



**UNAH-CURLA**

CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO  
DEL LITORAL ATLÁNTICO

# **ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO EN TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN UNAH-CURLA**

Tesis de grado como requisito para optar al título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por:

**Noé Humberto Paiz Gutiérrez**



**UNAH**<sup>1</sup>

Asesores: M.Sc. Marden Daniel Espinoza, M.Sc. Yuly Samanta García

# INTRODUCCIÓN

- ✓ El suelo es uno de los recursos más importantes para la vida en el planeta, ya que es la base fundamental para la explotación agropecuaria y forestal (Martin y Adad, 2006).
- ✓ En los últimos 50 años la degradación de los suelos se ha extendido en el mundo de forma significativa y especialmente la degradación del carbono orgánico, (Verhulst et al., 2015).



# INTRODUCCIÓN

- ✓ Es necesario disponer de indicadores que permitan determinar la calidad ambiental, a largo plazo, lo que provocará cambios en el manejo (Doran y Parkin, 1994).
- ✓ La degradación acelerada e irreversible del recurso suelo, se considera como un desbalance de algunas de las funciones del suelo, que puede ser causa de su deterioro físico, químico y biológico (Blum, 1998).



UNAH

# OBJETIVOS

## Objetivo General

Estudiar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, en tres sistemas de producción en el CURLA-UNAH en septiembre del año 2018.

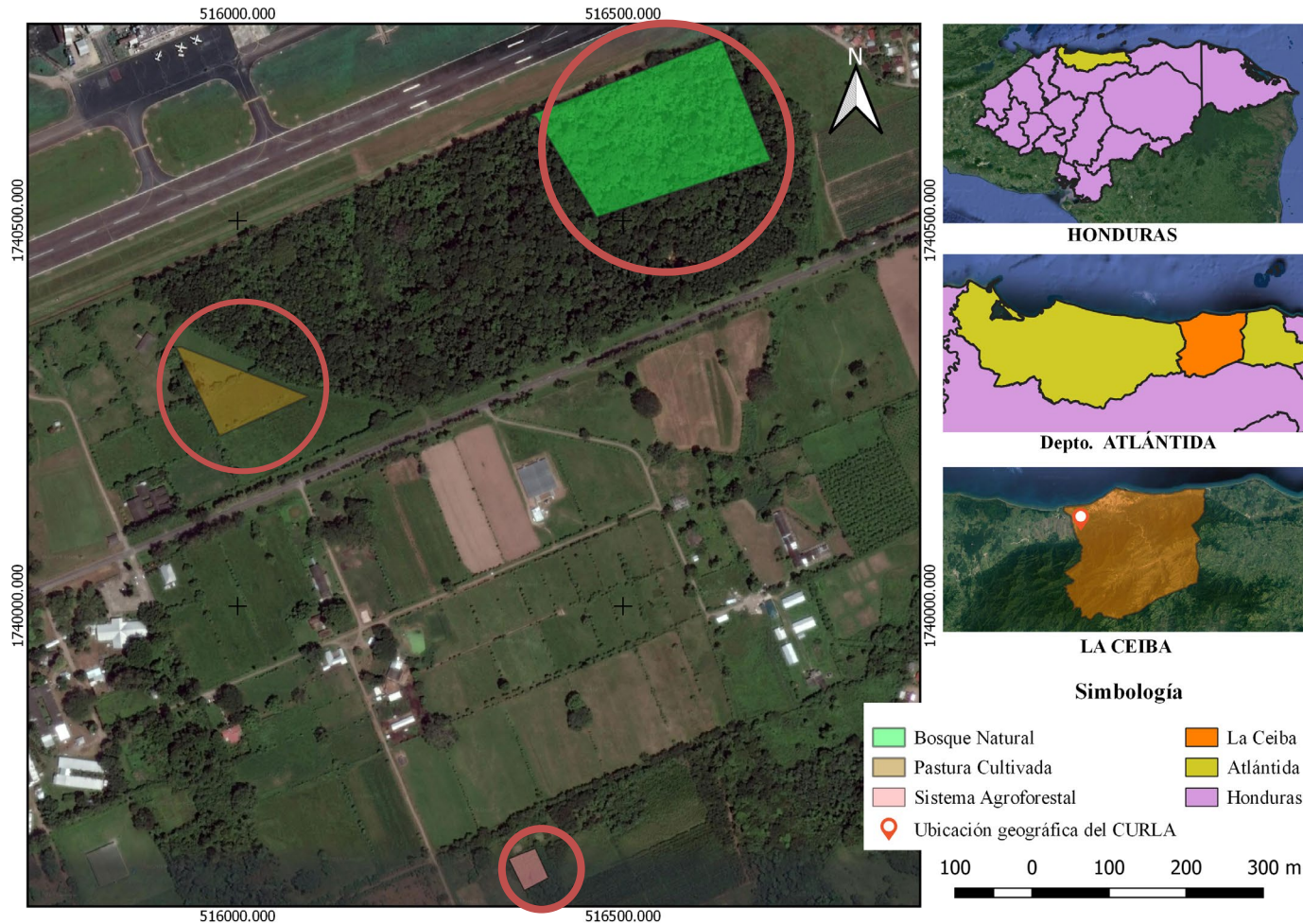
## Objetivos específicos

- ✓ Evaluar las propiedades físicas del suelo como: densidad aparente, porosidad total y textura en tres sistemas de producción.
- ✓ Determinar los niveles de pH,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ , P, Zn, Fe, Mn, Cu, B, S,  $\text{Al}^{+3}$ , materia orgánica y carbono orgánico del suelo en tres sistemas de producción tomando como referencia el sistema natural.
- ✓ Identificar los géneros de hongos y cuantificar los anélidos presentes en cada sistema productivo.



