tal es el caso de los tratamientos T5 (50% Aserrín +50% Tierra negra + Gallinaza), T3 (100% Mantillo + Gallinaza) y T7 (33% Mantillo +33% Aserrín +33% Tierra Negra + Gallinaza).

Bajo este mismo contexto se sostiene que la Acidez Intercambiable del suelo está asociada a la reducida solubilidad del fosforo, según lo menciona **Rowell (1994)**;y esto se puede comprobar con el bajo nivel de fosforo disponible en la solución del suelo encontrado en los tratamientos T7 (33% Mantillo +33% Aserrín +33% Tierra Negra + Gallinaza), y T5 (50% Aserrín +50% Tierra negra + Gallinaza).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

En concordancia con los resultados obtenidos y analizados durante el estudio y según las discusiones efectuadas, se plantea las siguientes conclusiones:

- En referencia a la reacción del suelo(pH), se puede mencionar, que los rangos encontrados tuvieron significancia estadística y confianza experimental, variando entre 4.41 de pH, clasificado como fuertemente ácido, correspondiente al tratamiento T7 (33% Mantillo +33% Aserrín +33% Tierra Negra + Gallinaza) y 5.76 de pH correspondiente al tratamiento T1 (100% Tierra Negra + Gallinaza), clasificado como moderadamente ácido.
- En relación a la Conductividad Eléctrica del suelo, los tratamientos mostraron significancia estadística y confianza experimental. El tratamiento T3 (100% Mantillo + Gallinaza), resultó con una mayor concentración, clasificado como ligeramente salino, con un promedio de 1.665 dS/m, mientras que el tratamiento que obtuvo una menor concentración fue el T0 (Testigo – Suelo Mineral), clasificado como no salino, con un promedio de 1.665 dS/m.
- En el caso de la Materia Orgánica del suelo, se puede mencionar que los tratamientos no tuvieron significancia estadística; pero si confianza experimental. En conclusión el contenido de materia orgánica, resultó con una clasificación de nivel medio para todos los tratamientos.

- El contenido de Fosforo disponible del suelo, tuvo una alta significancia estadística y una aceptable confianza experimental de los datos obtenidos. Resultando el tratamiento T3 (100% Mantillo + Gallinaza), con la más alta concentración de fosforo disponible, con un promedio de 59.44 ppm, encontrándose clasificado como alta, y el tratamiento que tuvo la más baja concentración de fosforo disponible es el T5(50% Aserrín + 50% Tierra negra + Gallinaza), con un promedio de 10.03 ppm, clasificado como media.
- Con respecto a la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo, se puede mencionar que los tratamientos no tuvieron significancia estadística; pero si confianza experimental, teniendo esto relación con la no significancia de la variable Materia Orgánica.
- La acidez intercambiable del suelo, mostro alta diferencia estadística significativa en los tratamientos, y una aceptable confianza experimental de los datos obtenidos.

El tratamiento que resulto tener la más alta concentración de Acidez Intercambiable en el suelo es el T7(33% Mantillo + 33% Aserrín + 33% Tierra Negra + Gallinaza), con un promedio de 0.71 cmol (+)/L, clasificado como un nivel medio, y el tratamiento que tuvo la más baja concentración de Acidez Intercambiable en el suelo, es el T0 (Testigo – Suelo Mineral), con un promedio de 0.1cmol (+)/L, clasificado como un nivel bajo. También se concluye que la variable Acidez intercambiable mostró relación directa con las variables Reacción del Suelo (pH) y Fósforo disponible.

