

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS,  
MENCIÓN: AGRICULTURA SOSTENIBLE**



**EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE MATERIA ORGANICA  
Y SISTEMAS DE CULTIVOS EN EL MEJORAMIENTO DE  
LAS CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y  
BIOLOGICAS DEL SUELO EN EL DISTRITO DE LAMAS**

**Tesis**

**Para optar el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS,  
MENCIÓN: AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**JORGE LUIS PELÁEZ RIVERA**

**Tingo María – Perú**

**2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DIRECCIÓN**



*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Nro. 042-2019-EPG-UNAS**

En la ciudad universitaria, siendo las 4:00pm, del día jueves 28 de noviembre del 2019, reunidos en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MATERIA ORÁNICA Y SISTEMAS DE CULTIVOS  
EN EL MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y  
BIOLÓGICAS DEL SUELO EN EL DISTRITO DE LAMAS”**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias Agrícolas, mención: Agricultura Sostenible, Ing. JORGE LUIS PELÁEZ RIVERA.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando APROBADO con el calificativo de MUY BUENO.

Acto seguido, a horas 6:00pm. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....  
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLORZANO  
Presidente del Jurado

.....  
M.Sc. JORGE ADRIAZOLA DEL AGUILA  
Miembro del Jurado

  
.....  
M.Sc. ERICA MERINO MAGUIÑA  
Miembro del Jurado  
.....  
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Asesor

## DEDICATORIA

A dios por darme la vida y por acompañarme en cada paso que doy, por haber puesto en mi camino a las personas que han sido mi soporte.

A mi amada esposa: Trinidad y queridos hijos: Jorge Luis y María Del Pilar por el amor y el apoyo incondicional en todo momento, por la motivación constante de superación en mi perfeccionamiento profesional.

A mi padre Ricardo que desde el lugar donde estes me sigues derramando tus bendiciones y sigues siendo mi guía; y a mi mamá María, por ser el eje fundamental en toda mi formación, en mi educación, académica.

A mis hermanos Alicia Aurora, Hermelinda Dina, Morayma Belmira, Rosa Luz, Humberto Raymundo, Gladis Luz, Vilma Yolanda por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero. Y a la memoria de mis hermanos María Elena y Luís; a todos mis sobrinos, para que vean en mí un ejemplo a seguir.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva mí alma mater, y a todo el personal que lo conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de la escuela de post grado que contribuyeron en mi formación profesional.
  
- A los miembros del jurado de tesis, Ing. M.Sc. Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, Ing. M. Sc. Jorge L. Adriazola del Aguila, e Ing. M. Sc. Erica Guisella Merino Maguiña, por su aporte a este trabajo de investigación.
  
- A Dr. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui por su aporte y participación activa en el desarrollo de la tesis. Destacando su disponibilidad y aporte científico como personal. Logrando enriquecer el trabajo realizado y también esto significó el afianciamento de una buena amistad.
  
- A todas las personas que me facilitaron las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término.
  
- A mi amigo el Ing. M. Sc. Dr. Cesar Enrique Chappa Santa Maria por su colaboracion y apoyo decido en el presente trabajo.
  
- Al Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramirez por su apoyo y aporte durante el proceso del presente trabajo.

## INDICE GENERAL

	Pagina
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.1.1. Tipos de fertilizantes orgánicos utilizados en la agricultura .....	19
2.1.2. Antecedentes uso de fertilizantes orgánicos en otros cultivos .....	20
2.1.3. Investigaciones de efectos sobre el cultivo de rábano rojo ( <i>Rhapanus sativus</i> L.) de tres fertilizantes orgánicos.....	23
2.1.4. Culantro .....	23
2.1.5. Fertilización orgánica.....	24
2.1.6. Trabajos realizados referentes al tema.....	26
2.1.7. Degradación del suelo.....	28
2.1.8. Buenas prácticas agrícolas.....	29
2.1. Macrofauna del suelo .....	32
2.2.1. Metodología del estudio de la macrofauna del suelo.....	33
2.2.2. Macrofauna y sus efectos sobre el suelo.....	34
2.2.3. Variación de la densidad de la macrofauna en sistemas de uso del suelo .....	35
2.2.4. Importancia de la macrofauna en el suelo.....	38
2.2.5. Respiración basal de suelo en sistema estático.....	39
2.2.6. Biomasa microbiana, cociente metabólico y cociente microbiano: Método de la Respiración inducida por el substrato (RIS):.....	40

III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	43
3.1. Lugar de ejecución .....	43
3.1.1. Ubicación política y geográfica .....	43
3.2. Materiales y equipos.....	44
3.3. Metodología .....	44
3.3.1. Componentes en estudio .....	44
3.3.2. Descripción de los tratamientos en estudio .....	45
3.3.3. Croquis de los bloques y tratamientos .....	46
3.3.4. Diseño estadístico.....	46
3.3.5. Características del campo experimental .....	47
3.4. Variables evaluadas .....	48
3.4.1. Propiedades físicas .....	48
3.4.2. Propiedades químicas.....	49
3.4.3. Propiedades biológicas .....	49
3.4.4. Conducción del experimento .....	49
3.4.5. Labores culturales.....	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	53
V. CONCLUSIONES.....	84
VI. RECOMENDACIONES .....	85
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
VIII.ANEXOS .....	95

## INDICE DE CUADROS

	Páginas
1. Descripción de los tratamientos en estudio.....	45
2. Análisis de varianza para variables edáficas, químicas y biológicas. ....	47
3. Análisis de varianza para microorganismos y rendimiento.....	47
4. Propiedades físicas del suelo .....	53
5. Propiedades químicas del suelo .....	60
6. Test Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de Tratamientos en BMS expresado en $\mu\text{g C g}^{-1}$ y RBS expresado en $\text{C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ .....	70
7. Análisis de la Varianza para el Punto de Marchitez (PM).....	96
8. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de PM por tratamiento. ....	96
9. Análisis de la Varianza para la Capacidad de campo (CC).....	97
10. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de CC por tratamiento. ....	97
11. Análisis de la Varianza para el agua disponible (AD). ....	98
12. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de AD por tratamiento.....	98
13. Análisis de la Varianza para la Velocidad de Infiltración (VI).....	99
14. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de VI por tratamiento. ....	99
15. Análisis de la Varianza para el pH. ....	100
16. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de pH por tratamiento.....	100
17. Análisis de la Varianza para el Porcentaje de Materia Orgánica (%M.O.).....	101
18. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de %M.O. por tratamiento. ....	101
19. Análisis de la Varianza para el Porcentaje de Nitrógeno (%N). ....	102
20. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de %N por tratamiento.....	102

21. Análisis de la Varianza para el contenido de Fosforo (P en ppm).....	103
22. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de P (ppm) por tratamiento...	103
23. Análisis de la Varianza para el contenido de Potasio (K en ppm).....	104
24. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de K (ppm) por tratamiento...	104
25. Análisis de la Varianza para el contenido de Calcio ( $Ca^{+2}$ meq/100g). .....	105
26. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de $Ca^{+2}$ (meq/100g) por tratamiento.....	105
27. Análisis de la Varianza para el contenido de Magnesio ( $Mg^{+2}$ meq/100g).....	106
28. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de $Mg^{+2}$ (meq/100g) por tratamiento.....	106
29. Análisis de la Varianza para el contenido de Sodio ( $Na^{+}$ en meq/100g).	107
30. Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de $Na^{+}$ (meq/100g) por tratamiento.....	107
31. Análisis de la Varianza la Biomasa microbiana (BMS) en $\mu g C g^{-1}$ .....	108
32. Test Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de Tratamientos en BMS expresado en $\mu g C g^{-1}$ .....	108
33. Análisis de la Varianza para la Respiración Basal (RBS) expresado en $C-CO_2 mg kg^{-1} h^{-1}$ . .....	109
34. Test Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de Tratamientos en RBS expresado en $C-CO_2 mg kg^{-1} h^{-1}$ . .....	109
35. Análisis de varianza para la presencia de hormigas a 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo. ....	110

36. Análisis de varianza para la presencia de gusanos a 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo. ....	110
37. Análisis de varianza para la presencia de arañas a 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo. ....	111
38. Análisis de varianza para la presencia de termitas a 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo. ....	111

## INDICE DE FIGURAS

	Páginas
1. Metodología de muestreo de la macrofauna del suelo creada por el Programa TSBF.....	33
2. Croquis del campo experimental. ....	46
3. Prueba de Duncan ( $P<0.05$ ) para promedios de tratamientos en la presencia de hormigas a 10 y 20 cm de profundidad del suelo .....	76
4. Prueba de Duncan ( $P<0.05$ ) para promedios de tratamientos en la presencia de lombriz de tierra a 10 y 20 cm de profundidad del suelo. ..	77
5. Prueba de Duncan ( $P<0.05$ ) para promedios de tratamientos en la presencia de arañas a 10 y 20 cm de profundidad del suelo .....	79
6. Prueba de Duncan ( $P<0.05$ ) para promedios de tratamientos en la presencia de termitas a 10 y 20 cm de profundidad del suelo .....	80
7. Rendimiento promedio de los cultivos por tratamiento .....	83
8. Análisis de suelos general inicial .....	112
9. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento $A_1B_1$ . ....	113
10. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento $A_1B_1$ .....	114
11. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento $A_1B_2$ . ....	115
12. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento $A_1B_2$ .....	116
13. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento $A_1B_3$ .....	117

14. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> .....	118
15. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>4</sub> . ....	119
16. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>4</sub> .....	120
17. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>5</sub> .....	121
18. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>5</sub> .....	122
19. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> . ....	123
20. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> .....	124
21. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> .....	125
22. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> .....	126
23. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> . ....	127
24. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> .....	128
25. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>4</sub> . ....	129
26. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>4</sub> .....	130
27. Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>5</sub> . ....	131
28. Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>5</sub> .....	132
29. Análisis final después de la segunda cosecha A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> .....	133

30. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento $A_1B_1$ .....	134
31. Análisis final después de la segunda cosecha $A_1B_2$ .....	135
32. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento $A_1B_2$ .....	136
33. Análisis final después de la segunda cosecha $A_1B_3$ .....	137
34. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento $A_1B_3$ .....	138
35. Análisis final después de la segunda cosecha $A_1B_4$ .....	139
36. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento $A_1B_4$ .....	140
37. Análisis final después de la segunda cosecha $A_1B_5$ .....	141
38. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento $A_1B_5$ .....	142
39. Análisis final del tratamiento 0.....	143
40. Análisis de coeficientes hídricos del tratamiento 0.....	144
41. Análisis final después de la segunda cosecha $A_2B_1$ .....	145
42. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento $A_2B_1$ .....	146
43. Análisis final después de la segunda cosecha $A_2B_2$ .....	147
44. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento $A_2B_2$ .....	148
45. Análisis final después de la segunda cosecha $A_2B_3$ .....	149

46. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> . .....	150
47. Análisis final después de la segunda cosecha tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>4</sub> .....	151
48. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>4</sub> . .....	152
49. Análisis final después de la segunda cosecha tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>5</sub> .....	153
50. Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>5</sub> . .....	154
51. Ejecución de la tesis, a. Parcelación del campo experimental. b. Preparación de la biomasa (Col morada).....	154
52. Asociación de los cultivos, a. Asociación de cultivos hortícolas tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> , b. Parcela del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> . .....	155
53. Parcelas del trabajo de investigación, a. Parcela del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>5</sub> , b. Vista del campo experimental.....	155
54. Asociación de cultivos, a. Asociación de cultivos hortícolas del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> , b. Evaluación de la asociación de cultivos del tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> .....	156
55. Evaluaciones, a. Evaluación del cultivo de cebolla china de la asociación del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> , b. Evaluación del cultivo de lechuga asociación del tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> .....	156

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el departamento de San Martín, distrito y provincia de Lamas. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de materia orgánica y sistemas de cultivos en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Metodología, el experimento se instaló en el fundo “El Pacífico”, terreno con antecedente de 30 años con cultivos de hortalizas. Se utilizó biomasa de repollo morado con dosis de  $40 \text{ t.ha}^{-1}$  y  $80 \text{ t.ha}^{-1}$  en 5 sistemas de cultivos hortícolas acondicionados mediante siembra directa, utilizándose 6 hortalizas combinadas (culantro, cebolla china, lechuga, frijol y rabanito). El diseño empleado fue DBCA con 10 tratamientos  $A_1B_1$  ( $40 \text{ T.ha}^{-1}$  x Cebolla, Lechuga y Rabanito),  $A_1B_2$  ( $40 \text{ T.ha}^{-1}$  x Asociación Cebolla china + frijol, asociación lechuga + frijol y asociación rabanito + frijol),  $A_1B_3$  ( $40 \text{ T.ha}^{-1}$  x A. cebolla china + culantro, lechuga más rabanito, rabanito + cebolla china),  $A_1B_4$  ( $40 \text{ T.ha}^{-1}$  x A. Cebolla china + culantro + frijol, lechuga + rabanito+ frijol, rabanito+ cebolla china + frijol),  $A_1B_5$  ( $40 \text{ T.ha}^{-1}$  x frijol),  $A_2B_1$  ( $80 \text{ T.ha}^{-1}$  x Cebolla, Lechuga y Rabanito),  $A_2B_2$  ( $80 \text{ T.ha}^{-1}$  x Asociación Cebolla china + frijol, asociación lechuga + frijol y asociación rabanito + frijol),  $A_2B_3$  ( $80 \text{ T.ha}^{-1}$  x cebolla china + culantro, lechuga más rabanito, rabanito + cebolla china),  $A_2B_4$  ( $80 \text{ T.ha}^{-1}$  x Cebolla china + culantro + frijol, lechuga + rabanito+ frijol, rabanito+ cebolla china + frijol),  $A_2B_5$  ( $80 \text{ T.ha}^{-1}$  x frijol) y un Testigo ( $0 \text{ T.ha}^{-1}$  + sin cultivo) con 3 repeticiones. Se realizaron análisis físicos, químicos y biológico del suelo, previo al experimento y después de la cosecha. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa infostat 2018. Los resultados muestran que no se definieron con claridad los comportamientos diferenciados de consideración estadística en el Punto Marchitez (PM), los cuales

variaron desde 18.5 hasta 21.15. Los valores promedio de capacidad de campo (CC) del Testigo fue menor (18.5) en relación con los tratamientos quienes alcanzaron promedios de 28.8 (A2B1), 25.0 (A2B2), 15.0 (A1B4), 24.0 (A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>) y 23.75 de (CC) respectivamente, A1B4 y A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> quienes alcanzaron promedios de 28, 25.15, 24.0 y 23.75 de (CC) respectivamente. Los promedios de Agua Disponible (AD) variaron desde 102.76 mm/m (testigo) hasta 114.3 mm/m para el Tratamiento A1B4. En cuanto a la Materia Orgánica (MO), se obtuvieron los promedios más altos con el tratamiento A2B4 (3.01%), 0.14 % de Nitrógeno (N), 58.44 ppm de fósforo (P), 175.5 ppm de K, 14.31 meq/100g de Calcio (Ca<sup>+2</sup>), 2.07 meq/100g de Magnesio (Mg) y 0.27 meq/100g de Sodio (Na), en comparación al Testigo (1.7%). Con respecto a la Biomasa Microbiana del Suelo (BMS) y Respiración Basal de Suelo (RBS) se obtuvieron los mejores promedios con el Tratamiento A2B4 cuyos valores fueron 1478.02 µg C g<sup>-1</sup> y 43.05 C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> respectivamente.

**Palabras clave:** Hortalizas, siembra, biomasa, San Martín, Amazonia Peruana.

## ABSTRACT

The present work was done in the San Martín department, Lamas district and province, Peru. The objective was to evaluate the effect of the application of organic matter and crop systems in improving the physical, chemical and biological characteristics of the soil. For the methodology, the experiment was set up on the El Pacifico farm, which is land with a thirty year precedence of cultivating vegetables. Biomass from purple cabbage was used at a dose of 40 t.ac<sup>-1</sup> and 80 t.ac<sup>-1</sup> in five systems of vegetables crops, conditioned through direct planting, using six vegetable combinations (cilantro, green onion, lettuce, beans and radishes). The CRBD (DBCA in Spanish) design was used with ten treatments: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> (40 T.ac<sup>-1</sup> x onions, lettuce and radishes), A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> (40 T.ac<sup>-1</sup> x green onion + bean association, lettuce + bean association and radish + bean association), A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> (40 T.ac<sup>-1</sup> x green onion + cilantro association, lettuce plus radish, radish + green onion), A<sub>1</sub>B<sub>4</sub> (40 T.ac<sup>-1</sup> x green onion + cilantro + bean association, lettuce + radish + bean, radish + green onion + bean), A<sub>1</sub>B<sub>5</sub> (40 T.ac<sup>-1</sup> x beans), A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> (80 T.ac<sup>-1</sup> x onion, lettuce and radish), A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> (80 T.ac<sup>-1</sup> x green onion + bean association, lettuce + bean association, and radish + bean association), A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> (80 T.ac<sup>-1</sup> x green onion + cilantro, lettuce plus radish, radish + green onion), A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> (80 T.ac<sup>-1</sup> x green onion + cilantro + bean, lettuce + radish + bean, radish + green onion + bean), A<sub>2</sub>B<sub>5</sub> (80 T.ac<sup>-1</sup> x bean) and a control (0 T.ac<sup>-1</sup> + no crop), with three repetitions. Physical, chemical and biological analyses of the soil were done before the experiment and after the harvest. The statistical analyses were done using the program Infostat 2018. The results show that there are no clearly defined considerable behavioral differences using the permanent wilting point statistic (PWP; PMP in Spanish),

which varied from 18.5 to 21.15. The average values for the field capacity (FC; CC in Spanish) of the control (18.5) was less, in relation to the treatments which reached averages of 28.8 (A2B1), 25.0 (A2B2), 15.0 (A1B4), 24.0 ( $A_1B_1$ ) and 23.75 FC, respectively; A1B4 and  $A_1B_1$  which reached averages of 28, 25.15, 24.0 and 23.75 FC, respectively. The averages for the available water capacity (AWC; AD in Spanish) varied from 102.76 mm/m (control) to 114.3 mm/m for treatment A1B4. With respect to the organic matter (OM; MO in Spanish), the highest averages were obtained with treatment A2B4 (3.01%): 0.14 % nitrogen (N), 58.44 ppm of phosphorous (P), 175.5 ppm of K, 14.31 meq/100g of calcium ( $Ca^{+2}$ ), 2.07 meq/100g of magnesium (Mg) and 0.27 meq/100g of sodium (Na), in comparison to the control (1.7%). With respect to the microbial biomass of the soil (Cmic; BMS in Spanish) and the base soil respiration (SR; RBS in Spanish), the best averages were obtained with treatment A2B4, the values for which were, 1478.02  $\mu\text{g C g}^{-1}$  and 43.05  $\text{C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$   $\text{C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , respectively.

**Keywords:** Vegetables, planting, biomass, San Martín, Peruvian Amazon.

## I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un componente decisivo del ecosistema no renovable a escalas humanas. El correcto manejo de los suelos y todos sus recursos es vital, no solo para mantener el balance que existe en el ecosistema, sino también para que los suelos desarrollen correctamente todas las funciones que poseen destinados en el progreso de la producción biológica, pilar y base para el crecimiento de las coberturas vegetal, regulación y acopio del flujo hídrico en el medio ambiente.

En ambientes nativos los suelos desarrollan un cambio de proporción luego de un pausado proceso de formación a la que se le conoce como edafogénesis. Durante este estado se cubre una cobertura vegetal el cual le proporciona nutrientes y materia orgánica que lo protege frente a los procesos erosivos.

En este sentido, durante el siglo XX específicamente en las décadas finales y a inicios del siglo XXI. La explotación indiscriminada de los recursos naturales, ha conducido a la degradación de los suelos naturales; que lo podríamos definir como el descenso de la calidad del mismo.

No obstante, la definición y cuantificación de calidad de suelo es bastante complicada, debido a las múltiples funciones que desempeñan los suelos en el mantenimiento de la productividad y en el buen estado del medio ambiente, convirtiéndose en un reto, la identificación e integración de los atributos físicos, químicos y biológicos de los suelos que definen las funciones de los atributos de los mismos.

La gran preocupación por el mal uso de los suelos agrícolas, especialmente en suelos de cultivos hortícolas, que son cultivos intensivos y sobre fertilizados esperando buena producción, han conllevado a la degradación de los suelos. El suelo donde se realizó este trabajo de investigación, viene siendo usado desde el año 1989 en cultivo intensivo de hortalizas diversas, donde tuvo problemas con los suelos contaminados por el exceso de agroquímicos al inicio, donde hoy en día se viene realizando diferentes prácticas agrícolas para recuperar estos suelos que se cultivan durante 30 años.

Por tanto, el informe de investigación presentó los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de la aplicación de materia orgánica y sistemas de cultivos en el mejoramiento de las características físicas, químicas, y biológicas del suelo en el distrito de Lamas.
- Determinar el efecto de los niveles de materia orgánica y los sistemas de cultivos sobre las características físicas, químicas, y biológicas del suelo en el distrito de Lamas.
- Determinar el nivel óptimo de la materia orgánica que influye en los sistemas de cultivos hortícolas en el mejoramiento de las características físicas, químicas, y biológicas del suelo.
- Evaluar los diferentes sistemas de cultivos y su efecto en el mejoramiento de las características físicas, químicas, y biológicas del suelo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Tipos de fertilizantes orgánicos utilizados en la agricultura

El compostaje “es un proceso microbiológico en la que se transforma las materias orgánicas en variados estados de descomposición en un producto sólido e higiénico, este producto es útil para reparar el suelo degradado. (ATLAS y BARTHA, 1997, Citado por HERNÁNDEZ, 2010).

Según FAGRO (2000), “citado por ALTAMIRANO (2006) un abono orgánico o compost resulta de un proceso en la que los residuos orgánicos son transformados por los microorganismos (bacterias, hongos, protozoarios, lombrices, etc.) en humus, las funciones estas en el suelo son las siguientes: proporciona nutrientes, mejoramiento de la estructura, la porosidad y la conservación del agua y el aire en el suelo y fortalece a las plantas frente a las enfermedades.

EL compostaje es un proceso en la que se descompone los desechos orgánicos por una variada población de microorganismos en espacios cálidos, con humedad y fresco” (FAO, 1991).

#### a. Bocashi

La intensa actividad biológica del Bocashi es el resultado de la variedad de microorganismos, esta actividad se logra apreciar cuando la fermentación aeróbica tiene una velocidad elevada en el proceso de elaboración. A pesar de que los fertilizantes químicos son mayores que los contenidos de

macroelementos, estos tienen una relación balanceada lo que permite al agricultor realizar modificaciones en la cantidad de acuerdo a las proporciones en la elaboración y la calidad del proceso. (RESTREPO, 1996).