**UNAH**<sup>8</sup>

# METODOLOGÍA



**LOCALIZACIÓN:** UNAH-CURLA, ubicada en el municipio de La Ceiba, departamento de Atlántida, Honduras. A 26 m.s.n.m., con temperatura promedio de 28°C, HR de 90% y ppma de 3052 mm; (Centro meteorológico CURLA, 2019).



# UNAH

## Descripción de los tratamientos:

### Bosque Natural (BN):



*Vochysia guatemalensis*

### Pastura cultivada (PC):



*Digitaria swazilandensis*

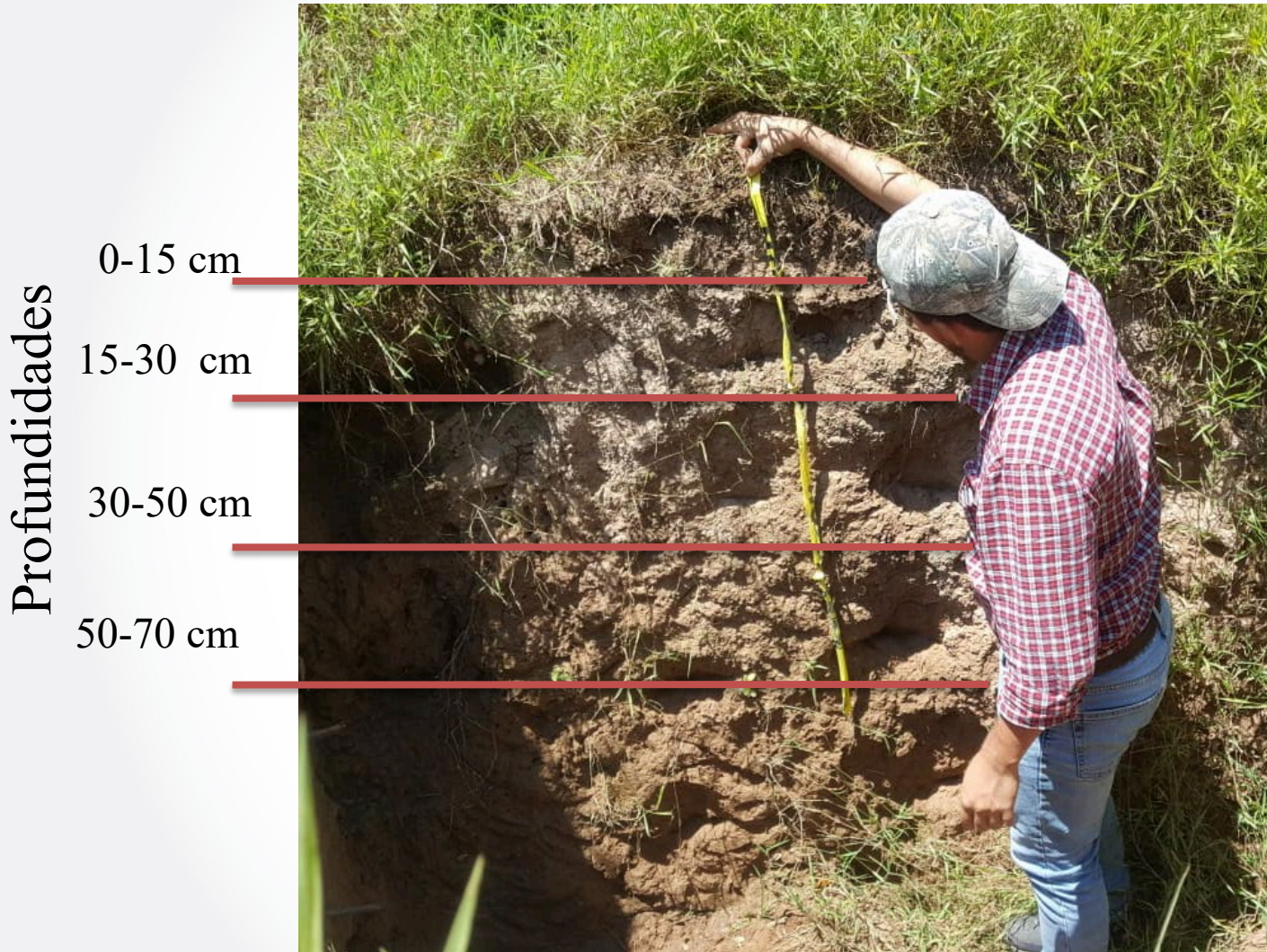
### Sistema agroforestal (AF)

*Gliricidia sepium* con *Ananas comosus*



**UNAH**

## Procedimiento de muestreo.



# UNAH

## Diseño experimental

El delineamiento experimental fue completamente al azar, donde se realizaron 3 calicatas por sistema, sub divididas en 4 profundidades