## 5.2 Recomendaciones

- Utilizar Sustratos Orgánicos descompuestos, para obtener un adecuado análisis del efecto de los sustratos orgánicos utilizados, en las características químicas de un determinado suelo y de esta forma obtener una adecuada significancia estadística entre las variables en estudio.
- Utilizar Estiércol (Gallinaza), en descomposición, para evitar la liberación de  $\text{CO}_2$  en el suelo, que a través de una reacción química aporte  $\text{H}^+$  y disminuye el pH del suelo, incrementando su acidez.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abruña, F., et al. (1974).** Respuesta del Maíz y del Frijol al Encalamiento en Oxisoles y Ultisoles de Puerto Rico. En Bornemisza, E. Manejo de Suelos en América Latina Tropical. CIAT. Cali, Colombia. 582 pág.
- Ardenson, D. (1995).** La Caña de Azúcar y el Fósforo. Inf. Agronómicas. N°. 18. INPOFOS. 6 pág.
- Bartlett, R.J.; y Riego, D.C. (1972).** Toxicity of hydroxy aluminum in relation to pH and phosphorus. Soil. Science, 114, 194-200 pág.
- Bertsch, F. (1986).** Manual para Interpretar la Fertilidad de los Suelos de Costa Rica. San José, oficina de publicaciones, UCR.
- Bertsch, F. (1995).** La Fertilidad de los Suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Primera edición. San José, Costa Rica. 159 pág.
- Bracho, J.; Pierre, F. y Quiroz, A. (2009).** Caracterización de Componentes de Sustratos Locales para la Producción de Plántulas de Hortalizas. Estado Lara, Venezuela. Bioagro 21(2): 117-124 pág.
- Calzada, B.J. (1964).** Métodos Estadísticos para la Investigación. Segunda Edición. Lima, Perú. 494 pág.
- Céspedes, C. (2007).** Dinámica de la Materia Orgánica y de algunos Parámetros Físicoquímicos en Molisoles, en la conversión de una pradera a cultivo forestal en la Región de piedras coloradas. Tesis para obtener el título de doctor del Instituto Nacional Politécnico de Toulouse. Algorta, Uruguay. 287 pág.



**Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG.** Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. 18 Pág.

**Doerge, T.; Kitchen, N.R.; y Lund, E.D. (1999).** Soil Electrical Conductivity Mapping, Site-Specific Management Guidelines-30, Potash & Phosphate Institute (PPI), United States of America, South Dakota. 4 pág.

**Dolling, P.J. (1995).** Effect of lupins and location on soil acidification rates. Aust. J. Exp. Agric. 35: 753-763 pág.

**Espinoza, J.; y Molina, E. (1999).** Acidez y encalados de los Suelos. International Plant Nutrition institute. Primera Edición. 42 pág.

**Estrada, J.A. (1966).** Reconocimiento del Estado de Fertilidad de los Suelos del Huallaga Central. Anales Científicos. Vol. IV. N° 3-4. Lima, Perú. 265 pág.

**FAO. (2009).** Guía para la Descripción de Suelos. Cuarta edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 111 pág.

**FAO. (2000).** Manual de Prácticas integradas de Manejo y Conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO N°. ISBN 92-5394417-9. 234 pág.

**Fassbender, H.W.; y Bornemisza, E. (1986).** Química de Suelos. IICA. Programa de libros y textos. San José, Costa Rica.

**Fassbender, W. H. (1978).** Química de Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 398 pág.

**Fernández, L.C.; Rojas, N.G.; Roldán, T.G.; Ramírez, M.E.; Zegarra, H.G.; Hernández, R.U.; Reyes, R.J.; Hernández, D.F.; y Arce, J.M. (2006).** Manual de Técnicas de Análisis de Suelos aplicadas a la Remediación de sitios Contaminados. Instituto Mexicano del Petróleo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 179 pág.