Al utilizar el abono bocashi lo que se busca es incrementar y activar la población de microorganismos que sean beneficiosos al suelo, al mismo tiempo se busca que el cultivo tenga suficientes nutrientes y alimentar con materia orgánica a los organismos del suelo. (BOLAÑOS, 2002).

Para mejorar los suelos mediante la agricultura orgánica hay muchas alternativas, y una de ellas es el abono de tipo bocashi, este abono concentra en el suelo la materia orgánica y los nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, que son esenciales para mejorar la condición del suelo. (RAMÍREZ, 2005).

### **2.1.2. Antecedentes uso de fertilizantes orgánicos en otros cultivos**

Según estudios que vieron sobre el uso de abonos orgánicos en variados cultivos, concluyen que estos abonos dan un buen resultado en la producción y mejoran el suelo. (GÓMEZ, 2008)

Cuando se usa abonos orgánicos en el cultivo de frijol los resultados son excelentes en las variables en evaluación. Del frijol se obtuvo buen rendimiento en la producción, mayor cantidad de frutos, mayor tamaño en tallo y hojas. (GÓMEZ, 2008).

Estudios realizados por RUIZ *et al.*, (2007) se llevó a cabo un experimento donde se aplicaba abono orgánico al cultivo de la cebolla en la que se tomaron variables de medición como altura, cantidad de hojas, rendimiento de los bulbos; en los resultados se obtuvieron aumento en la altura, en el número de hojas, donde la diferencia significativa fue ( $p \leq 0.05$ ), también se obtuvo mejor rendimiento en la producción.

En un estudio realizado por AÑEZ *et al.*, (2002) se evaluó el cultivo de la zanahoria aplicando la fertilización química y orgánica, el resultado demostró que el rendimiento de la producción mejoró debido a los tratamientos de fertilizante químico y orgánico.

ZAMORA *et al.*, (2008), para poder evaluar la mejora en la producción de papa *Solanum tuberosum* variedad Phureja se aplicó fertilizante químico 13-26-6 en dosis de 0, 600, 900 y 1.200 kg $ha^{-1}$  y abono orgánico en dosis de 0, 800, 1 000 y 1 200 kg $ha^{-1}$ , en las variables de medición altura de planta, número de tubérculos, número de tallos y peso de tubérculo; se obtiene un mejor desarrollo vegetativo donde se aplicó fertipollo y estiércol de chivo; por lo cual el rendimiento es superior a la producción donde se aplicó la fertilización química.

NIETO *et al.* (2002), en un experimento realizado haciendo uso del chile Anaheim en los tratamientos donde se aplicaron dosis de composta (25, 50 y 100 t/ha). El mayor rendimiento se obtuvo en la dosis de 25 t/ha, donde las

diferencias significativas fueron ( $p \leq 0.05$ ) en la mayor producción de frutos y correspondió a la dosis de 25 t/ha.

En trabajo realizado por LÓPEZ *et al.*, (2001) se tomaron en evaluación cuatro tipos de abonos orgánicos para los tratamientos los cuales son la gallinaza, el estiércol de bovino, la composta y el testigo; estos se aplicaron en el cultivo de maíz, se obtuvieron resultados en las que se demostró un alto rendimiento con la aplicación de composta con una dosis de 20 a 30 ton/ha.

Otra de los estudios que se realizaron fue en los cultivos del sorgo, esto sirvió para realizar una comparación en uso foliar de soluciones orgánicas e inorgánicas, lo que se tomó como medición fueron las variables: área foliar, peso seco total, peso seco de la panoja, índice de cosecha, altura y potencial osmótico; cuyo resultado arroja un mayor índice de cosecha, mejor peso seco de panoja y una mayor altura en las plantas donde se aplicaron tratamientos orgánicos (humus) frente aquellas plantas donde se aplicaron soluciones inorgánicas. (RAMÍREZ *et al.*, 1998).

OCHOA *et al.*, (2009) demostraron que, en el cultivo del tomate se puede obtener frutos de gran tamaño (18 kg·m<sup>2</sup>de) con costos de fertilización menores, esto se logra aplicando el té de composta concentrado y diluido en porciones fraccionadas, esto logró abastecer las necesidades de N y otros nutrimentos.

### **2.1.3. Investigaciones de efectos sobre el cultivo de rábano rojo (*Rhapanus sativus* L.) de tres fertilizantes orgánicos**

En la municipalidad de Huizucar, ubicada en la cordillera del Bálsamo (El Salvador). Se realizó una evaluación sobre la composición química y el potencial de tres fertilizantes orgánicos sólidos en la agricultura, en esto se buscaba medir las secuelas del uso de estas, aplicando variadas proporciones de dosis sobre crecimiento, desarrollo y producción de rábano rojo, GÓMEZ, (2008). Se utilizaron los siguientes fertilizantes orgánicos: compost Propio (CP) fue hecho por un agricultor de la zona, Humus de lombriz (HL) fertilizante de producción local y un Compost Comercial (CC). Para lograr un mejor resultado se estableció al azar cuatro variadas concentraciones de los fertilizantes: 0% (testigo), 25% (3 kg/m<sup>2</sup>), 50% (6 kg/m<sup>2</sup>) y 100% (12 kg/m<sup>2</sup>), se realizó repeticiones, con un total de 10 tratamientos distintos en 24 unidades experimentales.

### **2.1.4. Culantro**

#### **a. Asociaciones con otros cultivos**

Las variedades de hortalizas son asociadas con el cilantrillo. Entre otras asociaciones están las habichuelas, los rábanos, las espinacas, las albahacas entre otras de son de apariencia pequeña. Se debe tener en cuenta que la asociación del cilantrillo no debe darse con plantas que pertenecen a su familia o presentes alguna plaga o enfermedad.

El cilantrillo es una planta conocida por tener la cualidad de repeler a los áfidos, ácaros, mosca blanca y algunos escarabajos; así también ataren otros insectos que son provechosos. Por lo que para obtener un óptimo

rendimiento en las plantaciones aprovechando estas cualidades del cilantro, la intercalación de esta planta con tomates, berenjenas, brócoli, coliflor y repollo ayuda a retrasar el progreso de epidemias de enfermedades virales en las siembras de tomate (MORALES *et al.*, 2011).

#### **2.1.5. Fertilización orgánica**

La composta, estiércol, abonos verdes y abonos orgánicos comerciales son fertilizantes orgánicos que se usan para mejorar el rendimiento de los cultivos, porque mejoran las estructuras de los suelos además de gradualmente introducir nutrimentos, pero deben ser revisados y curados antes de ser usados (MORALES *et al.*, 2011).

En el cultivo del culantro la aplicación de 20-25 t/ha de gallinaza (2,0-2,5 kg/m<sup>2</sup>) mejoran la producción en suelos con reducida materia orgánica. Los abonos orgánicos mejoran las estructuras de los suelos además de gradualmente introducir nutrientes. De preferencia estos abonos deben ser revisados y curados antes de ser usados. Al usar estiércol fresco, se debe tener en cuenta que la aplicación de este debe hacerse 120 días de anticipación a la recolección del culantro. La producción del culantro mejora cuando en el suelo se aplica humus de lombriz, bokashi (composta líquida fermentada), estiércol (vacasa, cuyasa, gallinaza). Cuando se aplica al suelo solamente vacaza, el rendimiento mejora en las hojas de culantro con dosis de aproximadamente 1,5 a 2 libras por pie cuadrado de terreno (7,3 a 10 kg/m<sup>2</sup>). (MORALES *et al.*, 2011).

En un conocimiento más claro sobre el abono orgánico, es la transformación de un residuo vegetal y/o animal, cuya composición incluye elementos esenciales y riqueza de materia orgánica para las plantas. Además, estos abonos orgánicos son complejos ya que se tiene q tener muchas consideraciones en su uso. Una de las consideraciones es que estos abonos alteran la estructura y las propiedades del suelo; y que tienen irregularidades en su composición. También, que el contenido cambia en el agua de acuerdo con las épocas del año a pesar de contener el mismo material. Esto provoca que los nutrientes y materia orgánica adheridos al suelo sean inestables con la misma cantidad de abono usado. Con todo, en vista de que esta practica no es común o viable, se tiene que es recomendable realizar tablas de composición media de abonos con un origen y unas características similares a las del material a emplear (SAÑA *et al.*, 1996).

El resultado de la mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc, es conocido como el guano de isla. La mezcla de estos componentes tiene un proceso en las que se fermentan gradualmente, lo cual permite mantenerlo en estado de sales. Este abono natural es considerado el mejor en calidad a nivel mundial debido a su alta concentración de nutrientes. El guano de isla contribuye el nitrógeno de tres formas: en forma nítrica 0,1%, en forma amoniacal 3,5% y en forma orgánica 10-12% (TORRES, 2006).

El biol es un abono orgánico líquido, esto se obtiene de la desintegración de los excrementos animales y residuos vegetales: guano, rastrojos,

a falta de oxígeno (INIA, 2008). Se utiliza especialmente en el fortalecimiento de las plantas en su crecimiento, enraizamiento y frutos, esto es producto de las hormonas vegetales, que son el resultado de los desechos del metabolismo de las bacterias encargadas de la fermentación. Los beneficios que se obtienen ayudan a reducir la cantidad de fertilizante mineral u otro empleado (APARCANA y JANSEN, 2008).

#### **2.1.6. Trabajos realizados referentes al tema**

Para poder evaluar el resultado sobre follaje fresco, rendimiento y calidad de semillas de una fertilización orgánica en un cultivo, se realizó un estudio en Colombia. Donde el mejor rendimiento se dio en la fertilización con urea (1,8 kg/m<sup>2</sup>) frente a la gallinaza (1,2 kg/m<sup>2</sup>). Significa que existe una pausada proporción en la mineralización por lo que no hay suficientes nutrimentos en los abonos orgánicos cuando el cultivo es de corto plazo (35-40 días). Con la fertilización con urea se obtiene un mejor nivel de extracción de cada elemento nutricional, de las cuales sobresalen el nitrógeno con 81 kg/ha y el potasio 141 kg/ha, asimismo se refleja un alto provecho de materia orgánica. No obstante, aunque no se contempló mejoras significativas en el rendimiento y la calidad de las semillas, se obtuvo un mejor provecho en la aplicación de composta (KRARUP, 2008).

Uno de los papeles más importantes para que el suelo se fértil es la materia orgánica, quien actúa como una fuente de nutrimentos y de energía para los cultivos como también para las bacterias, esto es posible gracias a las funciones biológicas, químicas y físicas, las cuales resultan de múltiples reacciones regidas por la MOS, dentro de las cuales están el cambio iónico, oxidación-contracción,

capacidad tampón, complejación de metales y concentración de mezclas orgánicas naturales y/o xenobióticos. Para aumentar la fertilidad (1 T de C = 20-40 kg ha<sup>-1</sup> de trigo) en los suelos juntamente con el cultivo, es necesario aumentar los stocks de C, esto permite suplir la escasez alimentaria, esto es recomendable en la Agricultura de sostenimiento del tercer mundo que hacen uso de pocos aportes externos (LAL, 2004).

El 50% de la MO del suelo es de Sustancias Húmicas (SH), cuya estructura no es similar a los que forman la biomasa; esto debido a que son formados por residuos orgánicos biodegradados (SCHNITZER y KHAN, 1972).

Un primer vistazo al suelo revela que existe homogeneidad relativa, no obstante, existe una comunidad subterránea con cadenas tróficas complejas y diversas, mantenida por los productos de las raíces en la rizosfera. La variación química y morfológica de las raíces son complejas, esto debido a la interacción con la microflora y fauna del mismo suelo quienes descomponen y mineralizan las materias orgánicas. Es un gran reto realizar estudios de los microorganismos que radican en el suelo, debido a la variedad de métodos y técnicas que se necesitan para su evaluación (JULCA ALBERTO-OTINIANO enero-abril, 2006).

Cuando se lleva a cabo la cosecha de los cultivos las partes que no se cosechan quedan sobre la superficie del suelo, asimismo las raíces mueren, esto permite que se encuentre una mayor cantidad de materia orgánica en cerca de la superficie del suelo. La MOS están concentrados mayormente entre los 15-20

centímetros de suelo, gracias a la mesofauna quienes se encargan de profundizar en el suelo los residuos (BALDOCK y SKJEMSTAD, 1999).

SÁNCHEZ *et al*, (2008), una de las determinantes para la proporción en la desintegración y liberación de nutrimentos es la materia orgánica de calidad. Los encargados de definir la calidad del material vegetal son los componentes orgánicos y los contenidos de los nutrimentos. Las proporciones del carbón soluble, la celulosa, la lignina; son las definen un carbono de calidad dentro de un material orgánico; las cuales son la energía de los microorganismos.

#### **2.1.7. Degradación del suelo**

El principal causante de que existan cambios que provoquen que los suelos pierdan su calidad son los procesos en las que los suelos se degradan las cuales son fenómenos frecuentes y cambiantes. Tal es la variedad de formas en las que se degradan los suelos que lugar a que existan tipos de degradación. OLDEMAN y VAN LYNDEN (1998) en su estudio indican que teniendo en cuenta a las técnicas usadas *Global Assessment of Status of Human - Induced Soil Degradation* (GLASOD), existen diferencias entre las dos categorías de los procesos de degradación.

a) El primero de estos procesos es cuando la materia del suelo es desplazada por el agua o el viento, provocando así la deforestación de la tierra, como efectos *in situ*. Este proceso conlleva a tener efectos a largo plazo como la sedimentación, desbordamientos, pérdida de ambientes marinos y deterioros a obras de construcción, entre otros.

b) El segundo de estos procesos es aquella donde se determina los daños *in situ* de las propiedades del suelo. Estos tienen naturalezas como: química (disminución de nutrientes, desgaste de materia orgánica, salinización, acidificación, contaminación), física (sellado y encostramiento de la superficie del suelo, compactación, inundación), y también biológica, el cual conduce a un desbalance de la actividad biológica en el episuelo.

LARSON y PIERCE (1991), DORAN y PARKIN (1994) elaboraron un registro de las características primordiales de suelo que son las que satisfacen la mayoría de las necesidades para determinar que la calidad del suelo tiene un buen indicador, pues abarca la mayor parte de los procesos biogeoquímicos que se dan en un ecosistema, integran las propiedades, físicas químicas, biológicas y bioquímicas de diferentes procesos.

#### **2.1.8. Buenas prácticas agrícolas**

Para la adopción de tecnologías en la agricultura los primeros estudios se realizaron hace medio siglo con el trabajo de RYAN y GROSS (1943) quienes en su estudio evalúan el maíz híbrido en Iowa (EE.UU). De este estudio realizado se llevaron a cabo varios estudios más sobre ello, al mismo tiempo se tienen cronológicamente estudios de trabajos realizados EDER y UMAL (1993), ROGERS (1995) son ejemplos de dichas revisiones.

Las primeras obras pioneras en análisis de adopción de BPA se refieren principalmente a la adopción de distintas técnicas de conservación de

suelos y se publican, principalmente, por tanto, en revistas que tratan de suelos ERVIN y ERVIN (1982), CLEARFIELD (1983), VAN ES (1983), NORRIS y BÂTIE (1985), NOWAK (1987), etc., constituyen un ejemplo de estos primeros trabajos.

Durante la época de los 90's empiezan a mostrarse estudios concernientes a la aplicación de experiencias exitosas agrícolas no precisamente relacionados con la preservación del suelo: SALTIER *et al.* (1994) en la correlación entre la utilización de las estructuras haciendo uso de las experiencias exitosas agrícolas sostenibles, FERNÁNDEZ *et al.* (1994) investigan la aplicación de BPA en el cultivo de hortalizas en Florida, MORRIS y POTTER (1995) que estudian la utilización de experiencias medioambientales en la agricultura británica, LOCKIE *et al.* (1995) en la agricultura de Australia, se busca tener un registro de los elementos que son favorables con la utilización de variados y rotativos cultivos, VALENTIN *et al.* (2004) que evalúan la correlación en la aplicación del BPA y los beneficios de los aprovechamientos, etc. Durante las últimas décadas existen muchos estudios que están enfocados en el tema.

BERTUGLIA y CALATRAVA (2006) cada vez es más frecuente la adopción entre los agricultores de buenas prácticas agrarias (BPA). Considerando la producción hortícola bajo plástico, este tipo de prácticas pueden ser de naturaleza diversa. El presente trabajo se basa en un sondeo a horticultores de la costa occidental de Granada. A partir de la información obtenida se elabora un índice de adopción agregado, y se analiza la relación entre dicho índice y algunas de las características estructurales y de gestión de la explotación. Dicho análisis

permite identificar aquellas variables relacionadas con la adopción de BPA, y, finalmente, plantear posibles estrategias para el incremento de los niveles de calidad de los productos.

CARRASCO *et al.* (2006) para la producción de sustancias venenosas sutiles, es necesario que se incorpore material vegetal, el cual en su descomposición da como resultado dichas sustancias. En particular de las crucíferas, como la col, brócoli, coliflor, para el control de los setas y nematodos es necesario liberar el isometiltiocianato. Así mismo, la estructura y propiedades del suelo mejoran con la adición de materia orgánica. Haciendo uso de tapadas de plástico y la solarización, producen un mayor efecto de biofumigación. Uno de los precedentes está en España en su uso para el cultivo de tomates, pimentón, flores, frutales y trasplante de uvas, y es desde España que este método se fue popularizando a nivel mundial.

Según ALICIA C. VILLAR, L. A. C., ZAVALETA-MEJÍA. E. Y GARCÍA (1990) la consecuencia de incorporar restos de crucíferas (*Brassicae*) a los fitopatógenos del suelo. El resultado de incorporar el repollo y el brócoli en la descomposición clara (*Sclerotium cepivorum* BERK) de la cebolla, en circunstancias de invernáculo. La descomposición clara de la cebolla (*Allum cepa* L.) provocada por la seta *Sclerotium cepivorum* es una enfermedad importante en las principales áreas productoras de hortalizas en México, existiendo por lo tanto la necesidad de desarrollar algunas alternativas para el manejo de la enfermedad. Resultados obtenidos en invernaderos, indican que la crucíferas col (*Brassica oleracea* L.) grupo capitata y broccoli (*Brassica oleracea* L) grupo italic incorporada

en una proporción al 5 % (P/V) en suelo infestado con *Sclerotium cepivorum*, (4 esclerocios/g de suelo) redujeron significativamente el número de plantas muertas y el índice de enfermedad (40 % y 25-65%, respectivamente); sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron con la combinación crucífera más plástico (solarización) o plástico solo, tratamientos que resultaron en reducción tanto en el número de plantas muertas (93-100% y 93-100 % respectivamente), como el índice de la enfermedad (78-83 % y 67-79 %, respectivamente). Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que tanto la incorporación de las crucíferas cómo la solarización pueden ser importantes alternativas para el manejo de *Sclerotium cepivorum*.

## **2.1. Macrofauna del suelo**

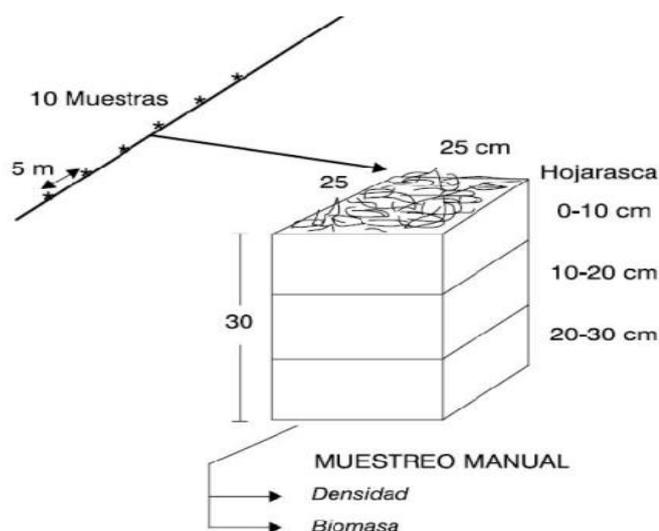
JONES *et al.* (1994); citados por REÁTEGUI (2009), los organismos macroinvertebrados son la composición de la parte viviente del suelo, animales perceptibles a la vista con radio cambiante, comúnmente más de 2mm y de 1 a 2 cm o más de tamaño, llevan a cabo una fracción de su etapa vital en el suelo y/o humus ligero (hojarasca, tronco de la vegetación). Su importancia es relevante gracias a que realizan una actividad dentro de procesos de devastación de microorganismos, también se encargan de modificar la estructuración del suelo, así mismo se encargan de la desintegración de la materia orgánica; es debido a ello que se realizó una clasificación teniendo en cuenta la actividad que desarrollan en el suelo.

Son los llamados Ingenieros del suelo (Formicidae, Oligochaeta e Isóptera), los saprófagos (Diplópoda, Isópoda y Blattaria), predadores (Aránea,

Chilópoda, Dermáptera), los herbívoros (Hemíptera, Hymenóptera, Orthóptera), las larvas de (coleóptera y lepidóptera), y otros insectos como los (Coleóptera, Gasterópoda, Pseudoescorpionidae, Enquiteido). Según TAPIA CORAL *et al.* (2002) indica que la sensibilidad de la estructura, y la cantidad de las comunidades de la Macrofauna del suelo, son elevadas a las alteraciones de la cubierta vegetal del suelo.

### 2.2.1. Metodología del estudio de la macrofauna del suelo

El muestreo de la macrofauna del suelo sigue la metodología del Programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (Figura 1), este método se basa en delinear una línea recta (transecto), para lograr recaudar bacterias directo del suelo, en que la distribución de los puntos de la muestra es de 5m de distancia como mínimo entre ellos, la cantidad mínima de muestras es de cinco por sistema de uso del suelo para las investigaciones científicas. (ANDERSON & INGRAM, 1993; citados por LINARES, 2007).



**Figura 1.** Metodología de muestreo de la macrofauna del suelo creada por el Programa TSBF.

Por otro lado, al no ser una metodología estricta el investigador puede adecuarlo a sus necesidades, como ejemplo tenemos, PASHANASI (2001) utilizó en cada sistema de uso del suelo diez ejemplares, por otra parte, TAPIA y CORAL (2004) al usar el método de TSBF, se tuvo en consideración el uso de cinco ejemplares en una investigación, y tres ejemplares en otra.