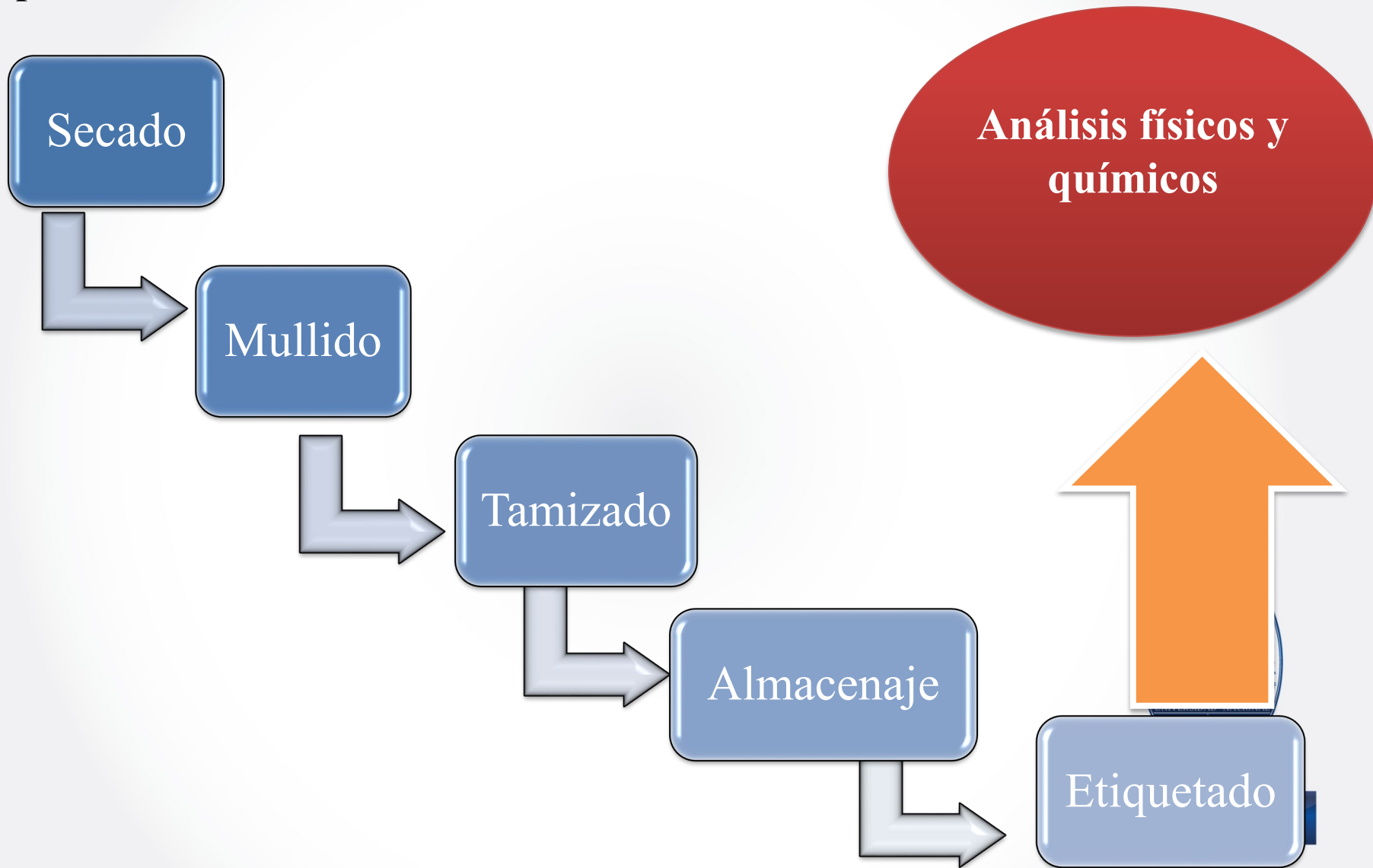
Los datos fueron sometidos a ANOVA, y los promedios comparados por la prueba de Tukey a un nivel del 95% de confianza en el programa Minitab.



# UNAH

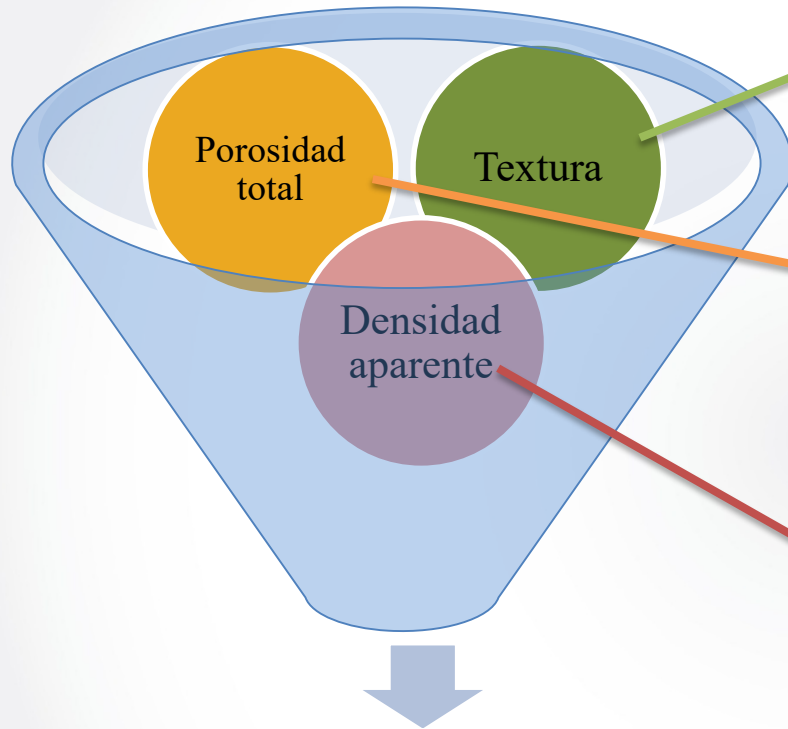


## Preparación de las muestras:



# METODOLOGÍA

## Análisis de variables



## Propiedades Físicas

(Bouyoucos, 1962).

2,65 g.cm<sup>-3</sup> (Plaster, 2004; Porta *et al*, 1999).

$$\% \text{Porosidad} = (1 - D_a / D_r) * 100$$

(Rucks *et a.*, 2014)



(Gabriels y Lobo, 2006)

# METODOLOGÍA

1,724 (Conceição *et al.* 1999.; Jackson, 1982.)

(Walkley & Black, 1934).

MO y  
COT

(Alley & Zelazny, 1987).

pH

Propiedades  
Químicas

Al<sup>+3</sup>

Potenciometría.

Macro y  
Micronutrientes

ICP-OES.