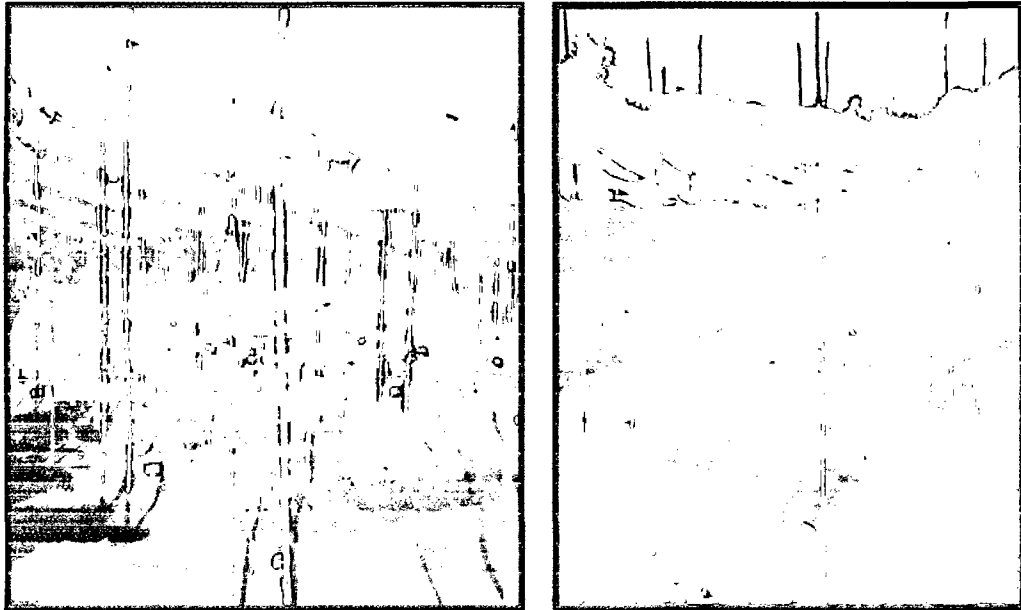
- Fernández, M.T. (2007).** Fosforo: Amigo o Enemigo. Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vol. 41, núm. 2. 51-57 pág.
- Fixen, P. (1995).** Dinámica del Suelo, Cultivo del Fósforo y Manejo de los Fertilizantes Fosfatados. Parte II. Inf. Agron. N°. 18. INPOFOS. 3-5 pág.
- Forsythe, W. (1967).** Condiciones Físicas, Producción Agrícola y Calidad del Suelo. Agronomía. Costarricense 21(1): 35-47 pág.
- Foy, C.D. (1994).** Role of the soil science in genetic improvement of plants for problem soils. In: J.W. Maranville, V.C. Baligar, R.R. Duncan, and J.M. Yohe (eds), INTSORMIL Pub. N°. 94-2, University of Nebraska Press, Lincoln, NE. 185-205 pág.
- Hartmann, H.; y Kester, D. (2002).** Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. 860 pág.
- Haynes, R.J. (1983).** Soil acidification induced by leguminous crops. Grass Forage Sci. 38: 1-11 pág.
- Holdridge, L. R. (1967).** Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- Holford, I.C.R. (1997).** Soil Phosphorus: It's Measurement, and it's Uptake by Plant. Aust. J. Soil Res., 35: 227-239 pág.
- Johnson, C.E. (2002).** Cation exchange properties of acid forest soils of the northeastern USA. European Journal of Soil Science. 53: 271-282 pág.
- Julca, A.; López, S.; y Crespo, R.(2001).** Crecimiento de (*Bactris gasipaes kunth*) en almácigos con sustratos orgánicos de la Selva Peruana. La Molina, Lima, Perú. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 16 (3).
- Kuo, S., (1991).** Phosphate buffering and availability in soils. Trends in Soil Sci., 1: 203-213 pág.