### **2.2.2. Macrofauna y sus efectos sobre el suelo**

MORALES *et al.* (2002), menciona que los invertebrados de gran tamaño del suelo se encargan de la regulación de múltiples e importantes procesos del ecosistema, tiene efectos positivos en la conservación de la estructura del suelo; actúan sobre el microclima, la humedad y la aireación del suelo; activando o inhibiendo, a los microorganismos, y están directamente involucrados en la conservación y ciclado de nutrientes. Según GUILD (1948) citado por BENZING (2001) la estructura reducida del suelo es imponderable para gran parte de las especies.

BENITES (2008) indica que los recursos alimenticios es el factor relevante para que la cantidad organismos pueda aumentar, entre estos recursos tenemos: componente orgánico, cultivos activos, disponibilidad de residuos de calidad en la superficie, el estado húmedo del suelo, textura, aireación, etc. BENZING (2001) indica que entre más fresco esté el abono orgánico, mayor es su contribución en la biología del suelo, la influencia que ejerce el abono orgánico sobre la materia orgánica, la actividad biológica y la fauna del suelo, es altamente positivo.

DÍAZ (2009) el papel de los organismos del suelo ha recibido poca atención, porque los servicios de fragmentadores de la hojarasca y reguladores del estrés biótico han sido reemplazados por operaciones técnicas de fuentes no renovables de energía. SÁNCHEZ (2003) indica que los escarabajos, moscas, ácaros, gorgojos, babosas, etc., tienen una competencia con los parásitos para consumir material nutritivo, lo cual altera el estado del ambiente y que estas lombrices son los alimentos de las hormigas y los ratones.

### **2.2.3. Variación de la densidad de la macrofauna en sistemas de uso del suelo**

Según PASHANASI (2001), en Pucallpa, Perú, existe una gran cantidad de animales esto es, es de 382 ind.m<sup>-2</sup> donde no existe intervención por lo cual es considerado un bosque primario y 853 ind.m<sup>-2</sup> donde si existe intervención, y la viscosidad en promedio de un bosque secundario (20 años) es de 523 ind.m<sup>-2</sup>, y del bosque secundario (3 años) es de 338 ind.m<sup>-2</sup>, así mismo en el sistema agroforestal en una plantación de palma aceitera es de 560 ind.m<sup>-2</sup>, y en la plantación de caucho es de 2896 ind.m<sup>-2</sup>, y en cultivos en un rango de 382 ind.m<sup>-2</sup> a 557 ind.m<sup>-2</sup>, y en pastizal es de 1034 ind.m<sup>-2</sup>.

Así mismo PASHANASI (2001) en Yurimaguas, Perú, registró 446 ind.m<sup>-2</sup> en un bosque primario y en el bosque secundario varia de 806 ind.m<sup>-2</sup> a 181 ind.m<sup>-2</sup>, y en cultivos es de 397 ind.m<sup>-2</sup>, y en el sistema agroforestal varia de 900 a 557 ind.m<sup>-2</sup>, y en pasturas es de 657 a 914 ind.m<sup>-2</sup>." CAMPOS (2010), registró en el

Caserío Los Milagros-Aucayacu que en los suelos aluviales el cultivo del café presentó una población de (1675 ind.m<sup>-2</sup>) y en el cultivo del cacao (197 ind.m<sup>-2</sup>) y en el cultivo del plátano encontró (379 ind.m<sup>-2</sup>), en los suelos residuales en el cultivo de café registró (587 ind.m<sup>-2</sup>) y en el cultivo de yuca (229 ind.m<sup>-2</sup>).

REÁTEGUI (2009), encontró en Tingo María en el sistema de uso de suelos con cultivo de cacao 2928 ind.m<sup>-2</sup> y en el sistema de uso de suelo con cultivo de pasto 2624 ind.m<sup>-2</sup> y en el sistema de uso de bosque reservado (bosque secundario) 1904 ind.m<sup>-2</sup> y en el sistema de uso con cultivo de café 848 ind.m<sup>-2</sup> y en el sistema de uso de suelo degradado (ex cocal) 352 ind.m<sup>-2</sup>. (Linares, 2007) en El Parque Nacional de Tingo María encontró en el sistema agroforestal de café y el sistema agroforestal de cultivos 896 ind.m<sup>-2</sup> y en el bosque primario 880 ind.m<sup>-2</sup> y en el bosque secundario 714 ind.m<sup>-2</sup>.

CONTRERAS (2009), registró en Villa Rica, Perú, en el cultivo de café, las densidades de la macrofauna fluctuaron entre 408 ind.m<sup>-2</sup> y 1280 ind.m<sup>-2</sup>, donde la pulpa de café descompuesta como abono, obtuvo la mayor densidad de macrofauna con 1280 ind.m<sup>-2</sup>, comportándose estadísticamente igual a la aplicación de pulpa de café fresca, como abono con 996 ind.m<sup>-2</sup>, la aplicación con fertilizante químico, difirió estadísticamente de todos los abonos orgánico y es quién ostenta la menor densidad de macrofauna con 452 ind.m<sup>-2</sup>.

PASHANASI (2001), registró que la biomasa total de la macrofauna en Pucallpa, Perú, es de 84,9 g.m<sup>-2</sup> y 91,1 g.m<sup>-2</sup> en un bosque primario no

intervenido e intervenido respectivamente, la biomasa promedio de un bosque secundario es de 105,2 g.m<sup>-2</sup> a 4,2 g.m<sup>-2</sup>, así mismo en el sistema agroforestal varia de 18,5 g.m<sup>-2</sup> a 170,5 g.m<sup>-2</sup>, y en cultivos en un rango de 26,7 g.m<sup>-2</sup> a 8,5 g.m<sup>-2</sup>, y en pastizal es de 38,4 g.m<sup>-2</sup>. Así mismo en Yurimaguas, Perú, registro 57,8 g.m<sup>-2</sup> en un bosque primario y en el bosque secundario varia de 42,9 g.m<sup>-2</sup> a 5,9 g.m<sup>-2</sup>, y en cultivos es de 32,4 g.m<sup>-2</sup>, y en el sistema agroforestal varia de 84,9 a 55,7 g.m<sup>-2</sup>, y en pasturas es de 57,3 a 165,9 g.m<sup>-2</sup>.

CAMPOS (2010), registró que en los suelos residuales el cultivo de yuca presentó una biomasa de 24,40 g.m<sup>-2</sup>, esto se debe porque hay mayor número de lombrices y en el cultivo de café 1,78 g.m<sup>-2</sup>, y en los suelos aluviales en el cultivo de café encontró 15,53 g.m<sup>-2</sup>, porque tiene mayor número de individuos y en el cultivo de cacao 5,15 g.m<sup>-2</sup> y en el cultivo de plátano 7,09 g.m<sup>-2</sup>. REÁTEGUI (2009) registró en el sistema de uso pastizal 230.65 g.m<sup>-2</sup> y en el sistema de uso cacaotal 152.072 g.m<sup>-2</sup> y en el sistema de uso de bosque reservado (bosque secundario) 73.1216 g.m<sup>-2</sup> y en el sistema de uso con cultivo de café 64.6048 g.m<sup>-2</sup> y en el sistema de uso de suelo degradado (ex cocal) 6.16768 g.m<sup>-2</sup>.

LINARES (2007) en estudios realizados en El Parque Nacional de Tingo María encontró en el sistema agroforestal de café 18,55 g.m<sup>-2</sup> y el sistema agroforestal de cultivos 15,45 g.m<sup>-2</sup> y en el bosque primario 9.64 g.m<sup>-2</sup> y en el bosque secundario 8,03 g.m<sup>-2</sup>. Contreras (2009), registró en Villa Rica, Perú, en el cultivo de café, las biomásas de la macrofauna fluctuaron entre 4,87 g.m<sup>-2</sup> y 55,00 g.m<sup>-2</sup>, donde la aplicación de fertilizante químico ene donde se consiguió una mejor biomasa (23,30 g.m<sup>-2</sup>) encontrando una diferencia con la aplicación de la pulpa de

café, estas diferencias son numéricas mas no estadísticas, como abono con 14,88 g.m<sup>-2</sup> y aplicaciones con pulpa de café descompuesta, con 11,08 g.m<sup>-2</sup>

#### **2.2.4. Importancia de la macrofauna en el suelo**

BROWN *et al.* (2001) citado por VELA (2009) la macrofauna juega un papel importante como fragmentadores y bioturbadores del suelo, y cuyo manejo es prometedor, pero ha sido poco explotado. CAO (2007) es de suma importancia el rol que cumplen los animales invertebrados en el proceso de descomposición de los componentes orgánicos, esto gracias a que son abundantes. Estos desmenuzan las sobras de vegetales, animales, hasta convertirlos en una capa que aumenta la defensa en contra de los microorganismos destructores, este proceso es muy beneficioso porque ayuda a distribuir los nutrimentos.

Según ASNER *et al.* (1997) citado por VELA (2009) una de las principales razones por las que un ecosistema inevitablemente sufre cambios en sus actividades primordiales, es debido al desgaste de la biodiversidad. Según estudios realizados por diferentes autores, se llega a una misma conclusión en la que es de suma importancia que exista una elevada correlación directa entre los procesos que son fundamentales como: respiración, descomposición, conservación del agua, productividad primaria y acumulación de nutrimentos. Según VELA (2009) la macrofauna del suelo participa activamente en el reciclaje de los nutrientes del suelo, favoreciendo la sostenibilidad del sistema. La importancia en la descomposición de materia orgánica, donde los residuos (humus) de estos macroinvertebrados son importantes para la alimentación de los micro invertebrados.

### 2.2.5. Respiración basal de suelo en sistema estático

FLORES (2010) hace referencia los siguientes protocolos:

- Pesarse 10 g de suelo húmedo para determinar la masa de suelo seco a estufa a 105 °C hasta peso constante.
- Determinar la capacidad de retención de agua (CRA) y corregir la humedad al 60% de la CRA con agua destilada.
- Se pesarán 100 g de suelo húmedo previamente tamizado en tamiz con abertura de 2 mm por triplicado, y se transferirá a un frasco de vidrio con tapa hermética de 250 ml.
- Colocar dentro del frasco de vidrio un tubo de ensayo conteniendo 15 ml de NaOH 0.5 N, para capturar el CO<sub>2</sub> producido y otro tubo de ensayo conteniendo 10 ml agua destilada para mantener la humedad del ambiente.
- Por cada 10 frascos de vidrio a ser incubados, se deberá realizar una prueba en blanco, que corresponde a un frasco conteniendo apenas un tubo de ensayo con 15 ml de NaOH 0.5 N y otro conteniendo 10 ml de agua destilada.
- Cerrar herméticamente los frascos de vidrio e incubarlos a 25°C por una semana (168 horas).
- Después del periodo de incubación, retirar de los frascos de vidrio, los frascos de polietileno conteniendo el NaOH y transferir la solución a un Matraz Erlenmeyer de 125 ml, adicionar 1 ml de una solución de cloruro de bario al 50% y dos gotas de fenolftaleína.
- Titular el exceso de NaOH con HCl 0.5N.
- Para calcular la respiración basal del suelo (RBS) de acuerdo a Stotzky (1965).

$$\text{RBS} = \text{C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1} = [((b-a) \times N \times E \times 1000x)/g]/h.$$

Donde:

b: Volumen de HCl gastado en la prueba em blanco.

a: Volumen de HCl de gasto en la muestra.

E: Equivalente del carbono

N: Normalidad del HCl.

g: Masa de suelo seco

h: Horas de incubación.

### **2.2.6. Biomasa microbiana, cociente metabólico y cociente microbiano:**

#### **Método de la Respiración inducida por el substrato (RIS):**

El método propuesto está basado en el aumento inicial de la tasa de respiración de la población microbiana, hasta el máximo, cuando una fuente de carbono, rápidamente descomponible, es adicionada en exceso al suelo.

- Pesar 10 g de suelo húmedo, por duplicado para determinar la masa de suelo secado a estufa a peso constante.
- Determinar la capacidad de retención de agua (CRA) y corregir la humedad al 60% de la CRA con agua destilada.
- Pesar 20 g de suelo seco y transferirlos al frasco de vidrio (250 ml), con un mínimo de tres repeticiones.
- Adicionar 60 mg de glucosa anhidra, diluida en el agua destilada de acuerdo a lo calculado en la CR-60%.
- Homogenizar el suelo y la glucosa con una varilla de vidrio, sellar herméticamente y pre-incubar en estufa a 22 °C por 2 horas.
- Colocar en el frasco de vidrio un tubo de ensayo conteniendo 10 ml de NaOH 0.1 N, e incubar en estufa a 22°C por 4 horas.

- Realizar una prueba en blanco, utilizando un frasco de vidrio de 250 ml, conteniendo solamente un tubo de ensayo y 10 ml de NaOH 0.1 N.
- Transferir el NaOH 0.1 N del tubo de ensayo para un Erlenmeyer de 125 ml.
- Adicionar 0.5 ml de BaCl<sub>2</sub> al 50% y dos gotas de fenolftaleína 0,1%.
- Titular con HCl 0.025 N y anotar la cantidad de ácido consumida.
- Para el cálculo de la biomasa microbiana del suelo, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{BMS } (\mu\text{g C g}^{-1}) = 30 (b-a) \times [(K \times 22 \times 1000)/(1,8295 \times \text{PA} \times 4)]$$

Donde:

BMS: Carbono de la biomasa microbiana del suelo ( $\mu\text{g C g}^{-1}$ ).

30: Constante ( $\text{mg C mic h ml CO}_2^{-1}$ ).

b: Media del volumen (ml) de HCl del gasto para titular las pruebas en blanco.

a: ml de HCl gastados para titular las muestras.

K: Concentración de la solución de HCl.

22: Factor de conversión (1 ml de HCl 1.0 M corresponde a 22 mg de CO<sub>2</sub>).

1000 = Factor de conversión de Kg de suelo para g de suelo.

1.8295 = Densidad del CO<sub>2</sub> a 22°C.

PA: masa de la muestra (g de suelos seco).

4: Factor de conversión para transformación de 4 horas para 1 hora.

1. Para determinar el cociente metabólico se empleará la siguiente

fórmula:

$$q\text{CO}_2 = \text{RBS/C-BMS}$$

2. Para determinar el cociente microbiano del suelo se empleará la siguiente fórmula:

$$qMIC = C-BMS/COT \text{ Donde COT, es el carbono orgánico del suelo}$$

Flores, (2010).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

##### 3.1.1. Ubicación política y geográfica

El trabajo de investigación se realizó en la región San Martín, provincia de Lamas, distrito de Lamas en el Fundo El Pacífico, el cual presenta las siguientes características:

##### a. Ubicación Política

Distrito	:	Lamas
Provincia	:	Lamas
Departamento	:	San Martín
Región	:	San Martín

##### b. Ubicación Geográfica

Latitud sur	:	06° 20' 15"
Longitud oeste	:	76° 30' 45"
Altitud	:	785 m.s.n.m.

“UTM”

##### c. Condiciones Ecológicas

Según HOLDRIDGE (1975), “nos dice que el lugar donde se realizó la investigación se encuentra en la zona de vida de Bosque seco tropical (bs – T) en la selva alta del Perú”.

##### d. Historia de campo experimental

El campo experimental comprendió un área dedicada netamente al cultivo de hortalizas como lechuga, ají dulce, pepinillo, cebolla china, tomate, culantro, brócoli, rabanito durante 30 años.

### 3.2. Materiales y equipos

- Biomasa de repollo
- Semilla de hortalizas.
- Bandejas almacigueras
- Palanas
- Rastrillo
- Vernier
- Regla graduada
- Balanza de precisión
- Rafia
- Lapicero
- Libreta de campo
- Suelo.
- Clima.

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Componentes en estudio

##### **Factor A: Niveles de materia orgánica (Biomasa de repollo)**

A<sub>1</sub>: 40 Tn.ha<sup>-1</sup>

A<sub>2</sub>: 80 Tn.ha<sup>-1</sup>

##### **Factor B: Sistemas de cultivo**

B<sub>1</sub>: Cebolla, Lechuga y Rabanito

B<sub>2</sub>: Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol

- B<sub>3</sub>: Cebolla china + culantro, Lechuga + rabanito, Rabanito + cebolla china.
- B<sub>4</sub>: Cebolla china + culantro + frejol, Lechuga + rabanito+ frejol, rabanito+ cebolla china + frejol.
- B<sub>5</sub>: Frejol

### 3.3.2. Descripción de los tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se muestran de la siguiente manera

(Cuadro 1):

**Cuadro 1. Descripción de los tratamientos en estudio.**

Trat	Clave	Descripción
1	A1B1	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
2	A1B2	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
3	A1B3	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
4	A1B4	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
5	A1B5	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
6	A2B1	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
7	A2B2	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
8	A2B3	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
9	A2B4	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
10	A2B5	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
11	Testigo	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo

### 3.3.3. Croquis de los bloques y tratamientos

El croquis de la investigación se realizó de la siguiente manera

(Figura 2):

I	T <sub>0</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>
II	A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	T <sub>0</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>
III	A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>5</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>5</sub>

**Figura 2.** Croquis del campo experimental.

### 3.3.4. Diseño estadístico

Para las evaluaciones edáficas, químicas y biológicas se aplicó un Diseño en Bloques Completos al azar con 2 repeticiones con 2 observaciones por repetición con 11 tratamientos dentro del cual uno fue un testigo absoluto (suelo sin sistema de cultivo y sin biomasa agrícola). Para las evaluaciones de microorganismos y rendimiento (g/planta) se aplicó un Diseño en Bloques Completos al azar con 3 repeticiones con 2 observaciones por repetición con 11 tratamientos dentro del cual uno fue testigo absoluto (suelo sin sistema de cultivo y sin biomasa agrícola).

#### a. Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \Omega_k + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$\mu$  = es la media global,

$\alpha$  = es el efecto fijo de la población i-ésima (constante diferente para las a poblaciones),

$\beta$  = es el efecto fijo de la población j-ésima (constante diferente para las b poblaciones),

$\Omega$  = es el efecto fijo de la población K-ésima en los bloques

$(\alpha\beta)$  = es el efecto de la interacción e ij-ésima

$\epsilon_{ijk}$  = para cada una de las k poblaciones se supone una distribución normal de media 0 y varianza común  $\sigma^2$

**Cuadro 2.** Análisis de varianza para variables edáficas, químicas y biológicas.

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de Libertad
Repeticiones	$r - 1$	1
Tratamientos	$t - 1$	10
Error experimental	$(r - 1) (t - 1)$	10
<b>Total</b>	$(r \times t) - 1$	21

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para microorganismos y rendimiento.

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de Libertad
Repeticiones	$r - 1$	2
Tratamientos	$t - 1$	10
Error experimental	$(r - 1) (t - 1)$	20
<b>Total</b>	$(r \times t) - 1$	32

### 3.3.5. Características del campo experimental

El campo experimental comprendió un área dedicada netamente al cultivo de hortalizas como lechuga, ají dulce, pepinillo, cebolla china, tomate, culantro, brócoli, rabanito durante 30 años.

### 3.4. Variables evaluadas

#### 3.4.1. Propiedades físicas

- Estabilidad de agregados: textura y estructura
- Densidad aparente
  - Este análisis se efectuó por el método del cilindro de volumen conocido.
  - La densidad aparente del suelo es la relación entre la masa o peso del suelo seco (peso de la fase sólida) y el volumen total, incluyendo al espacio poroso. En agricultura, la masa del suelo se refiere al peso después de secar el suelo en estufa a 110° C durante 24 horas o hasta peso constante y, el volumen, se refiere a la fracción menor de 2 mm de diámetro.
    - $\rho_b = M_s/V_t$
- Índice de penetrabilidad
  - Se realizó en el Laboratorio de suelos de la UNSM-T, a través del método penetrometro.
- Porosidad
  - El término para describir la cantidad de espacio poroso es la siguiente:
    - $Porosidad = \varphi = \text{volumen de huecos o vacíos} / \text{volumen del suelo}$
- Velocidad de infiltración.
  - Se realizó en el Laboratorio de suelos de la UNSM-T, a través del método de la probeta.

### **3.4.2. Propiedades químicas**

#### **a. pH**

El pH es medido potencialmente en una pasta saturada o en el líquido sobrenadante que está en equilibrio en una suspensión suelo-líquido en una relación 1:1; 1:2 o 1:5 en peso: peso o peso: volumen o volumen: volumen. El líquido es agua o un electrólito: 0.01 M de cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) o 1 N de cloruro de potasio (KCl).

#### **b. CIC**

El método más ampliamente usado para suelos, es el del acetato de amonio ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ). El complejo es saturado con el catión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), luego el exceso de este catión es lavado con alcohol etílico. El  $\text{NH}_4$  adsorbido es determinado cuantitativamente por destilación, por titulación o por colorimetría.

### **3.4.3. Propiedades biológicas**

#### **a. Análisis de macro organismos.**

El muestreo de la macrofauna del suelo, sigue la metodología del Programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF)

#### **b. Análisis de microorganismos**

Método de la Respiración inducida por el substrato (RIS):

#### **c. Análisis de actividad biológica**

Respiración basal de suelo en sistema estático:

### **3.4.4. Conducción del experimento**

#### **a. Instalación del experimento**

El experimento se instaló en el fundo El Pacifico, en la provincia y distrito de Lamas región San Martín. La instalación del trabajo de investigación se realizó el 2 de noviembre del 2017.

#### **b. Análisis de suelo**

Se realizaron análisis de suelo antes de la instalación del experimento y después de la cosecha, tomando las muestras de suelo y llevadas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín, para su análisis físico - químico.

#### **c. Almácigo**

Se realizó en bandejas almacigueras utilizando como sustrato turbas de algas marinas y semillas de lechuga variedad Waldemns Life 550, colocando una semilla por celda de la bandeja, permaneciendo en este durante 15 días, para luego ser llevado a campo definitivo. Para la siembra se utilizó semilla certificada de procedencia norte americana, adquirida en el importador “Sumillería Manrique” de la ciudad de Lima.

#### **d. Limpieza del terreno**

Se hizo manualmente haciendo uso de algunas herramientas tales como machete y lampa para eliminar las malezas que se encontraron en el área designada para el trabajo de investigación.

#### **e. Preparación del terreno y mullido**

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de un motocultor. Seguidamente se empezó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

#### **f. Parcelado e incorporación de materia orgánica.**

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en cuatro bloques y con sus respectivos tratamientos, de acuerdo al croquis del campo experimental. Y la aplicación de las dosis de materia orgánica (biomasa de repollo) se realizó después del parcelado y de acuerdo a las dosis predeterminadas. La procedencia de la biomasa son del fundo El Pacífico de Lamas.