**UNAH**

# METODOLOGÍA

Propiedades  
biológicas

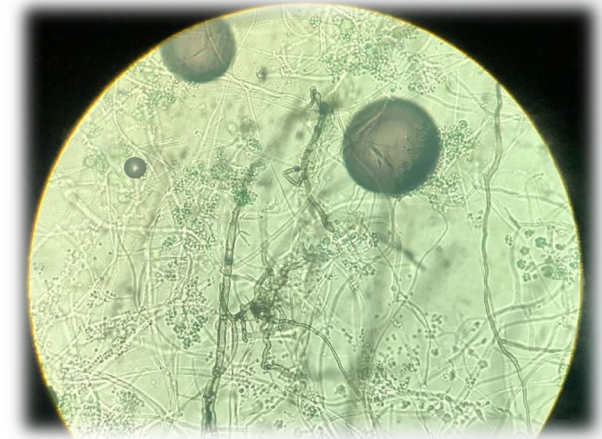
Conteo de  
Lombrices

Identificación  
de Hongos

(Borie *et al.*, 1999; Ríos, 2005).



(Odum, 1969; Baker y Cook, 1974)

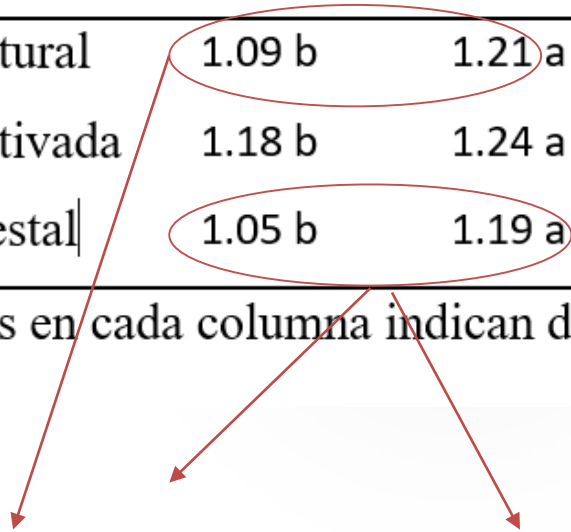


# RESULTADOS

**Tabla 7.** Densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) en tres sistemas de producción evaluados a diferentes profundidades en UNAH-CURLA.

Sistema	Profundidades (cm)			
	0-15	15-30	30-50	50-70
Bosque Natural	1.09 b	1.21 a	1.30 a	1.33 a
Pastura cultivada	1.18 b	1.24 a	1.25 a	1.23 a
Agroforestal	1.05 b	1.19 a	1.17 a	1.31 a

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )



(Chavarría et al, 2012.; Leyva, et al, 2018)

(Domínguez et al. 2009)



**UNAH**

# RESULTADOS

**Tabla 8.** Porosidad total (%) en tres sistemas de producción evaluados a diferentes profundidades en UNAH-CURLA.

Sistema	Profundidad (cm)			
	0-15	15-30	30-50	50-70
Bosque Natural	58.8 a	54.5 b	50.9 b	50.0 b
Pastura cultivada	55.3 a	53.1 b	52.8 b	53.4 b
Agroforestal	60.4 a	55.2 b	55.7 b	50.4 b

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

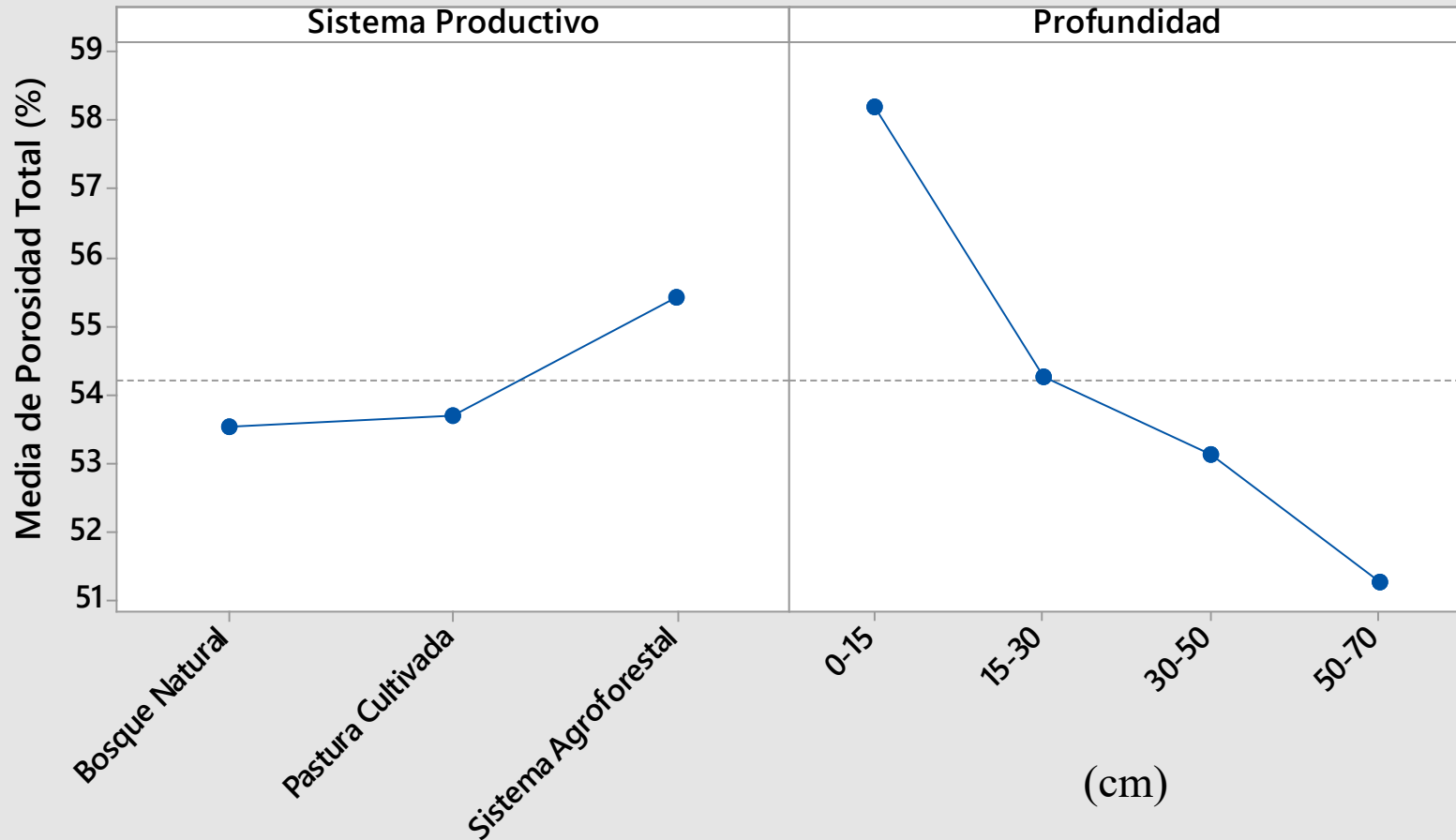
(Sadeghian *et al*, 2010)



