

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA DE POSGRADO



**EFFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS CERTIFICADOS SOBRE
LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DEL SUELO Y EN LOS
RENDIMIENTOS DEL FREJOL CASTILLA (*Vigna unguiculata*) EN
YANAG - PILLCO MARCA – HUÁNUCO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE CON MENCIÓN
EN GESTIÓN AMBIENTAL**

TESISTA: FLÉLI RICARDO JARA CLAUDIO

ASESOR: DR. ÍTALO ALEJOS PATIÑO

HUÁNUCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con todo mi amor y cariño.

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y ser mi guía.

A mis padres, Jacinto Jara Laguna e Inocenta Claudio Pulido, que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento.

A mi esposa: María Dolora García Bustamante, por su apoyo incondicional y estar a mi lado en todo momento haciendo todo el esfuerzo para culminar con este objetivo.

A mis hermanos: Yolanda, Edith, Nilton, Nora y a la memoria de Abel mi hermano menor, los quiero mucho y siempre están en mi memoria.

A mis hijos Ricardo, Maira y José por su apoyo y comprensión.

A mis sobrinos y sobrinas que siempre han sido y serán fuente de inspiración para la superación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo lo agradezco a Dios por bendecirme para llegar a culminar con lo trazado, porque hiciste realidad este anhelo.

A la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

A mi Asesor Dr. Italo Wile Alejos Patiño, por su apoyo incondicional y su visión crítica, sus consejos y el tiempo que ha brindado para culminar el presente trabajo.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre las propiedades físico – químicas del suelo y en los rendimientos del frejol castilla (*Vigna unguiculata* L.) en la localidad de Rosavero, distrito de Pilco Marca. Las semillas fueron adquiridas del Centro de Investigación Frutícola y Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL, los mismos que fueron instalados en el campo bajo el diseño de bloques completos al azar, en ellos se evaluaron las variables: Textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio; la Capacidad de Intercambio Catiónico; y las bases cambiables calcio, magnesio, potasio y sodio, en el componente rendimiento se evaluó la productividad en kg/ha. Los resultados muestran que en la textura no existe diferencia significativa para los tratamientos, en el pH, nitrógeno, magnesio y potasio cambiante el guano de isla D1 (560 kg/ha) obtuvo el mejor resultado con un incremento de 0.653 unidades, 0,065%, 0,49 y 0,25 Cmol(+)/kg respectivamente, para materia orgánica (M.O), potasio el guano de isla D2 (700 kg/ha) obtuvo los mejores resultados con un incremento de 1,34% y 126,45 ppm respectivamente; para el fósforo el guano de isla D2 (700 kg/ha) y guano de isla D1 (560 kg/ha) resultaron los mejores con un incremento de 1,87 ppm, para la propiedad capacidad de intercambio catiónico (CIC) y calcio cambiante el Testigo tuvo el mejor incremento con 2,90 y 2,08 Cmol(+)/kg respectivamente; para el sodio cambiante el testigo, el guano de isla D2 (700 kg/ha) y el guano de isla D1 (560 kg/ha) resultaron con la mejor diferencia 0,2 Cmol(+)/kg para los dos primeros y 0,01 Cmol(+)/kg para el último tratamiento; para la variable. En el rendimiento el terramar D2 (30 kg/ha) fue el mejor con 3695,1 kg/ha.

Palabras Clave: Abonos Orgánicos, propiedades físicas y químicas, rendimiento

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of certified organic fertilizers on the physical - chemical properties of the soil and on the yields of the Castilla bean (*Vigna unguiculata L.*) in the town of Rosavero, district of Pilco Marca. The seeds were acquired from the Fruit and Olericultural Research Center of the Faculty of Agrarian Sciences of the UNHEVAL, the same ones that were installed in the field under the design of complete blocks at random, in them the variables were evaluated: Texture, pH, matter organic, nitrogen, phosphorus, potassium; the capacity of cationic exchange; and the bases changeable calcium, magnesium, potassium and sodium, in the yield component of evaluated the productivity in kg / ha. The results show that in the texture there is no significant difference for the treatments, at the pH the guano of island D1 (560 kg / ha) and the control obtained the best results with an increase of 0,653 and 0,617 units respectively, for organic matter the D2 island guano (700 kg / ha) and the control were the best with an increase of 1,34% in both cases, for the island D1 guano nitrogen (560 kg / ha) was the best obtaining an increase of 0,065 %, for the phosphorus the guano of island D2 (700 kg / ha) and guano of island D1 (560 kg / ha) were the best with an increase of 1,87 ppm for each treatment, for potassium the guano of island D2 (700 kg / ha) obtained the best result with an increase of 126,45 ppm, for the property cation exchange capacity the Control had the best increase with 2.90 Cmol (+) / kg, for the changeable calcium the control increased in 2,08 Cmol (+) / kg resulting to be the best treatment, for the changeable magnesium the witness and the gua not of island D1 (560 kg / ha) obtained the best increases with 0,53 and 0,49 Cmol (+) / kg respectively, for the changeable potassium the control and guano of island D1 (560 kg / ha) obtained the better difference with 0,27 and 0,25 Cmol (+) / kg respectively, finally for the changeable sodium the control, island guano D2 (700 kg / ha) and

island guano D1 (560 kg / ha) resulted with the best difference 0,2 Cmol (+) / kg for the first two and 0,01 Cmol (+) / kg for the last treatment; for the yield variable the terrain D2 (30 kg / ha) was the best with 3695,1 kg / ha.

Keywords: Organic fertilizers, physical and chemical properties, yield.

INTRODUCCIÓN

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. El uso de los abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y obtener mayores rendimientos en el cultivo de las cosechas, se conoce desde la antigüedad. Entre los abonos orgánicos se incluyen los estiércoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuo de las cosechas, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos. Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química, principalmente en el contenido de nutrimentos; la aplicación constante de ellos, con el tiempo, mejora las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo. Antes de que aparecieran los fertilizantes químicos en sus diferentes formas, la única manera de abastecer nutrimentos a las plantas y reponer aquellos extraídos del suelo por los cultivos, era mediante la utilización de abonos orgánicos. El uso de fertilizantes químicos, favoreció los incrementos en el rendimiento de las cosechas. Este cambio del uso de abonos orgánicos por abonos químicos en la fertilización de cultivos, actualmente está propiciando que el suelo sufra de un agotamiento acelerado de materia orgánica y de un desbalance nutricional, y que al transcurrir el tiempo pierda su fertilidad y capacidad productiva además, el uso inadecuado de fertilizantes químicos o el abuso de ellos, sin tomar en cuenta la falta de otros nutrimentos que limitan la productividad de los cultivos, conduce al surgimiento de problemas del medio ecológico y al deterioro de otros recursos naturales. Los abonos orgánicos, por las propias características en su composición son formadores de humus y enriquecen el suelo con este componente,

modificando algunas de las propiedades y características del suelo como su reacción (pH), capacidad de intercambio catiónico, quelatación de elementos, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio, y desde luego la población microbiana, haciéndolo más propio para el buen desarrollo y rendimiento de los cultivos. También los abonos orgánicos pueden abatir la acidez intercambiable (Al^{3+} e H^+) y Al y Fe extractables en los suelos ácidos que influyen en la retención de fosfatos y otros aniones, disminuyendo la disponibilidad de ellos. Por los efectos favorables que los abonos orgánicos proporcionan al suelo, se podría decir que estos deben ser imprescindibles en el uso y manejo de este recurso para mejorar y mantener su componente orgánico, sus características de una entidad viviente, su fertilidad física, química y biológica y finalmente su productividad.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN.....	vii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema.	16
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema General.....	17
1.2.2. Problemas Específicos.....	18
1.3. Objetivo general y objetivos específicos.....	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.4. Hipótesis	18
1.4.1. Hipótesis General.....	18
1.4.2. Hipótesis Específicas	19
1.4.3. Hipótesis Nula (Ho)	19
1.4.4. Hipótesis Alternativa (Ha).....	19
1.5. Variables	19
1.5.1. Variable Independiente	19
1.5.2. Variable dependiente	19
1.5.2.1. Propiedades Físicas del suelo.....	19
1.5.2.2. Propiedades Químicas del suelo	20
1.5.2.3. Rendimiento del frijol Castilla	20
1.6. Justificación e importancia	20
1.7. Viabilidad	22
1.8. Limitaciones	23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	24
2.2. Bases Teóricas	38
2.2.1. Frejol castilla	38
2.2.1.1. Importancia del caupí	38
2.2.1.2. Taxonomía del frejol caupí.....	39
2.2.1.3. Fisiología.....	39

2.2.1.4. Toxicidad	40
2.2.1.5. Plagas	40
2.2.1.6. Enfermedades	41
2.2.1.7. Nemátodos.....	42
2.2.1.8. Descripción botánica	42
2.2.2. Materia Orgánica	45
2.2.2.1. Definición.....	45
2.2.2.2. Importancia de la materia orgánica	45
2.2.2.3. Importancia de la materia orgánica sobre las propiedades de los suelos.....	47
2.2.3. De los Abonos Orgánicos certificados.....	49
2.2.3.1. El guano de islas	49
2.2.3.2. Terramar ®.....	52
2.2.4. El suelo	54
2.2.4.1. Propiedades físicas de los suelos.....	55
2.2.4.1.1. Textura del suelo	55
2.2.4.1.2. Estructura del suelo	56
2.2.4.1.3. Color.....	57
2.2.4.1.4. Consistencia.....	58
2.2.4.1.5. Densidad de las partículas o peso específico real	58
2.2.4.1.6. Densidad aparente o peso específico aparente	59
2.2.4.1.7. Temperatura de los suelos.	60
2.2.5. Propiedades Químicas del suelo	61
2.2.5.1. La Materia orgánica del suelo.....	61
2.2.5.2. La reacción del suelo: pH	63
2.2.5.3. Conductividad eléctrica.....	67
2.2.5.4. Capacidad de Intercambio Catiónico	70
2.2.6. Nutrición y el Sistema Suelo – Planta.....	74
2.2.6.1. Características del Sistema	74
2.2.6.2. Origen de los Nutrientes	75
2.2.6.3. Constituyentes de Moléculas orgánicas.....	76
2.2.6.4. Relación Carbono - Nitrógeno	79
2.3. Bases epistémicos.....	86
2.3.1. Los Paradigmas vigentes o corrientes epistemológicas	86
2.3.2. Nacimiento de la agroecología	89
2.3.3. Nuevos paradigmas de producción agrícola.....	90

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

_Toc518879693

3.1. Tipo de investigación.....	92
3.2. Diseño y esquema de la investigación.....	92
3.2.1. Modelo Aditivo Lineal: Se tiene la siguiente ecuación	93
3.2.2. Factores en estudio.....	93
3.2.3. Esquema de la investigación.....	94
3.3. Población y Muestra.....	94
3.3.1. Población y muestra para los aspectos agronómico del cultivo.	94
3.3.2. Población y muestra para la Evaluación de las Propiedades Físico ...	94
3.4. Instrumentos de recolección de datos	95
3.4.1. Para los aspectos agronómicos del cultivo.....	95
3.4.2. Para las evaluaciones de las propiedades del suelo.	96
3.5. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.....	97
3.5.1. Técnicas de recolección de datos	97
3.5.2. Técnicas de procesamiento y presentación de datos	98

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Propiedades Físicas.....	100
4.2. Propiedades químicas.....	101
4.2.1. Análisis de varianza	101
4.2.1.1. pH (Concentración de Iones hidrógeno)	101
4.2.1.2. Materia Orgánica	101
4.2.1.3. Nitrógeno.....	102
4.2.1.4. Fósforo	102
4.2.1.5. Potasio	103
4.2.1.6. CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico).....	103
4.2.1.7. Calcio	104
4.2.1.8. Magnesio.....	104
4.2.1.9. Potasio	105
4.2.1.10. Sodio.....	105
4.2.2. Resumen propiedades químicas.	106
4.2.2.1. Para la variable pH.	106
4.2.2.2. Para la variable Materia Orgánica.....	107
4.2.2.3. Para la variable Nitrógeno.	107
4.2.2.4. Para la variable Fósforo.....	108

4.2.2.5. Para la variable Potasio.....	108
4.2.2.6. Para la variable Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).	109
4.2.2.7. Para la variable Calcio.....	109
4.2.2.8. Para la variable Magnesio.	110
4.2.2.9. Para la variable Potasio.....	110
4.2.2.10. Para la variable Sodio.	111
4.3. Componente Rendimiento.....	111
4.3.1. Número de vainas por planta	111
4.3.2. Número de granos por vaina	113
4.3.3. Peso de 100 granos	115
4.3.4. Rendimiento en kilogramos por área experimental.....	116
4.3.5. Rendimiento en kilogramos por hectárea	117

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Propiedades Físicas.....	119
5.2. Propiedades Químicas	121
5.2.1. pH (Concentración de iones hidrógeno)	121
5.2.2. Materia Orgánica.....	121
5.2.3. Nitrógeno	122
5.2.4. Fósforo (P_2O_5).....	123
5.2.5. Potasio (K_2O)	123
5.2.6. Ca Cambiable	124
5.2.7. Mg Cambiable.....	125
5.2.8. Na Cambiable	126
CONCLUSIONES	129
BIBLIOGRAFIA.....	130
ANEXOS	135

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01. Características físicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm antes de la siembra. Venecia. Durango. 1998.....	30
Cuadro 02. Características físicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm después de la aplicación de abonos orgánicos. Venecia. Durango. 1998.....	30
Cuadro 03. Propiedades fisicoquímicas del suelo antes de la siembra...	31
Cuadro 04. Propiedades fisicoquímicas del suelo después de la siembra.	31
Cuadro 05. Propiedades físicas del suelo al inicio y final del experimento en T - 1 y T – 2.....	32
Cuadro 06. Efecto de los tratamientos sobre las propiedades del suelo. Año 1.....	33
Cuadro 07. Efecto de los tratamientos sobre las propiedades del suelo. Año 2.....	33
Cuadro 08. Características químicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm antes de la siembra. Venecia. Durango. 1998.....	34
Cuadro 09. Características químicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm al final del ciclo de siembra. Venecia. Durango. 1998.....	35
Cuadro 10. Valores de los parámetros físico - químicos transcurrido el periodo de un año tras la aplicación de los tratamientos.....	35
Cuadro 11. Valores de los parámetros físico - químicos transcurridos 42 meses desde la aplicación de los tratamientos.....	36
Cuadro 12. Contenido en carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y potasio total del suelo, en cada tratamiento, a los 12 meses de la adición del residuo.....	36
Cuadro 13. Contenido en carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y potasio total del suelo, en cada tratamiento, a los 42 meses de la adición del residuo.....	36
Cuadro 14. Datos registrados para nutrientes, transcurridos 12 meses desde la aplicación de las enmiendas orgánicas.....	37
Cuadro 15. Datos registrados para nutrientes, transcurridos 42 meses desde la aplicación de las enmiendas orgánicas.....	37
Cuadro 16. Características químicas de los suelos después de aplicar los abonos orgánicos.....	38
Cuadro 17. Riqueza en nutrientes del guano de las islas.....	51

Cuadro 18. Composición química del Terramar ®.....	54
Cuadro 19. Densidad de las partículas de distintos componentes de la fase sólida del suelo.....	59
Cuadro 20. Densidad de las partículas de distintos suelos.....	59
Cuadro 21. Clasificación de los suelos según el valor del pH.....	66
Cuadro 22. Parámetros para establecer la relación carbono – nitrógeno.....	80
Cuadro 23. Premisas dominantes de la ciencia moderna y sus alternativas.....	88
Cuadro 24. Esquema de ordenamiento de datos	94
Cuadro 25. Características Texturales del campo experimental.....	100
Cuadro 26. Análisis de varianza para pH.....	101
Cuadro 27. Análisis de varianza para materia orgánica en %.....	101
Cuadro 28. Análisis de varianza para nitrógeno en %.....	102
Cuadro 29. Análisis de varianza para fósforo en ppm.....	102
Cuadro 30. Análisis de varianza para potasio en ppm.....	103
Cuadro 31. Análisis de varianza para CIC.....	103
Cuadro 32. Análisis de varianza para calcio (Cmol(+)/kg).....	104
Cuadro 33. Análisis de varianza para magnesio en Cmol(+)/kg.....	104
Cuadro 34. Análisis de varianza para potasio en Cmol(+)/kg.....	105
Cuadro 35. Análisis de varianza para sodio en Cmol(+)/kg.....	105
Cuadro 36. Prueba de Tukey de comparación de medias para las Propiedades químicas.....	106
Cuadro 37. Análisis de variancia de número de vainas por planta.....	111
Cuadro 38. Prueba de Tukey para tratamientos en número de vainas por planta.....	112
Cuadro 39. Análisis de variancia para número de granos por vaina.....	113
Cuadro 40. Prueba de Tukey para tratamientos en número de granos por vaina.....	114
Cuadro 41. Análisis de variancia para peso de 100 granos.....	115
Cuadro 42. Prueba de Tukey para tratamientos en peso de 100 granos..	115
Cuadro 43. Rendimiento en kilogramos por área experimental.....	116
Cuadro 44. Rendimiento en kilogramos por hectárea.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Prueba de Tukey para las medias de la variable pH.....	106
Figura 02. Prueba de Tukey para las medias de la variable Materia Orgánica.....	107
Figura 03. Prueba de Tukey para las medias de la variable Nitrógeno...	107
Figura 04. Prueba de Tukey para las medias de la variable Fósforo.....	108
Figura 05. Prueba de Tukey para las medias de la variable Potasio.....	108
Figura 06. Prueba de Tukey para las medias de la variable CIC.....	109
Figura 07. Prueba de Tukey para las medias de la variable Calcio.....	109
Figura 08. Prueba de Tukey para las medias de la variable Magnesio...	110
Figura 09. Prueba de Tukey para las medias de la variable potasio cambiable.....	110
Figura 10. Prueba de Tukey para las medias de la variable Sodio.....	111
Figura 11. Número de vainas por planta para tratamientos al 5%.....	113
Figura 12. Número de granos por vaina para tratamientos al 5%.....	114
Figura 13. Peso de 100 granos para tratamientos al 5%.....	116
Figura 14. Rendimiento en kilogramos por área experimental.....	117
Figura 15. Rendimiento en kilogramos por hectárea.....	118

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema.

Las modernas innovaciones tecnológicas relacionadas con la agricultura han modificado el modo de producción de los principales productos agrícolas en el mundo, en nuestro país y en nuestra región, entre ellas el frejol castilla o *caupí*. Las prácticas de fertilización empírica o el uso irracional de los fertilizantes se traducen en desbalances de crecimiento de las especies vegetales agronómicas y bien pueden inducir repentinamente a serios síntomas de deficiencia que podrían llegar hasta la esterilidad del suelo.

La desproporcionada aplicación de agroquímicos: fertilizantes y plaguicidas, han empobrecido biológicamente al suelo, atentando contra la calidad del ambiente.

La fertilidad natural puede disminuir si se dedica al monocultivo; si no se restituyen los nutrientes que las cosechas sucesivas extraen para la producción; en estas condiciones el suelo se empobrece y queda desprovisto de vegetación, propenso a que la lluvia o el riego lo arrastre y se pierda por erosión.

El acelerado crecimiento poblacional en el mundo, ha creado la necesidad imperiosa de incrementar la producción y productividad en los campos, para satisfacer las necesidades de alimentos que tienen nuestros pueblos.

El incremento del rendimiento de los cultivos está sujeto a muchos factores, donde la fertilidad de los suelos juega un papel muy importante. El éxito de una buena fertilización no radica únicamente en adicionar al suelo grandes cantidades

de fertilizantes, sino más bien un adecuado balance de los mismos. (Neto T. RP 2010).