#### **g. Siembra**

La siembra se efectuó previo almacigado en bandejas almacigueras, con el uso de turbas provenientes de algas marinas, con relación al cultivo de lechuga, para luego ser trasplantado en campo definitivo previa demarcación usando un plantín por golpe de la variedad de lechuga cuyo distanciamiento es de 0,2 m entre fila y 0,2 m entre planta. En lo que respecta a los demás cultivos fueron de siembra directa en campo definitivo, en el cultivo de cebolla china se utilizó semilla vegetativa, sembrando un bulbo por golpe a un distanciamiento de 0,20 m entre fila y 0,10 m planta, en el cultivo de culantro se utilizó semilla botánica, sembrando a un distanciamiento de 0.20 m entre fila y 0.20 m entre planta y el cultivo de rabanito se utilizó semilla botánica, sembrando a un distanciamiento de 0.20 m entre fila y 0.20 m entre planta.

### **3.4.5. Labores culturales**

#### **a. Control de maleza**

Se realizó de manera frecuente y de manera manual, dos deshierbo durante la campaña.

#### **b. Riego**

Se efectuó mediante riego por aspersión y de acuerdo a la incidencia de las lluvias a registradas durante el tiempo en que se realizó el trabajo de investigación.

#### **c. Cosecha**

Se realizó cuando las hortalizas alcanzaron su madurez comercial, en forma manual.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

##### 4.1. Efecto de los niveles de materia orgánica y sistemas de cultivos hortícolas en las propiedades físicas del suelo

**Cuadro 4. Propiedades físicas del suelo**

Clave	Descripción	Clase textura	P.M.	C.C.	A.D. (mm/m)	VI cm/h Altura/Tiempo	Porosidad (%)	D.A. (t/m <sup>3</sup> )
<b>A1B1</b>	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito	F are	17.0	23.75	110.39	19.5	39.16	1.44
<b>A1B2</b>	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol	F Arc Are	19.25	25.5	109.35	19.14	41.14	1.4
<b>A1B3</b>	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.	F Arc Are	15.5	27.0	111.58	19.86	41.59	1.39
<b>A1B4</b>	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china +	F are	12.0	24.0	114.30	21.0	39.11	1.2

	culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.								
<b>A1B5</b>	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol	F Arc Are	17.5	20.0	107.30	19.68	42.74	1.36	
<b>A2B1</b>	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito	F Arc Are	19.1	28.0	104.16	16.32	43.39	1.35	
<b>A2B2</b>	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol	F are	17.6 8	25.1 5	104.71	16.32	40.35	1.44	
<b>A2B3</b>	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.	F Arc Are	18.0	16.6 8	110.93	18.72	43.21	1.38	
<b>A2B4</b>	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga +	F Arc Are	19.7 5	17.1 5	106.74	18.68	43.62	1.37	

---

	rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.							
<b>A2B5</b>	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol	F Arc Are	21.1 5	27.1 5	105.44	17.62	44.24	1.36
<b>Testig o</b>	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo	F Arc Are	18.5	18.5	102.76	14.52	44.53	1.38

**Leyenda:**

P.M. Punto de marchites

D.A. Densidad aparente

C.C. Capacidad de campo

F are. Franco arenoso

A.D. Agua disponible

F arc are. Franco arcillo arenoso

V.I. Velocidad de infiltración

**4.1.1. Punto de marchitez (PM)**

El análisis de varianza (Cuadro 7) para el punto de marchitez permanente (PMP) no detectó diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el efecto de los de los tratamientos sobre el PM se explica en 71 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 14.63 %.

En el cuadro 8, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con los tratamientos A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol), A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito + frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol), A1B2 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol), A2B1 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito) y el Testigo se obtuvieron los mayores promedios de PM con 21.15, 19.75, 19.25, 19.1 y 18.5 respectivamente, los cuales a su vez solo superaron estadísticamente al tratamiento A1B4 quién alcanzó un PM de 12.0, este comportamiento se observa también en el cuadro 4. El punto de marchitez depende de la textura y la porosidad del suelo. En caso de la textura depende

de la cantidad y tipo de arcilla (LAL, 2004)

La arcilla gobierna la acción integrada de las fuerzas de adsorción y capilaridad. Esas fuerzas atraen y retienen el agua en el suelo reduciendo su energía potencial por debajo de aquella del agua libre, lo que se denomina Potencial mátrico (BUSTAMANTE, 1986), estado donde el agua no puede ser absorbido por las plantas. Se observa el incremento del punto de marchites con relación a los tratamientos de 40 t/ha y 80 t/ha de materia orgánica donde el incremento de la materia orgánica hace efecto en la estructura del suelo y en la retención del agua.

#### **4.1.2. Capacidad de campo (CC)**

El análisis de varianza (Cuadro 9) para la Capacidad de campo (CC), detectó diferencias significativas  $P > 0.05$  en tratamientos El efecto de los tratamientos sobre el PMP se explica en 71 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 4.7 %.

En el cuadro 10, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con Tratamiento Testigo se obtuvo el menor promedio de capacidad de campo con 18.5, el cual fue estadísticamente igual a los tratamientos A2B2 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol), A1B4 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, A. rabanito + cebolla china + frejol) y A1B1 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito) quienes alcanzaron promedios de 25.15, 24.0 y 23.75 de CC respectivamente. El comportamiento respuesta de los tratamientos también

se observa en la figura 4. La importancia del agua en el suelo radica en las diferencias de potencial y no los valores absolutos. El agua se mueve de mayor a menor potencial, es decir, desde donde está menos retenida (suelo húmedo) hacia donde está más retenida (suelo seco) (ANGELLA *et al*, 2016).

Los resultados obtenidos nos indican que el testigo obtuvo mayor capacidad de campo donde nos indica que allí actuó la textura arcillosa del suelo mejorando así en tratamientos A1B5, A2B1, A2B4 y A2B5, donde la materia orgánica mejoro la estructura del suelo asiendo favorable esta capacidad de campo para el desarrollo de las raíces. “Por lo que para el cálculo de las necesidades de agua es necesario tener en cuenta estos límites, que varían en función del tipo de suelo entre otros factores. La capacidad de campo es una constante característica de cada suelo y depende fundamentalmente de la textura, cantidad de materia orgánica y grado de compactación de este”. (HUBERTH VELARDE MUÑOZ, 2014; RAISON y RAB, 2001; OADES, 1993; LAO *et al.*, 2004; ALVARADO-FUENTES *et al.*, 2009)

#### **4.1.3. Agua disponible (AD)**

El análisis de varianza (Cuadro 11) para el Agua disponible (AD), detectó diferencias significativas  $P > 0.05$  en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre el AD se explica en 76 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 2.67 %.

En el cuadro 12, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con el Tratamiento A1B4 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito + cebolla china + frejol) se obtuvo el mayor

promedio de AD con 114.3 mm/m, el cual supero estadísticamente a los tratamientos A2B2 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + frejol, A. lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol), A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol), A2B1 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito 80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito) y Testigo quienes alcanzaron promedios de 104.71, 102.76, 104.71 y 102.76 mm/m de AD respectivamente, así mismo, este comportamiento se observa en la figura 5.

La disponibilidad de agua en el suelo determina la mayor o menor dificultad que tienen las raíces para absorberla, de acuerdo al potencial hídrico total. A medida de que el suelo se seca, el potencial se hace más negativo (el agua está más retenida) y aumenta la dificultad de las raíces para absorber agua. La función que relaciona el potencial mátrico del suelo con el contenido hídrico se denomina Curva de Capacidad Hídrica (ANGELLA *et al.* 2016) (OADES, 1993; LAO *et al.*, 2004; ALVARADO-FUENTES *et al.*, 2009).

#### **4.1.4. Velocidad de infiltración (VI)**

El análisis de varianza (Cuadro 13) para el Agua disponible (AD), detectó diferencias altamente significativas  $P > 0.01$  en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre el VI se explica en 84 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 6.48 %. En el cuadro 14, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con Tratamiento A1B4 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) se obtuvo el mayor promedio de VI con 21 cm/h, el cual supero estadísticamente a los tratamientos A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol), A2B1 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito 80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito), A2B2 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol) y Testigo quienes

alcanzaron promedios de 17.62, 16.32, 16.32 y 14.52 cm/h de VI respectivamente, comportamiento que también se observa en gráfico.

Con relación al testigo se incrementó los tratamientos con 40 t/ha seguido por los tratamientos de 80 t/ha debido al aporte de la materia orgánica con los sistemas de cultivos y el efecto de las raíces en la estructura del suelo. La porosidad debe estar relacionado a la velocidad de infiltración, en este caso no se observa una relación coherente, se supone que a mayor porosidad mayor debe ser la velocidad de infiltración así cuando se aplica 80 t/ha de materia orgánica, la velocidad de infiltración debería ser mayor en comparación los tratamientos que se aplicaron 40 t/ha de materia orgánica, este resultado se debería al efecto de la materia orgánica que al humificarse tiende a incrementar la CIC. (SMETTEM *et al.*, 1992) por lo tanto mayor sería la retención del agua (CASTELLANOS *et al.*, 2000), por consiguiente, menor velocidad de infiltración. Por otro lado, hay un ligero incremento de la velocidad de infiltración por efecto del sistema de cultivo, así a mayor cantidad de cultivos, mayor es la velocidad de infiltración, como consecuencia del sistema radicular del cultivo, que, al terminar el ciclo vegetativo, las raíces al secarse dejan galerías por donde el agua se va a mover con mayor velocidad (BALDOCK y SKJEMSTAD, 1999) (Atlas y Bartha, 1997; citado por HERNÁNDEZ, 2010); según Fagro (2000) citado por ALTAMIRANO (2006).

#### **4.1.5. Textura, porosidad y densidad aparente**

En el cuadro 4, se presentan los resultados para las Clases texturales, porosidad y densidad aparente del suelo por tratamientos donde se

observa que las clases texturales no variaron dentro de cada tratamiento, por lo que la variabilidad en los promedios se deba básicamente a aquella existente naturalmente en el suelo la cual varía de cm a cm, es esa misma razón que nos conlleva a interpretar que en algunos tratamientos (A1B1, A2B1) estos promedios hayan disminuido.

Respecto a los porcentajes de porosidad, estos promedios no han sufrido variaciones porcentuales relevantes de manera general, cuando se aplica 40 t/ha de materia orgánica la porosidad disminuye ligeramente, mientras que con la aplicación de 80 t/ha de materia orgánica, la porosidad aumenta ligeramente, en ambos casos con relación al testigo. La variación de la porosidad sería por efecto de la textura del suelo que no son iguales (cuadro 4), el aumento del volumen (RAISON y RAB, 2001), a mayor cantidad de materia orgánica, mayor será el volumen del suelo, por lo tanto, mayor porosidad (OADES, 1993; LAO *et al.*, 2004; ALVARADO-FUENTES *et al.*, 2009) a su vez está relacionado a cantidad de microorganismos. (Atlas y Bartha, 1997; citado por HERNÁNDEZ, 2010).

#### 4.2. Efecto de los niveles de materia orgánica y sistemas de cultivos hortícolas en las propiedades químicas del suelo

**Cuadro 5.** Propiedades químicas del suelo

Clave	Descripción	pH	% M.O	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+3</sup>	Mg <sup>+</sup> <sub>2</sub>	Na <sup>+</sup>	CIC (ms/cm)
A1B1	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla,	6,78	2,43	0,11	33,43	155,30	7,06	0,76	0,17	8,35

<b>A1B</b> <b>2</b>	Lechuga y Rabanito 40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol 40 Tn.ha <sup>-1</sup> x	6,8 3	2,28	0,10	36,9 0	166,3 1	9,26	1,34	0,1 9	11,5
<b>A1B</b> <b>3</b>	A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china. 40 Tn.ha <sup>-1</sup> x	6,7 5	2,15	0,10	33,2 2	150,7 6	7,73	1,04	0,1 7	9,3
<b>A1B</b> <b>4</b>	A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.	6,8 1	2,99	0,11	33,2 5	159,8 1	8,01	1,34	0,1 8	8,83
<b>A1B</b> <b>5</b>	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol 80 Tn.ha <sup>-1</sup> x	6,8 5	2,45	0,11	38,3 5	176,4 5	8,88	1,55	0,1 4	11
<b>A2B</b> <b>1</b>	Cebolla, Lechuga y Rabanito	6,7 8	2,66	0,12	48,8 4	161,1 1	11,3 0	1,19	0,2 1	11

	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol	6,7 9	2,20	0,10	34,1 9	142,4 3	9,00	1,33	0,2 0	10,5
<b>A2B 2</b>										
	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.	6,8 7	2,56	0,12	47,5 0	159,9 6	9,96	1,55	0,2 5	12
<b>A2B 3</b>										
	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.	6,9 4	3,01	0,14	58,4 4	175,5 0	14,3 1	2,07	0,2 7	17
<b>A2B 4</b>										
	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol	6,7 8	2,23	0,10	48,7 8	170,6 1	10,7 3	1,91	0,2 1	13,5
<b>A2B 5</b>										
<b>Test.</b>	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo	6.8 1	1,07	0,05	15,6 3	69,82	3,38	0,62	0,0 8	8,2

**LEYENDA**

pH.

% M.O. Porcentaje de materia orgánica

% N. Porcentaje de nitrógeno

P ppm. Fosforo expresado en partes

por millón

K ppm. Potasio expresado en partes por millón

Ca. Calcio

Mg. Magnesio

Na. Sodio  
C.I.C. (ms/cm). Capacidad de

intercambio catiónico expresados en  
milimohos por centímetro

#### 4.2.1. pH

El análisis de varianza (Cuadro 15) para el pH, no detectó diferencias significativas en tratamientos, sin embargo, el efecto de los tratamientos sobre el pH se explica en 86 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 1.08 %.

En el cuadro 16, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que los promedios de pH por tratamiento variaron desde 6.75 para tratamiento A1B3 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china) hasta 6.99 para el tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol). Lo que nos indica que la materia orgánica ensayada no ha influido sustancialmente el pH del suelo.

#### 4.2.2. Materia orgánica (%)

El análisis de varianza (cuadro 17) para el Porcentaje de Materia Orgánica (% M.O.), detectó diferencias significativas  $P > 0.05$  en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre la % M.O. se explica en 81 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 9.25 %.

En el cuadro 18, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con Tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) alcanzó el mayor promedio con 3.01 % de M.O., el cual superó estadísticamente a los tratamientos A1B5 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol), A1B1 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito),

A1B2 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol), A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol), A2B2 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol), A1B3 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, A. rabanito + cebolla china) y Testigo quienes alcanzaron promedios de 2.45, 2.43, 2.28, 2.23, 2.20, 2.15 y 1.07% de M.O. respectivamente.

Indicamos además que a mayor incremento de la M.O. y N por efecto de los tratamientos y la aplicación de M.O. fresca que se utilizó como el residuo de la Col, estas se transformaron en M.O. en el suelo a través de la humificación, de ahí que la variación de este incremento obedecería a la actividad microbiana (SCHNITZER Y KHAN, 1972) (Atlas Y Bartha, 1997; citado por HERNÁNDEZ, 2010).

#### **4.2.3. N (%)**

El análisis de varianza (Cuadro 19) para el contenido de Nitrógeno (% N) detectó diferencias altamente significativas  $P > 0.01$  en los tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre el % N se explica en 88 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 6.45 %. En el cuadro 20, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con el Tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, A. rabanito+ cebolla china + frejol) se alcanzó el mayor promedio con 0.14 % de N, el cual resultó siendo estadísticamente igual a los tratamientos A2B1 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito) y A2B3 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china) quienes alcanzaron promedios de 0.14, 0.12 y 0.12 %

de N respectivamente y superando estadísticamente a los demás tratamientos. Al observar la figura 7, del % de M.O. y % de N, los promedios reflejan el comportamiento en cada uno de los test de Duncan (Cuadro 18 y 20 en anexo), con promedios normales de % de N y valores bajos a medios de % de M.O. También se puede conferir que, a mayor número de especies, mayor es el aporte de M.O. y N.

#### **4.2.4. Fósforo (ppm)**

El análisis de varianza (Cuadro 21 en anexo) para el contenido de Fosforo (P ppm), detectó diferencias altamente significativas  $P > 0.01$  en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre el P ppm se explica en 96 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 6.32 %. En el cuadro 22, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con el Tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito + frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) se alcanzó el mayor promedio de P con 58.44 ppm, el cual superó estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento Testigo el que alcanzó el menor promedio de P con 15.63 ppm.

#### **4.2.5. Potasio (K)**

El análisis de varianza (cuadro 23) para el contenido de Potasio (K ppm), no detectó diferencias significativas en tratamientos, sin embargo, el efecto de los tratamientos sobre el K ppm se explica en 73 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 7.03 %.

En el cuadro 24, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que

con los Tratamientos A1B5 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol), A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito + frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) y A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol) se alcanzaron los mayores promedios con de K con 176.45 ppm, 175.5 ppm y 170.61 ppm respectivamente, los cuales superaron estadísticamente a los tratamientos A2B2 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + frejol, A. lechuga + frejol y A. rabanito + frejol) y Testigo quienes alcanzaron promedios de contenido de K de 142.43 ppm y 69.82 ppm respectivamente. En general es importante indicar que el contenido de M.O. ha resultado en un incremento del P (ppm), Ca y K (ppm).

“La M.O juega un papel clave en la fertilidad de los suelos como fuente de nutrientes para las plantas y fuente de energía para los microorganismos, y a través de funciones de tipo biológico, químico y físico, derivadas de las muchas y variadas reacciones gobernadas o mediatizadas por la MOS, entre las que se incluyen cambio iónico, oxidación-reducción, capacidad tampón, complejación de metales y adsorción de compuestos orgánicos naturales y/o xenobióticos” (LAL, 2004).

#### **4.2.6. Calcio (Ca<sup>+2</sup> meq/100g)**

El análisis de varianza (Cuadro 25) para el contenido de Calcio (Ca<sup>+2</sup>), detectó diferencias altamente significativas  $P > 0.01$  en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre el Ca<sup>+2</sup> se explica en 92 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 9.56 %. En el cuadro 26, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con el Tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) y A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol)

se alcanzó el mayor promedio con 14.31 meq/100g de  $\text{Ca}^{+2}$  el cual superó estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento Testigo el que alcanzó el menor promedio 3.38 meq/100g de  $\text{Ca}^{+2}$ .

#### **4.2.7. Magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ meq/100g)**

El análisis de varianza (Cuadro 27) para el contenido de Magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$  en meq/100g), detectó diferencias altamente significativas  $P > 0.01$  en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre el  $\text{Mg}^{+2}$  se explica en 88 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 14.33 %.

En el cuadro 28, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con el Tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito + cebolla china + frejol) y A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol) se alcanzó el mayor promedio con 2.07 meq/100g de  $\text{Mg}^{+2}$ , el cual resultó ser estadísticamente igual al tratamiento A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol) con 1.91 meq/100g de  $\text{Mg}^{+2}$  y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo los tratamientos A1B1 (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito) y el tratamiento testigo quienes alcanzaron los menores promedios con 0.76 y 0.62 meq/100g de  $\text{Ca}^{+2}$ .

#### **4.2.8. Sodio ( $\text{Na}^+$ en meq/100g)**

El análisis de varianza (Cuadro 29) para el contenido de Sodio ( $\text{Na}^+$  en meq/100g), detectó diferencias significativas  $P > 0.05$  en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre el  $\text{Na}^+$  se explica en 84 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 14.37 %.

En el cuadro 30, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con el Tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, rabanito+ cebolla china + frejol) y A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol) se alcanzó el mayor promedio con 0.27 meq/100g de Na<sup>+2</sup>, el cual resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos A2B3 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, A. lechuga más rabanito, A. rabanito + cebolla china) y A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol) con 0.25 y 0.21 meq/100g de Na<sup>+2</sup> respectivamente y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento Testigo el que alcanzó el menor promedio con 0.08 meq/100g de Na<sup>+2</sup>.

Como se puede observar las diferentes dosis de materia orgánica ensayadas influyeron sobre el contenido de Na<sup>+2</sup> en el suelo y comparativamente superiores al tratamiento testigo.

#### **4.2.9. CIC**

Respecto a la CIC expresado en ms/cm, en general los valores promedios se incrementaron desde 8.2 ms/cm para el Tratamiento testigo hasta 17 y 13.5 ms/cm para los tratamientos A2B4 y A2B5, asumiendo que este incremento se haya debido a la aplicación de materia orgánica y los sistemas de cultivos evaluados.

### 4.3. Propiedades biológicas

#### 4.3.1. De la biomasa microbiana y la respiración basal de suelos

El análisis de varianza (Cuadro 31) para la Biomasa microbiana (BMS) en  $\mu\text{g C g}^{-1}$ , no detectó diferencias significativas a una  $P > 0.05$  en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre la BMS se explica en 78 % ( $R^2$ ) con un C.V. de 8.03 %.

En el Cuadro 32, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con el Tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, rabanito+ cebolla china + frejol) se alcanzó el mayor promedio de BMS con 1478.02  $\mu\text{g C g}^{-1}$  y el cual fue estadísticamente igual a los promedios obtenidos por los tratamientos A2B3 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china), A2B2 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol) y A2B5 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol) con 1349  $\mu\text{g C g}^{-1}$ , 1344.85  $\mu\text{g C g}^{-1}$  y 1258.85  $\mu\text{g C g}^{-1}$  respectivamente y superando estadísticamente a los demás tratamientos. El tratamiento Testigo fue el que alcanzó el menor promedio con 1133.45  $\mu\text{g C g}^{-1}$ . Esta significancia estadística detectada por la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan a un  $P < 0.05$  se debe a que esta prueba es mucho más exacta para detectar diferencias estadísticas entre promedios de tratamientos.

El análisis de varianza (Cuadro 33) para la Respiración Basal (RBS) en  $\text{C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  no detectó diferencias significativas a una  $P > 0.05$

en tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre la BMS se explica en 67% ( $R^2$ ) con un C.V. de 46.42 %. En el cuadro 34, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que con el Tratamiento A2B4 (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, rabanito+ cebolla china + frejol) se alcanzó el mayor promedio de RBS con 43.05 C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> y el cual resulto siendo estadísticamente igual a los promedios de los demás tratamientos. El tratamiento Testigo fue el que alcanzó el menor promedio con 23.66 C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

La M.O juega un papel clave en la fertilidad de los suelos como fuente de nutrientes para las plantas y fuente de energía para los microorganismos, y a través de funciones de tipo biológico, químico y físico, derivadas de las muchas y variadas reacciones gobernadas o mediatizadas por la MOS, entre las que se incluyen cambio iónico, oxidación-reducción, capacidad tampón, complejación de metales y adsorción de compuestos orgánicos naturales y/o xenobióticos. De hecho, un aumento de los stocks de C en los suelos degradados por la puesta en cultivo es una garantía de aumento de su fertilidad (1 T de C = 20-40 kg.ha<sup>-1</sup> de trigo), lo que en términos productivistas permitiría asegurar las necesidades alimentarias, sobre todo en la Agricultura de subsistencia del tercer mundo que utilizan pocos aportes externos (LAL, 2004) Según FAGRO (2000), citado por ALTAMIRANO (2006).