**UNAH**

# RESULTADOS

Gráfica de efectos principales para Porosidad Total (%)  
Medias ajustadas



## RESULTADOS

**Tabla 9.** Clasificación textural y distribución de las partículas del suelo en los diferentes sistemas de producción. ○

Sistema	Profundidad (cm)	Arcilla (%) < 0.002 mm	Limo (%) 0.02-0.002 mm	Arena (%) 2.00-0.02 mm	Clase Textural (USDA)
BN	0-15	32.16	32.98	34.85	Franco-Arcilloso
	15-30	36.24	25	38.76	Franco-Arcilloso
	30-50	34.9	32.18	32.91	Franco-Arcilloso
	50-70	38.46	32.53	29	Franco-Arcilloso
PC	0-15	34.12	22.96	42.92	Franco-Arcilloso
	15-30	30.88	22.99	46.13	Franco-Arcilloso
	30-50	29	24.32	46.68	Franco-Arcillo-Limoso
	50-70	27.12	25.53	47.35	Franco-Arcillo-Limoso
AF	0-15	28.95	23.93	47.12	Franco-Arcillo-Limoso
	15-30	28.95	24.91	46.15	Franco-Arcillo-Limoso
	30-50	29.07	26.57	44.36	Franco-Arcilloso
	50-70	26.95	29.26	43.79	Franco-Arcilloso

(Gabriels y Lobo, 2006).

UNAH



## RESULTADOS

**Tabla 10.** Materia orgánica (%) y Carbono Orgánico Total (%) del suelo en tres sistemas de producción a diferentes profundidades.

Sistema Productivo	Profundidad (cm)	M.O. (%)	COT (%)
Bosque Natural	0-15	3.10 a	1.80 a
	15-30	1.16 b	0.67 b
	30-50	0.52 bc	0.30 c
	50-70	0.22 c	0.13 c
Pastura Cultivada	0-15	2.52 a	1.46 a
	15-30	1.17 b	0.68 b
	30-50	0.53 bc	0.31 c
	50-70	0.34 c	0.20 c
Agroforestal	0-15	3.41 a	1.98 a
	15-30	1.81 b	1.05 b
	30-50	0.66 bc	0.38 c
	50-70	0.17 c	0.10 c

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

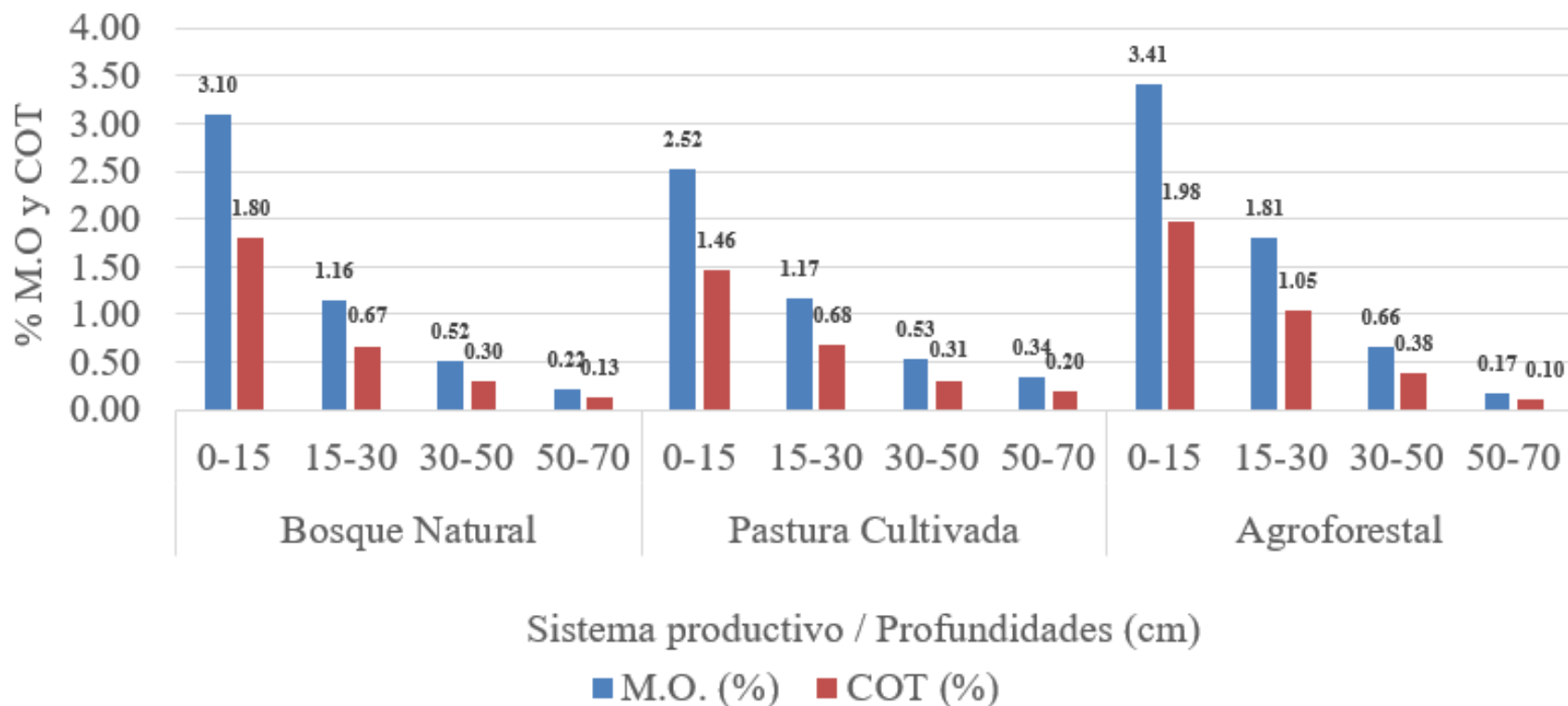
(Leyva *et al.*, 2018)