- Mac Cray, J.M.; y Summer, M.E. (1990).** Assessing and modifying Ca and Al levels in acid subsoil *Adv. Soil Sci.* (14): 45-75 pág.
- Murillo, T. (1999).** Alternativas de Uso para la Gallinaza. XI Congreso Nacional Agronómico. Conferencia 94. San José, Costa Rica.
- O'Halloran, I. P.; Stewart, J.W.B.; y De Jong, E. (1987).** Changes in P forms and availability as influenced by management practices. *Plant and Soil* 100, 113-126 pág.
- Olsen, S.R, et al., (1962).** Phosphate diffusion to plant roots. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* (26): 222-227 pág.
- Rowell, D.L. (1994).** Soil Science; methods and applications. Longman, London, UK. 350 pág.
- Sánchez, B.; Ruiz, M.; y Ríos, M. (2005).** Materia orgánica y Actividad Biológica del Suelo en relación con la Altitud, en la cuenca del río Maracay, Estado Aragua. *Agronomía Trop.* 55(4): 507-534 pág.
- Schnitzer, M. (1991).** Soil organic matter - the next 75 years. *Soil Sci.* 151:41-58 pág.
- Singh, N.B.; Khare, A.H.; Bhargava, D.S.; and Bhattacharya, S. (2005).** Effect of initial substrate pH on vermicomposting using *Perionyx excavatus* (Perrier, 1872). *Appl. Ecol. Environ. Res.* 1: 85-97 pág.
- Tang, C.; Sparling, G.P.; McLay, C.D.A. y Raphael, C. (1999).** Effect of short-term legume residue decomposition on soil acidity. *Aust. J. Soil Res.* 37: 561-573 pág.
- Thompson, L. (1969).** El Suelo y su Fertilidad. Traducido por Ricardo Clara Camprubé. Tercera Edición. Editorial Reverté S.A. Zaragoza. 407 pág.

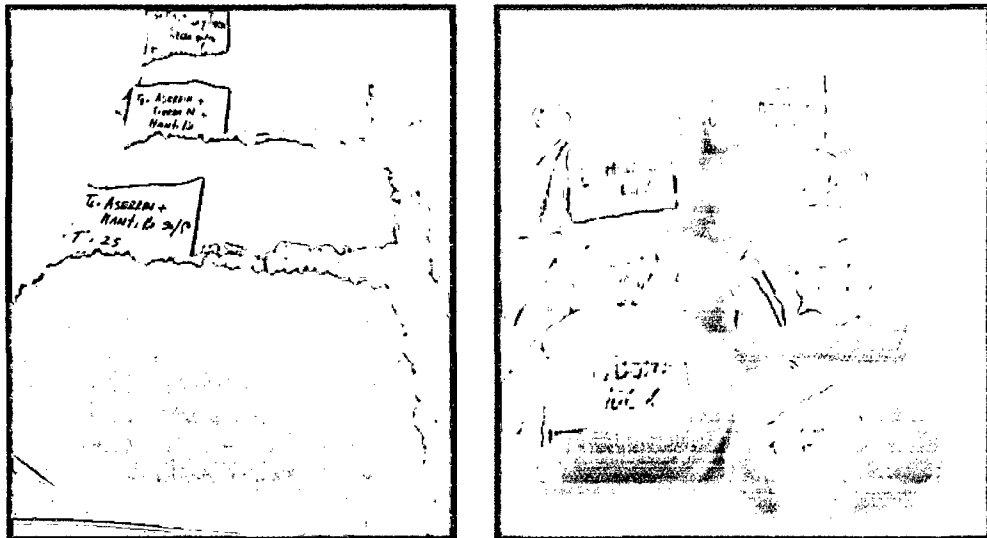
- Walkley, A.; y Black, I.A. (1934).** An examination of the Degtjare method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38 pág.
- Yagy, R.; Ferreira, M.E.; Pessoa, C.M.C.; y Barbosa, J.C. (2003).** Organic matter fractions and soil fertility unde the influence of liming vermicompost and cattle manure. *Sci. Agricol.* 60:549-557 pág.