**Cuadro 6.** Test Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de Tratamientos en BMS expresado en  $\mu\text{g C g}^{-1}$  y RBS expresado en C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

BMS expresado en $\mu\text{g C g}^{-1}$			RBS expresado en $\text{C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$		
Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )	Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	1478.02	a	A2B4	43.05	a
A2B3	1349.05	a b	A2B3	40.43	a
A2B2	1344.85	a b	A1B5	40.35	a
A2B5	1258.85	a b	A2B5	33.97	a
A1B3	1236.35	b	A2B2	29.71	a
A1B4	1205.35	b	A1B1	27.30	a
A1B5	1161.65	b	A1B3	25.46	a
A2B1	1154.60	b	A1B4	24.56	a
A1B1	1144.75	b	A2B1	24.48	a
A1B2	1133.50	b	A1B2	23.90	a
TESTIGO	1133.45	b	TESTIGO	23.66	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

LEYENDA:

**BMS** Biomasa Microbiana del Suelo expresado en  $\mu\text{g C g}^{-1}$

**RBS** Respiración Basal del Suelo expresado en  $\text{C-CO}_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$

A1B 1	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A1B 2	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A1B 3	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A1B 4	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A1B 5	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
A2B 1	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A2B 2	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A2B 3	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A2B 4	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A2B 5	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
Test	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo

La "evolución del  $\text{CO}_2$  es un indicador vinculado al manejo de materiales orgánicos el cual representa una medición integral de la respiración del suelo, conocida como respiración edáfica basal (respiración de las raíces,

fauna del suelo y la mineralización del carbono a partir de diferentes “pools” del carbono de suelo y desechos), es decir, representa la estimación de la actividad microbiana”, corroborado por GARCÍA A. y RIVERO C. (2008) y Frankenberger y Dick (1983) citado por AJWA *et al.* (1999), quienes señalaron “la existencia de una relación muy estrecha entre la actividad biológica de un suelo y su fertilidad por lo que variables indicadoras vinculadas a la primera han sido propuestos como indicadores apropiados del mencionado impacto, uno de ellos es la producción de CO<sub>2</sub> (como reflejo del sustrato carbonado consumido por los microorganismos), el carbono o el nitrógeno unido a la biomasa microbiana y la actividad de las enzimas del suelo” (AJWA *et al.*, 1999). En tanto, el establecimiento de prácticas agrícolas que permitan la disposición adecuada de desechos orgánicos, de diversos orígenes constituye una vía para reciclar tales residuos y así aminorar impactos negativos al ambiente, además que se convertirán en nutrimentos para las plantas y organismos del suelo.

Así mismo, puesto que “los microorganismos respiran continuamente y la tasa de respiración es un índice confiable de la tasa de crecimiento. Los factores que afectan el crecimiento también influyen en la respiración en el mismo grado. En tanto, la respiración metabólica de la comunidad de organismos asociados al detritus orgánico es el proceso que libera el carbono hacia la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub>. De esta manera, la respiración heterotrófica contribuye a la descomposición, junto a otros procesos como la humificación y la fragmentación del detritus” (CARMONA *et al.*, 2006).

Las “tasas de descomposición y liberación de los nutrientes están determinadas por la calidad de la materia orgánica. La calidad del material vegetal es definida por los constituyentes orgánicos y los contenidos de nutrientes. La calidad del carbono de un material orgánico depende de las proporciones del carbón soluble, la celulosa (hemicelulosa) y la lignina; en este caso la calidad se refiere a la energía disponible para los organismos descomponedores” (SÁNCHEZ *et al.*, 2008). “Durante las etapas iniciales de la descomposición de los materiales orgánicos recientemente incorporados hay un rápido aumento en el número de organismos heterótrofos, acompañado por la emisión de grandes cantidades de CO<sub>2</sub>” (HAVLIN *et al.*, 1999). “De esta manera la actividad microbiológica global también puede ser considerada como el reflejo del nivel energético de un medio dado. Esto se vincula a la degradación inmediata de las fracciones orgánicas lábiles presentes en el material añadido, con la consecuente producción de energía para el crecimiento de los microorganismos” (RIVERO y HERNÁNDEZ, 2001). Estos resultados coinciden con los obtenidos por STOTT *et al.* (1986), quienes indicaron que “las diferencias significativas en la descomposición de residuos, sólo son detectables como máximo hasta treinta días posteriores a la incorporación de los materiales orgánicos” (RIVERO y HERNÁNDEZ, 2001).

La “mineralización se puede determinar por medio de la tasa de liberación de CO<sub>2</sub>. Partiendo de materia orgánica fresca se presenta una etapa muy activa, que corresponde a la liberación de materiales orgánicos lábiles (azúcares, amino-azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos), seguida de una

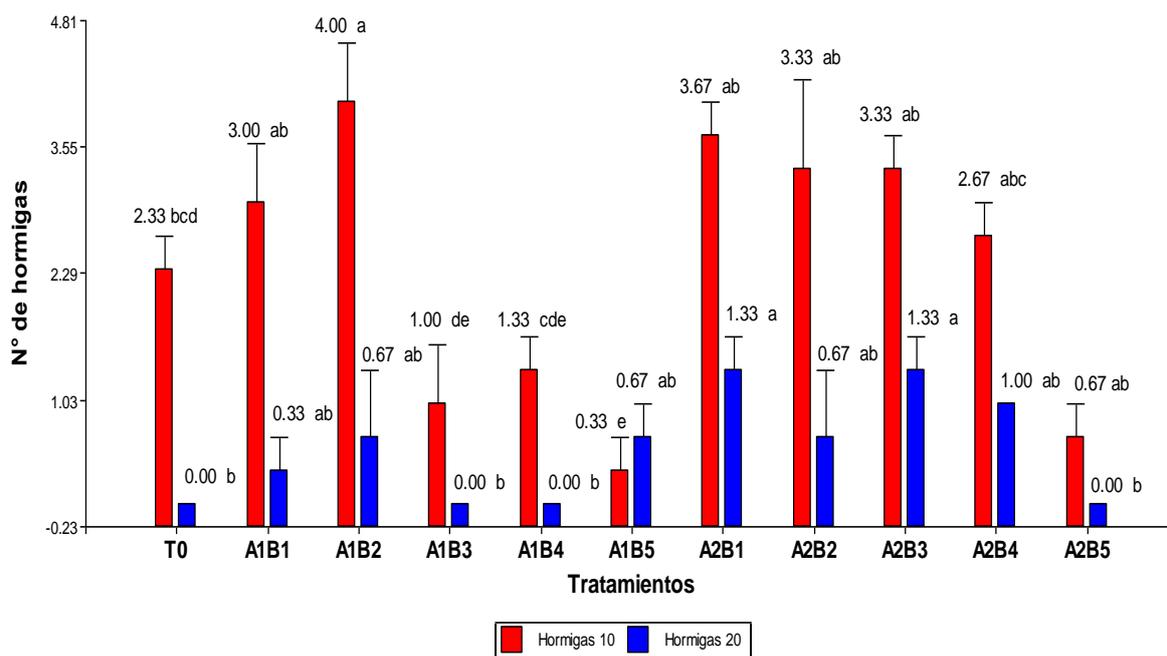
segunda etapa en la que la actividad biológica es decreciente. En ella se quedan los materiales recalcitrantes” (ACOSTA, 2006). La velocidad o tasa de mineralización de la materia orgánica expresa el porcentaje de carbono inicial que se mineraliza en un periodo de tiempo determinado; además, la mineralización constituye un indicador de la actividad biológica en un medio dado.

GUERRERO-ORTIZ, P. L. *et al.* (2012), estudiaron la “Respiración de CO<sub>2</sub> como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de *Lupinus*, con la finalidad de estudiar la mineralización de abonos orgánicos constituidos de *lupinus*, se estableció un ensayo de incubación durante 30 días en condiciones controladas de humedad y temperatura, para lo cual se realizaron mezclas de: *Lupinus montanus* Kunth verde y transformado como compost madura y vermicompost con suelo franco-arenoso (50 g de compost y vermicompost en 100 g de suelo, y 40 g de abono verde en 100 g de suelo). Los resultados obtenidos indicaron que el *lupinus* fresco fue el que presentó un mayor desprendimiento de CO<sub>2</sub>, mientras que el compost y el vermicompost presentaron menor acción de la biomasa microbiana, esto se puede atribuir a que los abonos orgánicos presentaron distintas etapas de descomposición ya que cada uno tuvo un proceso biológico donde el colapso físico y la transformación bioquímica de las moléculas de los complejos orgánicos de los materiales muertos se convirtieron en moléculas simples e inorgánicas” (JUMA, 1998).

#### 4.4. De los macroorganismos

##### 4.4.1. Presencia de hormigas (*Solenopsis* sp) a 10 y 20 cm de profundidad del suelo

El Cuadro 35, nos indica que solo a 10 cm de profundidad del suelo los tratamientos muestran diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ). En la figura 3, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que a una profundidad de 10 cm del suelo la presencia de hormigas estuvo dominado por el tratamiento  $A_1B_2$  (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol) el cual alcanzó el mayor promedio con 4 hormigas únicamente a los tratamientos  $T_0$  (testigo) y  $A_2B_5$  (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol) en quienes se obtuvieron promedios de 2.33 y 0.67 hormigas respectivamente. Así mismo, a 20 cm de profundidad con los tratamientos  $A_2B_1$  (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito) y  $A_2B_3$  (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china) se obtuvieron los mayores promedios con 1.33 y 1.33 hormigas respectivamente y los cuales superaron estadísticamente a los tratamientos  $T_0$  (testigo),  $A_1B_3$  (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china),  $A_1B_4$  (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) y  $A_2B_5$  (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol) en donde no se encontró la presencia de hormigas.

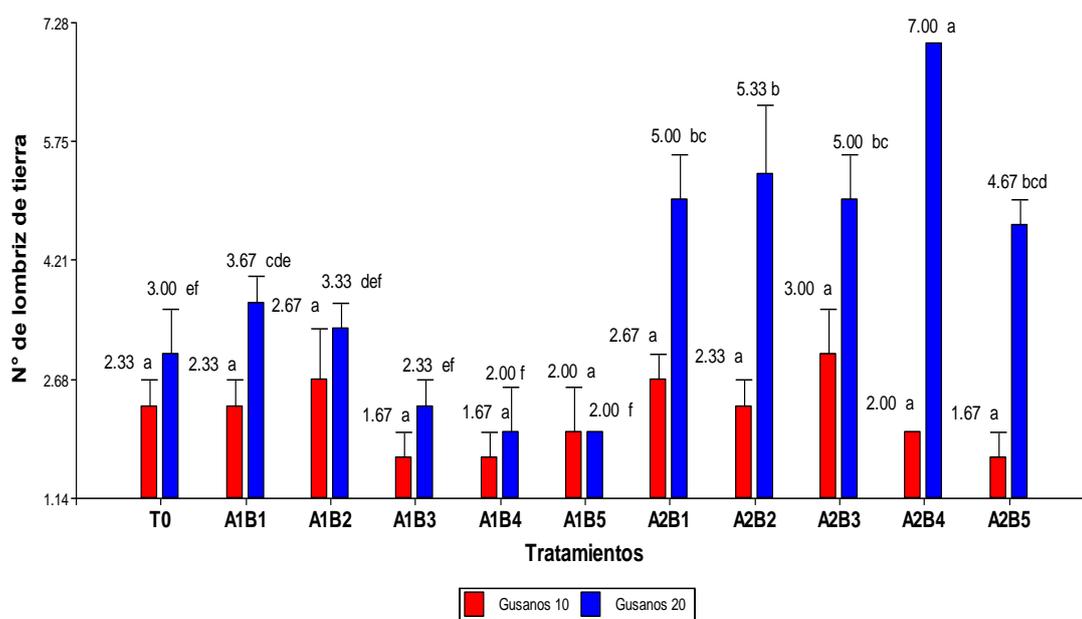


**Figura 3.** Prueba de Duncan ( $P < 0.05$ ) para promedios de tratamientos en la presencia de hormigas a 10 y 20 cm de profundidad del suelo

A1B 1	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A1B 2	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A1B 3	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A1B 4	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A1B 5	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
A2B 1	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A2B 2	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A2B 3	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A2B 4	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A2B 5	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
Test	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo

#### 4.4.2. Presencia de lombriz de tierra (*Pontoscolex corethurus*) a 10 y 20 cm de profundidad del suelo

El Cuadro 36, nos indica que a 20 cm de profundidad se evidenció la presencia de lombriz a un nivel de confianza de 99 %. En la figura 4, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que a 20 cm de profundidad del suelo con el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) se obtuvo el mayor promedio con 7 lombrices, superando estadísticamente a los demás tratamientos cuyos promedios variaron desde 2 lombrices para los tratamientos A<sub>1</sub>B<sub>4</sub> (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) y A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) hasta 5.33 lombrices.



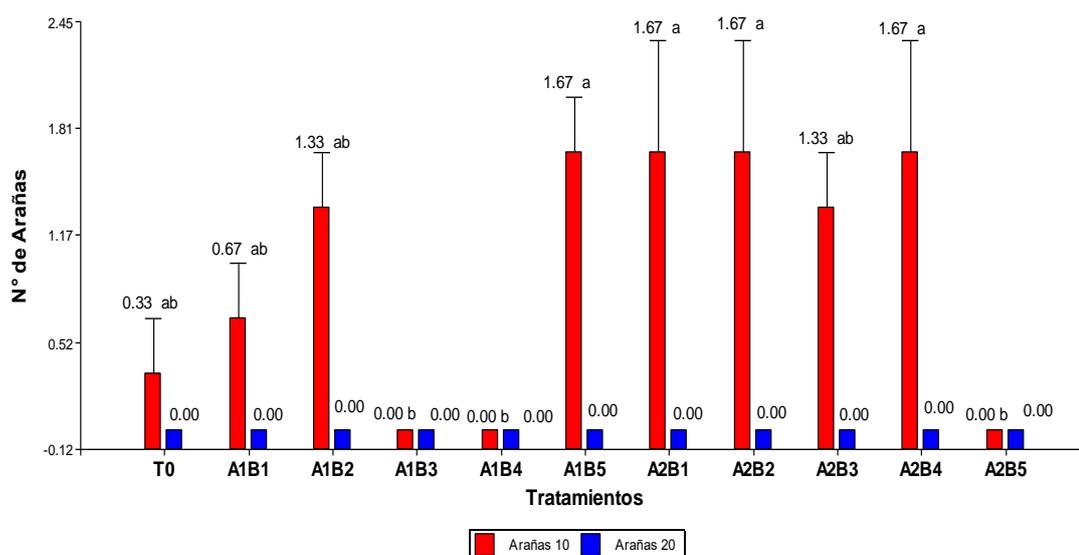
**Figura 4.** Prueba de Duncan ( $P < 0.05$ ) para promedios de tratamientos en la presencia de lombriz de tierra a 10 y 20 cm de profundidad del suelo.

A1B 1	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A1B 2	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A1B 3	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A1B 4	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A1B 5	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
A2B 1	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A2B 2	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A2B 3	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A2B 4	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A2B 5	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
Test	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo

La “mayor parte de la materia orgánica se encuentra cerca de la superficie del suelo, la parte aérea de las plantas que no se cosechan quedan en superficie y las raíces se convierten en materia orgánica cuando sus células pierden funcionalidad o mueren. La mesofauna del suelo (lombrices, insectos) incorporan los residuos más profundamente en el suelo por lo que la mayor concentración de MOS se da en los primeros 15-20 cm de suelo” (BALDOCK y SKJEMSTAD (1999).MORALES *et al.* (2002) menciona que “los macro invertebrados del suelo son importantes reguladores de muchos procesos del ecosistema, tiene efectos positivos en la conservación de la estructura del suelo; actúan sobre el microclima, la humedad y la aireación del suelo; activando o inhibiendo, a los microorganismos, y están directamente involucrados en la conservación y ciclado de nutrientes.

#### 4.4.3. Presencia de arañas (*Agelenopsis sp.*) a 10 y 20 cm de profundidad del suelo

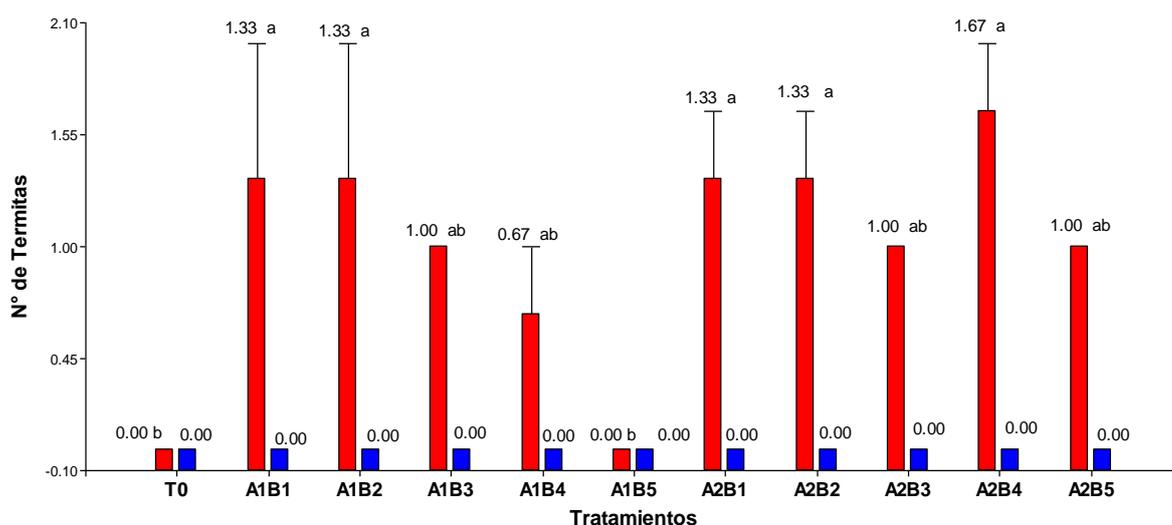
El cuadro 37, nos indica que solo a 10 cm de profundidad se evidenció la presencia de arañas a un nivel de confianza de 95 %. En la figura 5, sobre el test de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se observa que a 10 cm de profundidad del suelo, con los tratamientos A<sub>1</sub>B<sub>5</sub> (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol), A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x cebolla, lechuga y rabanito), A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Asociación cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol) y A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x a. cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito + cebolla china + frejol) se obtuvieron los mayores promedios y estadísticamente iguales entre sí con 1,67 arañas cada uno, superando estadísticamente a los tratamientos A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x a. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china), A<sub>1</sub>B<sub>4</sub> (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x a. cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito + frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) y A<sub>2</sub>B<sub>5</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x frejol) donde no se observaron la presencia de arañas.



**Figura 5.** Prueba de Duncan ( $P < 0.05$ ) para promedios de tratamientos en la presencia de arañas a 10 y 20 cm de profundidad del suelo

A1B 1	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A1B 2	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A1B 3	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A1B 4	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A1B 5	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
A2B 1	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A2B 2	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A2B 3	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A2B 4	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A2B 5	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
Test	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo

#### 4.4.4. Presencia de termitas (*Nasutitermes* sp) a 10 y 20 cm de profundidad del suelo



**Figura 6.** Prueba de Duncan ( $P < 0.05$ ) para promedios de tratamientos en la presencia de termitas a 10 y 20 cm de profundidad del suelo

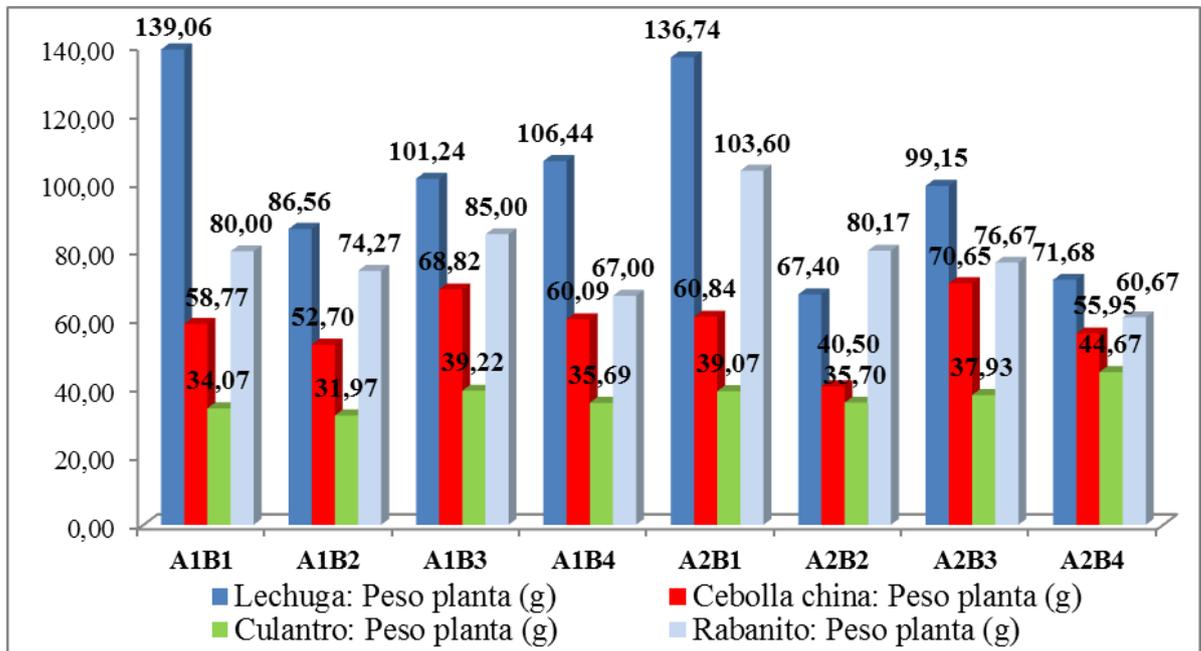
A1B 1	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A1B 2	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A1B 3	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A1B 4	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A1B 5	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
A2B 1	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A2B 2	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A2B 3	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A2B 4	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A2B 5	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
Tes t	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo

#### 4.5. Del rendimiento de los cultivos

En la figura 7, se observa que el rendimiento del cultivo de Lechuga varió desde 67.4 g hasta 139.06 g de peso por planta, obteniéndose los mayores rendimientos en los tratamientos A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito) y A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito) con 139.06 g y 136.74 g de peso por planta y con el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol) se obtuvo el menor promedio con 67.4 g de peso de la planta. Respecto al cultivo de la cebolla china, los valores promedio variaron desde 40.5 g hasta 70.65 g de peso de la planta, obteniéndose los mayores promedios con los tratamientos A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, lechuga más rabanito, rabanito + cebolla china) y A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, lechuga más rabanito, a.

rabanito + cebolla china) con promedios de 70.65 g y 68.82 g de peso de la planta y con el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y A. rabanito + frejol) se obtuvo el menor promedio con 40.5 g de peso de la planta. Los pesos promedios por planta del Culantro variaron desde 31.97 g para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> (40 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + frejol, A. lechuga + frejol y A. rabanito + frejol) hasta 44.67 g de peso por planta para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, rabanito+ cebolla china + frejol). Con el cultivo de Rabanito, los promedios variaron desde 60.67 g para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, rabanito+ cebolla china + frejol) hasta 103.6 g de peso para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito).