El uso inadecuado de los recursos naturales trae consigo la degradación del ambiente, en general, la disminución de la productividad de los sistemas agrícolas, la pérdida de los nutrientes en el suelo y la degradación física y química del suelo, en particular. El uso agropecuario, así como el manejo de los suelos, utilizado en los campos agrícolas del valle de Huánuco está directamente relacionado con la productividad y la sostenibilidad de los diferentes sistemas de producción, que en su mayoría son de un uso intensivo y, en algunos casos conservacionistas, donde la intensidad de uso del recurso suelo ha sido muy alta, generando la pérdida de su capacidad productiva debido a procesos de degradación física, química y biológica. En este sentido, el cultivo de leguminosas con potencialidades comerciales, en base a un manejo integral, constituye una alternativa de uso y manejo del recurso suelo, viable para aumentar la biodiversidad y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios. Uno de los principales retos para establecer sistemas agropecuarios sostenibles es obtener productos de calidad sin causar perjuicios al ambiente, mediante la utilización de enmiendas orgánicas e inorgánicas aplicadas al suelo, como fuente de nutrientes para las plantas y mejoradoras de las propiedades físicas y químicas de los suelos (Montilla, I, 1998).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General.

¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y, en el rendimiento del frejol Castilla?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre las propiedades físicas del suelo?

¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre las propiedades químicas del suelo?

¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre el rendimiento del frejol Castilla?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y; ¿en el rendimiento del frejol Castilla?

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre las propiedades físicas del suelo?
- Evaluar el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre las propiedades químicas del suelo?
- Determinar el efecto de los abonos orgánicos certificados sobre los rendimientos del frejol Castilla?

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

Los abonos orgánicos certificados tienen efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo y en los rendimientos del frejol Castilla.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- Los abonos orgánicos certificados tienen efecto en las propiedades físicas del suelo.
- Los abonos orgánicos certificados tienen efecto en las propiedades químicas del suelo.
- Los abonos orgánicos certificados tienen efecto en los rendimientos del frejol Castilla.

1.4.3. Hipótesis Nula (Ho)

Los abonos orgánicos certificados no tienen efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo ni en los rendimientos del frejol Castilla.

$$Ho: T1 = T2 = T3 = T4$$

1.4.4. Hipótesis Alternativa (Ha)

Los abonos orgánicos certificados si tienen efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo y en los rendimientos del frejol Castilla.

$$Ho: T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$$

1.5. Variables

1.5.1. Variable Independiente

Guano de Isla – Agro Rural

Terramar ®

Cultivo del frejol Castilla.

1.5.2. Variable dependiente

1.5.2.1. Propiedades Físicas del suelo

Propiedades Fundamentales

- Textura

1.5.2.2. Propiedades Químicas del suelo

- pH
- Materia Orgánica (N y C total)
- Nitrógeno, Fósforo y Potasio extractables.
- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).
- Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio como Bases Intercambiables,

1.5.2.3. Rendimiento del frijol Castilla

- Kilogramos por hectárea

1.6. Justificación e importancia

La justificación del presente trabajo de investigación es: del punto de vista **práctico** porque se trata de determinar el efecto del abonamiento orgánico en las propiedades físicas y químicas del suelo, y en el rendimiento de frijol *caupí*, para recomendar a los agricultores de la zona tipo de abono orgánico que más se armoniza con el suelo y el que mejores rendimientos produce.

Entre otros puntos a considerar como justificación se tiene que el frejol castilla se cultiva en costa, sierra y selva; son de mucha importancia en la canasta básica familiar por su alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales, además de su rápida cocción.

Del punto de vista **económico**, se puede afirmar que las menestras o leguminosas de grano, de la cual forma parte el frijol *caupí*, se han constituido en un rubro muy dinámico en el sector exportaciones de nuestro país, debido a ello su cultivo representa una importante alternativa de producción para miles de agricultores de la Costa, Sierra y Selva; sin embargo, una serie de limitaciones derivadas del escaso uso de tecnologías adecuadas hacen que no se aprovechen

eficientemente las condiciones agro climáticas excepcionales que ofrecen la Costa así como otras zonas de producción.

Citamos como ejemplo el cultivo de frijol castilla que constituye una alternativa importante para los agricultores del valle del Alto Piura, al presentar un importante crecimiento de los precios desde el año 2003 estimado en 26,74% promedio anual. En este periodo el precio en chacra pasó de S/. 1,20 (2003) hasta 2,03 S/. kg (2007), lo que combinado a una buena práctica de asistencia del cultivo permite incrementar los ingresos del agricultor peruano (*Agro boletín Año I. N° 1 – GRP 2009*).

La amplia adaptabilidad de algunas variedades facilita la producción durante todo el año con lo cual es posible aprovechar las ventanas comerciales de mejores precios.

En el mercado externo se negocia en base a clases comerciales, sujetas a estándares de calidad. El Perú exporta principalmente frijol castilla o *caupí*, frijol de palo y pallar, por un valor de 12 millones de dólares anuales.

Según (*Agro boletín Año I. N° 1 – GRP 2009*), el mercado ofrece oportunidades interesantes para este producto por su creciente aceptación y por ser parte de los programas de asistencia alimentaria de los municipios, que garantizan su adquisición.

El consumo promedio anual de frijol castilla de un poblador peruano es de 685 g por persona, estimándose una demanda nacional de frijol castilla de aproximadamente 13 mil toneladas por año.

El cultivo de frijol es muy rentable en vista que el costo de producción es bajo y tiene una demanda interna insatisfecha por lo cual el precio del producto ha subido en estos últimos años y esto contribuirá a un aumento en los ingresos económicos

de los agricultores de la Región dedicados a este cultivo (*Agro boletín Año I. Nº 1 – GRP 2009*).

Desde el punto de vista **social** los productores de frijol y sus familias tendrán la posibilidad de mejorar su condición de vida y se generará empleo en la población rural.

Sus granos contienen proteínas (22% - 28%), vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y tubo digestivo. Es por ello que importantes instituciones médicas a nivel mundial vienen promoviendo su consumo convirtiéndolo en un producto comercialmente atractivo.

Del punto de vista del impacto **ambiental** la presente investigación será positiva en vista que solo se utilizarán insumos con certificación orgánica para no contribuir a la contaminación del medio ambiente (aguas y aire), se mejorará los suelos incorporando el nitrógeno atmosférico fijado por simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*.

Son innegables las ventajas de la incorporación del frejol como cultivo de rotación al arroz, considerando la vocación productiva de los terrenos y el clima apropiado para el cultivo en Morropón.

En primer lugar, se mejora la estructura del suelo por la disminución de las horas maquina utilizadas para la labranza. La fertilidad mejora porque se incorpora la materia orgánica al suelo y por la fijación del nitrógeno atmosférico gracias a las bacterias fijadoras propias de las leguminosas. Se hace mejor el uso de agua de riego, pues necesita menores volúmenes de dicho elemento.

1.7. Viabilidad

El trabajo fue viable en vista que se contó con materia vegetal (semillas),

insumos agrícolas, terrenos, mano de obra calificada y no calificada.

1.8. Limitaciones

En ciertas épocas del año, el riego se hizo dificultoso para ello se tuvo un personal a disposición para esa labor.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. En el cultivo del frejol

Número de vainas por planta (NVP)

Gutiérrez *et al.* 2001, menciona en su trabajo “Evaluación del rendimiento y nodulación del frejol *Vigna unguiculata* (L) Walp bajo dos sistemas de labranza en las condiciones agroecológicas de la Planicie de Maracaibo, Venezuela” los siguientes resultados:

El análisis de varianza determinó efectos significativos ($P < 0,01$) entre los sistemas de labranza evaluados, indica que el sistema cero labranza obtuvo mayor número de vainas por planta (13,5), que el sistema convencional, el cual sólo produjo 8,3 vainas por planta debido posiblemente a la virtud del sistema cero labranza o siembra directa de aumentar los niveles de materia orgánica, y permitir por tanto una mejor utilización de los nutrientes aplicados, así como de los que se encuentran en el propio suelo, debido a esto la planta tiende a un mayor desarrollo, permitiendo un aprovechamiento más eficiente de los carbohidratos producidos lo cual incide positivamente en el número de vainas.

Araméndiz *et al.* 2011, indica en su trabajo “Comportamiento agronómico de líneas promisorias de frijol *caupí Vigna unguiculata* L. Walp en el Valle del Sinú” que el mayor número de vainas por planta se presentó en las líneas L066, L002 y L019 con 21,1; 20,0 y 19,6 respectivamente, los cuales superaron al testigo que registró 12 vainas.

Téllez y Jarquín 1999, mencionan que utilizando la densidad de siembra 0,60 m * 0,30 m con una población de 55555 plantas (T3) obtuvo el mayor número de vainas por planta con 13,25 unidades.

Montilla 2014, indica en su trabajo “Determinación de niveles de fertilización fosfórica en el rendimiento del frijol *Caupí* (*Vigna unguiculata* L. Walp) en el sector de Fanaga – Cuñumbuque” que utilizando la dosis de 100 kg/ha de Superfosfato triple de calcio (T5) obtuvo 13,14 vainas por planta y fue el mejor tratamiento.

Soncco 2014, menciona en su trabajo “Densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de frijol *Caupí* (*Vigna unguiculata* L. Walp) en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – Huánuco. 2014” que utilizando la densidad de siembra 0,60 m * 0,20 m con una población de 83 333 plantas (T3) obtuvo el mayor número de vainas por planta con 15,03 unidades.

Número de granos por vaina (NGV).

Gutiérrez *et al.* 2001, menciona en su trabajo “Evaluación del rendimiento y nodulación del frejol *Vigna unguiculata* (L) Walp bajo dos sistemas de labranza en las condiciones agroecológicas de la Planicie de Maracaibo, Venezuela” los siguientes resultados:

De acuerdo al análisis de varianza, para la variable número de granos por planta no se detectaron diferencias significativas entre los dos sistemas de labranza evaluados logrando el sistema Cero labranzas 6.84 granos por vaina y el Sistema convencional 6.79 granos por vaina.

Araméndiz *et al.* 2011, indica en su trabajo “Comportamiento agronómico de líneas promisorias de frijol *caupí* *Vigna unguiculata* L. Walp en el Valle del Sinú” que las líneas L019, L055, L056, L003 y L031 mostraron el mayor número de granos por vaina con 11,9; 11,9; 11,8; 11,0 y 11,0, semillas respectivamente.

Téllez y Jarquín 1999, mencionan que utilizando la densidad de siembra 0,60 m * 0,30 m con una población de 55 555 plantas (T3) obtuvo el mayor número de granos por vaina con 16,50 unidades.

Montilla 2014, indica en su trabajo “Determinación de niveles de fertilización fosfórica en el rendimiento del frijol *Caupí* (*Vigna unguiculata* L. Walp) en el sector de Fanaga – Cuñumbuque” que utilizando la dosis de 100 kg/ha de Superfosfato triple de calcio (T5) obtuvo 17,81 granos por vaina y fue el mejor tratamiento.

Soncco 2014, menciona en su trabajo “Densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de frijol *Caupí* (*Vigna unguiculata* L. Walp) en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – Huánuco. 2014” que utilizando la densidad de siembra 0,60 m * 0,20 m con una población de 83 333 plantas (T3) obtuvo el mayor número de vainas por planta con 13,90 unidades.

Peso de 100 semillas (P100S).

Gutiérrez *et al.* 2001, menciona en su trabajo “Evaluación del rendimiento y nodulación del frejol *Vigna unguiculata* (L) Walp bajo dos sistemas de labranza en las condiciones agroecológicas de la Planicie de Maracaibo, Venezuela” los siguientes resultados:

Existen diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las medias de los sistemas convencional (21,95 gramos) y el sistema cero labranzas (20,21 gramos). Este mayor P100S obtenido por el sistema convencional puede atribuirse a un mayor llenado de granos, como consecuencia de una menor producción de vainas, y una posible reducción de competencia entre ellos, lográndose mejor distribución de los nutrientes, lo cual incide directamente en el peso de las semillas.

Araméndiz *et al.* 2011, indica en su trabajo “Comportamiento agronómico de líneas promisorias de frijol *caupí* *Vigna unguiculata* L. Walp en el Valle del Sinú” que las líneas L002, L031 y L070 mostraron pesos de 21,4; 20,3 y 20,2 gramos

para 100 semillas respectivamente, resultando superior a la población original en 15,0%, 9,1% y 9,0% respectivamente.

Téllez y Jarquín 1999, mencionan que utilizando la densidad de siembra 0,60 m * 0,30 m con una población de 55555 plantas (T3) obtuvo el mayor peso de 100 granos con 18,50 gramos.

Montilla 2014, indica en su trabajo “Determinación de niveles de fertilización fosfórica en el rendimiento del frijol *Caupí* (*Vigna unguiculata* L. Walp) en el sector de Fanaga – Cuñumbuque” que utilizando la dosis de 100 kg/ha de Superfosfato triple de calcio (T5) obtuvo 14,63 gramos para el peso de 100 semillas y fue el mejor tratamiento.

Soncco 2014, menciona en su trabajo “Densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de frijol *Caupí* (*Vigna unguiculata* L. Walp) en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – Huánuco. 2014” que utilizando la densidad de siembra 0,60 m * 0,25 m con una población de 66 666 plantas (T4) obtuvo el mayor peso para 100 granos con 24,93 gramos.

Rendimiento por hectárea (RPH).

Gutiérrez *et al.* 2001, menciona en su trabajo “Evaluación del rendimiento y nodulación del frejol *Vigna unguiculata* (L) Walp bajo dos sistemas de labranza en las condiciones agroecológicas de la Planicie de Maracaibo, Venezuela” los siguientes resultados:

El análisis de varianza para esta variable no detectó efectos significativos. El sistema de cero labranzas presentó 1895 kilogramos por hectárea, con 163 kilogramos por hectárea más que el sistema convencional (1732 kilogramos por hectárea). Aun cuando no existen diferencias significativas entre las medias; el sistema cero desde el punto de vista económico es más conveniente.

Araméndiz *et al* 2011, indica en su trabajo “Comportamiento agronómico de líneas promisorias de frijol *caupí Vigna unguiculata* L. Walp en el Valle del Sinú” que las líneas con mayor rendimiento de grano respecto a su población parental fueron L019, L031 y L003 con 789,5; 767,7; y 695,2 respectivamente, superando significativamente el rendimiento medio del tratamiento testigo (618,7 kg/ha).

Téllez y Jarquín 1999, mencionan que utilizando la densidad de siembra 0,60 m * 0,10 m con una población de 166666 plantas (T1) obtuvo el mayor rendimiento con 4367,4 kg/ha.

Montilla 2014, indica en su trabajo “Determinación de niveles de fertilización fosfórica en el rendimiento del frijol *Caupí (Vigna unguiculata* L. Walp) en el sector de Fanaga – Cuñumbuque” que utilizando la dosis de 100 kg/ha de Superfosfato triple de calcio (T5) obtuvo 3 289 kg/ha y fue el mejor tratamiento.

Bernardo 2014, menciona en su trabajo “Efecto del EM Compost en el rendimiento de frijol *Caupí (Vigna unguiculata* L. Walp) en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna – Huánuco. 2014” que utilizando la dosis de 75 g/golpe (T4) obtuvo el mayor rendimiento con 4543,8 kg/ha.

De Luna y Ponce (1994) reporta en el Análisis comparativo de la Densidad de población y rendimiento de dos años y dos condiciones de producción, realizado en el Centro Agropecuario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en México, un rendimiento de 2 750 kilogramos por hectárea con una densidad de 490 000 plantas.

Delgado (2009) menciona en su trabajo sobre “Selección de 8 variedades de *Caupí (Vigna unguiculata, L. Walp)* en suelos de restringida en la zona de Pucallpa”, que al término de la fase de campo los resultados mostraron que la variedad “Blanco Cumbaza” obtuvo 1 901 kilogramos por hectárea y el que le siguió fue UCR – 1 – 12 – 3 que rindió 1 743 kilogramos por hectárea.

Pineda (2000) en su trabajo “Efecto del fosfo compost y humus de lombriz en la fijación de nitrógeno atmosférico de tres leguminosas bajo condiciones de campo en Piura – Perú, indica que el frejol Castilla sembrado en ambas costillas del surco, a un distanciamiento de 20 centímetros entre golpe y cuyo distanciamiento entre surcos fue de 0,80 metros rindió 2 097 kilogramos por hectárea, el mejor rendimiento en grano correspondió al tratamiento con humus de lombriz, aunque sin diferencia estadística con los otros dos tratamientos: testigo sin fertilización y fosfocompost.

2.1.2. En las propiedades del suelo

2.1.2.1. Propiedades físicas

Dimas 2001. En los Cuadros 01 y 02 se presentan los valores de las propiedades físicas evaluadas antes y después de la aplicación de los abonos orgánicos en el suelo. En dichos cuadros comparativos se observa que CC, PMP y HA mostraron cambios en los valores antes y después de la aplicación; los valores después de la aplicación fueron 10% mayores. Lo anterior es corroborado por Castellanos (1980 – 1982) quien observó que el contenido de humedad aumenta debido a prácticas de aplicación de abonos orgánicos, ya que disminuye la densidad aparente; se incrementa la porosidad y se modifica la estructura al mejorar la formación de agregados, todo ello influye en un aumento de retención de humedad.

Cuadro 01. Características físicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm antes de la siembra. Venecia. Durango. 1998.

Tratamiento	Arena	Limo %	Arcilla %	Textura %	CC %	PMP %	HA %
A1B1	38,00	42,00	20,00	Franco	32,7	17,70	15,00
A1B2	38,96	42,00	19,04	Franco	26,7	14,50	12,20
A1B3	38,96	41,00	20,04	Franco	32,7	17,70	15,00
A2B1	38,96	42,00	19,04	Franco	26,7	14,50	12,20
A2B2	22,00	27,50	50,50	Arcilloso	32,7	17,70	15,00
A2B3	23,50	28,00	48,50	Arcilloso	45,7	24,50	21,20
A3B1	22,50	27,50	50,00	Arcilloso	32,7	17,70	15,00
A3B2	38,96	42,00	19,04	Franco	26,7	14,50	12,20
A3B3	40,00	42,00	18,00	Franco	32,7	17,70	15,00
A4B1	38,96	40,00	21,04	Franco	26,7	14,50	12,20
A4B2	38,96	42,00	19,04	Franco	32,7	17,70	15,00
A4B3	38,96	42,00	10,04	Franco	26,7	14,50	12,20

Fuente: Dimas 2001.

CC: capacidad de campo. PMP: porcentaje de marchitamiento permanente, HA: humedad aprovechable. A: tratamientos de fertilización orgánica (A1=bovino; A2= caprino; A3=composta; A4= gallinaza). B= dosis (B1=20; B2 = 30; B3 = 40 tha^{-1} para bovino, caprino y composta; B1 = 4; B2 = 8 y B3= 12 tha^{-1} para gallinaza).

Cuadro 02. Características físicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm después de la aplicación de abonos orgánicos. Venecia. Durango. 1998.

Tratamiento	Arena	Limo %	Arcilla %	Textura %	CC %	PMP %	HA %
A1B1	42,56	38,00	19,44	Franco	26,80	14,50	12,30
A1B2	40,56	38,00	21,44	Franco	29,20	15,80	13,40
A1B3	40,20	38,00	21,80	Franco	29,20	15,80	13,30
A2B1	38,56	40,00	21,44	Franco	30,00	16,30	13,70
A2B2	22,56	27,44	50,00	Arcilloso	31,20	16,90	14,30
A2B3	22,56	27,44	50,00	Arcilloso	46,20	25,10	21,10
A3B1	24,20	29,80	46,00	Arcilloso	32,10	17,40	14,70
A3B2	30,56	44,00	25,44	Franco	28,40	15,40	13,00
A3B3	34,92	42,00	23,08	Franco	32,50	17,60	14,90
A4B1	39,28	40,00	20,72	Franco	28,70	15,50	13,20
A4B2	38,56	38,00	23,44	Franco	29,80	16,10	13,70
A4B3	34,92	42,00	23,08	Franco	30,50	16,50	14,00

Fuente: Dimas 2001.