(Bueno y Camargo, 2015).

UNAH

## RESULTADOS

### Materia Orgánica (M.O) y Carbono orgánico total (COT) del suelo en tres sistemas de producción



(Andrade y Muhammand, 2003; Gutiérrez, M.,1995).



**UNAH**

# RESULTADOS

**Tabla 11.** Niveles de pH en tres sistemas de producción a diferentes profundidades.

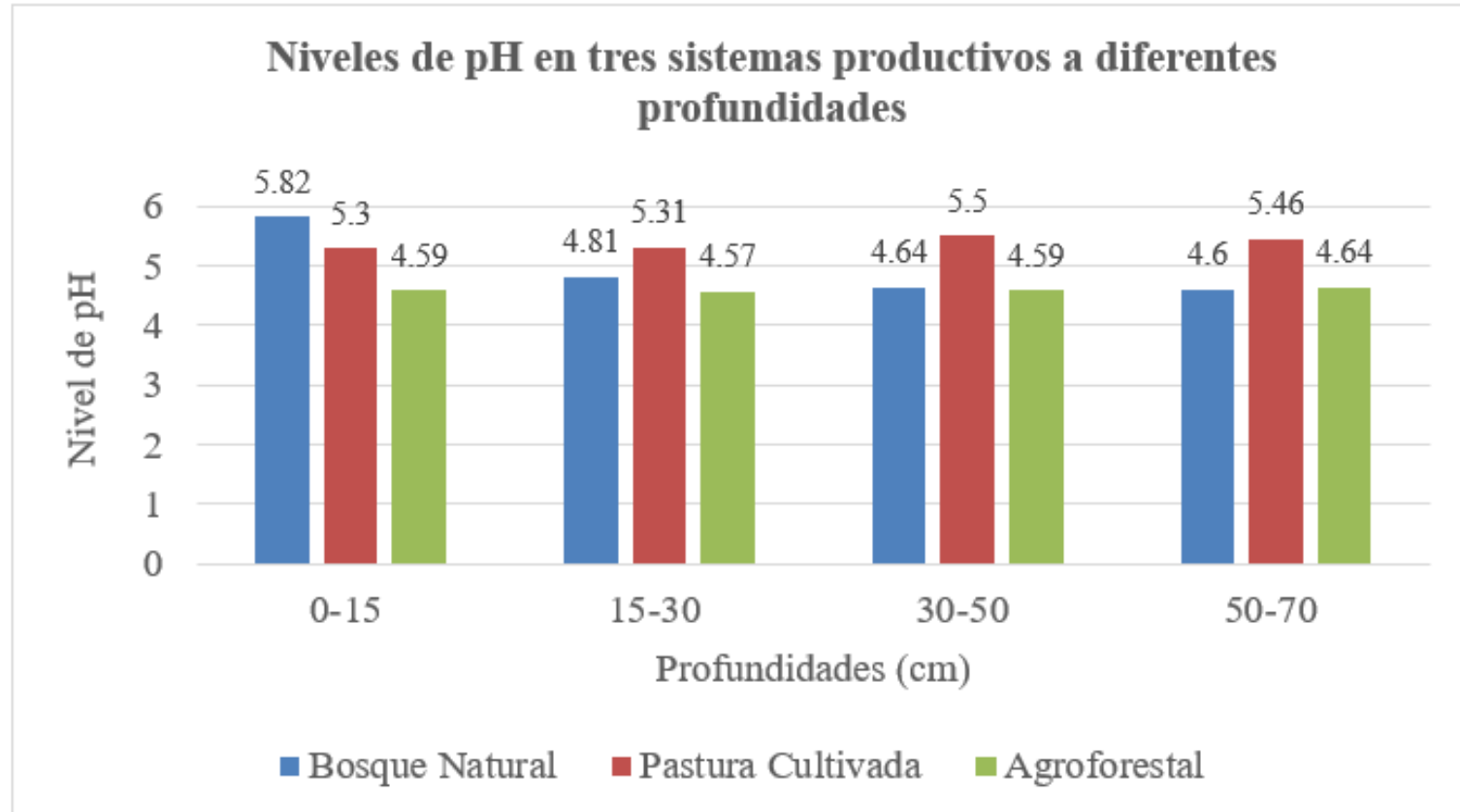
Sistema Productivo	Profundidad	Media	
Bosque Natural	0-15	5.82	a → (Zapata, 2004).
	15-30	4.81	cd
	30-50	4.64	d
	50-70	4.6	d
Pastura Cultivada	0-15	5.3	bc
	15-30	5.31	bc
	30-50	5.5	ab
	50-70	5.46	ab
Agroforestal	0-15	4.59	d
	15-30	4.57	d
	30-50	4.59	d
	50-70	4.64	d

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ )



# RESULTADOS

**Gráfica 4.** Niveles de pH en tres sistemas de producción a diferentes profundidades.



< 4,5 = Extremadamente ácido.