En su “proceso de descomposición y mineralización, aporta elementos nutritivos para las plantas (Scoones y Toulmin, 1998), incrementa la capacidad de intercambio de cationes del suelo, con lo que disminuyen las pérdidas de elementos nutritivos por lixiviación” (SMETTEM *et al.*, 1992).



**Figura 7.** Rendimiento promedio de los cultivos por tratamiento

A1B 1	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A1B 2	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A1B 3	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A1B 4	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A1B 5	40 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
A2B 1	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Cebolla, Lechuga y Rabanito
A2B 2	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x Asociación Cebolla china + frejol, asociación lechuga + frejol y asociación rabanito + frejol
A2B 3	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. cebolla china + culantro, a. lechuga más rabanito, a. rabanito + cebolla china.
A2B 4	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol.
A2B 5	80 Tn.ha <sup>-1</sup> x frejol
Test	0 Tn.ha <sup>-1</sup> + sin cultivo

## V. CONCLUSIONES

1. En efecto de los tratamientos con materia orgánica no definieron con claridad comportamientos diferenciados de consideración estadística en el PM los cuales variaron desde 18.5 hasta 21.15. Sin embargo, en general el efecto sobre la Capacidad de campo y el agua disponible se incrementaron con los tratamientos con materia orgánica.
2. Con el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x Cebolla china + culantro + frejol, a. lechuga + rabanito+ frejol, a. rabanito+ cebolla china + frejol) se obtuvieron los promedios más altos de % de M.O. (3.01 %), 0.14 % de N, 58.44 ppm de P, 175.5 ppm de K, 14.31 meq/100g de Ca<sup>+2</sup>, 2.07 meq/100g de Mg y 0.27 meq/100g de Na.
3. Con el Tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>4</sub> (80 Tn.ha<sup>-1</sup> x A. Cebolla china + culantro + frejol, A. lechuga + rabanito+ frejol, A. rabanito+ cebolla china + frejol) se obtuvieron los mejores promedios de BMS y RBS con 1478.02 µg C g<sup>-1</sup> y 43.05 C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> respectivamente.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Por los resultados obtenidos con la dosis de  $80 \text{ t/ha}^{-1}$  de biomasa de repollo morado se recomienda el uso para mejorar la calidad de suelo en los cultivos.
2. Se recomienda a los productores de hortalizas en especial, aplicar  $80 \text{ t/ha}^{-1}$  de biomasa de repollo morado e incorporarla al suelo para la obtener rendimientos adecuados, ambientalmente amigables y socialmente aceptables.
3. Se recomienda aplicar los tratamientos sugeridos en lugares con condiciones climáticas similares al del terreno experimental de este proyecto, considerando la identificación de microorganismos en el suelo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACOSTA, Y., J. CAYAMA, E. GÓMEZ, N. REYES, D. ROJAS Y H. GARCÍA. (2006). Respiración microbiana y prueba de fitotoxicidad en el proceso de compostaje de una mezcla de residuos orgánicos. *Multiciencias* 6: 220-227.
2. AJWA, H. A., C. J. DELL., AND C. W. RICE. (1999). *Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilization*. *Soil Biol. Biochem.* 31: 769-777.
3. ALICIA C. VILLAR, L.A.C., ZAVALETA-MEJIA, E. Y GARCIA (1990). *Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas (Brassicaceae) sobre fitopatógenos del suelo. II. Efecto de la incorporación de col y brócoli sobre la pudrición blanca (Sclerotium cepivorum BERK) de la cebolla, bajo condiciones de invernadero*. *Revista mexicana de fitopatología* 8: 160-165.
4. ALTAMIRANO, F. M.; CABRERA, C. C. (2006). *Estudio comparativo para la elaboración de composta por técnica manual*. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG* 9 (17): 75-84.
5. ALVARADO-FUENTES, J., C. CANTERO-MARTÍNEZ, M. V., LÓPEZ, K. PAUSTIAN, K. DENEFF, C. E. STEWART, AND J. L. ARRU. (2009). *Soil aggregation and soil organic carbon stabilization: effects of management in semiarid mediterranean agroecosystems*. *Soil Sci. Soc. J.* 73:1519-1529.
6. ANGELLA, G.; FRIAS, C; SALGADO, R. (2016). *Conceptos básicos de las relaciones Suelo – Agua – Planta*. Estación experimental Agropecuaria Santiago del Estero. INTA Ediciones. ISSN: N° 1850 – 4086. N° 93 octubre 2016. 34 p.
7. AÑEZ, B.; ESPINOZA, W. (2002). *Fertilización química y orgánica, efectos interactivos o independientes sobre la producción de zanahoria*. *Rev. Forest. Venez.* 46(2): 47-54.
8. APARCANA, S., JANSEN, A. (2008). *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “fermentación anaeróbica” para producción*

de biogás. German ProfEC GmbH y German ProfEC-Perú SAC (Consultora profesional de energía y medio ambiente).

9. BALDOCK, J. A. AND SKJEMSTAD, J. O. (1999). *Soil organic carbon/soil organic matter. In 'Soil Analysis: an Interpretation Manual.* (Eds K. I. Peverill, L. A. Sparrow, and D. J. Reuter.) pp. 159-170. (CSIRO Publishing: Collingwood).
10. BATJES, N. H. (1996). *Total carbon and nitrogen in the soils of the world.* Eur J Soil Sci. 47: 63-151.
11. BENITES, J. (2008). *Evaluación visual del suelo* (Disponible en [www.incagro.gob.pe /...aa.../ Resumen \\_EVS\\_ Ponencia\\_Benites.pdf](http://www.incagro.gob.pe/...aa.../Resumen_EVS_Ponencia_Benites.pdf) - ).
12. BENZING, A. (2001). *Agricultura Orgánica.* Villingen – Schwenningen, Alemania, Neckar – Verlag. 682 p.
13. BERTUGLIA, A. Y CALATRAVA, J. (2006): «*Factors Related to the Adoption of Good Agrarian Practices (GAP) in Plastic Covered Horticulture of Southeastern Spain*»; *International Association of Agricultural Economists. Annual Meeting, August 12- 18, 2006, Queensland, Australia.*
14. BOLAÑOS, C. E. A. (2002). *Determinación del tiempo óptimo de estabilización de Bocashi elaborados con desechos de fincas del trópico húmedo de Costa Rica.* Tesis de licenciatura. Universidad HEARTH. Guácimo Costa Rica.
15. BUSTAMANTE, H. (1986). *Potencial del agua del suelo.* Revista Facultad Nacional de Agronomía vol. XXXIX - No. 2. 12 p.
16. CAMPOS, I. (2010). *La macrofauna del suelo como indicador biológico en diferentes usos de suelos agrícolas en el Caserío Los Milagros – Aucayacu.* Tesis ing. En Recursos Naturales Renovables Mención Conservación de Suelos y Agua. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 82p.
17. CARRASCO J. ET AL (2006) Soluciones biológicas tierraadentro INIA-
18. CARMONA, M., M. AGUILERA, C. PÉREZ, E. I. SEREY. (2006). *Actividad Respiratoria en el horizonte orgánico de suelos de ecosistemas forestales del centro y sur de Chile.* Gayana Bot. 63: 1-12.

19. CASTELLANOS, J. Z.; UVALLE-BUENO. J. X.; AGUILAR.SANTELISES, A. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. 2da ed. INCAPA, San Miguel de Allende, MEX.
20. CLEARFIELD, F. (1983). «*Adoption of Conservation Practices: Review and new findings*»; Paper presented at the Annual Meeting of the Rural Sociological Society, Lexington, Kentucky.
21. CONTRERAS, P. E. E. (2009): *Efecto de la pulpa de café y la fertilización química en el rendimiento y en la microfauna del cultivo de café (Coffea arabica L)* Tesis Ing. Agron. Facultad de Agronomía. UNAS-Tingo María. Pp. 84.
22. DÍAZ, P. M. (2009). *Producción-descomposición de hojarasca y macroinvertebrados fragmentadores en cuatro agroecosistemas de la cuenca del río La Vieja*. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Maestría en Ecotecnología. Pereira 2009. Pp. 109.
23. DORAN, J. W. AND PARKIN, T. B. (1994). *Defining and assessing soil quality*. In "Defining soil quality for a Sustainable Environment" (J. W. Doran D. C. Coleman, D.F. Bezdicsek, and B. A. Stewart Eds.) p. 3-21. SSSA.SpecPubl.Nº 35, Soil Sci. Soc. Am. Inc. and Am. Soc. agron. Inc. madison, WI.
24. ERVIN, C. A. Y ERVIN, D. E. (1998). «*Factors affecting the use of soil conservation practices: hypothesis, evidence and policy implications*»; *Land Economic*, 58(3); pp. 277-292.
25. EVERETT, R. M. (1995). *Diffusion of innovations. Fourth Edition*. ISBN 0-02-874074-2 {cloth}.-ISBN 0-02-926671-8.
26. FEDER, G. Y UMAL, I. (1993). «*The adoption of agricultural innovations. A review*»; *Technol Forecast Soc Change* (43); pp. 215-239.
27. FERNANDEZ, J.; BEACH, E. D. Y HUANG, W. (1994). «*The adoption of IPM techniques by vegetables growers in Florida, Michigan and Texas*»; *Journal of Agricultural and Applied Economics* (26); pp. 158-172.
28. FLORES, L. (2010). *Manual de procedimientos analíticos*. Universidad Autónoma de México.

29. GARCÍA, A. Y RIVERO, C. (2008). *Evaluación del carbono microbiano y la respiración basal en respuesta a la aplicación de lodo papelerero en los suelos de la Cuenca del Lago de Valencia, Venezuela*. Rev. Fac. Agron. (Maracay) 34: 215-229.
30. GÓMEZ, I.; FERNÁNDEZ, J. L.; OLIVERA, Y.; ARIAS, R. (2007). *Efecto del estiércol vacuno en el establecimiento y la producción de semillas de *Teramnus labialis**. Pastos y forrajes 30 (2): 213-219.
31. GÓMEZ, T. A. N. (2008). *Elaboración de abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca *Ocimum basilicum* L.* Tesis de licenciatura. Universidad Javeriana facultad de ciencias. Bogotá D.C.
32. GUERRERO-ORTIZ, P. L.; QUINTERO-LIZAOLA, R.; ESPINOZA-HERNÁNDEZ, V.; BENEDICTO-VALDÉS, G. C.; SÁNCHEZ-COLÍN, M. DE J. (2012). *Respiración de CO<sub>2</sub> como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de *Lupinus** Terra Latinoamericana, vol. 30, núm. 4, 2012, pp. 355-362. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. 9 p.
33. HAVLIN, J. L., J. D. BEATON, S. L. TISDALE, AND W. L. NELSON. (1999). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management*. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA.
34. HERNÁNDEZ, R. O. A.; LEOPOLDINA, O. D.; LÓPEZ, D. J. C.; ARRAS, V. A. (2010). *Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo*. Tecnociencia Chihuahua 4(1): 1-6.
35. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA (INIA). (2008). *Tecnologías Innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Preparación y uso de compost*. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Perú.
36. JULCA ALBERTO-OTINIANO; LILIANA MENESES-FLORTIAN; RAUL BLAS-SEVILLANO; SEGUNDO, BELLO-AMEZ. (2006). *La material orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura*. IDESIA (Chile). Vol. 24 N° 1; 49-61.

37. JUMA, N. G. (1998). *The pedosphere and its dynamics: A systems approach to soil science*. Quality Color. Press Inc. Edmonton, Canadá.
38. KRARUP, N. (2008). "Perspectivas hortícolas de la IX Región". En: Seminario perspectivas hortofrutícolas para la IX Región, CORFO. Temuco. Chile. 198 p.
39. LAO, M., A. PAZ, AND H. M. BEN. (2004). *Organic matter and aggregate size interactions in infiltration, seal formation and soil loss*. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:935-942.
40. LAL, I. (2004). *Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security*. Science 304: 1623-1627.
41. LARSON, W. E. AND PIERCO, F. J. (1991). *Conservation and enhancement of soil quality In "Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World"* vol. 2 technical Papers (J. Dumanski, E. Pushparajah, M. Latham, and R. Myers, Eds.). pp 175-303. Proc. Int. Workshop, Chiang Rai. Thailand. Pp 15-21 Int Board for Soil Res. and Management, Bangkok.
42. LINARES, D. (2007). *Macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso en el Parque Nacional Tingo María*. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 49 p.
43. LOCKIE, S.; MEAD, A.; VANCLAY, F. Y BUTHER, B. (1995): «*Factors encouraging the adoption of more sustainable crop rotations in south-east Australia: Profit, sustainability, risk and stability*»; Journal of Sustainable Agriculture, 6(1); pp. 61-79.
44. LÓPEZ, M. J. D.; DÍAZ, E. A.; MARTÍNEZ, R.E.; VALDEZ, C. R. (2001). *Abonos orgánicos y su efecto propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz*. Terra latinoamericana 19 (4):293-299.
45. MORALES-MÁRQUEZ. J., Y SARMIENTO, L. (2002). *Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el Páramo Venezolano*. Ecotrópicos, Venezuela. 15(1):99-110.

46. MORALES-PAYÁN, J. P, BRUNNER, B, FLORES, L .Y MARTÍNEZ, S. (2011). *Proyecto de Agricultura Orgánica Z-NRCS-007*. Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales. Estación Experimental Agrícola de Lajas. Recuperado el 25 de noviembre del 2014, del sitio web: <http://prorganico.info/cilantrillo.pdf>.
47. MORRIS, C.; POTTER, C. (1995). *Recruiting the new conservationists: farmers' of agri-environmental schemes in the UK*. *Journal of Rural Studies* 11: 51–63.
48. NIETO, G. A.; MURILLO, A. B.; TROYO, D. E.; LARRINAGA, M. J. A.; GARCÍA, H. J. L. (2002). *El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (Capsicum annum L.) en zonas áridas*. *Interciencia* 27(8): 417-421.
49. NOWAK, P. J. (1987). «*The adoption of agricultural conservation technologies: Economic and diffusion explanations*»; *Rural Sociology*, 52(2); pp. 208-220.
50. NORRIS, P. E. Y BATIE, S. S. (1985). *Factors influencing the adoption of soil conservation practices: A Virginia Case Study*. Paper presented at the Annual Meeting of the Rural Sociological Society, Blacksburg, Virginia.
51. OADES, J. M. (1993). *The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure*. *Geoderma* 56:377-400.
52. OCHOA, M. E; FIGUEROA, V. U; CANO, R.; P. RANGEL, P; MORENO, R; RODRÍGUEZ, D. (2009). *Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero*. *Revista Chapingo*. 15 (3): 245-250.
53. OLDEMAN, L. R., Y VAN LYNDEN G. W. J. (1998). *Revisiting the Glasod Methodology*. pp. 423-440. In: R. Lal et al. (eds.) *Methods for Assessment of Soil Degradation*. Advances in Soil Science. CRC Press Boca Raton, Florida, USA.
54. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). (1991). *Manejo del suelo. Producción*

*y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales.* Roma. 312 pp.

55. PASHANASI, B. (2001). *Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonia Peruana.* Folia Amazónica, Perú. 1-2(12):75-97.
56. PRENTICE, I. C; FARQUHAR, G. D; FASHAM, M. J. R; GOULDEN, M. L; HEIMANN, M; JARAMILLO, V. J; KHESHGI, H. S; LE QUÉRÉ, C; SCHOLLES, R. J; WALLACE, D. W. R. (2001). *The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide.* In: Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C.A., editors. *Climate change: the scientific basis.* Cambridge (UK): Cambridge Univ. Press. pp. 183-237 147.
57. RAISON, R. I., AND M. A. RABS. (2001). *Guiding concepts for the application of indicators to interpret change in soil properties and processes in forests.* In: R.J. Raison et al., editors, *Criteria and indicators for sustainable forest management.* Vol. 7. CAB International and International Union of Forestry Research Organizations, Wallington, GBR. p. 215-258.
58. RAMÍREZ, P. R. (2005). *Tesis de licenciatura.* Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
59. RAMÍREZ, S. L. F.; ALCÁNTAR, G. G.; ORTEGA, E. M.; ESCALANTE, E. A; SOTO, H. M.; SÁNCHEZ, G. P. (1998). *Fertilización foliar orgánica e inorgánica y rendimiento de sorgo en condiciones de salinidad.* Terra latinoamericana 16 (3):205-210.
60. REÁTEGUI, H. (2009). *Efecto de los sistemas de uso en los macro invertebrados bajo cinco condiciones en el distrito de Rupa Rupa.* Tesis Ing. Recursos naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 64 p.
61. RESTREPO, R. J. (1996). *Abonos Orgánicos Fermentados.* Experiencias de Agricultores en Centroamérica y Brasil. Pág. 21-24.

62. RESTREPO, J. (2007). *Abonos orgánicos fermentados*. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. OIT, PSST-AcyP; CEDECE. 51 P.
63. RIVERO, C. Y HERNÁNDEZ., E. (2001). *Efecto de la aplicación de dos tipos de compost en la evolución de CO<sub>2</sub> y la actividad de fosfatasa en un suelo*
64. RUIZ, V. A; CAÑIZA, F. ROMERO, F; NOGUERA, I; DUART, P. (2008). *Efecto de diferentes dosis de estiércol vacuno en el rendimiento del rabanito (*Raphanus sativus L.*)*. Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
65. RUIZ, C.; RUSSIAN, T.; TUA, D. (2007). *Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla*. *Agronomía Trop.* 57 (1):7-14.
66. RYAN, B. Y GROSS, N.C. (1943): «*The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities*». *Rural Sociology* 8: 15-24
67. SALTIEL, J.; BAUDER, J. W. Y PALAKOVICH; S. (1994). «*Adoption of sustainable agricultural practices: diffusion, farm structure and profitability*»; *Rural Sociology*, 59(2); pp. 333-349.
68. SÁNCHEZ, C. (2003). *Abonos orgánicos y lombricultura*. Ediciones Ripalme. Lima, Perú. 136 p.
69. SÁNCHEZ, S., G. CRESPO, M. HERNÁNDEZ Y Y. GARCÍA. (2008). *Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en pastizales*. *Pastos Forrajes* 31: 99-108.
70. SAÑA, J., MORÉ, J. C. Y COHÍ, A. (1996). *La gestión de la fertilidad de los suelos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.
71. SCOONES, I., AND C. TOULMIN. (1998). *Soil nutrient balances: what use for policy?* *Agric. Ecosyst. Environ.* 71:255-267.
72. SCHNITZER, M.; KHAN, S. U. *HUMIC SUBSTANCES IN THE ENVIRONMENT*. MARCEL DEKKER: NEW YORK, (1972).
73. SMETTEM, K. R. J., S.A. ROVIRA, B. R. WACE, AND A. SIMON. (1992). *Effect of tillage and crop rotation on the surface stability and chemical properties of a red-brown earth (Alfisol) under wheat*. *Soil Till. Res.* 22:27-40.