**ANEXOS**

**Anexo N° 01: Repeticiones de los Tratamientos en Estudio**



**Anexo N° 02: Acondicionamiento de las Muestras de los Sustratos Orgánicos**



**Anexo N° 03: Muestreo y Acondicionamiento de Muestras de Suelo**



**Anexo N° 04: Clima de la Estación Meteorológica Ordinaria Puerto Almendra (2011 - 2012)**

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ORDINARIA PUERTO ALMENDRA (2011- 2012)													
		LAT. : 05° 46' 01"					DPTO. : LORETO						
		LONG. : 73° 17' 01"					PROV. : MAYNAS						
		ALT. : 126 m.s.n.m.					DISTR. : SAN JUAN BAUTISTA						
VARIABLE	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T.MAXIMA	2011	31.0	30.8	31.0	30.3	29.7	30.0	29.8	31.2	32.0	31.8	31.7	30.3
	2012	29.9	29.9	29.9	31.2	30.7	31.6						
T.MINIMA	2011	22.7	22.7	22.8	22.0	22.7	22.5	21.3	21.5	22.2	23.0	22.9	23.0
	2012	22.9	22.3	22.5	23.3	23.0	23.2						
PP	2011	141.9	128.6	404.4	230.7	369.5	262.6	182.3	154.1	375.9	151.9	202.5	255.4
	2012	311.7	461.0	487.6	223.7	154.1							
HUMEDAD	2011	92	90	90	94	94	94	94	92	93	91	92	93
	2012	93	92	95									

**Fuente:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía – SENAMHI. Estación Climatológica Puerto Almendra.

## Anexo N° 05: Análisis Químico de los Sustratos Orgánicos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## INFORME DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA

SOLICITANTE : EDWARD VARGAS VALDEFRAMA  
PROCEDENCIA : LORETO  
MUESTRA DE : SUSTRATO  
REFERENCIA : H.R. 32684  
FECHA : 16-10-11

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
0768	Mantillo 100%	5.14	8.28	26.78	1.24	1.34	0.77
0769	Tierra Negra 100%	6.70	3.15	10.55	0.38	0.48	0.21
0770	Aserrín 100%	7.03	2.03	74.25	0.78	0.36	5.89
0771	Mantillo-Tierra Negra 50%-50%	4.24	1.50	13.99	0.39	0.17	0.09

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	H <sub>2</sub> %	Na %
0768	Mantillo 100%	1.94	0.35	7.41	0.22
0769	Tierra Negra 100%	0.55	0.20	3.16	0.05
0770	Aserrín 100%	1.95	0.37	10.53	0.19
0771	Mantillo-Tierra Negra 50%-50%	0.16	0.09	3.90	0.02



Estudio Lo Torre Martínez  
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES




## INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE EDWARD VARGAS VALDERRAMA  
PROCEDENCIA LORETO  
MUESTRA DE SUSTRATO  
REFERENCIA H.R. 32684  
FECHA 10-10-11

Nº LAB	CLAVES	pH	CE dS/m	MO %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
0772	Aserrín-Mantillo 50%-50%	6.17	3.00	56.74	0.77	0.84	0.63
0773	Aserrín-Tierra Negra 50%-50%	5.47	0.87	19.60	0.37	0.30	0.16
0774	Aserrín-Tierra Negra-Mantillo	6.13	1.53	30.54	0.62	0.55	0.30

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	H <sub>2</sub> %	Na %
0772	Aserrín-Mantillo 50%-50%	1.66	0.31	8.91	0.16
0773	Aserrín-Tierra Negra 50%-50%	0.36	0.14	5.01	0.03
0774	Aserrín-Tierra Negra-Mantillo	0.75	0.19	6.25	0.06


 Eduardo La Torre Martínez  
Jefe de Laboratorio



Anexo N° 06: Análisis Químico de los tratamientos en Estudio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE AGRONOMÍA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante : EDUARDO VARGAS VALDERRAMA

Departamento : LORETO

Distrito :

Referencia : H.R. 32683-100C-11

Provincia :