4,5-5.0 = Muy fuertemente ácido. (Castro y Gómez, 2009)

5,6-6,0= Moderadamente ácido.



**UNAH**

# RESULTADOS

**Tabla 12.** Aluminio intercambiable ( $\text{Cmol}^+$ ) en tres sistemas de producción a diferentes profundidades y su clasificación con fines agrícolas.

Sistema Productivo	Profundidad	Media	
Bosque Natural	0-15	0.008	c
	15-30	1.583	b c
	30-50	3.583	a b
	50-70	4.367	a
Pastura Cultivada	0-15	0.400	c
	15-30	0.867	c
	30-50	0.967	c
	50-70	0.733	c
Agroforestal	0-15	1.417	b c
	15-30	1.583	b c
	30-50	1.783	b c
	50-70	2.017	b c

(Barral *et al.*, 1997)

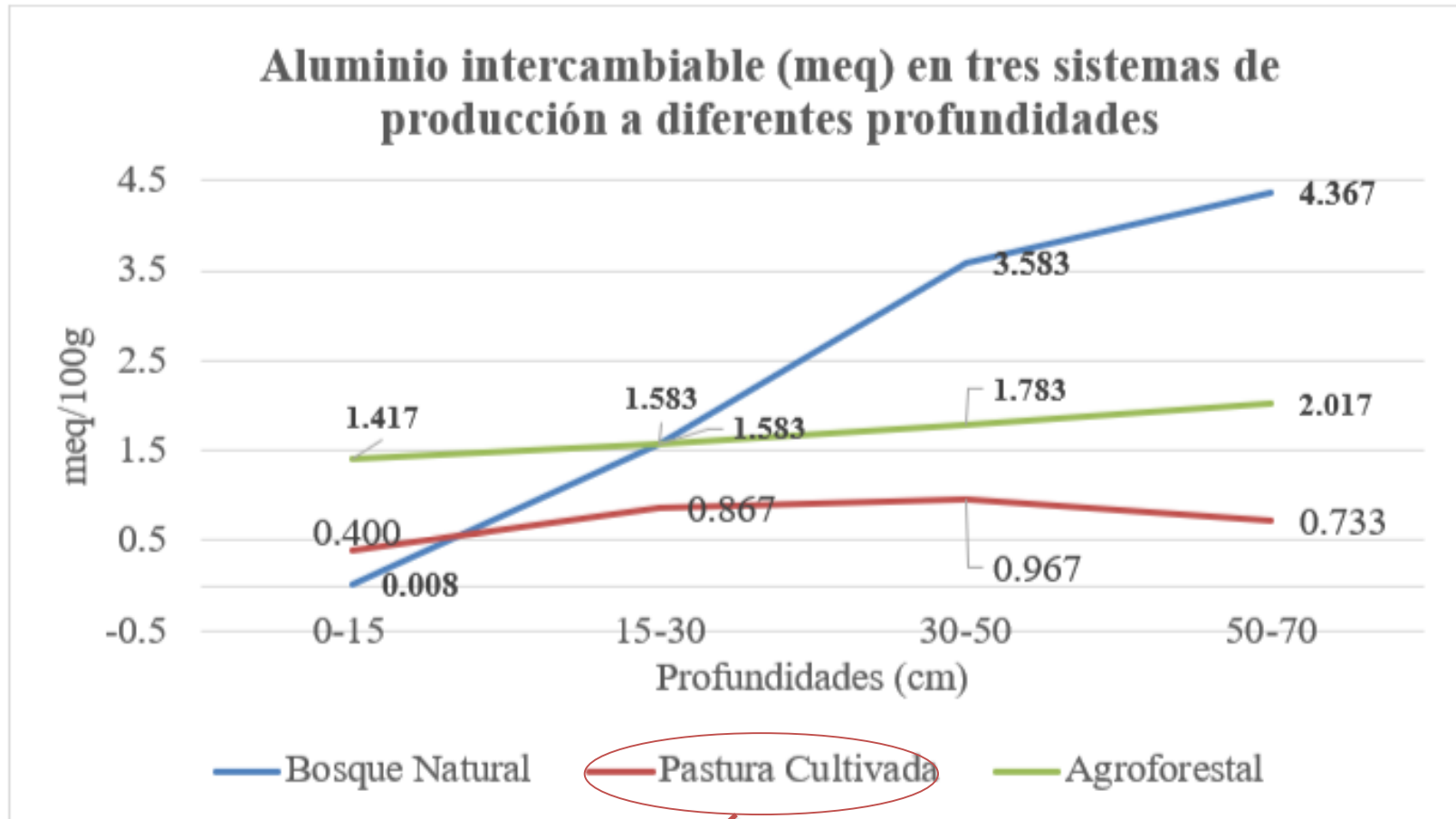
(Casierra & Aguilar, 2018).

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Clasificación de (Castro & Gómez, 2009) donde: **Rojo**: alto ( $> 2.5 \text{ Cmol}^+$ ), **verde**: medio ( $1-2.5 \text{ Cmol}^+$ ) y **azul**: bajo ( $< 1 \text{ Cmol}^+$ ).



# RESULTADOS

**Gráfica 5.** Dinámica del Aluminio intercambiable en tres sistemas de producción a diferentes profundidades.



(Barral *et al.*, 1997)

# RESULTADOS

**Tabla 13.** Apreciación de macro y micro nutrientes del suelo en tres sistemas de producción a diferentes profundidades.