74. STOTT, T; ELLIOTT, L; PAPENDICK, R; CAMPBELL, R. (1986). *Low temperature or low water potential effects on the microbial decomposition of wheat residue*. Soil Biology Biochemistry. 18: 577-582.
75. TAPIA-CORAL. S. (2004). *Macro-Invertebrados do solo e estoques de carbono e nutrientes em diferentes tipos de vegetação de terra firme na Amazônia Peruana*. Tesis de Doutorado. INPA/UFAM. Manaus. 138 p.
76. TAPIA-CORAL. S., B. PASHANASI, D. DEL CASTILLO. (2002). *Estudio Preliminar de la Macrofauna del suelo en áreas de varillales y chamizales de la amazonía peruana*. Folia Amazonica Vol., 13: 1-2
77. TORRES, E. (2006). A producir: *"Producción y comercialización de frijol-Mollepata"*. Micro corredor socio económico Tayacaja-Huancavelica. FONCODES. Huancayo, Perú. del sitio web: <http://agropecuarios.net/cultivo-de-cilantro.html>.
78. VALENTIN, L.; BERNARDO, D. J. Y KASTENS, T. L. (2004): «*Testing the empirical re- «Testing the empirical relationship between Best Managment Practice adoption and farm profitability»*; Review agricultural economics, 26(4); pp. 489-504.
79. VAN ES, J. (1983). *The adoption/diffusion tradition applied to resourch conservation: inappropied use of existing knowledge: The Rural Sociologist*, 3(2): pp. 111-125.
80. VELA, M. (2009). *Macrofauna del suelo en 3 sistemas diferentes de uso de la tierra en San Martin*. Tesis para optar el Título de Ing. en.. Recursos naturales Renovables UNAS. 70 pp.
81. ZAMORA, F.; TUA. D.; TORRES D. (2008). *Evaluación de cinco f orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del ~" papa (Solanum tuberosum L.)*. Agronomía Trop. 58(3): 23:

## **VIII. ANEXOS**

**Cuadro 7.** Análisis de la Varianza para el Punto de Marchitez (PM).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	49.05	1	49.05	7.26	0.0225
Tratamientos	118.02	10	11.80	1.75	0.1964N.S.
Error	67.58	10	6.76		
Total	234.65	21			

$R^2 = 71\%$                       C.V. = 14.63%

**Cuadro 8.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de PM por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B5	21.15	a
A2B4	19.75	a
A1B2	19.25	a
A2B1	19.10	a
TESTIGO	18.50	a
A2B3	18.00	a b
A2B2	17.68	a b
A1B5	17.50	a b
A1B1	17.00	a b
A1B3	15.50	a b
A1B4	12.00	b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Cuadro 9.** Análisis de la Varianza para la Capacidad de campo (CC).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	3.09	1	3.09	2.00	0.1880 N.S.
Tratamientos	52.45	10	5.25	3.39	0.0335 *
Error	15.46	10	1.55		
Total	71.00	21			
$R^2 = 78\%$		C.V. = 4.7%			

**Cuadro 10.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de CC por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A1B5	28.00	a
A2B1	28.00	a
A2B4	27.15	a
A2B5	27.15	a
A1B3	27.00	a b
A2B3	26.68	a b c
A1B2	25.50	a b c
A2B2	25.15	b c d
A1B4	24.00	c d
A1B1	23.75	d
TESTIGO	18.50	d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 11.** Análisis de la Varianza para el agua disponible (AD).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	5.71	1	5.71	0.69	0.4265
Tratamientos	260.42	10	26.04	3.13	0.0430 *
Error	83.14	10	8.31		
Total	349.28	21			

$R^2 = 76\%$  C.V. = 2.67

**Cuadro 12.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de AD por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A1B4	114.30	a
A1B3	111.58	a b
A2B3	110.93	a b c
A1B1	110.39	a b c
A1B2	109.35	a b c d
A1B5	107.30	a b c d
A2B4	106.74	b c d
A2B5	105.44	b c d
A2B2	104.71	b c d
A2B1	104.16	c d
TESTIGO	102.76	d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 13.** Análisis de la Varianza para la Velocidad de Infiltración (VI).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	2.57	1	2.57	1.83	0.2062
Tratamientos	73.37	10	7.34	5.22	0.0077 **
Error	4.06	10	1.41		
Total	90.00	21			
R <sup>2</sup> = 84%		C.V. = 6.48%			

**Cuadro 14.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de VI por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A1B4	21.00	a
A1B3	19.86	a b
A1B5	19.68	a b
A1B1	19.50	a b
A1B2	19.14	a b c
A2B3	18.72	a b c
A2B4	18.68	a b c
A2B5	17.62	b c
A2B1	16.32	c d
A2B2	16.32	c d
TESTIGO	14.52	d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 15.** Análisis de la Varianza para el pH.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0.28	1	0.28	51.64	<0.0001
Tratamientos	0.06	10	0.01	1.15	0.4148 N.S.
Error	0.05	10	0.01		
Total	0.40	21			

$R^2 = 86\%$      $C.V. = 1.08\%$

**Cuadro 16.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de pH por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	6.95	a
A2B3	6.87	a b
A1B5	6.85	a b
A1B2	6.83	a b
A1B4	6.81	a b
TESTIGO	6.81	a b
A2B2	6.79	a b
A2B5	6.78	a b
A2B1	6.78	a b
A1B1	6.78	a b
A1B3	6.75	b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 17.** Análisis de la Varianza para el Porcentaje de Materia Orgánica (%M.O.).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0.09	1	0.09	1.80	0.2090
Tratamientos	2.11	10	0.21	4.10	0.0181 *
Error	0.52	10	0.05		
Total	2.72	21			
$R^2 = 81\%$	C.V. = 9,25%				

**Cuadro 18.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de %M.O. por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	3.01	a
A1B4	2.99	a b
A2B1	2.66	a b c
A2B3	2.56	a b c d
A1B5	2.45	b c d
A1B1	2.43	c d
A1B2	2.28	c d
A2B5	2.23	c d
A2B2	2.20	c d
A1B3	2.15	c d
TESTIGO	2.05	d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 19.** Análisis de la Varianza para el Porcentaje de Nitrógeno (%N).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	5.5E-04	1	5.5E-04	11.00	0.0078
Tratamientos	3.0E-03	10	3.0E-04	6.09	0.0043 **
Error	5.0E-04	10	5.0E-05		
Total	4.1E-03	21			

$R^2 = 88\%$     C.V. = 6.45%

**Cuadro 20.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de %N por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	0.14	a
A2B1	0.12	a b
A2B3	0.12	a b
A1B4	0.12	b c
A1B1	0.11	b c d
A1B5	0.11	b c d
A1B2	0.11	b c d
A2B5	0.10	c d
A2B2	0.10	c d
TESTIGO	0.10	d
A1B3	0.10	d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 21.** Análisis de la Varianza para el contenido de Fosforo (P en ppm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	65.12	1	65.12	10.00	0.0101
Tratamientos	1626.03	10	162.60	24.97	<0.0001 **
Error	65.11	10	6.51		
Total	1756.26	21			

R<sup>2</sup> = 96%      C.V. = 6.32%

**Cuadro 22.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de P (ppm) por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	58.44	a
A2B1	48.84	b
A2B5	48.78	b
A2B3	47.50	b
A1B5	38.35	c
A1B2	36.90	c d
A2B2	34.19	c d
A1B1	33.43	c d
A1B4	33.25	c d
A1B3	33.22	c d
TESTIGO	30.94	d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 23.** Análisis de la Varianza para el contenido de Potasio (K en ppm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	237.54	1	237.54	1.89	0.1996
Tratamientos	3140.98	10	314.10	2.50	0.0827 N.S.
Error	1258.86	10	125.89		
Total	4637.38	21			

$R^2 = 73\%$  C.V. = 7.03%

**Cuadro 24.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de K (ppm) por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A1B5	176.45	a
A2B4	175.50	a
A2B5	170.81	a
A1B2	166.31	a b
A2B1	161.11	a b c
A2B3	159.96	a b c
A1B4	159.81	a b c
A1B1	155.30	a b c
A1B3	150.76	a b c
A2B2	142.43	b c
TESTIGO	137.93	c

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Cuadro 25.** Análisis de la Varianza para el contenido de Calcio ( $\text{Ca}^{+2}$  meq/100g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0.69	1	0.69	0.86	0.3749
Tratamientos	97.18	10	9.72	12.19	0.0002 **
Error	7.97	10	0.80		
Total	105.84	21			

$R^2 = 92\%$                       C.V. = 9.56%

**Cuadro 26.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de  $\text{Ca}^{+2}$  (meq/100g) por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	14.31	a
A2B1	11.30	b
A2B5	10.73	b c
A2B3	9.96	b c d
A1B2	9.26	b c d e
A2B2	9.00	c d e f
A1B5	8.88	c d e f
A1B4	8.01	d e f g
A1B3	7.73	e f g
A1B1	7.06	f g
TESTIGO	6.54	g

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 27.** Análisis de la Varianza para el contenido de Magnesio ( $Mg^{+2}$  meq/100g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	0.07	1	0.07	1.66	0.2261
Tratamientos	2.79	10	0.28	7.08	0.0024 **
Error	0.39	10	0.04		
Total	3.24	21			

$R^2 = 88\%$  C.V. = 14.33%

**Cuadro 28.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de  $Mg^{+2}$  (meq/100g) por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	2.07	a
A2B5	1.91	a b
A2B3	1.55	b c
A1B5	1.55	b c
A1B2	1.34	c d
A1B4	1.34	c d
A2B2	1.33	c d
A2B1	1.19	c d e
TESTIGO	1.18	c d e
A1B3	1.04	d e
A1B1	0.76	e

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 29.** Análisis de la Varianza para el contenido de Sodio (Na<sup>+</sup> en meq/100g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	3.1E-03	1	3.1E-03	4.08	0.0709
Tratamientos	0.04	10	3.6E-03	4.73	0.0110 *
Error	0.01	10	7.5E-04		
Total	0.05	21			

R<sup>2</sup> = 84%    C.V. = 14.37%

**Cuadro 30.** Test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para promedios de Na<sup>+</sup> (meq/100g) por tratamiento.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	0.27	a
A2B3	0.25	a b
A2B5	0.21	a b c
A2B1	0.21	a b c
A2B2	0.20	b c d
A1B2	0.19	b c d e
A1B4	0.18	c d e
A1B1	0.17	c d e
A1B3	0.17	c d e
A1B5	0.14	d e
TESTIGO	0.13	e

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 31.** Análisis de la Varianza la Biomasa microbiana (BMS) en  $\mu\text{g C g}^{-1}$ 

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	98968.49	1	98968.49	10.04	0.0100
Tratamientos	252325.96	10	25232.60	2.56	0.0771 N.S.
Error	98568.91	10	9856.89		
Total	449863.36				

$R^2 = 78.0\%$  C.V. = 8.03%

**Cuadro 32.** Test Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de Tratamientos en BMS expresado en  $\mu\text{g C g}^{-1}$ .

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	1478.02	a
A2B3	1349.05	a b
A2B2	1344.85	a b
A2B5	1258.85	a b
A1B3	1236.35	b
A1B4	1205.35	b
A1B5	1161.65	b
A2B1	1154.60	b
A1B1	1144.75	b
A1B2	1133.50	b
TESTIGO	1133.45	b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 33.** Análisis de la Varianza para la Respiración Basal (RBS) expresado en C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	2984.73	1	2984.73	14.77	0.0032
Tratamientos	126.89	10	112.69	0.56	0.8145 N.S.
Error	2020.87	10	202.09		
Total	6132.50	21			

R<sup>2</sup> = 67.0% C.V. = 46.42%

**Cuadro 34.** Test Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para promedios de Tratamientos en RBS expresado en C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

Tratamientos	Medias	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
A2B4	43.05	a
A2B3	40.43	a
A1B5	40.35	a
A2B5	33.97	a
A2B2	29.71	a
A1B1	27.30	a
A1B3	25.46	a
A1B4	24.56	a
A2B1	24.48	a
A1B2	23.90	a
TESTIGO	23.66	a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).*

**Cuadro 35.** Análisis de varianza para la presencia de hormigas a 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo.

F.V.	10 cm			20 cm		30 cm	
	gl	SC	p-valor	SC	p-valor	SC	p-valor
Repeticiones	2	3.70	0.0634	0.55	0.4935	0	
Tratamientos	10	50.00	<0.0001**	8.18	0.0645 N.S.	0	
Error	20	11.64		7.45		0	
Total	32	65.33		16.18		0	
R <sup>2</sup> =82%		C.V.=32.69%		R <sup>2</sup> =54%		C.V.=111.93%	

**Cuadro 36.** Análisis de varianza para la presencia de gusanos a 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo.

F.V.	10 cm			20 cm		30 cm	
	gl	SC	p-valor	SC	p-valor	SC	p-valor
Repeticiones	2	0.06	0.9478	3.15	0.1002	0.24	0.6620
Tratamientos	10	6.18	0.4098 N.S.	76.55	<0.0001**	9.33	0.0121*
Error	20	11.27		12.18		5.76	
Total	32	17.52		91.88		15.33	
R <sup>2</sup> =36%		C.V.=33.94%		R <sup>2</sup> =87%		C.V.=19.81%	
				R <sup>2</sup> =62%		C.V.=40.24%	

**Cuadro 37.** Análisis de varianza para la presencia de arañas a 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo.

F.V.	10 cm		20 cm		30 cm		
	gl	SC	p-valor	SC	p-valor	SC	p-valor
Repeticiones	2	1.15	0.3425		0		0
Tratamientos	10	16.55	0.0119 *		0		0
Error	20	10.18			0		0
Total	32	27.88			0		0

R<sup>2</sup>=63%      C.V.=75.95%

**Cuadro 38.** Análisis de varianza para la presencia de termitas a 10, 20 y 30 cm de profundidad del suelo.

F.V.	10 cm		20 cm		30 cm		
	gl	SC	p-valor	SC	p-valor	SC	p-valor
Repeticiones	2	0,06	0.92.68		0		0
Tratamientos	10	8.97	0.0579 N.S.		0		0
Error	20	7.94			0		0
Total	32	16.97			0		0

R<sup>2</sup> = 53%      C.V. = 64.97%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 2/11/2017  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
**TO: ENSAYO INICIAL**

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
TO	53	31	16	F Arc Aren	6.99	113.3	1.96	0.1	30.63	136.23	7.9	6.32	1.12	0.3	0.1	0	0	100	0

Ph	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
6.99	113.25	1.96	0.0882	30.63	136.23	6.32	1.12	0.1	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.37 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	29.1	kg/ha	N		kg/ha	29.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.6	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	9.6	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	125.4	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	125.4	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	24.8	kg/ha	MgO		kg/ha	24.8	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	193.9	kg/ha	CaO		kg/ha	193.9			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	29.1	kg/ha	N		kg/ha	29.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.6	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	9.6	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	125.4	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	125.4	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	24.8	kg/ha	MgO		kg/ha	24.8	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	193.9	kg/ha	CaO		kg/ha	193.9			kg/ha	0	g/planta



Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 8.** Análisis de suelos general inicial



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A1B1**

ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A1B1	53	19	28	F Are	6.94	166.3	2.3	0.1	36.23	145.23	8.9	7.56	0.86	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
6.943	166.3	2.3	0.1035	36.23	145.23	7.56	0.86	0.15	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.44 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	35.9	kg/ha	N		kg/ha	35.9	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.9	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	140.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	140.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	20.0	kg/ha	MgO		kg/ha	20.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	243.9	kg/ha	CaO		kg/ha	243.9			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	35.9	kg/ha	N		kg/ha	35.9	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.9	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	140.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	140.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	20.0	kg/ha	MgO		kg/ha	20.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	243.9	kg/ha	CaO		kg/ha	243.9			kg/ha	0	g/planta



Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de Isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 9.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

**A1B1**

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		VI cm/h Altura/Tiempo
	PM=CC*0.74-5	CC=(PF-PS)/PS*100													
A1B1	53	19	28	F Arc Are	22	24.5	2.39	1.44	106.5	13.5	23	5	1.69	20.28	39.75

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 10.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A1B2**  
 ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Ac. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{K}^{+}$	$\text{Na}^{+}$	$\text{Al}^{+3}$	$\text{Al}^{+3} + \text{H}^{+1}$		
A1B2	52	24	24	F Arc Are	6.93	141	2	0.1	38.56	156.25	11	8.96	1.12	0.4	0.1	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{Na}^{+}$	$\text{Al}^{+3}$	$\text{Al}^{+3} + \text{H}^{+}$
6.931	141	2	0.09	38.56	156.25	8.96	1.12	0.14	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.4 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima			
N	30.3	kg/ha	N	kg/ha	30.3	Guano de isla	kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12.4	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	12.4	Superfosfat triple de Calcio	kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	147.0	kg/ha	K <sub>2</sub> O	kg/ha	147.0	Sulfato de potasio	kg/ha	0	g/planta
MgO	25.3	kg/ha	MgO	kg/ha	25.3	Sulpomag	kg/ha	0	g/planta
CaO	281.0	kg/ha	CaO	kg/ha	281.0		kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima			
N	30.3	kg/ha	N	kg/ha	30.3	Fosfato diamónico	kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12.4	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	12.4	Superfosfato triple de Ca	kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	147.0	kg/ha	K <sub>2</sub> O	kg/ha	147.0	Sulfato de potasio	kg/ha	0	g/planta
MgO	25.3	kg/ha	MgO	kg/ha	25.3	Sulpomag	kg/ha	0	g/planta
CaO	281.0	kg/ha	CaO	kg/ha	281.0		kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Bajo K  $\rightarrow$  Medio  $\text{Al}^{+3} + \text{H}^{+}$   $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto Clase textural  $\rightarrow$  F Arc Are Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO

**Figura 11.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A1B2.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

**A1B2**

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		VI cm/h Altura/Tiempo
A1B2	52	24	24	F Arc Are	23.5	25	2.36	1.4	108	14	21	5	1.56	18.72	40.68

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Analisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 12.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

TRATAMIENTO: **A1B3**

ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
A1B3	50	26	24	F Arc Are	6.88	119.3	1.98	0.1	35.23	136.2	8.9	7.45	0.96	0.3	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.88	119.32	1.98	0.0891	35.23	136.2	7.45	0.96	0.15	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.39 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance	Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	29.8	kg/ha	N	kg/ha	29.8	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.2	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	11.2	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	127.2	kg/ha	K <sub>2</sub> O	kg/ha	127.2	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	21.5	kg/ha	MgO	kg/ha	21.5	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	232.0	kg/ha	CaO	kg/ha	232.0			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance	Reposición con fertilización química mínima					
N	29.8	kg/ha	N	kg/ha	29.8	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.2	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	11.2	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	127.2	kg/ha	K <sub>2</sub> O	kg/ha	127.2	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	21.5	kg/ha	MgO	kg/ha	21.5	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	232.0	kg/ha	CaO	kg/ha	232.0			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Bajo K  $\rightarrow$  Medio Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto Clase textural  $\rightarrow$  F Arc Are Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 13.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A1B3.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

**A1B3**

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A1B3	50	26	24	F Arc Are	15	27	2.38	1.39	112.45	15	22	5	1.63	19.56	41.6

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Analisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 14.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

DISTRITO: LAMAS

TRATAMIENTO: **A1B4**

ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
A1B4	54	19	27	F Aren	6.9	118.4	2.35	0.1	35	156.39	11	8.56	1.56	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.9	118.36	3.35	0.10575	35	156.39	8.56	1.56	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.43 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	36.4	kg/ha	N		kg/ha	36.4	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.5	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.5	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	150.3	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	150.3	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	36.0	kg/ha	MgO		kg/ha	36.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	274.2	kg/ha	CaO		kg/ha	274.2			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	36.4	kg/ha	N		kg/ha	36.4	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.5	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.5	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	150.3	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	150.3	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	36.0	kg/ha	MgO		kg/ha	36.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	274.2	kg/ha	CaO		kg/ha	274.2			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Normal      K  $\rightarrow$  Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto      Clase textural  $\rightarrow$  F Aren      Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas

**Figura 15.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A1B4.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A1B4

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m)	Velocidad de Infiltración					% de Porosidad NP = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h	
	PM=CC*0,74-S		CC=(PF-PS)/PS*100												
A1B4	54	19	27	F Arc Are	12	24	2.35	1.44	113.8	13	23	5	1.75	21	38.72

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNEM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 16.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A1B4.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

TRATAMIENTO: **A1B5**  
 ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
A1B5	51.5	32	16.5	F Arc Aren	6.97	141.2	2.45	0.1	37.69	163.56	10	8.12	1.45	0.4	0.1	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.97	141.23	2.45	0.11025	37.69	163.53	8.12	1.45	0.13	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.36 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance				Reposición con fertilización orgánica mínima			
N	36.1	kg/ha	N		kg/ha	36.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.7	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.7	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	149.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	149.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	31.8	kg/ha	MgO		kg/ha	31.8	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	247.4	kg/ha	CaO		kg/ha	247.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance				Reposición con fertilización química mínima			
N	36.1	kg/ha	N		kg/ha	36.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.7	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.7	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	149.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	149.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	31.8	kg/ha	MgO		kg/ha	31.8	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	247.4	kg/ha	CaO		kg/ha	247.4			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Normal K  $\rightarrow$  Medio Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto Clase textural  $\rightarrow$  F Arc Aren Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 17.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A1B5.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
PROVINCIA: LAMAS  
DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
FECHA DE REPORTE: 13/02/2019

**A1B5**

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=[(PF-PS)/PS]*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A1B5	51.5	32	16.5	F Arc Are	18	28	2.38	1.36	104.3	14.2	22.5	5	1.63	19.56	42.85

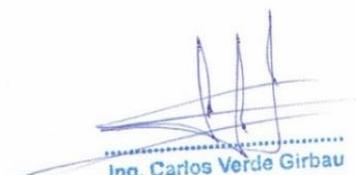
PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 18.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>5</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: A2B1  
 ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Acl. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A2B1	50	33	17	F Arci Are	6.9	119.4	2.56	0.1	52.36	165.89	14	12.36	1.25	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.904	119.36	2.56	0.1152	52.36	165.89	12.36	1.25	0.23	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Normal	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.35 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	37.4	kg/ha	N		kg/ha	37.4	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16.2	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	16.2	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	150.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	150.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	27.3	kg/ha	MgO		kg/ha	27.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	373.8	kg/ha	CaO		kg/ha	373.8			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	37.4	kg/ha	N		kg/ha	37.4	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16.2	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	16.2	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	150.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	150.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	27.3	kg/ha	MgO		kg/ha	27.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	373.8	kg/ha	CaO		kg/ha	373.8			kg/ha	0	g/planta



Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

*Ing. Carlos Verde Girbau*  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 19.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A2B1.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B1

**DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS**

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m)	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	Vi cm/h Altura/Tiempo	
	PM=CC*0.74-5	CC=(PF-PSJ/PS)*100	AD=(CC-PM)*Dap*H/100												
A2B1	50	33	17	F Arc Are	19.2	27	2.41	1.35	105.23	13	22	5	1.42	17.04	43.98

PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Analisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 20.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: A2B2  
 ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
A2B2	52	19	29	F Are	6.88	124.6	2.12	0.1	36.23	145.23	10	8.63	1.1	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.88	124.56	2.12	0.0954	36.23	145.23	8.63	1.1	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.44 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance				Reposición con fertilización orgánica mínima			
N	33.1	kg/ha	N		kg/ha	33.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.9	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	140.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	140.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	25.6	kg/ha	MgO		kg/ha	25.6	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	278.4	kg/ha	CaO		kg/ha	278.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance				Reposición con fertilización química mínima			
N	33.1	kg/ha	N		kg/ha	33.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.9	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	140.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	140.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	25.6	kg/ha	MgO		kg/ha	25.6	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	278.4	kg/ha	CaO		kg/ha	278.4			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Bajo K  $\rightarrow$  Medio Al<sup>+3</sup>+H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto Clase textural  $\rightarrow$  F Are Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Analisis de Suelos y Aguas  
 TARPOTO

**Figura 21.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A2B2.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B2

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				% de Porosidad NP = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		Vi cm/h Altura/Tiempo
	PM=CC*0.74-5														
A2B2	52	19	29	F Arc Are	19.35	26.3	2.43	1.44	106.32	13	21	5	1.32	15.84	40.7

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 22.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A2B3**  
 ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
A2B3	49	26	25	F Arc Are	6.85	116.6	2.56	0.1	46.36	156.36	11	9.36	1.35	0.4	0.3	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
6.852	116.6	2.56	0.1152	46.36	156.36	9.36	1.35	0.25	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.39 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	38.6	kg/ha	N		kg/ha	38.6	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14.8	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	14.8	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	146.1	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	146.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	30.3	kg/ha	MgO		kg/ha	30.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	291.4	kg/ha	CaO		kg/ha	291.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	38.6	kg/ha	N		kg/ha	38.6	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14.8	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	14.8	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	146.1	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	146.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	30.3	kg/ha	MgO		kg/ha	30.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	291.4	kg/ha	CaO		kg/ha	291.4			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Normal      K  $\rightarrow$  Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto      Clase textural  $\rightarrow$  F Arc Are      Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Ciencias Agrarias