Predio : FUNDO ZUNGARO COCHA

Fecha : 10-10-11

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>++</sup> med/100g	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
11410	N° 1 Tierra 100%	5.76	1.49	0.20	3.10	13.3	415	54	30	16	Fr.A.	9.12	6.18	1.58	0.85	0.19	0.10	8.88	8.78	96
11411	N° 2 Aserrín 100%	5.41	0.85	0.00	2.55	24.0	450	54	28	18	Fr.A.	8.96	3.17	1.15	1.11	0.18	0.20	5.82	5.62	63
11412	N° 3 Mantillo 100%	4.77	1.66	0.00	3.17	59.3	417	56	30	14	Fr.A.	8.92	3.55	1.25	1.02	0.16	0.30	6.28	5.98	60
11413	N° 4 Mantillo 50% + Aserrín 50%	5.17	1.47	0.00	2.69	34.8	378	56	32	12	Fr.A.	8.96	3.90	1.47	1.02	0.16	0.10	6.64	6.54	73
11414	N° 5 Aserrín 50% + Tierra Negra 50%	4.93	0.88	0.00	2.69	10.0	327	60	30	10	Fr.A.	8.64	2.95	0.97	0.78	0.16	0.50	5.36	4.86	56
11415	N° 6 Mantillo 50% + Tierra Negra 50%	5.13	0.77	0.10	2.83	19.9	269	56	30	14	Fr.A.	9.60	3.76	1.10	0.67	0.11	0.20	5.84	5.64	59

A = Arena ; A.Fr = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Ingeniero Braulio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA Y BIOTECNIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS PLANTAS Y MATERIAS ORGANIZADAS

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION



Solicitante : EDUARDO VARGAS VALDEERRAMA  
 Departamento : LORETO  
 Dirección : N.R. 30033-1000-11  
 Población :

Provincia : FUNDO ZURCARO COCHA  
 Fecha : 10-10-11

LAB.	Número de muestra Carpet	CE				U/D	p	N	ANÁLISIS QUÍMICO		C	OC	C*	CATIONS		B*	S*	B*	%	
		PH	EC	%	%				N	P				N	P					N
11456	1	4.81	1.31	0.00	2.34	13.7	317	26	30	10	57.4	9.00	173	0.72	0.26	0.15	0.20	4.07	3.37	42
11457	2	5.24	0.65	0.10	2.75	18.0	208	54	32	19	57.4	9.00	477	1.50	0.31	0.08	0.10	5.00	6.90	71

A = Anodo - A Pt o Ag-AgCl; B = Ag-AgCl; C = Ag-AgCl; D = Ag-AgCl; E = Ag-AgCl; F = Ag-AgCl; G = Ag-AgCl; H = Ag-AgCl; I = Ag-AgCl; J = Ag-AgCl; K = Ag-AgCl; L = Ag-AgCl; M = Ag-AgCl; N = Ag-AgCl; O = Ag-AgCl; P = Ag-AgCl; Q = Ag-AgCl; R = Ag-AgCl; S = Ag-AgCl; T = Ag-AgCl; U = Ag-AgCl; V = Ag-AgCl; W = Ag-AgCl; X = Ag-AgCl; Y = Ag-AgCl; Z = Ag-AgCl;

Edición 1000  
 Fondo de Toro  
 Laboratorio

Av. La Molina sin Cruces LESALLA - TEL: 81 9 7820 Anexo 222 Tráfico 249 5023 e-mail: labanal@ciencia.unla.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : EDUARDO VARGAS VALDERRAMA  
 Departamento : LORETO  
 Distrito : H. R. 30983-100C-13  
 Provincia : PUNDO ZUNGARO COCHIA  
 Fecha : 10-10-11