CC: capacidad de campo. PMP: porcentaje de marchitamiento permanente, HA: humedad aprovechable. A: tratamientos de fertilización orgánica (A1=bovino; A2= caprino; A3=composta; A4= gallinaza). B=dosis (B1=20; B2 = 30; B3 = 40 tha^{-1} para bovino, caprino y composta; B1 = 4; B2 = 8 y B3= 12 tha^{-1} para gallinaza).

Emilio *et al*, 2008 manifiesta en su trabajo "Efecto de la aplicación de cachaza fresca y de dos sistemas de producción de maíz y maíz asociado con frijol sobre las propiedades físicas del Inceptisol, haber logrado:

Cuadro 03. Propiedades fisicoquímicas del suelo antes de la siembra

Propiedad	Valor	Unidades
Arena	42,88	%
Arcilla	29,12	%
Limo	28,00	%
pH	4,60	
Carbono orgánico	4,12	%
Ca	3,41	cmol kg ⁻¹ de suelo
Mg	0,56	cmol kg ⁻¹ de suelo
K	9,41	cmol kg ⁻¹ de suelo
Na	0,46	cmol kg ⁻¹ de suelo
P	8,50	mg kg ⁻¹ de suelo
Fe	97,70	mg kg ⁻¹ de suelo
Cu	2,43	mg kg ⁻¹ de suelo
Zn	3,00	mg kg ⁻¹ de suelo
Mn	1,93	mg kg ⁻¹ de suelo
Al ³⁺	5,10	cmol kg ⁻¹ de suelo
H ⁺	0,10	cmol kg ⁻¹ de suelo
CICe	10,04	cmol kg ⁻¹ de suelo
CE	0,70	dSm ⁻¹

Fuente: Emilio *et al*, 2008

Cuadro 04. Propiedades fisicoquímicas del suelo después de la siembra

Propiedad	Valor	Unidades
Arena	41,33	%
Arcilla	31,45	%
Limo	27,22	%
pH	4,40	
Carbono orgánico	4,78	%
Ca	4,33	cmol kg ⁻¹ de suelo
Mg	0,67	cmol kg ⁻¹ de suelo
K	9,89	cmol kg ⁻¹ de suelo
Na	0,47	cmol kg ⁻¹ de suelo
P	9,03	mg kg ⁻¹ de suelo
Fe	97,70	mg kg ⁻¹ de suelo
Cu	2,43	mg kg ⁻¹ de suelo
Zn	3,00	mg kg ⁻¹ de suelo
Mn	1,93	mg kg ⁻¹ de suelo
Al ³⁺	5,10	cmol kg ⁻¹ de suelo
H ⁺	0,10	cmol kg ⁻¹ de suelo
CICe	10,70	cmol kg ⁻¹ de suelo
CE	0,70	dSm ⁻¹

Fuente: Emilio *et al*, 2008

Orozco *et al*, 2016, indica en su trabajo “Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado en manzano” donde evaluó dos tipos de fertilizaciones en manzano (T1: Biofertilizante 50% y fertilizantes químicos 50%; T2: Fertilizante químico 100%), haber encontrado los siguientes resultados:

Cuadro 05. Propiedades físicas del suelo al inicio y final del experimento en T - 1 y T - 2

Propiedades físicas	T - 1 (BF + FQ)		T - 2 (FQ)	
	Inicio Octubre 2012	Final Setiembre 2015	Inicio Octubre 2012	Final Setiembre 2015
PS (%)	25,00 ^a	27,50 ^b	26,00 ^a	25,50 ^a
CC (%)	13,11 ^a	14,47 ^b	13,65 ^a	13,38 ^a
PMP (%)	7,80 ^a	8,61 ^b	8,12 ^a	7,96 ^a
HA (%)	5,31 ^a	5,86 ^b	5,53 ^a	5,42 ^a
Da (gcc ⁻¹)	1,38 ^a	1,27 ^b	1,41 ^a	1,45 ^b
Po (%)	43,20 ^a	47,20 ^b	42,40 ^a	40,60 ^b
Vi básica (mmh ⁻¹)	6,00 ^a	6,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a
Textura	FA	FA	FA	FA

Fuente: Orozco *et al*, 2016

PS: punto de saturación, CC: Capacidad de campo, PMP: Punto de marchitez permanente, HA: Humedad aprovechable, Da: Densidad aparente, Po: Porosidad, Vi: Velocidad de infiltración. FA: Franco arenoso.

2.1.2.2. Propiedades químicas

Quiroz (2009) indica que después de la aplicación de los abonos orgánicos al suelo [Testigo, suelo + Fertipollo (SFP), suelo + Biofer (SBF), suelo + Humus CB (SHCB)] en el primer año, aunque se observa un incremento en los valores de los nutrientes P, K y Ca con relación al testigo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, lo cual indica que no hubo efecto de los tratamientos sobre los parámetros evaluados (Cuadro 02). Por su parte el rendimiento aumentó con respecto al testigo con todos los abonos aplicados. Solamente el rendimiento correspondiente al tratamiento SHCB resultó significativamente mayor.

Cuadro 06. Efecto de los tratamientos sobre las propiedades del suelo.

Año 1.

Propiedades	Testigo	FERTIPOLLO (SFP)	BIOFER (SBF)	HUMUS CB (SHCB)
pH	4,63 a	4,43 a	4,90 a	4,23 a
CE (Ds/m)	0,16 a	0,21 a	0,23 a	0,21 a
MO (%)	10,60 a	10,7 a	10,30 a	10,70 a
Al (cmol.kg ⁻¹)	2,16 a	1,89 a	2,32 a	2,97 a
P (mg.kg ⁻¹)	88,00 a	165 a	121 a	147 a
K (mg.kg ⁻¹)	107,00 a	238 a	156 a	121 a
Ca (mg.kg ⁻¹)	431,00 a	460 a	855 a	277 a
Rendimiento	2869 b	1154 ab	1220 ab	1569 a

Fuente: Quiroz (2009)

Medias de los tratamientos seguidas con la misma letra son estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de media de Tuckey ($p \leq 0,05$).

Para el segundo año del ensayo, hubo una mejor respuesta de la incorporación del material orgánico al suelo (Cuadro 06), apreciándose menores valores de aluminio, al comparar con el testigo, lo cual indica la capacidad de neutralización que tienen los abonos; y mayores contenidos de P y K, siendo el tratamiento SHCB significativamente mayor al testigo. De igual forma que para el primer año, el rendimiento se incrementó con respecto al testigo en uno solo de los casos, cuando se aplicó SFP.

Cuadro 07. Efecto de los tratamientos sobre las propiedades del suelo. Año 2.

Propiedades	Testigo	FERTIPOLLO (SFP)	BIOFER (SBF)	HUMUS CB (SHCB)
pH	4,66 a	4,87 a	5,00 a	4,80 a
CE (Ds/m)	0,22 a	0,25 a	0,21 a	0,22 a
MO (%)	9,97 a	10,22 a	10,25 a	10,63 a
Al (cmol.kg ⁻¹)	1,71 a	0,59 a	0,42 a	0,59 a
P (mg.kg ⁻¹)	53,00 a	97 a	88 a	165 a
K (mg.kg ⁻¹)	94,00 a	216 a	161 a	283 a
Ca (mg.kg ⁻¹)	431,00 a	460 a	855 a	277 a
Rendimiento	1729 b	3029 ab	2001 ab	2585 a

Fuente: Quiroz (2009)

Medias de los tratamientos seguidas con la misma letra son estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de media de Tuckey ($p \leq 0,05$).

Dimas 2001. En los Cuadros 08 y 09 se presentan los valores de las propiedades químicas evaluadas antes y después de la aplicación de los abonos orgánicos en el suelo.

Con relación a características químicas, los Cuadros 08 y 09 muestran que en MO hubo cambios en los tratamientos en 15%, los valores después de la siembra fueron mayores; se observó igual comportamiento con nitratos y fósforo. Esto se debe a que los abonos orgánicos liberan nutrimentos durante su mineralización (Cuadro 5). También se aprecia, en el mismo cuadro, que el estiércol de bovino, caprino y composta incorporaron cantidades similares del N, P y Ca (1,8; 0,14; 2,5; 2,0; 0,14; 2,4; 1,5; 0,11; 3,5 respectivamente), no así gallinaza que aportó un promedio de 30% más de N y Ca que los otros abonos. Sin embargo, no se registraron cambios significativos en pH, CE, Ca, Mg, Na y K. Lo anterior indica que el efecto de los abonos orgánicos fue sobre el aumento de MO, N y P.

Cuadro 08. Características químicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm antes de la siembra. Venecia. Durango. 1998.

Tratamiento	pH	MO %	CE dSm ⁻¹	Cationes solubles					
				Ca ²⁺ meq L ⁻¹	Mg ²⁺ meq L ⁻¹	Na ⁺ meq L ⁻¹	K ⁺ meq L ⁻¹	NO ₃ mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
A1B1	8,40	0,96	1,94	4,40	7,00	10,26	1,36	4,00	1,50
A1B2	8,20	0,62	1,76	5,20	6,80	9,21	1,25	7,00	4,00
A1B3	8,40	0,96	1,94	4,60	9,40	9,26	1,36	4,00	1,50
A2B1	8,20	0,62	1,76	5,20	6,80	10,00	1,25	7,00	4,00
A2B2	8,40	0,96	1,94	5,00	7,40	7,26	1,36	4,00	1,50
A2B3	8,20	0,62	1,76	5,20	6,80	6,21	1,25	7,00	4,00
A3B1	8,40	0,96	1,94	5,40	7,40	8,26	1,36	4,00	1,50
A3B2	8,20	0,62	1,76	5,20	6,80	7,20	1,25	7,00	4,00
A3B3	8,40	0,96	1,94	4,90	7,40	10,26	1,36	4,00	1,50
A4B1	8,20	0,62	1,76	5,20	6,80	6,21	1,25	7,00	4,00
A4B2	8,40	0,96	1,94	6,80	5,90	7,96	1,36	4,00	1,50
A4B3	8,20	0,62	1,76	5,20	6,80	7,60	1,25	7,00	4,00

Fuente: Durango 1998.

CC: capacidad de campo. PMP : porcentaje de marchitamiento permanente, HA: humedad aprovechable. A: tratamientos de fertilización orgánica (A1=bovino; A2= caprino; A3=composta; A4= gallinaza). B= dosis (B1 =20; B2 = 30; B3 = 40 tha⁻¹ para bovino, caprino y composta; B1 = 4; B2 = 8 y B3= 12 tha⁻¹ para gallinaza).

Cuadro 09. Características químicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm al final del ciclo de siembra. Venecia. Durango. 1998.

Tratamiento	pH	MO %	CE dSm ⁻¹	Cationes solubles					
				Ca ²⁺ meq L ⁻¹	Mg ²⁺ meq L ⁻¹	Na ⁺ meq L ⁻¹	K ⁺ meq L ⁻¹	NO ₃ mg kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹
A1B1	8,31	1,20	2,20	9,60	4,60	9,40	1,20	23,00	20,00
A1B2	8,48	1,30	2,10	4,00	5,90	8,60	1,30	20,00	16,40
A1B3	8,47	1,50	2,20	5,60	8,70	9,50	1,25	26,00	20,00
A2B1	8,49	1,30	2,00	6,40	7,30	9,00	1,30	19,00	18,40
A2B2	8,50	1,50	2,20	6,80	6,30	8,10	1,10	29,00	19,00
A2B3	8,39	1,10	1,90	4,20	6,40	7,20	1,20	28,00	16,00
A3B1	8,29	1,20	2,20	5,80	8,00	7,00	1,30	27,00	20,00
A3B2	8,30	1,15	2,10	7,20	4,00	8,20	1,20	26,00	22,00
A3B3	8,28	1,30	2,20	5,40	6,20	8,50	1,30	27,00	20,00
A4B1	8,16	1,10	2,00	5,60	6,00	7,90	1,20	27,00	15,00
A4B2	8,05	1,10	2,10	7,60	7,20	8,00	1,20	26,00	20,40
A4B3	8,28	1,30	2,20	6,60	7,20	7,00	1,20	27,00	19,40

Fuente; Durango 1998.

CC: capacidad de campo. PMP: porcentaje de marchitamiento permanente, HA: humedad aprovechable. A: tratamientos de fertilización orgánica (A1=bovino; A2= caprino; A3=composta; A4= gallinaza). B= dosis (B1=20; B2 = 30; B3 = 40 tha⁻¹ para bovino, caprino y composta; B1 = 4; B2 = 8 y B3= 12 tha⁻¹ para gallinaza).

Gracia 2012, menciona en su trabajo “Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación de origen” haber logrados los siguientes resultados.

Cuadro 10. Valores de los parámetros físico - químicos transcurrido el periodo de un año tras la aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	E.A	pH	C.E
Control	21,1 ^a	7,72 ^{bc}	0,67 ^a
CC B	23,9 ^b	7,64 ^b	0,90 ^{ab}
CM B	37,2 ^d	7,43 ^a	1,78 ^c
CC A	29,5 ^c	7,89 ^c	1,70 ^{bc}
CM A	37,0 ^d	7,34 ^a	3,28 ^d

E.A: estabilidad de agregados en %, C.E: Conductividad Eléctrica en dS m⁻¹. CCB: Compost Catalán dosis baja. CCA: Compost Catalán dosis alta. CMB: Compost Murciano dosis baja. CMA: Compost Murciano dosis alta.

Fuente; Gracia 2012

Cuadro 11. Valores de los parámetros físico - químicos transcurridos 42 meses desde la aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	E.A	pH	C.E
Control	27,87 ^a	8,64 ^{ab}	0,71 ^a
CC B	31,49 ^a	8,59 ^{ab}	0,87 ^b
CM B	46,61 ^b	8,45 ^a	0,90 ^b
CC A	47,96 ^b	8,73 ^b	1,06 ^c
CM A	47,04 ^b	8,48 ^a	1,11 ^c

E.A: estabilidad de agregados en %, C.E: Conductividad Eléctrica en dS m⁻¹. CCB: Compost Catalán dosis baja. CCA: Compost Catalán dosis alta. CMB: Compost Murciano dosis baja. CMA: Compost Murciano dosis alta.

Fuente: Gracia 2012

Cuadro 12. Contenido en carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y potasio total del suelo, en cada tratamiento, a los 12 meses de la adición del residuo.

Tratamiento	CO (%)	NT (%)	P (%)	K (%)	C/N
Control	0,78 ^a	0,03 ^a	0,04 ^a	0,93 ^{ab}	26,0 ^{ab}
CM B	1,75 ^b	0,07 ^b	0,14 ^c	0,94 ^{ab}	25,0 ^{ab}
CC A	3,28 ^e	0,19 ^e	0,15 ^c	0,98 ^b	17,3 ^b
CM A	2,04 ^c	0,10 ^c	0,21 ^d	0,91 ^a	20,4 ^a

CO: carbono orgánico, NT: nitrógeno total, P: fósforo total, K: potasio total, C/N: relación carbono orgánico/nitrógeno total. CCB: Compost Catalán dosis baja. CCA: Compost Catalán dosis alta. CMB: Compost Murciano dosis baja. CMA: Compost Murciano dosis alta.

Fuente: Gracia 2012

Cuadro 13. Contenido en carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y potasio total del suelo, en cada tratamiento, a los 42 meses de la adición del residuo.

Tratamiento	CO (%)	NT (%)	P (%)	K (%)	C/N
Control	1,10 ^a	0,11 ^a	0,03 ^a	0,90 ^a	9,88 ^b
CC B	2,40 ^b	0,27 ^b	0,06 ^a	0,93 ^a	8,89 ^{ab}
CM B	1,92 ^{ab}	0,24 ^b	0,12 ^b	0,92 ^a	8,17 ^{ab}
CC A	4,33 ^c	0,53 ^c	0,11 ^b	0,91 ^a	8,22 ^{ab}
CM A	2,80 ^b	0,36 ^b	0,18 ^c	0,93 ^a	7,76 ^a

CO: carbono orgánico, NT: nitrógeno total, P: fósforo total, K: potasio total, C/N: relación carbono orgánico/nitrógeno total. CCB: Compost Catalán dosis baja. CCA: Compost Catalán dosis alta. CMB: Compost Murciano dosis baja. CMA: Compost Murciano dosis alta.

Fuente: Gracia 2012

Cuadro 14. Datos registrados para nutrientes, transcurridos 12 meses desde la aplicación de las enmiendas orgánicas.

Tratamiento	Na	K	Ca	Mg	P asimilable en mg/l
Control	0,31 ^a	1,50 ^a	9,08 ^a	3,04 ^{ab}	1,01 ^a
CC B	0,30 ^a	1,92 ^a	10,56 ^a	3,11 ^{ab}	1,68 ^a
CM B	0,18 ^a	1,86 ^a	8,94 ^a	2,76 ^a	4,01 ^b
CC A	0,22 ^a	2,02 ^a	14,50 ^b	3,71 ^b	3,74 ^b
CM A	0,28 ^a	2,21 ^a	9,92 ^a	2,37 ^a	6,30 ^c

Fuente: Gracia 2012
 Na: sodio orgánico, K: Potasio, Ca: Calcio, Mg: Magnesio, P: Fósforo asimilable. CCB: Compost Catalán dosis baja. CCA: Compost Catalán dosis alta. CMB: Compost Murciano dosis baja. CMA: Compost Murciano dosis alta.

Cuadro 15. Datos registrados para nutrientes, transcurridos 42 meses desde la aplicación de las enmiendas orgánicas.

Tratamiento	Na	K	Ca	Mg	P asimilable en mg/l
Control	0,04	0,12	0,33	0,26	0,44
CC B	0,11	0,66	1,02	0,70	0,36
CM B	0,03	0,30	0,59	0,25	1,17
CC A	0,07	0,61	1,73	0,57	1,54
CM A	0,17	0,44	0,68	0,38	0,80

Fuente: Gracia 2012
 Na: sodio orgánico, K: Potasio, Ca: Calcio, Mg: Magnesio, P: Fósforo asimilable. CCB: Compost Catalán dosis baja. CCA: Compost Catalán dosis alta. CMB: Compost Murciano dosis baja. CMA: Compost Murciano dosis alta.

Ormeño D, MA y Ovalle, A, 2009, indican en su trabajo “Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero”, indica los siguientes resultados:

Cuadro 16. Características químicas de los suelos después de aplicar los abonos orgánicos.

Trat.	pH (1:2)	N (%)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	P (mg/kg)	MO (%)	C (%)	C/N
T1	6,8	0,15	1464	230	137	9	46,90	3,56	2,06	13,73
T2	6,9	0,15	1382	205	160	7	476,00	2,97	1,72	11,47
T3	6,4	0,13	1378	205	160	7	21,70	3,39	1,97	15,15
T4	5,3	0,11	62	19,2	90	7	6,80	1,06	0,62	5,63
T5	5,9	0,13	722	158	183	9	448,00	3,05	1,77	13,62
T6	8,2	0,19	838	479	2238	9	1624,00	4,23	2,45	12,89
T7	5,9	0,15	692	178	218	7	53,20	2,80	1,62	10,80
T8	5,7	0,15	454	167	206	7	25,20	3,72	2,16	14,40
T9	6,2	0,13	694	186	94	7	588,00	3,05	1,77	13,62

T4: Testigo sin sustrato, T1: Te de estiércol (30%), T2: Te de estiércol (20%), T3: Te de estiércol (10%), T5: Humus líquido de lombriz (7%), T6: Compost (cáscara de cacao) 50% + Humus de lombriz (7%), T7: Te compost (30%), T8: Te de compost (10%), T9: Te de Compost (20%).