**Figura 23.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A2B3.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



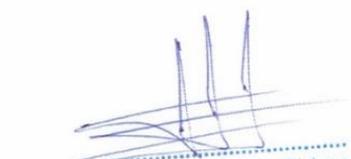
SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B3

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
	PM=CC*0.74-5	CC=(PF-PS)/PS*100													
A2B3	49	26	25	F Arc Are	20	25.36	2.43	1.39	108.32	14.2	22.3	5	1.52	18.24	42.8

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 24.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: A2B4  
 ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A2B4	51	30	19	F Arc Are	7.07	142.6	2.9	0.1	63.25	185.63	16	13.25	2.01	0.5	0.3	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S/cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
7.069	142.56	2.9	0.1305	63.25	185.63	13.25	2.01	0.25	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Normal	Normal	Muy bajo		

d.a → 1.37 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	43.1	kg/ha	N		kg/ha	43.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19.8	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	19.8	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	170.9	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	170.9	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	44.5	kg/ha	MgO		kg/ha	44.5	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	406.6	kg/ha	CaO		kg/ha	406.6			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	43.1	kg/ha	N		kg/ha	43.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19.8	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	19.8	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	170.9	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	170.9	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	44.5	kg/ha	MgO		kg/ha	44.5	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	406.6	kg/ha	CaO		kg/ha	406.6			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro  
 N → Normal      K → Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup> →  
 P → Alto      Clase textural → F Arc Are      Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 TARPOTO

**Figura 25.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A2B4.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



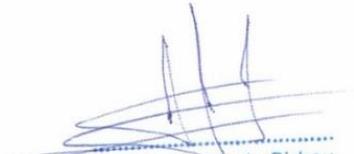
SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B4

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de Infiltración				% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		VI cm/h Altura/Tiempo
A2B4	51	30	19	F Arc Are	21.5	26.3	2.41	1.37	109.36	13.5	23	5	1.63	19.56	43.15

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 26.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>4</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: A2B5  
 ENSAYO INICIAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu S/cm$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A2B5	48	31	21	F Arc Are	6.9	139.4	2.1	0.1	51.2	173.26	13	10.23	1.85	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu S/cm$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.901	139.36	2.1	0.0945	51.2	173.26	10.23	1.85	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a → 1.36 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	30.9	kg/ha	N		kg/ha	30.9	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	15.9	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	158.3	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	158.3	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	40.6	kg/ha	MgO		kg/ha	40.6	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	311.6	kg/ha	CaO		kg/ha	311.6			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	30.9	kg/ha	N		kg/ha	30.9	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	15.9	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	158.3	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	158.3	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	40.6	kg/ha	MgO		kg/ha	40.6	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	311.6	kg/ha	CaO		kg/ha	311.6			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro  
 N → Bajo      K → Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup> →  
 P → Alto      Clase textural → F Arc Are      Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 INSEM - TARAPOTO

**Figura 27.** Análisis después de la primera cosecha del tratamiento A2B5.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B5

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico				Clase Textural	Punto Marchitez PM=CC*0.74-5	Capacidad de Campo CC=(PF-PS)/PS*100	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo	Tiempo (min)							Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	Vi cm/h Altura/Tiempo		
	A2B5	48	31	21							F Arc Are	23.3	25.3	2.43	1.36	

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 28.** Análisis de coeficientes hídricos después de la primera cosecha del tratamiento A2B5.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A1B1**  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A1B1	54	18	28	F Are	6.61	192.4	2.56	0.1	30.63	165.36	7.8	6.56	0.65	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.61	196.36	2.56	0.1152	30.63	165.36	6.56	0.65	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo		

d.a → 1.45 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	40.2	kg/ha	N		kg/ha	40.2	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.2	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	10.2	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	161.1	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	161.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	15.2	kg/ha	MgO		kg/ha	15.2	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	213.1	kg/ha	CaO		kg/ha	213.1			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	40.2	kg/ha	N		kg/ha	40.2	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.2	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	10.2	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	161.1	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	161.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	15.2	kg/ha	MgO		kg/ha	15.2	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	213.1	kg/ha	CaO		kg/ha	213.1			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro  
 N → Normal      K → Medio      Al<sup>+3</sup>+H<sup>+</sup> →  
 P → Alto      Clase textural → F Are      Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO

**Figura 29.** Análisis final después de la segunda cosecha A1B1.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



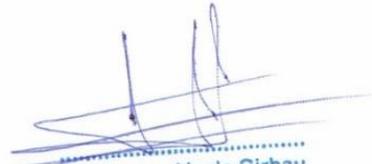
SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A1B1

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A1B1	54	18	28	F Arc Are	12	23	2.36	1.45	114.27	13	19	5	1.56	18.72	38.56

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 30.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A1B2**  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
A1B2	51	26	23	F Arc Are	6.73	132.5	2.56	0.1	35.23	176.36	12	9.56	1.56	0.5	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.73	132.53	2.56	0.1158	35.23	176.36	9.56	1.56	0.24	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a → 1.39 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	38.6	kg/ha	N		kg/ha	38.6	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.2	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.2	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	164.7	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	164.7	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	35.0	kg/ha	MgO		kg/ha	35.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	297.7	kg/ha	CaO		kg/ha	297.7			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	38.6	kg/ha	N		kg/ha	38.6	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.2	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	11.2	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	164.7	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	164.7	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	35.0	kg/ha	MgO		kg/ha	35.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	297.7	kg/ha	CaO		kg/ha	297.7			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro  
 N → Normal      K → Medio      Al<sup>+3</sup>+H<sup>+</sup> →  
 P → Alto      Clase textural → F Arc Are      Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 31.** Análisis final después de la segunda cosecha A1B2.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2017  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A1B2

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							CC=(PF-PS)/PS*100	Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	
A1B2	51	26	23	F Arc Are	15	26	2.38	1.39	110.7	12.5	18.5	5	1.63	19.56	41.6

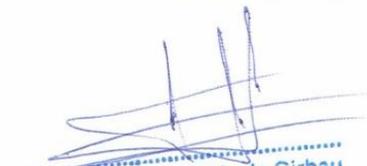
PF=732g

PS=568g

H= 75 cm

dr = densidad real

dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Analisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 32.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: A1B3  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A1B3	51.5	28	20.5	F Arc Are	6.62	174.6	2.32	0.1	31.2	165.32	9.7	8	1.12	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.62	174.56	2.32	0.1044	31.2	165.32	8	1.12	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.38 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	34.7	kg/ha	N		kg/ha	34.7	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	9.9	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	153.3	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	153.3	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	25.0	kg/ha	MgO		kg/ha	25.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	247.3	kg/ha	CaO		kg/ha	247.3			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	34.7	kg/ha	N		kg/ha	34.7	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	9.9	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	153.3	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	153.3	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	25.0	kg/ha	MgO		kg/ha	25.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	247.3	kg/ha	CaO		kg/ha	247.3			kg/ha	0	g/planta



Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO

**Figura 33.** Análisis final después de la segunda cosecha A1B3.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A1B3

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/vol	dap g/vol	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A1B3	51.5	28	20.5	F Arc Are	16	27	2.36	1.38	110.7	13	19	5	1.68	20.16	41.53

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 34.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A1B3.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A1B4**  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Ac. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
A1B4	53	19	28	F Aren	6.71	136.6	2.63	0.1	31.5	163.23	9.1	7.45	1.12	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.71	136.56	2.63	0.11835	31.5	163.23	7.45	1.12	0.16	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.44 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	41.0	kg/ha	N		kg/ha	41.0	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.4	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	10.4	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	158.0	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	158.0	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	26.0	kg/ha	MgO		kg/ha	26.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	240.3	kg/ha	CaO		kg/ha	240.3			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	41.0	kg/ha	N		kg/ha	41.0	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.4	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	10.4	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	158.0	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	158.0	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	26.0	kg/ha	MgO		kg/ha	26.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	240.3	kg/ha	CaO		kg/ha	240.3			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Normal      K  $\rightarrow$  Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto      Clase textural  $\rightarrow$  F Aren      Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 35.** Análisis final después de la segunda cosecha A1B4.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A1B4

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							TIEMPO (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A1B4	53	19	28	F Arc Are	12	24	2.38	1.44	114.79	13	20	5	1.75	21	39.5

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 36.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A1B4.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A1B5**  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
A1B5	49	30	21	F Arc Aren	6.73	148.1	2.45	0.1	39	189.36	12	9.63	1.64	0.5	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.73	148.1	2.45	0.11025	39	189.36	9.63	1.64	0.15	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a → 1.36 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	36.1	kg/ha	N		kg/ha	36.1	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12.1	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	12.1	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	173.1	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	173.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	36.0	kg/ha	MgO		kg/ha	36.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	293.4	kg/ha	CaO		kg/ha	293.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	36.1	kg/ha	N		kg/ha	36.1	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12.1	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	12.1	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	173.1	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	173.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	36.0	kg/ha	MgO		kg/ha	36.0	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	293.4	kg/ha	CaO		kg/ha	293.4			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro  
 N → Normal      K → Medio      Al<sup>+3</sup>+H<sup>+</sup> →  
 P → Alto      Clase textural → F Arc Aren      Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO

**Figura 37.** Análisis final después de la segunda cosecha A1B5.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



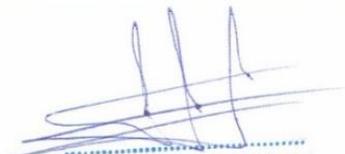
SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A1B5

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez <small>PM=(CC-CL)*0.78-5</small>	Capacidad de Campo <small>CC=(PF-PS)/PS*100</small>	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) <small>AD=(CC-PM)*Dap*H/100</small>	Velocidad de infiltración					% de Porosidad <small>%P = (dr-dap)/dr*100</small>
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h <small>Altura/Tiempo</small>	
A1B5	49	30	21	F Arc Are	17	28	2.37	1.36	110.29	14	21	5	1.65	19.8	42.62

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 38.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A1B5.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: TO  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>			Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>
TO	52.45	29	18.6	F Arc Aren	6.62	157.4	2.13	0.1	31.25	139.63	8.5	6.75	1.23	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>
6.62	157.36	2.13	0.09585	31.25	139.63	6.75	1.23	0.15	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a → 1.38 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo			Balance			Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	31.9	kg/ha	N		kg/ha	31.9	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	9.9	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	129.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	129.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	27.4	kg/ha	MgO		kg/ha	27.4	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	208.7	kg/ha	CaO		kg/ha	208.7			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo			Balance			Reposición con fertilización química mínima					
N	31.9	kg/ha	N		kg/ha	31.9	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.9	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	9.9	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	129.5	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	129.5	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	27.4	kg/ha	MgO		kg/ha	27.4	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	208.7	kg/ha	CaO		kg/ha	208.7			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro  
 N → Bajo K → Medio Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup> →  
 P → Alto Clase textural → F Arc Aren Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 39.** Análisis final del tratamiento 0



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TO: ENSAYO INICIAL

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
T1	51.5	33	15.5	F Arc Are	19	29	2.36	1.36	103.09	14	18.6	5	1.1	13.2	42.37

Pf=732g  
 Ps=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 40.** Análisis de coeficientes hídricos del tratamiento 0.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A2B1**

ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A2B1	51	34	15	F Arci Are	6.65	159.3	2.75	0.1	45.32	156.32	12	10.23	1.12	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
6.65	159.32	2.75	0.12375	45.32	156.32	10.23	1.12	0.19	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.35 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	40.2	kg/ha	N		kg/ha	40.2	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14.0	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	14.0	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	141.8	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	141.8	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	24.4	kg/ha	MgO		kg/ha	24.4	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	309.4	kg/ha	CaO		kg/ha	309.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	40.2	kg/ha	N		kg/ha	40.2	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14.0	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	14.0	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	141.8	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	141.8	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	24.4	kg/ha	MgO		kg/ha	24.4	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	309.4	kg/ha	CaO		kg/ha	309.4			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Normal      K  $\rightarrow$  Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto      Clase textural  $\rightarrow$  F Arci Are      Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas

**Figura 41.** Análisis final después de la segunda cosecha A2B1.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



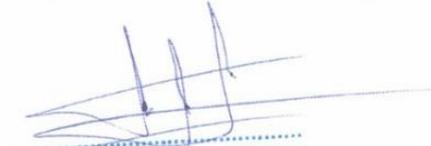
SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B1

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A2B1	51	34	15	F Arc Are	19	29	2.36	1.35	103.09	13.2	16.9	5	1.3	15.6	42.79

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 42.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A2B2**  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A2B2	52	19	29	F Are	6.79	163.2	2.28	0.1	32.15	139.63	11	9.36	1.56	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
6.69	163.23	2.28	0.1026	32.15	139.63	9.36	1.56	0.2	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.44 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	35.6	kg/ha	N		kg/ha	35.6	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.6	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	10.6	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	135.1	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	135.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	36.3	kg/ha	MgO		kg/ha	36.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	301.9	kg/ha	CaO		kg/ha	301.9			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	35.6	kg/ha	N		kg/ha	35.6	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.6	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	10.6	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	135.1	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	135.1	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	36.3	kg/ha	MgO		kg/ha	36.3	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	301.9	kg/ha	CaO		kg/ha	301.9			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Normal      K  $\rightarrow$  Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto      Clase textural  $\rightarrow$  F Are      Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verdo Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO

**Figura 43.** Análisis final después de la segunda cosecha A2B2.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B2

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez <small>PM=CC*0.74+5</small>	Capacidad de Campo <small>CC=(PF-PS)/PS*100</small>	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) <small>AD=(CC-PM)*Dap*H/100</small>	Velocidad de infiltración					% de Porosidad <small>%P = (dr-dap)/dr*100</small>
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h <small>Altura/Tiempo</small>	
A2B2	52	19	29	F Arc Are	12	24	2.37	1.44	103.09	12	17	5	1.4	16.8	40

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 44.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A2B3**  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
A2B3	48	28.5	23.5	F Arc Are	6.89	192.6	2.56	0.1	48.63	163.56	13	10.56	1.75	0.4	0.3	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.89	192.63	2.56	0.1152	48.63	163.56	10.56	1.75	0.25	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a  $\rightarrow$  1.37 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima					
N	38.0	kg/ha	N		kg/ha	38.0	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15.3	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	15.3	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	150.6	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	150.6	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	38.7	kg/ha	MgO		kg/ha	38.7	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	324.1	kg/ha	CaO		kg/ha	324.1			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima					
N	38.0	kg/ha	N		kg/ha	38.0	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15.3	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	15.3	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	150.6	kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	150.6	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	38.7	kg/ha	MgO		kg/ha	38.7	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	324.1	kg/ha	CaO		kg/ha	324.1			kg/ha	0	g/planta

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Normal      K  $\rightarrow$  Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Alto      Clase textural  $\rightarrow$  F Arc Are      Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 45.** Análisis final después de la segunda cosecha A2B3.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B3

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							TIEMPO (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
A2B3	48	28.5	23.5	F Arc Are	16	28	2.43	1.37	113.53	11.56	19	5	1.6	19.2	43.62

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 46.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A2B3.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: **A2B4**

ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Ac. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
A2B4	52	31	17	F Arc Are	6.82	200.6	3.12	0.1	53.63	165.36	18	15.36	2.12	0.4	0.3	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.82	200.56	3.12	0.1404	53.63	165.36	15.36	2.12	0.28	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Alto	Normal	Muy bajo		

d.a → 1.37 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima				
N	46.3 kg/ha	N		kg/ha	46.3	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16.8 kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	16.8	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	152.2 kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	152.2	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	46.9 kg/ha	MgO		kg/ha	46.9	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	471.4 kg/ha	CaO		kg/ha	471.4			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima				
N	46.3 kg/ha	N		kg/ha	46.3	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16.8 kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	16.8	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	152.2 kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	152.2	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	46.9 kg/ha	MgO		kg/ha	46.9	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	471.4 kg/ha	CaO		kg/ha	471.4			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro  
 N → Normal      K → Medio      Al<sup>+3</sup>+H<sup>+</sup> →  
 P → Alto      Clase textural → F Arc Are      Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO

**Figura 47.** Análisis final después de la segunda cosecha tratamiento A2B4.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



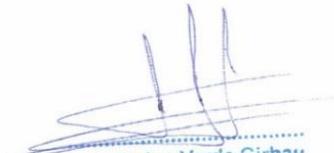
SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B4

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/m <sup>3</sup>	dap g/m <sup>3</sup>	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración				% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100	
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)		Vi cm/h Altura/Tiempo
A2B4	52	31	17	F Arc Are	18	28	2.45	1.37	104.12	11.56	19	5	1.5	18	44.08

PF=732g  
 PS=568g  
 H= 75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Analisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 48.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A2B4.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 TRATAMIENTO: A2B5  
 ENSAYO FINAL

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>
A2B5	49.5	33	17.5	F Arc Are	6.66	170.3	2.35	0.1	46.35	168.36	14	11.23	1.96	0.4	0.2	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.66	170.32	2.35	0.10575	46.35	168.36	11.23	1.96	0.23	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Muy bajo		

d.a → 1.35 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

PROVINCIA: LAMAS

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima				
N	34.4 kg/ha	N		kg/ha	34.4	Guano de isla		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14.3 kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	14.3	Superfosfat triple de Calcio		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	152.7 kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	152.7	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	42.7 kg/ha	MgO		kg/ha	42.7	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	339.6 kg/ha	CaO		kg/ha	339.6			kg/ha	0	g/planta

Existencia en suelo				Balance		Reposición con fertilización química mínima				
N	34.4 kg/ha	N		kg/ha	34.4	Fosfato diamónico		kg/ha	0	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14.3 kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg/ha	14.3	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	0	g/planta
K <sub>2</sub> O	152.7 kg/ha	K <sub>2</sub> O		kg/ha	152.7	Sulfato de potasio		kg/ha	0	g/planta
MgO	42.7 kg/ha	MgO		kg/ha	42.7	Sulpomag		kg/ha	0	g/planta
CaO	339.6 kg/ha	CaO		kg/ha	339.6			kg/ha	0	g/planta

pH → Neutro  
 N → Normal      K → Medio      Al<sup>+3</sup>+H<sup>+</sup> →  
 P → Alto      Clase textural → F Arc Are      Distanciamiento →

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	0.00	g de Fosfato diamónico por planta
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	0.00	g de Sulfato de potasio por planta
0.00	g de Sulpomag por planta	0.00	g de Sulpomag por planta
0.00		0.00	

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 49.** Análisis final después de la segunda cosecha tratamiento A2B5.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



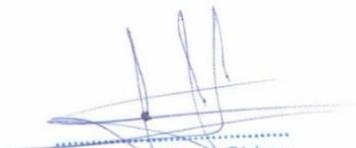
SOLICITANTE : ING. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA  
 PROVINCIA: LAMAS  
 DISTRITO: LAMAS

FECHA DE MUESTREO: 10/03/2018  
 FECHA DE REPORTE: 13/02/2019  
 A2B5

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES HÍDRICOS

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	Punto Marchitez	Capacidad de Campo	dr g/ml	dap g/ml	Agua Disponible (mm/m) AD=(CC-PM)*Dap*H/100	Velocidad de infiltración					% de Porosidad %P = (dr-dap)/dr*100
	% Arena	% Arcilla	% Limo							Tiempo (min)	Altura (H) (cm)	Variación Tiempo (min)	Variación Altura (cm)	VI cm/h Altura/Tiempo	
	PF=CC-3*35	CC=(PF-PS)/PS*100	PF=732g												
A2B5	49.5	33	17.5	F Arc Arc	19	29	2.48	1.35	106.56	12	21	5	1.63	19.56	44.44

PF=732g  
 PS=568g  
 H=75 cm  
 dr = densidad real  
 dap = densidad aparente

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

**Figura 50.** Análisis de coeficientes hídricos después de la segunda cosecha del tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>5</sub>.



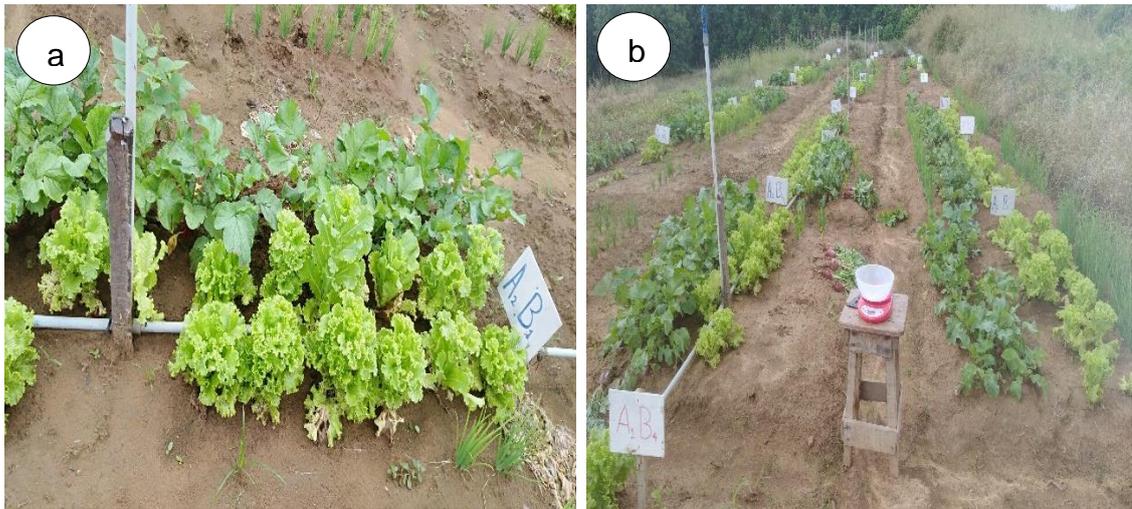
**Figura 51.** Ejecución de la tesis, a. Parcelación del campo experimental. b. Preparación de la biomasa (Col morada).



**Figura 52.** Asociación de los cultivos, a. Asociación de cultivos hortícolas tratamiento  $A_1B_1$ , b. Parcela del tratamiento  $A_1B_2$ .



**Figura 53.** Parcelas del trabajo de investigación, a. Parcela del tratamiento  $A_1B_5$ , b. Vista del campo experimental.



**Figura 54.** Asociación de cultivos, a. Asociación de cultivos hortícolas del tratamiento A2B1, b. Evaluación de la asociación de cultivos del tratamiento A2B1.



**Figura 55.** Evaluaciones, a. Evaluación del cultivo de cebolla china de la asociación del tratamiento A1B2, b. Evaluación del cultivo de lechuga asociación del tratamiento A1B1.