Lab	Nombre de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Aluminio		Clase Fert. (ppm)	CIC	Cationes Carbonates mg/100g			Carga de Cationes Basales	% de Sul. De Basales			
								Arrend. %	Limo %			Argilla %	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>		
11410	N° 1 Turco 100%	5.00	1.54	0.10	2.63	23.8	410	52	31	17	8.47	6.17	1.53	0.36	0.21	0.15	8.92	8.77	104
11411	N° 2 Arevalo 100%	5.46	0.90	0.00	1.37	24.5	480	52	29	16	10.22	1.10	1.18	1.15	0.13	0.25	9.82	5.27	54
11412	N° 3 Maricao 100%	4.81	1.21	0.00	2.63	28.9	411	54	31	19	9.27	1.45	1.23	1.12	0.19	0.23	8.34	5.10	64
11413	N° 4 Maricao 50% + Maricao 50%	5.22	1.42	0.00	3.38	34.9	373	54	33	10	8.35	1.38	1.47	1.12	0.18	0.15	6.90	6.79	72
11414	N° 5 Arevalo 50% + Turco 50%	4.98	0.93	0.10	3.05	30.5	325	56	31	11	9.82	2.50	0.92	0.75	0.19	0.55	5.21	4.78	50
11415	N° 6 Maricao 50% + Turco 50%	5.13	0.87	0.10	2.31	33.4	381	54	31	15	8.93	1.71	1.14	0.62	0.13	0.23	5.85	5.10	64

A = Arevalo, A.F. = Arevalo Fertilizado, F.A. = Frasco Arevalo, P. = Turco, P.L. = Frasco Limpio, L. = Limpio, F.L.A. = Frasco Arevalo Limpio, F.F.A. = Frasco Arevalo Fertilizado, F.F.L. = Frasco Limpio Fertilizado, A.A. = Arevalo Fertilizado, M.L. = Arevalo Limpio, J.L. = Arevalo Limpio

Director: *Dr. Augusto La Torre Matiz*  
 Jefe del Laboratorio: *[Signature]*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : EDUARDO VARGAS VALDERRAMA

Departamento : LORETO

Referencia : F.R. 37693-100C-11

Provincia : FUNDO ZUNGARO COCHIMA  
 Fecha : 10-10-11

Lab	Número de Muestra Clase	pH	C.E. (1:1) dSm <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> %	N/O %	P ppm	K ppm	Aniones (mg/kg)		C/N	C/1000	C/1000 %	Cationes (mg/kg)		Suma ppm	Suma %	
								NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
11410	107	6.65	0.25	0.10	0.15	12.0	21.0	52	31	17	172	0.78	0.12	0.75	4.15	2.41	3.6
11411	108	5.43	0.25	0.10	0.23	20.4	20.4	52	33	13	270	1.45	0.07	0.32	5.37	5.75	3.3

A = Arena, A/F = Arena Fina, F/A = Franco Arenoso, Fr = Franco, F/L = Franco Limoso, L = Limoso, F/L/A = Franco Arenoso Limoso, F/L/A = Franco Arcilloso, Fr/L = Franco Arcilloso, Ar L = Arcillo Limoso, Ar = Arcilloso

*Edgardo Vargas Valderrama*  
 Director del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : EDWARD VARGAS VALDEBERRAMA

Departamento : LORETO

Distrito :

Referencia : H.R. 32883-100C-11

Provincia : FUNDO ZUNIGARO COCHA  
 Predio :  
 Fecha : 10-10-11

Lab	Nombre de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Microbiológico		Clasif. Fertilidad	OC	Cationes Cambiables cmol/100g			Suma Cati. Suma Ani.	% Cat. Ca Suma Bases			
								N <sup>o</sup>	%			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	AG <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>
11410	N <sup>o</sup> 1 Tierra 50%	5.79	1.45	0.28	2.16	13.2	411	30	17	Fr.A.	0.54	5.19	1.03	0.50	0.25	0.86	8.73	0.57	10.2
11411	N <sup>o</sup> 2 Arena 100%	5.25	0.10	0.02	3.41	23.4	153	30	17	Fr.A.	0.55	3.12	1.15	1.70	0.12	0.15	5.39	0.39	6.1
11412	N <sup>o</sup> 3 Mando 100%	4.72	1.51	0.30	2.92	53.25	419	30	15	Fr.A.	9.30	3.56	1.20	1.00	0.19	0.24	3.79	6.93	6.3
11413	N <sup>o</sup> 4 Mando 50% + Arena 50%	5.12	1.50	0.09	3.26	34.25	373	32	12	Fr.A.	10.05	3.99	1.45	1.12	0.23	0.34	5.84	6.09	6.5
11414	N <sup>o</sup> 5 Arena 50% + Tierra Negra 50%	4.33	0.83	0.29	2.97	3.5	221	30	13	Fr.A.	0.80	2.89	0.90	0.70	0.15	0.16	5.00	0.54	5.3
11415	N <sup>o</sup> 6 Mando 50% + Tierra Negra 50%	4.60	0.73	0.10	2.50	19.00	235	30	15	Fr.A.	8.30	3.72	1.14	0.50	0.17	0.15	3.70	5.53	6.6