Fuente: Ormeño D, MA y Ovalle, A, 2009

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Frejol castilla

2.2.1.1. Importancia del *caupí*

La importancia del frijol *caupí* en los sistemas productivos familiares, es tal porque se trata de un cultivo de exportación que genera ingresos económicos por las ventas del grano, además se trata de un cultivo alternativo de bajo consumo de agua (4 500m³/ha).

También el proceso productivo genera empleo y dinamiza la economía local, es un cultivo de rotación y mejorador de la fertilidad de los suelos. Es un cultivo de costos de producción bajos y buena rentabilidad.

El *caupí* tiene un alto valor nutritivo, tanto en grano verde como en seco, llegando a presentar 1 300 calorías/kg (en grano verde) a 3 000 calorías/kg (en grano seco) y como forraje presenta un valor nutritivo semejante a la alfalfa. El grano seco de *caupí* tiene un nivel de proteínas de 20 a 25%, es rico en fierro, calcio

y algunos aminoácidos esenciales; su digestibilidad es superior a los frijoles blancos y negros. (ASPRMOR – Municipalidad Distrital de Morropón. 2 006).

El *caupí* se siembra en relevo con maíz o sorgo y como cobertura en cultivos perennes, antes que el cultivo principal domine el campo. Es cultivo trampa para *Meloidogynespp.*, y *Bemisia tabaco*. (Binder, 1 997).

En la alimentación humana se utilizan los granos secos y vainas verdes como verdura, así como las semillas germinadas como forraje verde es excelente. Después de acostumbrarse el ganado a consumirlo, el *caupí* es muy palatable. Proporciona un heno muy bueno y la semilla se emplea como pienso concentrado para el ganado bovino. (Binder, 1 997).

2.2.1.2. Taxonomía del frejol *caupí*

Según Armen Takhtajan, mencionado por Vilcapoma 1998.

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Fabales
Familia	:	Fabaceae
Género	:	<i>Vigna</i>
<i>Especie</i>	:	<i>Vigna unguiculata (L). Walp</i>
Nombre común	:	frijol vara, frijol vaca, frijol caupi, frijol Castilla.

2.2.1.3. Fisiología

Son plantas de días cortos aunque hay variedades neutrales respecto al fotoperiodo. En las variedades arbustivas la floración es determinada y la maduración uniforme, en las variedades rastreras y enredaderas es indeterminada con maduración no uniforme, encontrándose en una misma planta

flores y vainas maduras. En este caso se tienen que hacer de tres a cuatro cosechas. El desarrollo inicial es rápido y el crecimiento productivo es alto. Se reportan rendimientos de 808 a 969 kg/ha pudiendo alcanzar hasta 2 908 kg.ha⁻¹ (Binder, 1 997).

2.2.1.4. Toxicidad

Los granos tiene una ligera toxicidad ya que contienen sustancias que bloquean la tripsina y la quimo tripsina, por lo que requieren cocción. (Binder, 1997).

2.2.1.5. Plagas

Los problemas más comunes se encuentran con pulgones (*Diabrotica* spp.) virosis causada por la mosca blanca (*Bemisia tabaco*), *Spodoptera exigua*, *Estigmene acrea*, *Heliothis* spp., hormigas, picudo de la vaina (*Apion golmani*). Un elemento importante es que las vinas no son apetecidas por las babosas (*Sarasinula plebeia*); sin embargo, el grano almacenado es susceptible al ataque del gorgojo (*Zabrotes subfasciatus*) (Binder, 1997).

Menciona que ataca al caupi gusanos cortadores y jobotos: *Agrotis* sp. (Lepidoptera: Noctuidade); *Spodoptera* sp. (Lepidoptera: Noctuidade) y *Phyllophaga* spp. Coleoptera: Scarabaeidae). Lo mismo que *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae); *Cerotoma* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae).

También indica que le ataca el falso gusano medidor: *Trichoplusia nii* (Hubn) (Lepidoptera: Noctuidade) y el gusano soldado: *Spodoptera* sp. (Lepidoptera: Noctuidade).

Perforadores de vaina: *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae); *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidade).

Gorgojos: *Zabrotes subfasciatus* (Bohm) y *Aconthoscelides abtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae).

Babosas: *Vaginulus plebeijus* (Fisher) y *Diplosotenodes occidentalis* (Pulmonata: Veronicellidae) (Binder, 1997).

2.2.1.6. Enfermedades

Pudriciones de la raíz: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium* spp. , además adiciona que como todas las enfermedades causadas por patógenas del suelo, entre más se usa un terreno con el mismo cultivo, tienden a ser más serias año tras año.

Roya: *Uromyces phaseoli*, esta enfermedad es de importancia para la siembra de setiembre y la de verano, cuando se siembra bajo riego.

Mancha angular: *Isariopsis griseola* Sacc., esta enfermedad se presenta donde quiera que se siembra frijol. Se ha observado que ataca en forma más intensa en zonas de altitud media y alta.

Antracnosis: *Colletotrichum indemuthianum*, esta enfermedad está ampliamente difundida en las zonas altas y medias con clima fresco y se presenta en forma epidémica en época de lluvias fuertes.

Mildiu polvoso u oídium: *Erysiphe polygoni*, el mildiu polvoso se presenta principalmente en las siembras de verano y bajo riego. Los síntomas se manifiestan con manchas blancas en las hojas que luego se unen y cubren toda la hoja, posteriormente se cubren de un polvillo blanco compuesto de micelio y esporas. Si la infección es severa, las hojas se deforman, y se amarillean. La enfermedad también afecta a las vainas.

Mildiu veloso: *Phytophthora phaseoli*, la enfermedad se presenta bajo condiciones severas de humedad y nubosidad. El hongo ataca brotes jóvenes, flores y peciolos, lo que causa necrosis y retorcimiento de los tejidos, que se cubren de un vello blanquecino algodonoso y el cual, generalmente se seca y queda unida al tallo.

Bacteriosis común: *Xanthomonas campestris p.v. phaseoli*, la enfermedad se presenta en zonas inferiores a los 1000 msnm y con un rango de temperatura de 20 a 26° C. No hay variedades resistentes a esta enfermedad.

Virus del mosaico común (BCMV), este virus es muy importante ya que las variedades criollas nacionales son susceptibles y se transmite en la semilla. Las plantas adultas infectadas presentan enanismo, malformaciones, arrugamiento de órganos y marchitez.

Virus del mosaico dorado (BGMV), la presencia de este virus se ha observado en zonas del Pacífico Seco y en la Zona Sur, particularmente donde se presentan la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) que transmite el virus (Binder, 1 997).

2.2.1.7. Nematodos.

Varias especies de nematodos pueden atacar al caupi entre las que se pueden mencionar: *Belonolaimus gracilis*, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp.

A pesar de los posibles ataques de enfermedades, plagas, virus y nematodos, normalmente no es necesario efectuar un control de los mismos (Binder, 1 997).

2.2.1.8. Descripción botánica

La planta del frijol *caupí* es una leguminosa de grano, cuyo fin es la alimentación a través de sus semillas y hojas, ya que presentan altos contenidos de proteína, tolera los periodos de sequía y con una alta capacidad de fijar nitrógeno del aire por medio de los nódulos presentes en las raíces (Sánchez, 2 001).

Los tallos del *caupí* son glabrosos y poco ramificados. (Binder, 1 997). La planta de frijol *caupí*, tiene una raíz principal que penetra en el suelo hasta 80 centímetros y cuenta con raíces laterales en los primeros 20 centímetros, la raíz

crece rápidamente en suelos húmedos, y transportan el agua y los nutrientes a las hojas, flores, vainas y semillas.

Las raíces son afectadas por una bacteria que se encuentra en el suelo y que se le llama *Rhizobium*, esta bacteria crea unos nódulos o granitos que crecen en las raíces del frijol caupí, y por medio de ellos toma el nitrógeno del ambiente para utilizarlo para su alimentación, estos nódulos aparecen entre los diez y quince días después de la germinación del frijol caupí. La mayor cantidad de nitrógeno fijado por el *Rhizobium*, se presenta entre el tiempo cuando aparecen las primeras flores y la aparición de las primeras vainas, después mueren y la fijación desaparece. Para conocer si un nódulo está activo es decir que está fijando el nitrógeno del ambiente, se coge un nódulo y se abre, en el interior se debe observar un color rojo, que quiere decir que el nódulo está fijando nitrógeno, de lo contrario es de color blanco o crema.

Normalmente los suelos contienen estas bacterias, pero en poblaciones muy bajas si nunca se ha sembrado el frijol caupí. Se requieren al menos de dos cosechas seguidas para que se tenga una buena población de la bacteria en el suelo, y luego hacer las rotaciones de cultivos comunes, antecediendo el frijol, es decir frijol seguido de ajonjolí, o frijol seguido de algodón, o maíz o sorgo.

El uso de fertilizantes nitrogenados como la urea en grandes cantidades, arriba de 60 kilos por hectárea, reduce el funcionamiento o actividad del *Rhizobium* (Sánchez 2 001).

Las hojas del frijol *caupí*, son las que producen el alimento para la planta por medio de la fotosíntesis, atrapando la luz del sol. El primer par de hojas son simples, las restantes presentan trifoliadas (hojitas) y puede haber tantas hojas trifoliadas como nudos en los tallos y ramas, estos por palta pueden presentarse

entre 9 y 14 nudos. Las hojas tienen buena cantidad de proteína, y sirve para la alimentación animal (Sánchez, 2 001).

En las axilas de las hojas, o unión de las hojas con el tallo, se forman unos tallitos o pedúnculos y en su extremo se forman las flores en racimos de dos o tres flores, son de color blanco o morado en un principio y luego se tornan amarillas cuando la vaina se está formando. La planta florece entre los 25 y 35 días después de la germinación de la planta (Sánchez, 2 001).

Las ramas inician su crecimiento entre la segunda y la tercera semana después de la germinación, estas ramas también tienen flores y ayudan a que la planta produzca más, normalmente se presentan entre 3 y 4 ramas por planta (Sánchez, 2 001).

Las vainas se encuentran donde estaba la flor, por lo cual están en el extremo del pedúnculo o tallito el cual puede medir más de treinta centímetros, y se presentan dos o tres en cada uno de ellos. La vaina inicia su formación cuando la flor ya está polinizada. La forma de las vainas maduras puede ser curvada o recta y su longitud varía entre 10 y 30 centímetros. En las vainas se desarrollan las semillas.

Las semillas son de forma y tamaño diferente de acuerdo con la variedad, existen desde muy pequeñas como las "lentejitas" en las cuales cien semillas pesan 8 gramos, y las grandes como las cabecita negra en las cuales cien semillas pesan entre 15 y 22 gramos. Las semillas contienen hasta un cincuenta por ciento de carbohidratos o azúcares y 25 por ciento de proteína, la cual es muy importante para la alimentación de las personas, en buena parte puede reemplazar la carne. El número de semillas por vaina también depende de la variedad y se encuentran entre 10 y 20 semillas por vaina. Existen colores de semilla desde blanco, crema, rojo y negro y combinaciones de estos colores (Sánchez, 2 001).

2.2.2. Materia Orgánica

2.2.2.1. Definición

La materia orgánica se define como todo material de origen vegetal o animal en proceso de descomposición y humus como el producto final de ese proceso el cual presenta un alto peso molecular, formado por un núcleo central de compuestos aromáticos y cadenas laterales integrados por carbohidratos, así como cadenas alifáticas donde se ubican los grupos funcionales que hacen que se comporte como un “almacén” de nutrientes para evitar que éstos se lixivien (Peña, 2002).

Los abonos de origen son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos (Byron 2010).

2.2.2.2. Importancia de la materia orgánica

Una de las contribuciones más importantes de la materia orgánica a la fertilidad del suelo es su capacidad de suplir nutrimentos, especialmente nitrógeno, fósforo y azufre.

Trabajos efectuados con extractos orgánicos y bacterias fotosintéticas revelaron que las plantas poseen la capacidad de alcanzar ondas de luz comprendidas entre los 700 a 1200 nm, cuando generalmente las plantas verdes no emplean estas ondas.

Investigaciones efectuadas en diversos centros de estudios de Norteamérica y Japón revelan los maravillosos resultados alcanzados en la reducción de enfermedades y en una mejor nutrición.

El uso constante de materia orgánica trae consigo un sin número de efectos benéficos tanto al suelo como a las plantas que se les aplica.

A continuación, se enumeran algunas de las bondades que genera el uso de la materia orgánica:

- Ayuda a la estabilización de la acidez del suelo.
- Actúa como agente quelatante del aluminio.
- Actúa como quelatante de micronutrientes previniendo su lixiviación y evita la toxicidad de los mismos.
- Regula los fenómenos de adsorción especialmente la inactivación de plaguicidas.
- Mejora la cohesión y estabilidad de los agregados del suelo.
- Disminuye la densidad aparente.
- Aumenta la capacidad del suelo para retener agua.
- Es fuente energética de los microorganismos especialmente por sus compuestos de carbono.
- Estimula el desarrollo radicular.
- Durante el proceso de interacción de materia orgánica y microorganismos del suelo se genera la producción de sustancias fungistáticas como fenoles y antibióticos por parte de bacterias y hongos. (Funez *et al* 2004).

La materia orgánica, es uno de los factores más importantes para determinar la productividad de un suelo o sustrato en forma sostenida, por lo cual constituye el factor principal que garantiza el éxito en el manejo ecológico del suelo. Sin embargo, a pesar de su gran trascendencia, ha sido descuidada desde la década de los años 50 cuando se intensificó el consumo de los fertilizantes

sintéticos que por su alto costo y por su elevada actividad de contaminación ambiental deben ser sustituidos cada vez más por la materia orgánica (Peña, 2002).

Toda planta para desarrollarse normalmente y obtener buena producción necesita de una buena cantidad de elementos mayores (nitrógeno, fósforo y potasio), así como de elementos menores necesarios para las funciones vitales de la planta, como el boro, magnesio, zinc, manganeso, azufre, cobre, entre otros.

Todos los métodos de agricultura orgánica garantizan la presencia en el suelo de microorganismos como bacterias, hongos, micorrizas, insectos y lombrices que descomponen la materia orgánica convirtiéndola en humus, además de facilitar la fijación de nutrientes y la fácil absorción de estos por las plantas (Paredes, 2009).

2.2.2.3. Importancia de la materia orgánica sobre las propiedades de los suelos.

La aplicación de materia orgánica de forma sistemática al suelo es de trascendental importancia para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y buscar la sostenibilidad agrícola de nuestros sistemas productivos.

La influencia favorable de la materia orgánica en los suelos ha sido reconocida desde la antigüedad y aun en nuestro siglo no ha perdido vigencia este concepto, baste decir que se considera su presencia un factor distintivo entre el suelo y la corteza mineral (Peña, 2002).

Influencia sobre las propiedades físicas.

- Produce agregación en los suelos mejorando su estructura.
- Proporciona porosidad en los suelos arcillosos.

- Aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa.
- Mejora el balance hídrico.
- Regula la temperatura del suelo.
- Reduce la erosión.
- Reduce la evaporación.

Influencia sobre las propiedades químicas

- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- Mantiene los micro y macro elementos potenciales alrededor del sistema radical de las plantas.
- Facilita la absorción de nutrientes por las plantas.
- Tiene efecto quelatante sobre el hierro, manganeso, zinc, cobre y otros microelementos.

Influencia sobre las propiedades biológicas

- Estimula la microflora del suelo.
- Modifica la actividad enzimática.
- Favorece la respiración radical.
- Favorece la capacidad germinativa de las semillas.
- Mejora los procesos energéticos de las plantas.
- Favorece la síntesis de ácidos nucleicos.
- El CO₂ desprendido favorece la solubilización de compuestos minerales (Peña, 2 002).

El contenido de nutrientes en los abonos orgánicos está en función de las concentraciones de éstos en los residuos utilizados. Estos productos básicamente actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas.

a) *Propiedades físicas*, el abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a minorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento.

b) *Propiedades químicas*, los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad.

c) *Propiedades biológicas*, los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. También producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo (Byron, 2010).

2.2.3. De los Abonos Orgánicos certificados.

2.2.3.1. El guano de islas

Origen

El Guano de las islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax*

bouganinvilli Lesson), Piquero (*Sula variegata Tshudi*) y Pelicano (*Pelecanus thagus*).

Transformación (Mineralización)

Por la ubicación geográfica al litoral peruano le corresponde un clima subtropical húmedo, bajo estas condiciones los nutrientes presentes en el Guano de las Islas serían lavado, pero debido al ingreso de agua fría proveniente de la corriente de Humbolt por el Sur, modifica el clima, presentando temperaturas moderadas y escasa precipitación. Bajo éstas condiciones las deyecciones de las aves marinas se van acumulando y mediante la actividad microbiana se producen diversas reacciones bioquímicas de oxidación, transformando las sustancias complejas en más simples, liberando en este proceso una serie de sustancias nutritivas.

Propiedades del guano de islas

a. *Es un fertilizante natural y completo.* Contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.

b. *Es un producto ecológico.* No contamina el medio ambiente.

c. *Es biodegradable.* El guano de las Islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.

d. *Mejora las condiciones físico – químicas y microbiológicas del suelo.* En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.

e. *Es soluble en agua.* De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).

f. *Tiene propiedades de sinergismo.* En experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo sin tratamiento, se aplicó el Guano de las Islas, estiércol y una mezcla de ambos. En los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con el tratamiento Guano de las Islas + estiércol.

Contenido de nutrientes

El guano de las Islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

Contiene macro – nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 10 – 14, 10 – 12 y 2 a 3 % respectivamente.

Elementos secundarios como el Calcio, Magnesio y Azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5% respectivamente. También contiene micro elementos como el Hierro, Zinc, Cobre, Manganeso, Boro y Molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm (partes por millón).

Cuadro 17. Riqueza en nutrientes del guano de las islas

Elemento	Formula/Simbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 - 14 %
Fósforo	P ₂ O ₅	10 - 12 %
Potasio	K ₂ O	2 - 3 %
Calcio	CaO	8%
Magnesio	MgO	0.50%
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	0.03%
Zinc	Zn	0.00%
Cobre	Cu	0.02%
Manganeso	Mn	0.02%
Boro	B	0.02%

Fuente: Análisis Químico y Certificación SKAL.

Disponibilidad de Nutrientes

Del nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible (33% es amoniacal y 2% en forma nítrica) y el 65% se encuentra en forma orgánica.

Del fósforo total el 56% es soluble en agua (disponible) y el 44% se encuentra en forma orgánica.

Cuando se aplica el Guano de Islas, en promedio 35% de nitrógeno y 56% de fósforo están disponibles para la absorción inmediata de las plantas. La forma orgánica continúa la mineralización, aportando nutrientes durante el desarrollo del cultivo.

El Guano de las Islas además de suministrar los nutrientes indicados anteriormente, realiza aporte de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de “organismo viviente”. Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo Nitrosomonas y Nitrobáctera, la primera transforma el amonio a nitrito y Nitrobáctera oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el Nitrógeno del suelo (NO_3^-).

Tipo de guano de las Islas

Existe un solo tipo de Guano de las Islas: **Guano de las Islas Natural**.