<u>Sistemas</u>	<u>Profundidades</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>K</u>	<u>Na</u>	<u>P</u>	<u>Zn</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Cu</u>	<u>B</u>	<u>S</u>
	<u>cm</u>	<u>Cmol+/kg</u>				<u>ppm</u>						
<b>BN</b>	0-15	4.877	1.557	0.380	0.087	6.503	1.960	65.110	100.713	1.717	0.137	9.300
	15-30	1.543	0.930	0.253	0.083	2.920	1.647	135. 333	111.010	1.470	0.067	8.163
	30-50	0.837	0.587	0.217	0.077	1.917	0.897	96.003	52.530	1.117	0.040	8.877
<b>PC</b>	0-15	2.290	1.113	0.283	0.073	13.887	8.407	167.057	137.287	3.637	0.073	9.610
	15-30	1.613	0.510	0.147	0.067	6.587	4.040	126.157	150.347	2.980	0.050	7.497
	30-50	1.580	0.420	0.103	0.063	7.277	1.747	130.900	161.220	1.127	0.043	5.853
<b>AF</b>	0-15	1.390	0.513	0.350	0.057	15.327	2.560	59.277	75.753	1.133	0.097	12.400
	15-30	0.623	0.220	0.227	0.043	10.087	1.860	56.887	75.823	1.077	0.077	14.643
	30-50	0.600	0.230	0.137	0.043	6.593	1.327	56.580	74.590	0.770	0.057	15.747

BN= Bosque Natural, PC= Pastura Cultivada, AF= Agroforestal.

Muy Bajo

Bajo

Medio

Alto

(LOUÉ, 1988).

Clasificación de los niveles de los nutrientes con fines agrícolas (Castro y Gómez, 2009).



**UNAH**

# RESULTADOS

**Tabla 15.** Número de lombrices por metro cuadrado en un bosque natural, pastura cultivada y sistema agroforestal.

Sistema	Promedio Lombrices/ m2
BN	9.67
PC	73.33
AF	80.33

BN=Bosque Natural, PC= Pastura Cultivada, AF= Sistema Agroforestal.

(Domínguez, 2009)

Las lombrices influyen en la modificación de la biomasa microbiana y su actividad de forma directa a través de la estimulación, digestión y dispersión de los microorganismos (Domínguez et al. 2003; Lores et al. 2006)

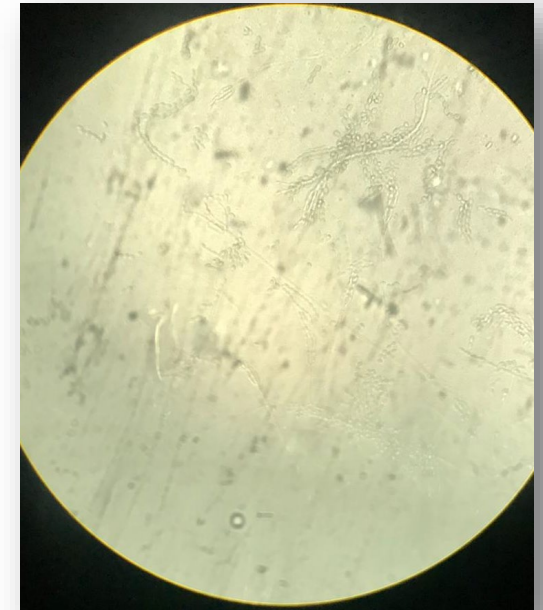




# RESULTADOS

Tabla 16. Géneros de hongos identificados en tres sistemas productivos de UNAH-CURLA

Identificación de Microorganismos	
Sistemas	Géneros de Hongos
BN	<i>Amucor sp.</i>
	<i>Bactridium sp.</i>
	<i>Botrytis sp.</i>
	<i>Circinella sp.</i>
	<i>Trichoderma spp.</i>
PC	<i>Brotrytis sp.</i>
	<i>Penicillium sp.</i>
	<i>Phytium sp.</i>
	<i>Trichoderma spp.</i>
AF	<i>Aspergillus sp.</i>
	<i>Amucor sp.</i>
	<i>Brotrytis sp.</i>
	<i>Glyocadium sp.</i>
	<i>Penicillium sp.</i>
	<i>Phytium spp.</i>
	<i>Phythoptora sp.</i>
<i>Trichoderma spp.</i>	



# CONCLUSIONES

- ✓ Las condiciones físicas del suelo en los tres sistemas no se encuentran en rangos críticos para el desarrollo de los cultivos, no obstante, el sistema agroforestal presento mejores condiciones para el desarrollo de raíces, mejor infiltración y mas apto para el desarrollo de los cultivos.



**UNAH**

# CONCLUSIONES

- ✓ En todos los sistemas productivos los macro y micronutrientes se encuentra en niveles que van de medio a muy bajo, excepto el Fe y Mn, muy común en suelos tropicales.
- ✓ Los valores de materia orgánica en los sistemas BN y AF presentan las mejores condiciones para los cultivos, sin embargo, el sistema de PC presenta una mayor fijación de carbono orgánico total a medida que se evalúan mayores profundidades debido a la dinámica en la mineralización de la materia orgánica.



**UNAH**

# CONCLUSIONES

- ✓ La diversidad microbiológica y densidad de anélidos en el sistema AF. Se podría atribuir a la presencia de altos contenidos de materia orgánica y N procedentes de la simbiosis de *Gliricidia sepium* con bacterias del género *Rhizobium*.



**UNAH**

# RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones similares en otros sistemas de producción en la zona, para tener una idea mas amplia de los cambios que se producen en el suelo con el cambio de uso.
2. Darle seguimiento y analizar a mayor profundidad la dinámica de los microorganismos y macroorganismos descomponedores en los sistemas.



**UNAH**



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