Av. Aguirre, A.P. - Anexo Finesca / Fr.A. - Franco Aguirre / Fr.L. - Franco Linares / Fr.S. - Franco / Fr.Nr.A. - Franco Anillo Avocado / Fr.Nr. - Franco Anillo  
 Fr.Nr.L. - Franco Anillo Limón / Fr.A. - Anexo Avocado / Fr.C. - Anexo Limón / Fr. - Anexo

Dr. Eduardo La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Tel.: 614 7930 Anexo 222 Telex 349 5622 e-mail: labavalo@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante : EDUARDO MARGAS VALDERRAMA

Departamento : LORETO

Código Referencial : M.R. 30583-000-13

Proyecto : FUNDO ZUNGARO COCHA  
 Párrafo :  
 Fecha : 10-10-11

Lab	Número de muestra Código	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis de Nitrógeno		Cinco Fertilizantes	CNC	Cationes Cambiadas mg/100g				Suma de Cationes Bases	% de Sul Du			
								N %	N %			Ca	Mg	K	Na			Suma	%	
11410	Nº 1 Muestra 50%	5.74	1.52	0.20	2.79	63.2	410	54	29	17	Fr.A.	8.09	6.17	1.53	0.80	0.19	0.13	8.82	8.09	93
11411	Nº 2 Muestra 50%	5.43	0.87	0.00	3.47	24.0	440	54	27	19	Fr.A.	30.70	3.09	1.05	1.00	0.19	0.23	5.43	5.25	49
11412	Nº 3 Muestra 50%	4.20	1.58	0.00	2.87	59.30	411	58	29	13	Fr.A.	3.22	2.59	1.70	1.00	0.16	0.34	8.29	5.95	64
11413	Nº 4 Muestra 50% - Agua 50%	5.20	1.90	0.00	3.27	34.85	369	58	31	13	Fr.A.	9.59	2.06	1.24	1.08	0.19	0.13	6.09	6.76	98
11414	Nº 5 Muestra 50% - Tierra Negra 50%	4.26	0.75	0.10	2.94	48.00	319	60	29	11	Fr.A.	8.99	2.86	0.99	0.78	0.15	0.24	5.22	4.68	52
11415	Nº 6 Muestra 50% - Tierra Negra 50%	5.98	0.79	0.29	2.83	19.60	227	58	29	19	Fr.A.	8.70	2.69	1.17	0.68	0.13	0.22	5.90	5.67	63

A = Análisis de Agua; Fr.A. = Fracción Absorbida; Fr. = Fracción; P.E. = Fracción Lomosa; L. = Lomosa; F.C.A. = Fracción Absorbida; Fr.A. = Fracción Absorbida;  
 Fr. A. = Fracción Absorbida; M.A. = Muestra Análisis; A.S. = Análisis de Suelo; A.L. = Análisis de Laboratorio; A. = Análisis

Dr. Eduardo Margas Valderrama  
 Laboratorio de Análisis de Suelos  
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Tel: 814 7000 Anexo 222. Teléfono: 340 5622 e-mail: labruel@unalm.lima.edu.pe