Recomendaciones de uso: 560 kilogramos por hectárea.

Nota: La Sub Dirección de Insumos y Abonos – Agro Rural, garantiza la calidad y cantidad del producto que comercializa. Contamos con Análisis Químico y Certificación SKAL, el cual acredita que el Guano de las Islas es un producto orgánico de origen animal y su procesamiento es 100% artesanal. (AGRO RURAL 2010).

2.2.3.2. Terramar ®

Características.

Terramar ®, es un compuesto orgánico a base de Ácido Alginico (concentrado en un 5%), Aminoácidos con % y además de Micronutrientes

Quelatados concentrados en un 5% y de ácido húmico en un 15%, ideal para todo tipo de cultivos.

Es muy importante en las etapas iniciales por ser promotor de la formación de nuevas raíces y del sostenimiento de la planta, sin embargo puede aplicarse en cualquier etapa del cultivo.

Es un producto granulado, que promueve la inducción de tolerancia al estrés vía solutos compatibles o activación de enzimas que influyen en la viabilidad fisiológica radicular.

Es esencial bajo condiciones de suelos salinos, arenosos y alcalinos, porque permite una mejor aireación, infiltración y menor resistencia al crecimiento radicular, lo que permitirá un crecimiento armonioso de la planta, además puede aplicarse en todos los cultivos.

Terramar ®, mejora las características físico – químicas del suelo tales como su estructura y su Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), pues fija cationes ya sea que estos formen parte del suelo o sean suministrados, los cuales se mantendrán disponibles en el momento en el que la planta los necesite, además de favorecer la multiplicación de microorganismos benéficos.

Es un eficaz regulador de la absorción de nutrientes vía radicular, tanto de fertilizantes sintéticos como orgánicos, pues acelera la mineralización u oxidación de estos.

Como regla general se recomienda utilizar este producto en cualquier etapa fenológica del cualquier cultivo, teniendo mejores resultados en las etapas iniciales. Es compatible con todos los productos, se recomienda su aplicación en mezcla física con cualquier fertilizante ya sea sintético u orgánico.

Recomendación y usos: Cultivos en general: 25 kilogramos por hectárea por aplicación.

Cuadro 18. Composición química del Terramar ®

Ácido Algínico	5	%
Aminoácidos	5	%
ácidos Húmicos	15	%
Micronutrientes quelatados	5	%
Nitrógeno	2.4	%
Fósforo	2.4	%
Potasio	2.4	%
Esencias Orgánicas	30	%

Fuente: Farmagro S.A.

2.2.4. El suelo

Un sistema natural puede consistir de una o más sustancias y una o más fases. Una región, dentro de un sistema, que presente similares propiedades físicas en todo su volumen, es llamada fase. En la naturaleza existen tres fases principales: sólida, líquida y gaseosa.

En un sistema heterogéneo y polifásico, sus propiedades difieren no solo entre una fase y otra sino también entre la parte interna de una fase y la zona de separación con la fase o fases vecinas: interfase. Precisamente de la magnitud del área de estas interfaces, van a depender una serie de procesos o fenómenos físico – químicos importantes, como ser adsorción, tensión superficial, fricción, etc.

Un sistema que presenta al menos una de sus fases subdividida en pequeñas partículas, las cuales presentan, en conjunto, una gran área interfase, es llamado sistema disperso.

En base a lo expuesto, podemos considerar al suelo como un sistema heterogéneo, polifásico y disperso, en el cual el área interfacial por unidad de volumen, puede ser muy grande. El carácter disperso del suelo da lugar a una serie de procesos que se producen en la zona de interfase; ejemplos de estos procesos son la floculación, intercambio iónico, adsorción de agua y nutrientes, capilaridad, etc.

Las tres fases que ordinariamente se presentan en la naturaleza, se manifiestan también en el suelo: la fase sólida, es llamada la matriz del suelo, constituida por una fracción mineral y una orgánica; fase líquida, la cual consiste de diversas sustancias disueltas en agua, de ahí que se llama solución del suelo y fase gaseosa, llamada también la atmósfera del suelo.

2.2.4.1. Propiedades físicas de los suelos

La fase sólida del suelo está compuesta de sustancias de diferente naturaleza química y mineralógica, de variada forma, tamaño y orientación, los cuales pueden ser divididos en dos grupos principales:

- a) Características físicas fundamentales: textura, estructura, color, consistencia, densidad y temperatura.
- b) Características físicas derivadas: porosidad, capacidad de aire, capacidad de agua, compactación y profundidad radicular efectiva.

2.2.4.1.1. Textura del suelo

Es precisamente esta proporción de cada elemento del suelo lo que se llama la textura, o dicho de otra manera, *la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla*. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición (Rucks *et al* 2004).

El termino textura hace referencia a la proporción relativa de arena, limo y arcilla, en la masa del suelo, es decir, a las partículas inferiores a 2 mm de diámetro equivalente.

Bajo un punto de vista “dinámico”, se puede definir la textura como el conjunto de propiedades que resultan directamente del tamaño de sus elementos individuales.

La textura es, quizás, la característica más permanente del suelo aunque puede ser modificada por la remoción de horizontes superficiales por laboreo y el desarrollo de una nueva superficie de textura diferente; o por la acumulación de materiales acarreados por el viento o por el agua de riego, etc.

Las partículas del suelo varían en tamaño en forma continua, sin embargo, con un fin práctico, se han definido, arbitrariamente, grupos de tamaños de partículas. A cada agrupamiento de partículas, definido en función de un límite máximo y uno mínimo de diámetro equivalente, se lo denomina fracción granulométrica.

2.2.4.1.2. Estructura del suelo

Un conjunto de ladrillos dispuestos desordenadamente y al azar constituye sólo una pila o estriba de ladrillos. Sin embargo, los mismos ladrillos dispuestos ordenadamente y unidos entre sí, puede dar lugar a una casa o a una fábrica. De la misma manera, el suelo puede ser sólo un conjunto de partículas sueltas, desordenadas; o bien estar constituidas por estas mismas partículas unidas entre sí conformando un arreglo espacial; con una determinada forma y tamaño, bien definidos.

El arreglo y la organización de las partículas constitutivas del suelo, se conoce como estructura del suelo. Las unidades secundarias que se forman de la unión de las partículas primarias o individuales del suelo, se denominan agregados. Tales patrones o arreglos espaciales necesariamente incluyen espacios porosos.

Existen fuerzas que mantienen unidos esos componentes y que permiten que los agregados se comporten como una unidad. Tales fuerzas son mayores que aquellas que unen agregados adyacentes, de esa forma, al aplicarse una presión sobre una masa de suelo, los agregados se separan por superficies naturales de fragilidad, que representan los límites entre agregados.

A diferencia de un agregado, un terrón es causado por una perturbación, por ejemplo, de aradura, que moldea el suelo en forma temporal, deshaciéndose al someterla a humedecimientos y secados repetidos.

Las partículas del suelo difieren en forma, tamaño y orientación, sus masas pueden estar asociadas e interligadas en diferentes formas, presentando configuraciones complejas e irregulares, las cuales son, en general, difíciles de caracterizar en términos exactos. Por otro lado, la estructura del suelo tiene una naturaleza variable, muy afectada por condiciones climáticas, biológicas y de manejo. Por estas razones, la estructura del suelo denota un concepto cualitativo más que una propiedad cuantitativa.

Desde un punto de vista teórico, pueden distinguirse micro agregados, con diámetros menores a 0,250 mm y macro agregados, con diámetros entre 0,250 y 10 mm (Giménez, s/f)

2.2.4.1.3. Color

El color de los suelos varía dependiendo de cuanta materia orgánica está presente y los tipos de minerales que contiene (tales como hierro, que usualmente crea un color rojo, o carbonato de calcio (cal), que le da a los suelos una coloración blanca en las zonas secas). El color de los suelos también difiere dependiendo de cuán húmeda o seca sea la muestra correspondiente y puede ser indicativo de si la tierra ha sido saturada de agua.

2.2.4.1.4. Consistencia

La consistencia se relaciona con la firmeza de los terrones individuales y cuán fácilmente se resquebrajan o desmoronan. Un suelo con consistencia firme dificultará más la penetración de raíces, palas o picos que aquellas tierras con consistencia suelta (Levine, 1997).

2.2.4.1.5. Densidad de las partículas o peso específico real

La densidad de las partículas (DP) o peso específico real (PER) se define como la relación entre la masa total de los sólidos y el volumen de los mismos, sin incluir el espacio poroso. Las unidades de expresión son g/cm³ o t/m³. La DP permite calcular, entre otras cosas, la porosidad total del suelo, junto con la densidad aparente, estableciéndose las relaciones volumétricas entre las fases sólida, líquida y gaseosa.

Aunque pueden observarse considerables variaciones en la densidad de los suelos minerales individuales (Tablas 01 y 02), las cifras para la mayor parte de los mismos varían entre los estrechos límites de 2,60 a 2,75. Esto es así porque el cuarzo, feldespato y silicatos coloidales, con densidades dentro de estas cifras constituyen, por lo regular, la mayor parte de los suelos minerales. Por excepción, cuando están presentes cantidades anormales de minerales pesados, como magnetita, granates, epidota, etc., la densidad de las partículas de un mineral puede exceder de 2,75.

Debido a que la materia orgánica pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales, la cantidad de ese constituyente en un suelo, afecta marcadamente la densidad de las partículas.

Para cálculos generales, el término medio de la DP, en un suelo mineral, puede considerarse igual a 2,65.

Cuadro 19. Densidad de las partículas de distintos componentes de la fase sólida del suelo

Menor a 2,65		Próximo a 2,65		Mayor a 2,65	
Humus	1,3	Cuarzo	2,65	Limonita	3,7
Caolinita	2,5	Feldspatos	2,60	Hematita	5,2
Yeso	2,3	Calcita	2,70	Micas	2,9
Vidrio volcánico	2,3			Piroxenos	3,2

Fuente: Fernández 2006

Cuadro 20. Densidad de las partículas de distintos suelos.

Tipo de suelo	Valor de DP
Medios	2,50 – 2,65
Calcáreos	2,40 – 2,50
Humíferos	1,80 – 2,30
Histosoles	1,2
Ferruginosos	2,7

Fuente: Fernández 2006

2.2.4.1.6. Densidad aparente o peso específico aparente

Es la relación entre la masa del suelo seco y el volumen total del mismo, incluyendo el espacio poroso. Sus unidades de medida son las mismas de la DP.

Es una característica del suelo que reviste importancia para el agrónomo pues, a través de ella, se puede calcular el espacio poroso total, transformar la humedad gravimétrica en volumétrica, para conocer el peso de la capa arable, para calcular láminas de riego, etc.

La Densidad Aparente (DA) varía con la textura, estructura, compactación, materia orgánica, actividad biológica, composición mineralógica del suelo (Giménez, s/f).

2.2.4.1.7. Temperatura de los suelos.

La radiación solar representa la fuente principal, si no la única, del calor recibida por el suelo. Las causas de pérdida de calor son más numerosas y se distinguen cuatro:

- a. Primero, el suelo refleja una cierta proporción de la radiación.
- b. Pierde, después otra proporción de calorías, bajo forma de radiaciones oscuras en virtud de su poder emisor.
- c. Una cierta cantidad de calorías se utiliza para provocar la evaporación del agua del suelo.
- d. En fin, otra fracción de calorías recibida se propaga en profundidad gracias a la conductividad del suelo.

Hemos visto que la absorción, o la reflexión del calor recibido dependían en gran parte del color del suelo. La vegetación, formando pantalla refleja igualmente una parte de la radiación, del mismo modo que la nieve. Es por lo tanto, interesante considerar la relación entre la energía reflejada y la energía incidente: esta relación se llama albedo, es del orden de 10 a 20% para los suelos cultivados y es más elevado para suelos cubiertos de vegetación, praderas o bosques, donde puede llegar y sobrepasar al 50%. El albedo es uno de los factores de la evaporación.

En fin, las calorías recibidas en la superficie se propagan a las capas inferiores gracias a la conductibilidad del suelo; así, el horizonte superficial se enfría en beneficio del subsuelo. Al igual que el poder emisor, la conductibilidad del suelo aumenta proporcionalmente a la cantidad de energía radiante recibida. El suelo posee una conductibilidad igual, en término medio, a tres veces la del agua y a 110 veces la del aire. El aire contenido en el suelo juega un poco el papel de

aislante térmico, y, al estar asegurada la conductibilidad, por las partículas sólidas y por el agua situada en contacto suyo, el calor se propagará tanto más lentamente cuanto, para una misma porosidad, el suelo contenga más aire y menos agua.

El agua aumenta la conductibilidad del suelo en la medida en que no tienda a suprimir todo contacto entre las partículas sólidas, cuya conductibilidad es mayor; la conductibilidad del suelo pasa entonces por un máximo para una cierta humedad, después de la cual decrece. En efecto, las arenas secas son las que tienen la conductibilidad térmica más débil; ellas se calientan rápidamente en la superficie sin dejar que este calor se propague en profundidad. Por otra parte las técnicas agrícolas que aumentan la porosidad, disminuyen paralelamente la conductibilidad; tal es, por ejemplo, la influencia del laboreo, de enterrar la paja o las materias orgánicas.

2.2.5. Propiedades Químicas del suelo

2.2.5.1. La Materia orgánica del suelo.

El contenido de materia orgánica es el parámetro del suelo que puede presentar las más importantes variaciones. Pueden ser variaciones cuantitativas, las que permiten hacer arbitrariamente la diferencia entre suelos orgánicos y minerales. Pueden también ser variaciones cualitativas, de acuerdo con la naturaleza de la materia orgánica, las vías y la velocidad de su descomposición y de su incorporación a la materia mineral.

El desarrollo del suelo y sobre todo los procesos de migración y de alteración en el perfil dependen en parte de la materia orgánica y por consiguiente del tipo de humus.

Antes de presentar la clasificación de los tipos de humus (humificación), es necesario hacer un resumen de los principales procesos físico-

químicos o biológicos que intervienen en la génesis de los compuestos humificados del suelo.

Humus de las relaciones Plantas – Suelo.

Para su crecimiento, las plantas dependen de dos medios que les suministran energía y nutrientes: el suelo y la atmósfera. El suelo constituye la fuente principal de elementos nutritivos esenciales mayores o menores así como de los aniones minerales y de las moléculas orgánicas sencillas, susceptibles de una asimilación directa por parte de las plantas. Además del oxígeno que utilizan para la degradación de varias fuentes orgánicas de energía, los vegetales pueden también sacar de la atmósfera el dióxido de carbono (fotosíntesis) y el nitrógeno, molecular (fijación) que necesitan para la edificación de sus tejidos.

Los restos vegetales (hojas, pedazos de ramas o de corteza del tronco) que caen al suelo y las raíces viejas constituyen la mayor parte de los precursores orgánicos del humus; luego que llegan al suelo, sufren una descomposición biológica más o menos rápida. Una parte se mineraliza, restituyendo sustancias minerales, gaseosas o solubles en el agua (NH_4^+ , NO_3^- , CO_2). La otra parte no sufre la biodegradación y se transforma en sustancias amorfas a menudo oscuras y de alto grado de polimerización.

Son las sustancias húmicas, que según las propiedades del suelo pueden o no fijarse en la materia mineral (cationes, arcillas) bajo la forma de complejos solubles o insolubles.

El conjunto de todas las reacciones biológicas o químicas que ocurren entre la planta y el suelo se conoce bajo el nombre de "ciclo biológico" o mejor "ciclo biogeogúmico". Las transformaciones de los restos vegetales en el suelo toman parte en este ciclo general.

Antes de detallar los procesos que caracterizan estas transformaciones, se necesita definir algunos conceptos.

- a. El concepto más antiguo de “humus” designa la materia orgánica total del suelo, sin tener en cuenta sus formas químicas y su grado de evolución. Desde el punto de vista genético, se llama “humus” al horizonte superficial organizado resultante de todas las reacciones físico – químicas y bioquímicas que actúan en la transformación de la materia orgánica fresca. En la mayoría de los casos, utilizaremos la palabra “humus” en este último sentido.
- b. La “humificación” corresponde al conjunto de las transformaciones anteriormente nombradas que conducen al humus. La forma de humificación está en relación estrecha con las condiciones ecológicas del suelo.
- c. Por consiguiente, el “tipo de humus” se define en base a un conjunto de valores físico – químicos ordenados y resultantes de la forma de humificación.

2.2.5.2. La reacción del suelo: pH

Uno de los factores físico – químicos en donde reside el fundamento del valor agrícola de un suelo, es su reacción, grado de acidez o pH.

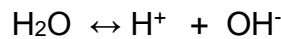
Es por tanto un determinante de la fertilidad y como consecuencia, su conocimiento es de gran importancia para la obtención de buenos rendimientos de los cultivos.

El contenido en calcio del suelo, se refleja en su reacción, por lo que es de interés conocer también la necesidad de cal de un suelo.

Dicho contenido en Calcio y pH, van generalmente ligados en la problemática de la fertilidad del suelo. El agricultor debe conocerlo.

Para entender lo que se entiende por reacción del suelo es preciso explicar, aunque sea muy brevemente, el concepto de ácido y base, así como la naturaleza del llamado *Complejo Coloidal* del suelo.

El concepto de ácido y base, en su expresión más sencilla, se encuentra en el fenómeno de la ionización del agua. Las moléculas del agua tienden a separarse en dos componentes, según el esquema:

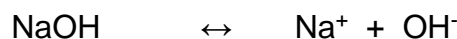


(H⁺): ión Hidrógeno con carga eléctrica positiva.

(OH⁻): Ión hidroxilo con carga eléctrica negativa.

A su vez, estos iones pueden volver a agruparse para formar la molécula del agua (H₂O), de ahí la flecha en los dos sentidos de la reacción.

Otras sustancia química disueltas en el agua, también se disocian en sus componentes, por ejemplo el ácido clorhídrico (ClH) y el hidróxido sódico (NaOH).



La primera de estas dos sustancias da carácter ácido a la disolución y la segunda carácter alcalino.

Se puede decir, en general, que la presencia de iones H⁺ o OH⁻ en una disolución, son los que dan el carácter ácido o alcalino.

Esto es aplicable a la disolución del suelo.

Se dice por otra parte, que una disolución es neutra, cuando la concentración de iones H^+ es igual a los de los iones OH^- .

Muy relacionado con la reacción del suelo, está su complejo coloidal. Está formado por la fracción mineral más fina del suelo, la arcilla, y la parte orgánica, constituida por la descomposición de restos vegetales y animales y que se llama humus. Ambos componentes, arcilla y humus son insolubles y se llaman coloides. (Parecido a la cola).

En el agua, la arcilla y el humus se encuentran en *suspensión*, en estado disperso (*separado*). Si se añade a una suspensión de arcilla y humus, una sal de Calcio, las partículas coagulan, flocculan, se juntan.

Hechas las consideraciones anteriores, se puede dar la definición de reacción del suelo, diciendo que es la mayor o menor cantidad de iones Hidrógeno (H^+) retenido en su complejo arcillo – húmico, en relación con los otros iones considerados como básicos (bases del suelo).

En la práctica se habla, generalmente, de acidez del suelo.

Para expresar la acidez o concentración de los iones Hidrógeno (H^+) del suelo, se utiliza el concepto de pH.

El pH es el logaritmo de la inversa de la concentración de iones hidrógeno (H^+).

$$pH = \text{Log} \frac{1}{(H^+)}$$

El pH mide por tanto la acidez de la disolución del suelo, a la que también se llama *acidez real o actual*.

El valor teórico del pH, según Pérez 1981, oscila entre 0 y 14, pero para los suelos de cultivo varía entre 4.0 y 9.0, siendo los valores que determinan el estado de la reacción los siguientes:

pH < 7.0 (suelos ácidos, predominio de iones H^+)

pH = 7.0 (suelos neutros, concentración de H⁺ igual a la concentración de iones básicos).

pH > 7.0 (suelos básicos o alcalinos, concentración de iones H⁺ inferior a la base).

El pH es una propiedad química del suelo que tiene un efecto importante en el desarrollo de los seres vivos (incluidos microorganismos y plantas). La lectura de pH se refiere a la concentración de iones hidrógeno activos (H⁺) que se da en la interfase líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos. La concentración de iones hidrógeno es fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo. El grado de acidez o alcalinidad de un suelo es determinado por medio de un electrodo de vidrio en un contenido de humedad específico o relación de suelo-agua, y expresado en términos de la escala de pH. El valor de pH es el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno, que se expresa por números positivos del 0 al 14.

Tres son las condiciones posibles del pH en el suelo: la acidez, la neutralidad y la alcalinidad (Fernández, 2006).

Los Métodos Oficiales de análisis de Suelos determinan la acidez activa midiendo el pH, de una suspensión suelo – agua (1/2, 5) y la acidez potencial midiendo el pH, sobre suspensiones de suelo con KCl 0,1 M (1/2, 5).

Cuadro 21. Clasificación de los suelos según el valor del pH.

pH	Valoración
pH < 5,5	Muy ácido
5,5 < pH ≤ 6,5	Ácido
6,5 < pH ≤ 7,5	Neutro
7,5 < pH ≤ 8,5	Alcalino
pH > 8,5	Muy alcalino

Fuente: Fernández, 2006.

El pH es muy importante en las propiedades del suelo porque:

- Regula las propiedades químicas del suelo
- Determina la disponibilidad del resto de los cationes para las plantas.
- Influye sobre la CIC, que es menor en suelos ácidos que en los básicos.

Influye sobre las propiedades biológicas del suelo: tanto las plantas como los microorganismos del suelo presentan un determinado intervalo de pH óptimo para su crecimiento, generalmente próximo a la neutralidad (Báscones *et al* 2005).

2.2.5.3. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica, que generalmente se expresa en mmhos/cm o en mSiemens/m; la NOM-021-RECNAT-2000 establece dSiemens/m a 25°C. Es una propiedad de las soluciones que se encuentra muy relacionada con el tipo y valencia de los iones presentes, sus concentraciones total y relativa, su movilidad, la temperatura del líquido y su contenido de sólidos disueltos. La determinación de la conductividad eléctrica es por lo tanto una forma indirecta de medir la salinidad del agua o extractos de suelo.

De acuerdo con los valores de conductividad eléctrica, pH y porcentaje de sodio intercambiable, los suelos se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- a) *Suelos salinos*. Se caracterizan porque su extracto de saturación tiene un valor de conductividad eléctrica igual o superior que 4 mmhos/cm a 25 °C y la cantidad de sodio intercambiable es menor de 15%. Por lo general tienen una costra de sales blancas, que

pueden ser cloruros, sulfatos y carbonatos de calcio, magnesio y sodio.

- b) *Suelos sódicos*. Presentan un color negro debido a su contenido elevado de sodio. Su porcentaje de sodio intercambiable es mayor que 15, el pH se encuentra entre 8.5 y 10.0, y la conductividad eléctrica está por debajo de 4 mmhos/cm a 25°C.
- c) *Suelos salino-sódicos*. Poseen una conductividad eléctrica de 4 mmhos/cm a 25°C, una concentración de sodio intercambiable de 15% y el pH es variable, comúnmente superior a 8.5 (Muñoz *et al.*, 2000).

La conductividad eléctrica se puede complementar con la determinación de Na⁺ o bases intercambiables (K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺). Principalmente si los suelos fueron contaminados con aguas congénitas (Fernández, 2006).

Se trata del parámetro que indica la presencia de sales en el suelo y se expresa en dS/m (antes mmhos/cm). El problema de salinidad tiene dos efectos sobre el cultivo: Los efectos generales y los efectos específicos. Los efectos generales se refieren al descenso en el potencial de agua en el suelo, es decir a que la planta tiene que hacer un mayor esfuerzo para poder extraer agua del suelo. Los efectos específicos se refieren a la toxicidad que se puede presentar por la presencia de un ion específico como cloro, boro, y en algunos casos sodio. En general cuando se habla de salinidad, se refiere a los efectos generales y ésta se mide en el extracto de saturación CE_e (por ello se le pone la letra e como subíndice, que significa extracto). Sin embargo algunos laboratorios lo miden, por facilidad y economía, en una relación suelo: agua, 1:2 (CE_{1:2}). o 1:5 (CE_{1:5}).

Aquí presentamos la interpretación para la CE_e .

- a) $CE_e < 2$ dS/m, suelo libre de sales, condición ideal para producir cualquier cultivo.
- b) $2 < CE_e < 4$ dS/m, suelo ligeramente salino, es posible que se afecte el rendimiento de cultivos sensibles.
- c) $4 < CE_e < 6$ dS/m, suelo moderadamente salino, el rendimiento de la mayoría de los cultivos se afectan. En el caso de los cultivos tolerantes el efecto es menor, pero en los cultivos susceptibles el daño puede ser muy severo.
- d) $6 < CE_e < 8$ dS/m, suelo salino, el rendimiento de la mayoría de los cultivos se afecta, en el caso de los cultivos tolerantes el efecto es menor.
- e) $8 < CE_e < 12$ dS/m, suelo muy salino, difícil de explotar en tales condiciones, requiere lavado. No obstante algunos cultivos muy tolerantes podrían explotarse si el nivel de sales está en la parte baja de este rango. Para estos cultivos el uso de sistemas de riego por goteo podrían facilitar el uso de suelos con un nivel de salinidad en la parte baja de este rango, pero de entrada se debe aceptar que aun en el caso de cultivos tolerantes habrá una reducción en el rendimiento en comparación con un suelo libre de sales.
- f) $CE_e > 12$ dS/m, suelo extremadamente salino, normalmente no crece cultivo en ese suelo. Es necesario

rehabilitarlo mediante lavado con agua de razonable calidad (baja en sales) (Castellanos, 2010).

La conductividad eléctrica de un suelo se utiliza para medir el riesgo potencial de daño a una planta debido a las sales en el suelo, y se mide con una mezcla de 1:2 suelo: agua. Esta medida incluye todas las sales solubles, no solo cloruro de sodio (sal común) que es la sal con que la gente está familiarizada. Las lecturas de conductividad eléctrica pueden variar drásticamente de parcela a parcela y a través del tiempo y son afectadas fuertemente por condiciones ambientales (ejemplo: precipitación). Por esta razón, la EC del suelo no es algo que se mide en todas las muestras de suelo, pero está disponible (gratuitamente) si se solicita. Las medidas de EC pueden ser utilizadas para diagnosticar problemas de crecimiento, pero tiene un uso limitado en Arkansas para predecir los daños por salinidad acumulada por altas temperaturas, condiciones secas, exceso de fertilización o sales depositadas por efectos del riego. Los valores de EC en el invierno son normalmente $<100 \mu\text{hos/cm}$ y son considerados normales.

Dependiendo de la sensibilidad de las especies de plantas hacia las sales (arroz, rosas y fresas son más sensitivas que el algodón o el pasto bermuda), los síntomas de lesiones por sales pueden ocurrir cuando los valores son $>500 \mu\text{hos/cm}$ (Espinoza *et al.* 2009).

2.2.5.4. Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación de la Capacidad de Cambio Catiónico (C.C.C) y de las Bases de Cambio

Las partículas más finas del suelo (arcillas, humus, óxidos hidratados de hierro, aluminio y manganeso) tienen carácter coloidal, por lo que presentan una gran capacidad de adsorción de compuestos químicos en su superficie. Esto se debe, principalmente, al hecho de poseer cargas eléctricas con

las que pueden retener reversiblemente iones, intercambiándolos con los existentes en la solución del suelo en el proceso llamado “intercambio o cambio iónico”. Este fenómeno es de gran importancia para las plantas, ya que permite que queden retenidos en el suelo una gran cantidad de iones esenciales para la nutrición vegetal, que de no estar ligados a las partículas coloidales serían extraídos –lixiviados– del suelo por el agua que se infiltra.

La determinación de la capacidad de cambio catiónico (C.C.C.) es la medida de la capacidad de estas partículas coloidales de ligarse a los cationes y la determinación del contenido de las bases de cambio (B.C.) consiste en la cuantificación de los cationes que están ligados al suelo, calculando sus concentraciones. Es necesario su cálculo para conocer la capacidad del suelo para retener estos cationes, fundamentales tanto en la nutrición de las plantas como en el control del resto de propiedades del propio suelo como la salinidad.

Los cationes que se cuantifican son, principalmente, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ , cuyas concentraciones pueden variar al aplicar agua residual al terreno (Gonzales, 2010).

Es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, las arcillas de los mismos están cargadas negativamente, por lo que los suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores.

Se define el cambio iónico como los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambas fases.

La fase sólida del suelo está compuesta por una fracción mineral y otra orgánica constituida por la arcilla y el humus, llamamos *Complejo Adsorbente del Suelo*.

Los coloides cargados negativamente atraen cationes de la solución del suelo y los retienen.

Los cationes retenidos por los coloides del suelo pueden ser reemplazados por otros cationes INTERCAMBIABLES. La CIC es la suma total de los cationes intercambiables de un suelo. Cuanto mayor es la CIC mayor es la cantidad de cationes que éste puede retener.

Se expresa en mili equivalentes por cada 100 gramos de suelo seco y se escribe meq/100 g.

Los minerales de arcilla presentan usualmente valores de CIC entre 10 y 150 meq/100 g.

La materia orgánica presenta valores entre 200 y 400 meq/100 g.

De modo que el tipo y cantidad de arcilla y materia orgánica influyen enormemente la CIC de los suelos.

Capacidad de Intercambio Catiónico en Suelos

Los Cationes de mayor importancia con relación al crecimiento de las plantas son: Calcio (Ca^{++}), Magnesio (Mg^{++}), Potasio (K^+) y Amonio (NH_4).

Son nutrientes y se encuentran involucrados directamente con el crecimiento de las plantas. Sodio (Na^{++}) e Hidrógeno (H^+).

Tienen un pronunciado efecto en la disponibilidad de los nutrientes y la humedad.

Contribuyen a la CIC:

- Las clases, cantidades y combinaciones de los minerales arcillosos.
- Las cantidades de materia orgánica y su estado de descomposición.
- Las arcillas con gran capacidad de intercambio tienden a enlazar los cationes bivalentes como el Ca^{++} y el Mg^{++} , con más energía que el K^+ .
- Esta última característica puede afectar la disponibilidad de los nutrientes.

Factores que afectan la CIC

- **Tamaño de las partículas**, cuanta más pequeña sea la partícula, más grande será la capacidad de cambio.
- **Naturaleza de las partículas**, la composición y estructura de las partículas influirá en las posibilidades de cambio de sus cationes (Abrego, 2007).

Calculo de la Capacidad de Intercambio Catiónico (ECEC)

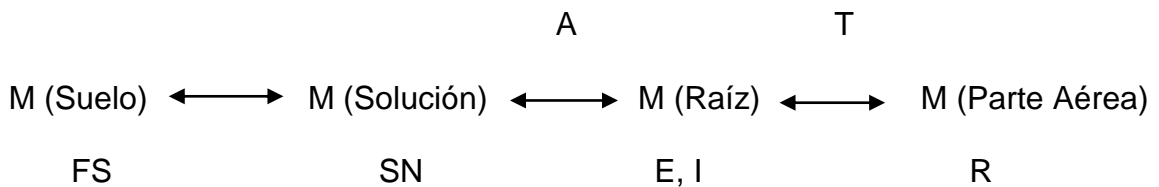
La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se refiere a la habilidad de las partículas de suelo que tienen carga negativa para atraer y retener cargas positivas de iones [calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), potasio (K^+), sodio (Na^+), amonio (NH_4^+), aluminio (Al^{+++}) y hidrogeno (H^+)]. La capacidad de intercambio catiónico es expresadas en unidades de Porcentaje de Saturación de Bases centimoles por kilogramo (cmol/kg). La CEC en los análisis de suelos de la Universidad de Arkansas es (% Saturación de Bases) reportada en términos de “Capacidad de Intercambio Catiónico Estimado” o ECEC, porque esta propiedad es calculada (en vez de ser determinada analíticamente) por medio de la suma de las cargas de los cationes básicos (Ca, Mg, Na and K) y estimaciones de cargas de los

cationes acídicas derivadas del pH del suelo. La ECEC es también un indicador de la textura del suelo y del contenido de materia orgánica.

Generalmente en Arkansas, las texturas arenosas de suelos tienen un ECEC <9 cmol/kg, suelos francos tienen una ECEC de 9 a 20 cmol/kg, y los suelos arcillosos arriba de 20 cmol/kg. El contenido de arcilla, el tipo de arcilla y la materia orgánica afectan el CEC. En general la ECEC incrementa en suelos arcillosos y con contenidos altos de materia orgánica (Espinoza *et al.* 2009).

2.2.6. Nutrición y el Sistema Suelo – Planta

Es un sistema abierto en que los elementos (M) son constantemente removidos de un lado (fase sólida) a otro donde es acumulado (planta).



FS = Fase sólida; constituida por la materia orgánica y la fracción mineral. Ocurren reacciones se: disponibilidad, desorción, mineralización de la materia orgánica.

SN = Solución; compartimiento para la absorción radicular. Ocurren reacciones de absorción, fijación e inmovilización.

A = Absorción.

E = Excreción

I = Inmovilización

T = Transporte

R = Redistribución

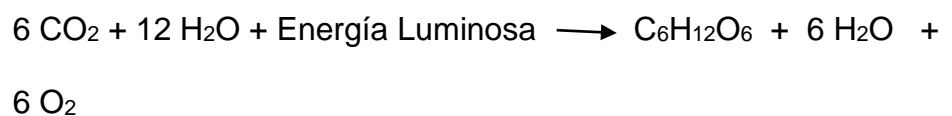
2.2.6.1. Características del Sistema

- a. Es abierto: por tanto, se dan todas las reacciones posibles.

- b. Estado estable: todas las reacciones parciales ocurren con la misma velocidad de izquierda a derecha y viceversa y la concentración de M no varía ($Dm/dt = 0$)
- c. La velocidad de las reacciones es determinada por aquella que es menor. El elemento M puede ser esencial, benéfico o tóxico.

Dentro de este aspecto es relevante mencionar que se admiten tres formas de nutrición de las plantas:

- a. Nutrición Carbonada, a través de la incorporación y transformación del CO_2 en carbohidratos en el proceso fotosintético.



- b. Nutrición Mineral, a través de la absorción radicular de nutrientes en forma aniónicas y catiónicas simples.
- c. Nutrición hídrica, es la absorción de agua para la fotosíntesis y con ella la absorción de minerales.

2.2.6.2. Origen de los Nutrientes

- a. *Reservas naturales del suelo*, composición del suelo, elementos disponibles y cambiables (las arcillas y la materia orgánica, son la fuente de reserva del suelo por ser de naturaleza coloidal) y de las condiciones meteorológicas.
- b. *Fertilizantes minerales*, una amplia gama de abonos simples y compuestos y, micronutrientes quelatados y

complejados y en menor medida los fertilizantes orgánicos (aminoácidos y hormonas).

- c. *El agua de riego*, gran cantidad de agua circula por las plantas (uso consuntivo) aportando principalmente elementos como calcio, magnesio, potasio, nitratos, sulfatos y boro.
- d. *Fuentes orgánicas*, descomposición y mineralización de residuos vegetales y animales del suelo. Estos pueden ser naturales (reciclaje) o incorporados.
- e. *Precipitación (lluvia)*, especialmente nitrógeno. El agua de lluvia puede captar y llevar el nitrógeno atmosférico hacia la tierra e incorporarse al sistema suelo – planta.
- f. *Microorganismos*, fijación biológica (nitrógeno), micorrizas (fósforo), reacciones óxido reductivas de los elementos.

Funciones celulares de los elementos nutritivos

2.2.6.3. Constituyentes de Moléculas orgánicas.

- a. *Nitrógenos (N)*: Forman parte de la estructura de aminoácidos y proteínas, bases nitrogenadas y ácido nucleicos, enzimas y coenzimas, vitaminas, glicolipoproteínas, pigmentos. Constituyente y activador de todas las enzimas. Interviene en procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, síntesis, multiplicación y diferenciación celular, herencia.
- b. *Azufre (S)*: Forma parte estructural de los aminoácidos (cisteína, cistina, metionina, taurina), todas las proteínas, vitaminas y coenzimas, esteroides con polisacáridos.

Constituyente del grupo sulfidrilo y ditiol, activo en enzimas y coenzimas, ferredoxinas. Interviene en los procesos de fotosíntesis, fijación de CO₂, respiración, síntesis de grasas y proteínas, fijación simbiótica de nitrógeno.

Reserva Energética

- a. *Fósforo (P)*: Forma parte estructural de ésteres de carbohidratos, fosfolípidos, coenzimas, ácidos nucleicos. Interviene en los procesos de almacenamiento y transferencia de energía, fijación simbiótica de nitrógeno y en otros procesos con el nitrógeno.
- b. *Boro (B)*: Forma parte estructural de complejos difenólicos, carbohidratos y azúcares-P. Constituyente de la ATPase de membranas celulares, $ATP=ADP+P$, $UDPG + R = UDP + R - G$. Interviene en los procesos de síntesis de ácidos nucleicos y proteínas.

Forma Iónica

- a. *Potasio (K)*: Predominantemente iónica. Constituyente de quinasa pirúvica, síntesis de glutatión, síntesis de succinil CoA, síntesis de glutamilsteína, síntesis de NAD⁺, deshidrogenasa aldehído, etc. Interviene en procesos osmóticos, apertura y cierre de estomas, fotosíntesis y transporte de carbohidratos, respiración, fijación simbiótica de nitrógeno, etc.
- b. *Magnesio (Mg)*: Forma parte estructural de la clorofila. Constituyente de tioquinasa acética, quinasa pirúvica, hexoquinasa, enolasa, piruvato decarboxilasa, etc.

Interviene en los procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, balance electrolítico, estabilidad de los ribosomas, etc.

- c. *Calcio (Ca)*: Forma parte estructural de los pectatos (lámina media), carbonatos, oxalatos, fitatos, calmoludinas. Constituyente ATPasa (aspirasa), alfa amilasa, fosfolipasa D, nucleasa. Interviene en los procesos de estructura y funcionamiento de las membranas, absorción iónica, reacciones con hormonas vegetales y activación enzimática.
- d. *Cloro (Cl)*: Forma parte estructural de la acutumina y acutumidina, etc. Activador de la fotólisis del agua. Interviene en los procesos de la fotosíntesis.

Reacciones Redox

- a. *Fierro (Fe)*: Forma parte estructural de los quelatos y fitoferritina. Constituyente de heme peroxidasa, catalasa, citocromos, hemoglobina, reductasa del sulfito, oxidasa de sulfito, ferredoxina, nitrogenasa, hidrogenasa, etc. Interviene en los procesos de fotosíntesis, respiración, fijación biológica de nitrógeno, asimilación de nitrógeno y de azufre.
- b. *Manganeso (Mn)*: Forma parte estructural de la manganina. Constituyente de síntesis del glutanione, activación de metionina, quinasa pirúvica, enolasa, carboxilasa pirúvica, pirofosforilasa, enzima málica, etc. Interviene en los

procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, control hormonal y síntesis de proteínas.

- c. *Cobre (Cu)*: Forma parte estructural de las proteínas. Constituyente de ascorbato oxidasa, polifenol oxidasa, cresolasa, tirosinasa, plastocianina, citocromo oxidasa etc. Interviene en los procesos de fotosíntesis, respiración, regulación hormonal, fijación de nitrógeno, metabolismo de compuestos secundarios, etc.
- d. *Molibdeno (Mo)*: No es estructural. Constituyente de la nitrato reductasa, nitrogenasa, Interviene en la reducción del nitrato, fijación de nitrógeno, síntesis de proteína.
- e. *Zinc (Zn)*: No es estructural. Constituyente de anhidrasa carbónica, dehidrogenasa láctica, dehidrogenasa alcohólica, aldolasa, dehidrogenasa glutámica carboxilasa pirúvica, ribonucleasa, etc. Interviene en los procesos de respiración, control hormonal y síntesis de proteínas.
- f. *Níquel (Ni)*: No es estructural. Constituyente de la ureasa. Interviene en procesos de metabolismo del nitrógeno.
- g. *Sodio (Na)*: Interviene en los procesos de control hormonal (citoquininas) en plantas C4 (Sánchez, 2007).

2.2.6.4. Relación Carbono - Nitrógeno

Para caracterizar el estado más o menos avanzado de la evolución de la materia orgánica del suelo y, en consecuencia, de su nivel de humificación, se utiliza la relación C/N (carbono/nitrógeno). Esta relación es siempre elevada para las materias orgánicas frescas y desciende durante el proceso de humificación hasta estabilizarse en valores próximos a 10.

Para valorar este parámetro emplearemos el siguiente criterio:

Cuadro 22. Parámetros para establecer la relación carbono – nitrógeno.

Valoración	C/N
Bajo	$CN \leq 8$
Medio	$8 < CN \leq 12$
Alto	$12 < CN \leq 15$
Muy alto	$CN > 15$

Fuente: Báscones *et al* 2005

La recomendación será:

- a. Si la relación $C/N \leq 8$, se da una fuerte liberación de nitrógeno y consecuentemente habrá que reducir las unidades.
- b. Si la relación $8 < C/N \leq 12$, se da una liberación media de nitrógeno y las unidades recomendadas de N serán las normales.
- c. Si la relación $C/N > 12$, se da una muy baja liberación de nitrógeno y consecuentemente habrá que aumentar las unidades.

Nitrógeno

Las rocas son muy pobres en N y su meteorización proporciona al suelo cantidades insignificantes de este elemento. Es la atmósfera terrestre, por su elevado contenido, la auténtica fuente de N para el suelo. El paso del N atmosférico al suelo puede hacerse por vía abiótica o biótica.

Este N incorporado al suelo se acumula fundamentalmente en forma orgánica. Las formas orgánicas no son asimilables directamente por las plantas, pero pueden llegar a serlo después de transformarse en nitrógeno mineral durante el proceso de mineralización de la materia orgánica.

A su vez, el nitrógeno mineral del suelo se presenta en forma amoniacal (N-NH_4^+) y nítrica (N-NO_3^-). Los cultivos asimilan tanto las formas nítricas como las amoniacales, la superioridad de una u otra en la nutrición de la planta depende de la especie cultivada y de las condiciones del medio.

Fósforo

El fósforo en el suelo se encuentra combinado formando parte de diferentes fosfatos minerales y orgánicos. Se combina, también, con ácidos orgánicos.

En la solución del suelo se presentan diferentes especies iónicas del ácido fosfórico (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} y PO_4^{3-}), dependiendo la mayor o menor abundancia de unas u otras del pH (Báscones *et al* 2005).

Carbono orgánico total

El carbono orgánico es uno de los principales componentes de los seres vivos: aproximadamente 50% del peso seco de la materia orgánica (m.o.) es carbono. En el medio ambiente su ciclo está estrechamente ligado al flujo de energía, debido a que las principales reservas de energía de los organismos son compuestos de carbono reducidos que han derivado de la fijación del CO_2 atmosférico, ya sea por medio de la fotosíntesis o, con menor frecuencia de la quimiosíntesis (Tiessen y Moir, 1993). Las plantas y los animales que mueren son desintegrados por los microorganismos, en particular bacterias y hongos, los cuales regresan el carbono al medio en forma de bióxido de carbono (Baker y Herson, 1994).

La M.O del suelo es la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición; tejidos y células de organismos que viven en el suelo; y sustancias producidas y vertidas por esos organismos. Esta definición es muy amplia pues incluye tanto a los materiales poco

alterados como a aquellos que sí han experimentado cambios de descomposición, transformación y resíntesis dentro del suelo.

Además se pueden incluir compuestos orgánicos tóxicos, provenientes de las actividades industriales del hombre, como la contaminación de suelos por hidrocarburos del petróleo, que también constituye parte de la materia orgánica del suelo (Etchevers B, J et al 2002).

Fosforo Soluble

El fósforo elemental (P) no se encuentra en estado libre en la naturaleza porque se oxida muy fácilmente; sin embargo, son muy comunes los compuestos orgánicos y principalmente minerales que contienen fósforo.

En términos generales, el fósforo del suelo se clasifica en fósforo orgánico e inorgánico, dependiendo de la naturaleza de los compuestos que forme. La forma orgánica se encuentra en el humus y la materia orgánica, y sus niveles en el suelo pueden variar desde 0 hasta mayores que 0.2%. La fracción inorgánica está constituida por compuestos de hierro, aluminio, calcio y flúor, entre otros, y normalmente son más abundantes que los compuestos orgánicos. Solo una pequeña parte del P aparece en solución en suelo ($< 0.01-1 \text{ mg L}^{-1}$).

El P es un macronutriente esencial para las plantas y los microorganismos, junto con el nitrógeno y el potasio. Puede ser un nutriente limitante, ya que es un componente de los ácidos nucleicos y de los fosfolípidos.

Los análisis de P sirven fundamentalmente para el control de la dosificación de productos químicos en tratamientos de agua o suelos, o como un medio para determinar que un sistema presenta contaminación por exceso de este compuesto (Muñoz *et al.*, 2000).

Nitrógeno total

El nitrógeno es un elemento indispensable para la vida, forma parte de las principales biomoléculas de todos los seres vivos. Es también uno de los elementos más abundantes de la Tierra, pues en su forma gaseosa (N_2) constituye 78% de la atmósfera. Sin embargo, la cantidad de nitrógeno presente en muchos suelos es escasa, debido a su propia dinámica y a su ciclo bio geoquímico.

Dentro del suelo es aprovechado por las plantas, animales y microorganismos que lo incorporan a sus tejidos. Cuando dichos organismos se mueren, el nitrógeno reingresa al suelo completando el ciclo. Este ciclo es complejo e involucra una serie de reacciones y organismos con diferentes metabolismos. Siempre comienza con compuestos orgánicos sencillos (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , N_2 , NH_3) y termina con compuestos orgánicos complejos; que a través de la descomposición regresan a la etapa de compuestos sencillos. En los microorganismos la carencia de nitrógeno puede afectar el crecimiento, por lo que la población microbiana no tendrá un desarrollo óptimo.

En contraste, demasiado nitrógeno permite el crecimiento microbiano rápido y acelera la descomposición; pero puede crear problemas de olor en condiciones anaerobias. Además, el exceso de nitrógeno puede ser liberado como amoníaco; en tanto que el nitrógeno aprovechable escapará en forma de gas. Para la mayoría de los materiales una relación C/N cercana a 10:1 mantendrá estos elementos en equilibrio aproximado. En los suelos normalmente el contenido de nitrógeno varía de 0.05 a 2% en sus diferentes formas (Fernández, 2006).

Fosforo (P) y Potasio (K)

Fosforo y Potasio son dos de los tres macronutrientes (el otro es nitrógeno) requeridos por las plantas para un crecimiento óptimo. Estos nutrientes son requeridos en cantidades grandes en comparación con los micronutrientes (Ej., Zinc, Hierro, Boro, etc.). La respuesta a la fertilización con P

no es común cuando los niveles P en el suelos son ≥ 36 ppm (72 lb/acre) para cultivos agronómicos y pastos, y arriba de 25 ppm (50 lb/acre) para frutales y arriba de 75 ppm (150 lb/acre) para vegetales. Las respuestas a la fertilización con potasio no se observa comúnmente cuando los análisis de suelos dan resultados arriba de 175 ppm (350 lb/acre) para vegetales, cultivos agronómicos y pastos, y arriba de 90 ppm (180 lb/acre) para frutales.

Nitratos, Nitrógeno ($\text{NO}_3 - \text{N}$) y Sulfatos – Azufre ($\text{SO}_4 - \text{S}$)

Nitrógeno es normalmente el nutriente que limita el crecimiento óptimo de un cultivo. Los análisis de suelos que estiman la disponibilidad de N no se usan pues el N existe en el suelo en muchas formas que cambian durante el transcurso del tiempo e influyen en su disponibilidad para las plantas. El nitrógeno (N) y el azufre (S) son medidos en formas de Nitratos nitrógeno ($\text{NO}_3\text{-N}$) y sulfato-azufre ($\text{SO}_4\text{-S}$). Para la mayoría de los cultivos en Arkansas, la fertilización nitrogenada es recomendada basada en investigación e información relacionada a cultivos anteriores, la textura del suelo, potencial de rendimiento y algunas veces de acuerdo a la variedad. Los análisis de suelos de nitrógeno en forma de nitrato, sin embargo, son hechos para algunos cultivos, y son usados para afinar las recomendaciones de fertilizantes nitrogenados. Las muestras de suelos pueden ser analizadas por nitratos-N si es solicitado para otros cultivos, pero las recomendaciones de fertilizantes nitrogenados, particularmente para césped y forrajes, no están ajustadas.

El Sulfato-azufre y los nitratos-nitrógeno pueden lixiviarse en suelos arenosos y acumularse en horizontes de suelos arcillosos o compactados. Por esta razón, las respuestas a la fertilización con azufre no son comunes en suelos arcillosos. Al descomponerse la materia orgánica, el azufre y el nitrógeno son liberados a la solución de suelo. Como consecuencia de esta compleja

reacción, la concentración de estos nutrientes posiblemente varíe con el tiempo, condiciones ambientales y profundidad del suelo. Las recomendaciones de fertilización con azufre son basadas en historial de los cultivos y, y hasta cierto punto, en el análisis de suelos, especialmente para maíz, algodón, trigo y forrajes.

Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Boro (B)

Los niveles extraíbles de estos micronutrientes aparecen en los reportes de análisis de suelo. Sin embargo, con la excepción del zinc, los niveles de estos no afectan las recomendaciones de fertilización. Los análisis de suelos con niveles de zinc por debajo de 4 ppm (8 lb/acre) y con pH arriba de 6.0 generaran una recomendación para la aplicación de zinc. Los análisis foliares y los análisis de suelos deberían de ser usados en conjunto para evaluar la necesidad de aplicación de los otros micronutrientes. Niveles muy altos de micronutrientes no indican necesariamente que una planta será afectada por toxicidad del micronutriente específico. Por ejemplo, análisis de suelos con niveles de hierro arriba de 200 ppm (400 lb/acre) y niveles de zinc arriba de 40 ppm (80 lb/acre) son algunas veces observados, pero dichos niveles no son tóxicos para una planta en la mayoría de los casos. En contraste, niveles de manganeso que pH de suelos de 5.2, podrían resultar en toxicidad de manganeso. Este problema en particular es fácilmente corregido aplicando las cantidades recomendadas de cal al suelo. Un análisis de suelo con niveles de Mn <40 ppm (80 lb/acre) son considerados bajos.

Fertilización con Mn no es recomendada para cultivos agronómicos en Arkansas, las deficiencias de manganeso son algunas veces encontradas en suelos con pH >6.5 y niveles de Mn menores de 20 ppm (40 lb/acre) y posiblemente requieran fertilizantes con Mn (Espinoza *et al* 2009).

2.3. Bases epistémicos.

2.3.1. Los Paradigmas vigentes o corrientes epistemológicas

Los agrónomos convencionales siguen las premisas dominantes de la ciencia moderna (Norgaard 1994). Por ejemplo, suponen que la producción agrícola puede ser entendida objetivamente sin considerar a los agricultores y su forma de pensar, ni a los sistemas sociales y el agro ecosistema que los rodea. De acuerdo con ello realizan experimentos controlados en laboratorios y en estaciones agrícolas. Aún más ellos suponen que la agricultura puede ser entendida en forma atomística, o en pequeñas partes. Debido a esto, se dividen en disciplinas u sub disciplinas estudiando las propiedades físicas del suelo separadamente de las propiedades biológicas y de la vida que éste mantiene. Examinan la toxicidad de diferentes elementos químicos sobre los insectos, sin considerar la manera como los insectos interactúan entre sí y con las plantas. Estos supuestos por separado conllevan a desarrollar tecnologías aisladas para la nutrición de las plantas y el manejo de las plagas. Luego suponen que estos hallazgos pueden transferirse a los agricultores en forma de nuevas tecnologías. Está de más decir, que los agricultores no siempre han encontrado que las nuevas tecnologías se ajustan a sus sistemas de agricultura. Además de esto, las tecnologías derivadas separada e individualmente con frecuencia tienen efectos inesperados al ser usadas en una explotación agrícola, especialmente cuando se usan combinadas. El efecto acumulativo de tecnologías agrícolas convencionales al ser usadas por todos los agricultores conjuntamente, tiene a veces impactos ecológicos y económicos devastadores.

Hace tiempo que los agrónomos convencionales se han dado cuenta de que sus tecnologías presentan problemas. Se crearon servicios de extensión con especialistas para hacer llegar las tecnologías a los agricultores. Mas tarde, los

agrónomos convencionales trataron de diseñar paquetes tecnológicos integrados que se ajustan entre sí. Comenzaron a prestar más atención a las necesidades de los agricultores, trataron de oírlos y comenzaron a hacer investigaciones en el campo. No obstante, los científicos agrícolas convencionales sólo han tenido un éxito moderado en superar los problemas de su tecnología, puesto que aún tienen que darse cuenta de que los problemas son inherentes a las premisas filosóficas de sus métodos y prácticas.

Las premisas dominantes de la ciencia moderna y de otras alternativas se listan en el cuadro siguiente:

Cuadro 23. Premisas dominantes de la ciencia moderna y sus alternativas

PREMISAS DOMINANTES	PREMISAS ALTERNATIVAS
Atomismo: los sistemas consisten en partes no intercambiables y que son simplemente la suma de sus partes.	Holoismo: las partes no pueden comprenderse separadamente de sus todos y los todos son diferentes de la suma de sus partes. Las partes pueden desarrollar nuevas características o pueden surgir partes totalmente nuevas.
Mecanismo: las relaciones entre las partes están fijas, los sistemas se mueven continuamente desde un punto de equilibrio a otro y los cambios son reversibles.	Los sistemas pueden ser mecánicos pero también pueden ser determinísticos, aunque no predecibles o continuos, porque ellos son caóticos o simplemente muy discontinuos. Los sistemas también pueden ser evolutivos.
Universalismo: los fenómenos complejos y diversos son el resultado de principios universales subyacentes, los que son un número reducido y no cambian en el tiempo ni en el espacio.	Contextualismo: los fenómenos son contingentes sobre un gran número de factores particulares al tiempo y al lugar. Fenómenos similares bien pueden ocurrir en distintos tiempos y lugares debido a factores ampliamente diferentes.
Objetivismo: podemos permanecer apartados de lo que tratamos de comprender.	Subjetivismo: los sistemas sociales y especialmente naturales no pueden comprenderse como parte de nuestras actividades, de nuestros valores y de cómo lo hemos entendido, actuando sobre estos sistemas en el pasado.
Monoismo: nuevas formas separadas e individuales de entender sistemas complejos están fusionadas dentro de un todo coherente.	Pluralismo: los sistemas complejos sólo pueden conocerse mediante patrones múltiples y diferentes de pensamiento, cada uno de los cuales es necesariamente una simplificación de la realidad. Patrones diferentes son intrínsecamente incongruentes.

2.3.2. Nacimiento de la agroecología

El uso contemporáneo del término agroecología data de los años 70, pero la ciencia y la práctica de la agroecología son tan antiguas como los orígenes de la agricultura.

A medida que los investigadores exploran las agriculturas indígenas, las que son reliquias modificadas de formas agronómicas más antiguas, se hace más notorio que muchos sistemas agrícolas desarrollados a nivel local, incorporan rutinariamente mecanismos para acomodar los cultivos a las variables del medio ambiente natural, y para protegerlos de la depredación y la competencia. Estos mecanismos utilizan insumos renovables existentes en las regiones, así como los rasgos ecológicos y estructurales propios de los campos, los barbechos y la vegetación circundante.

En estas condiciones la agricultura involucra la administración de otros recursos además del cultivo propio. Estos sistemas de producción fueron desarrollados para disminuir riesgos ambientales y económicos y mantienen la base productiva de la agricultura a través del tiempo. Si bien estos agroecosistemas pueden abarcar infraestructuras tales como trabajos en terrazas, zanjas e irrigación, el conocimiento agronómico descentralizado y desarrollado localmente es de importancia fundamental para el desarrollo continuado de estos sistemas de producción.

El por qué esta herencia agrícola ha tenido relativamente poca importancia en las ciencias agronómicas formales, refleja prejuicios que algunos investigadores contemporáneos están tratando de eliminar. Tres procesos históricos han contribuido en un alto grado a oscurecer y restar importancia al conocimiento agronómico que fue desarrollado por grupos étnicos locales y sociedades no occidentales: (1) la destrucción de los medios de codificación,

regulación y transmisión de las prácticas agrícolas; (2) la dramática transformación de muchas sociedades indígenas no occidentales y los sistemas de producción en que se basaban como resultado de un colapso demográfico, de la esclavitud y del colonialismo y de procesos de mercado, y (3) el surgimiento de la ciencia positivista. Como resultado, han existido pocas oportunidades para que las instituciones desarrolladas en una agricultura más holística se infiltraran en la comunidad científica formal. Más aún, esta dificultad está compuesta de prejuicios, no reconocidos, de los investigadores en agronomía, prejuicios relacionados con factores sociales tales como clase social, etnicidad, cultura y sexo.

2.3.3. Nuevos paradigmas de producción agrícola

Guadarrama 2007 indica que una de las dificultades más grandes al tratar de establecer cuáles de las diversas formas de producción existentes hoy constituye un paradigma, que en el sentido clásico de Kuhn 1986, es distinguir estas de simples métodos y sistemas de producción. En los años 70 del siglo XX, era más fácil hacer esta distinción porque solo había un paradigma de producción no solamente dominante, sino totalizante, como lo fue el enfoque agroquímico, al que confrontaron diferentes manifestaciones productivas que se pueden englobar en un nuevo modelo de pensamiento agrícola que hemos venido llamando alternativo. Existían dos grandes enfoques: el enfoque dominante de la agricultura convencional simbolizada por el modelo “revolución verde”, y el de la agricultura alternativa, como enfoque emergente. A partir de ese momento se vuelve una convención dividir los modelos de producción agrícola en estos dos grandes campos. Uno de los argumentos centrales de esta reflexión, es el señalamiento de que esta división como modelo explicativo de los cambios operados en las modelos de agricultura ha dejado de ser útil. En su lugar, en la actualidad nos enfrentamos a una variedad de perspectivas sobre la producción agrícola que reclaman estar –

todas ellas-- en los dominios de los enfoques interdisciplinarios, la producción ambientalmente sensitiva y del lado de la justicia social. Es decir, los atributos que construían una visión alternativa frente a la agricultura convencional en los inicios de la agroecología, ahora son atributos que reclaman para sí todos estos nuevos paradigmas agrícolas.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación, fue aplicada porque estuvo orientada a generar tecnología expresada en dosis de Abonos Orgánicos Certificados, para realizar una agricultura sostenible mejorando las propiedades físicas y químicas del suelo e incrementar el rendimiento de frejol Castilla de los agricultores del área de influencia del proyecto.

El nivel de investigación, fue experimental porque se manipuló intencionalmente la variable independiente (dosis de Abonos Orgánicos Certificados), y se midió el efecto en las variables dependientes (propiedades físicas y químicas del suelo, así como en el rendimiento del frejol Castilla) y se comparó con un testigo.

3.2. Diseño y esquema de la investigación.

El diseño experimental utilizado fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) constituido por 4 dosis de abonamiento orgánico con Certificación, y un testigo, distribuido en 4 repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales.

Para la prueba de hipótesis se utilizó el Análisis de Varianza ANDEVA o prueba de F, al nivel de significación de 0.05 de probabilidad de error, para determinar la significación entre tratamientos y entre repeticiones. Para comparar las medias se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de TUKEY al 0.05 de margen de error, para determinar la significación entre tratamientos.

3.2.1. Modelo Aditivo Lineal: Se tiene la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ = Tratamientos.

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ = Repeticiones.

Y_{ij} = La j – ésima observación del i -ésimo tratamiento.

μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

α_i = Efecto del i – ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento.

β_j = Estimador del efecto debido al j – ésimo bloque.

ε_{ij} = Efecto aleatorio de variación.

3.2.2. Factores en Estudio

Tratamientos: Dosis de abonamiento orgánico con certificación.

T_1 = Guano de Isla, 560 kilogramos por hectárea.

T_2 = Guano de Isla, 700 kilogramos por hectárea.

T_3 = TERRAMAR ® 25 kilogramos por hectárea.

T_4 = TERRAMAR ® 30 kilogramos por hectárea.

T_0 = Testigo (solo abonamiento convencional utilizado por el agricultor).

3.2.3. Esquema de la investigación

Cuadro 24. Esquema de ordenamiento de datos

Tratamientos	BLOQUES				Totales
	I	II	III	IV	Y_{ij}
T ₀	T ₀₁	T ₀₂	T ₀₃	T ₀₄	
T ₁	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	
T ₂	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	
T ₃	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃	T ₃₄	
T ₄	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₃	T ₄₄	

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población y muestra para los aspectos agronómico del cultivo.

Población

La población fue homogénea con un total de 2080 golpes o 6240 plantas del área neta experimental (104 golpes o 312 semillas por unidad experimental).

Muestra

Tomada de los surcos centrales de la parcela experimental (área neta experimental). En total fueron 20 golpes o 60 plantas por unidad experimental. Que equivale al 10% del total de plantas de la población.

3.3.2. Población y muestra para la Evaluación de las Propiedades Físico – Químicas del suelo.

Población

Parcelas experimentales en número de 15, correspondiente a los 5 tratamientos y a las 3 repeticiones.

Muestra

Por la factibilidad de las evaluaciones y para la mayor confiabilidad de los resultados la muestra estuvo conformada por las 15 unidades experimentales que constituye el presente trabajo.

3.4. Instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Para los aspectos agronómicos del cultivo

Instrumentos

a. Instrumentos de investigación documental o bibliográfica.

Fichas de localización

- Bibliográfica. Nos permitió recopilar la información de los libros.
- Hemerográficas. Nos permitió recopilar la información de revistas e Internet.
- Fichas de investigación. Nos permitió recopilar la información de Tesis, Artículos científicos y similares.
- Resúmenes. Nos permitió recopilar información de textos bibliográficos.

b. Instrumentos de campo

- Libretas de campo. En ella se anotó todos los sucesos que se presenten durante el desarrollo del trabajo de investigación en su fase de campo.

c. Equipos y herramientas.

- Cámara fotográfica. Nos permitió visualizar y tener evidencias de todo lo que suceda durante el desarrollo del trabajo de investigación.

- Balanza Eléctrica. Con ella realizamos mediciones de las variables cuantitativas relacionados al peso.
- Cinta métrica. Realizamos mediciones de las variables cuantitativas relacionadas a longitud, altura y similares.
- Tijeras de podar. Nos facilitó labores de poda, cuando se entrecruzaron los tallos y se evitó complicaciones al momento de las evaluaciones.
- Herramientas agrícolas. Para todo el manejo agronómico se utilizó diversas herramientas como palas, picos, rastrillos, lampas, azadones, etc.

3.4.2. Para las evaluaciones de las propiedades del suelo.

Instrumentos

a. Instrumentos de investigación documental o bibliográfica.

Fichas de Localización

- Bibliográfica. Nos ayudó a recopilar la información de los libros.
- Hemerográficas. Nos permitió recopilar la información de revistas e internet.
- Fichas de Investigación. Utilizamos para recopilar la información de Tesis, Artículos Científicos y similares.
- Resúmenes. Nos permitió recopilar información de textos bibliográficos.

b. Instrumentos de campo

- Libretas de campo. En ella anotamos todos los sucesos que se presentaron durante el desarrollo del trabajo de investigación en su fase de campo relacionado al recurso

suelo, citamos como ejemplo las fechas del muestreo de los suelos.

c. Equipos y herramientas.

- Cámara fotográfica. Nos permitió visualizar y tener evidencias de todo lo que sucedió durante el desarrollo del trabajo de investigación, respecto al factor suelo.
- Balanza Eléctrica. Con ella realizamos mediciones de las variables cuantitativas relacionados al peso de las muestras del suelo.
- Cinta métrica. Realizamos mediciones de las variables cuantitativas relacionadas a longitud, altura y similares, relacionados al factor suelo.
- Herramientas agrícolas. Para todo el manejo agronómico se utilizó múltiples herramientas como palas, picos, rastrillos, lampas, azadones, etc.

3.5. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.

3.5.1. Técnicas de recolección de datos para los aspectos agronómicos del cultivo.

a. Observación. Se realizó en forma directa, para nuestro caso realizamos la cuantificación de las variables para lograr el objetivo específico de rendimiento de la especie en estudio, siendo las siguientes:

- Número de vainas por planta.
- Número de granos por vaina.
- Peso de 100 granos.

- Peso de granos por área neta experimental.
- Rendimiento por hectárea.

3.5.2. Técnicas de procesamiento y presentación de datos para los aspectos agronómicos del cultivo.

- a. Registro. Todos los datos obtenidos de las evaluaciones se registraron para facilitar su procesamiento y análisis.
- b. Tabulación y codificación. Los datos registrados fueron tabulados y codificados para su respectivo procesamiento y análisis.
- c. Análisis. Se realizó el análisis estadístico utilizando el Software Estadístico SPSS V22.
- d. Presentación de datos. Se presenta en cuadros, gráficos con su respectivo análisis e interpretación.

3.5.3. Técnicas de recolección de datos para las variables del factor suelo.

- a. Observación. Se realizó en forma directa, para nuestro caso realizamos la recolección de muestras de suelo del terreno experimental de tal manera que las muestras fueron los más representativos posibles para cada tratamiento. Para ello se tuvo la asistencia de un especialista en toma de muestras para el análisis de suelo correspondiente.
- b. Análisis. Las muestras recolectadas fueron registradas y clasificadas y luego fueron llevadas al Laboratorio Especializado de Suelos (Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María) para la determinación de las principales propiedades físico – químicas del suelo donde se va a realizar el estudio, siendo éstas las siguientes:

Propiedades Físicas fundamentales

- Textura

Propiedades físicas derivadas.

Esta recolección y análisis de muestras del suelo se realizó antes de ejecutar y después de ejecutado el trabajo de investigación.

3.5.4. Técnicas de procesamiento y presentación de datos para los aspectos agronómicos del cultivo.

- a. Registro. Todos los datos obtenidos de los análisis de suelos se registraron para facilitar su procesamiento y análisis.
- b. Tabulación y codificación. Los datos registrados fueron tabulados y codificados para su respectivo procesamiento y análisis.
- c. Análisis. Se realizó el análisis estadístico utilizando el Software Estadístico SPSS V22.
- d. Presentación de datos. Son en cuadros, gráficos con su respectivo análisis e interpretación.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Propiedades Físicas

Cuadro 25. Características Texturales del campo experimental

Tratamientos	Unidad textural			Clase Textural
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	
Testigo (To)	51,68	27,04	21,28	Franco arcillo arenoso
Tratamiento 1	53,68	25,04	21,28	Franco arcillo arenoso
Tratamiento 2	51,68	27,04	21,28	Franco arcillo arenoso
Tratamiento 3	49,68	27,04	23,28	Franco arcillo arenoso
Tratamiento 4	51,68	27,04	21,28	Franco arcillo arenoso
Tratamiento 5	39,68	33,04	27,28	Franco arcilloso

Fuente: Análisis de suelo Laboratorio UNAS – Tingo María - Huánuco.

El cuadro 21 indica que el suelo presentó características similares para las unidades texturales, siendo el tratamiento 5 (T5) menor en 12% para la unidad textural Arena comparado con el testigo, para la unidad textural Arcilla, el tratamiento 5 (T5) es mayor en 6% y para la unidad textural Limo el tratamiento 5 (T5) es mayor en 6%, resultando la clase textural para el testigo y los tratamientos del 1 al 4 la de Franco Arcillo Arenoso y para el tratamiento 5 la clase textural de Franco Arcilloso.

4.2. Propiedades químicas

4.2.1. Análisis de varianza

4.2.1.1. pH (Concentración de Iones hidrógeno)

Cuadro 26. Análisis de varianza para pH

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	0,498	0,125	491,474	0,000
Error	10	0,003	0,000		
Total	14	0,501			
CV = 11,507			Sx = 0,000		

El análisis del Cuadro 22, establece lo siguiente:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, por lo tanto se rechaza la H_0 , de igualdad entre tratamientos para la variable pH (concentración de iones hidrógeno), por ser altamente significativo.

4.2.1.2. Materia Orgánica

Cuadro 27. Análisis de varianza para materia orgánica en %

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	0,945	0,236	581,205	0,000
Error	10	0,004	0,000		
Total	14	0,949			
CV = 5,925			Sx = 0,000		

El análisis del Cuadro 23 indica lo siguiente:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, rechazando la H_0 , de igualdad entre tratamientos para la variable contenido de materia orgánica en %, al ser altamente significativo.

4.2.1.3. Nitrógeno

Cuadro 28. Análisis de varianza para nitrógeno en %

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	0,498	0,125	491,474	0,000
Error	10	0,000	0,000		
Total	14	0,501			
		CV = 22,831	Sx = 0,0067		

El análisis del Cuadro 24, indica lo siguiente:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, por lo que se rechaza la H_0 , de igualdad entre tratamientos para la variable contenido de nitrógeno en %, por su alta significancia..

4.2.1.4. Fósforo

Cuadro 29. Análisis de varianza para fósforo en ppm.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	8,313	2,078	829,138	0,000
Error	10	0,025	0,003		
Total	14	8,339			
		CV = 5,187	Sx = 0,0316		

El análisis del Cuadro 25, indica lo siguiente:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, por lo tanto se rechaza la H_0 , de igualdad entre tratamientos para la variable contenido de fósforo en ppm, por ser altamente significativo.

4.2.1.5. Potasio

Cuadro 30. Análisis de varianza para potasio en ppm

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	27726,214	6931,554	2623,442	0,000
Error	10	26,422	2,642		
Total	14	27752,636			
CV = 2,468			Sx = 0,938		

El análisis del Cuadro 26 menciona la siguiente:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, rechazándose la H_0 , para la variable contenido de Potasio en ppm, por su alta significancia.

4.2.1.6. CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico)

Cuadro 31. Análisis de varianza para CIC

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	2,340	0,585	234,616	0,000
Error	10	0,025	0,002		
Total	14	2,365			
CV = 1,938			Sx = 0,0256		

El análisis del Cuadro 27 indica lo siguiente:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, rechazando la H_0 , por ser altamente significativo.

4.2.1.7. Calcio

Cuadro 32. Análisis de varianza para calcio(Cmol(+)/kg)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	0,353	0,088	98,832	0,000
Error	10	0,009	0,001		
Total	14	0,362			
CV = 1,738			Sx = 0,0183		

El análisis del Cuadro 28, refiere lo siguiente:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, entonces se rechaza la H_0 , de igualdad entre tratamientos para la variable Calcio en Cmol (+)/kg, por su alta significancia.

4.2.1.8. Magnesio

Cuadro 33. Análisis de varianza para magnesio en Cmol(+)/kg

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	0,234	0,058	165,396	0,000
Error	10	0,003	0,000		
Total	14	0,237			
CV = 13,380			Sx = 0		

El análisis del Cuadro 33, se interpreta que:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, por lo que se rechaza la H_0 , de igualdad entre tratamientos para la variable Magnesio en Cmol (+)/kg, por ser altamente significativo.

4.2.1.9. Potasio

Cuadro 34. Análisis de varianza para potasio en Cmol(+)/kg

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	0,435	0,109	1481,955	0,000
Error	10	0,001	0,000		
Total	14	0,435			
CV = 0			Sx = 0		

El análisis del Cuadro 34 indica lo siguiente:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, se rechaza la H_0 , de igualdad entre tratamientos para la variable Potasio en Cmol (+)/kg, por su alta significancia.

4.2.1.10. Sodio

Cuadro 35. Análisis de varianza para sodio en Cmol(+)/kg

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Significancia
Tratamientos	4	0.001	0.000	9.625	0.002
Error	10	0.000	0.000		
Total	14	0.001			
CV = 0			Sx = 0		

El análisis del Cuadro 34 para el DCA, se refiere a la significación del valor "F" para tratamientos. La interpretación es la siguiente:

- La significancia para Tratamientos es $0,002 < 0,05$, por lo tanto se rechaza la H_0 , de igualdad entre Tratamientos para la variable Sodio en Cmol (+)/kg, por ser altamente significativo.

4.2.2. Resumen propiedades químicas.

Cuadro 36. Prueba de Tukey de comparación de medias para las Propiedades químicas.

PROPIEDADES QUÍMICAS									
TRAT	pH	M.O	N	P	K	Bases Cambiables			
						Ca	Mg	K	Na
		%	%	ppm	ppm	Cmol(+)/kg	Cmol(+)/kg	Cmol(+)/kg	Cmol(+)/kg
(T0)	ab 0.617	a 1.34	a 0.060	b 1.100	a 126.45	a 2.08	a 0.53	a 0.27	a 0.02
(T1)	a 0.653	c 0.67	b 0.027	a 1.870	d 27.49	b 1.87	ab 0.49	ab 0.25	ab 0.01
(T2)	c 0.343	a 1.34	a 0.063	a 1.870	c 46.98	c 1.72	c 0.41	d -0.20	a 0.02
(T3)	b 0.583	b 1.00	ab 0.050	d 0.110	e 20.99	c 1.78	bc 0.45	c 0.02	b 0.00
(T4)	d 0.183	b 1.00	ab 0.050	c 0.330	b 107.45	d 1.63	d 0.17	bc 0.05	b 0.00
Promedio	0.476	1.07	0.050	1.060	65.87	1.82	0.41	0.08	0.01

4.2.2.1. Para la variable pH.

El tratamiento que tuvo mayor incremento en el pH del suelo fue el tratamiento testigo con 0,617 unidades, resultando estadísticamente igual al tratamiento uno (Guano de Isla D1), y el último lugar lo obtuvo el tratamiento cuatro (Terramar D1) con 0,183.

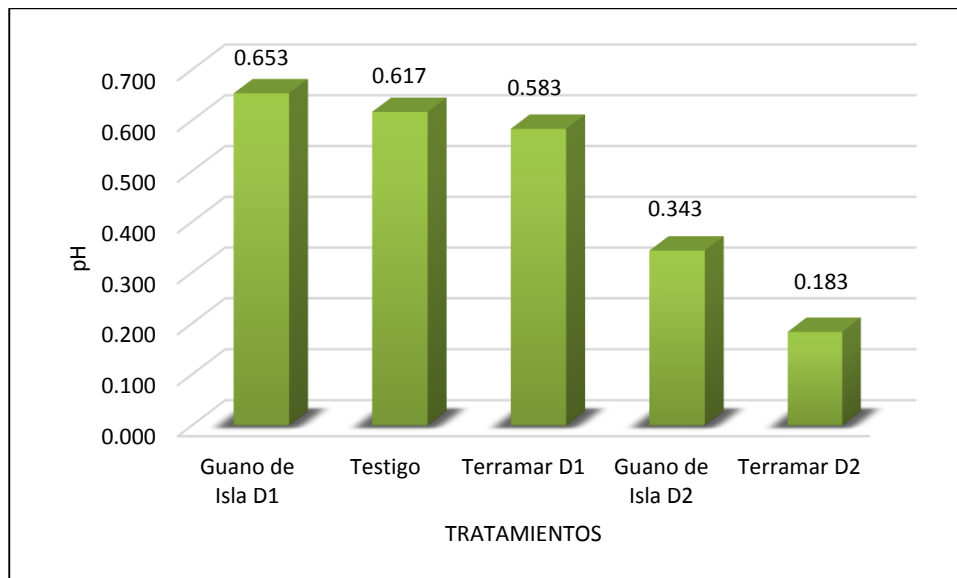


Figura 01. Prueba de Tukey para las medias de la variable pH.

4.2.2.2. Para la variable materia orgánica.

El tratamiento que tuvo mayor incremento en la materia orgánica del suelo fue el tratamiento dos (Guano de isla D2) con 1,34%, resultando estadísticamente igual al tratamiento testigo, y el último lugar lo obtuvo el tratamiento uno (Guano de islas D1) con 0,67%.

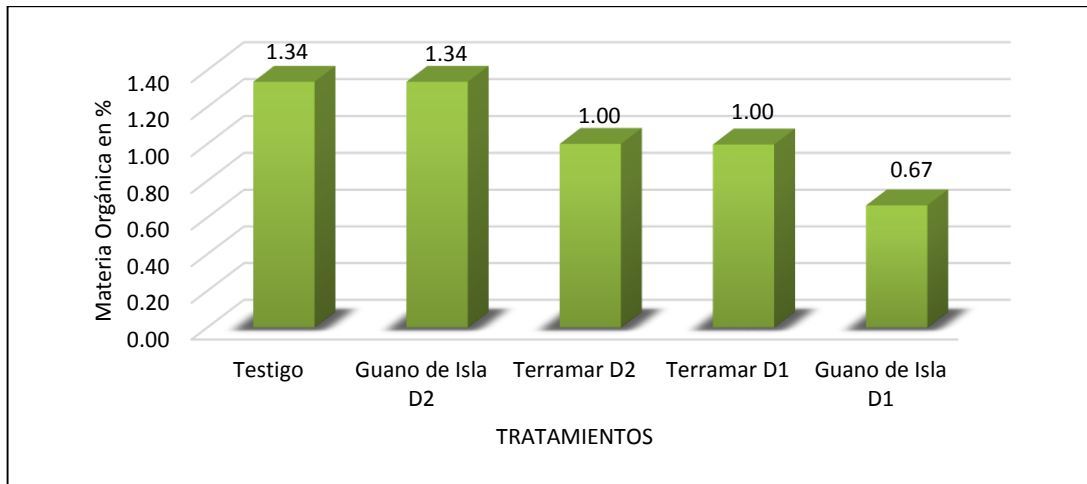


Figura 02. Prueba de Tukey para las medias de la variable materia orgánica.

4.2.2.3. Para la variable nitrógeno.

El tratamiento que tuvo mayor incremento de nitrógeno en porcentaje del suelo, fue el tratamiento dos (Guano de isla D2) con 0,063%, resultando estadísticamente igual a los tratamientos tres, cuatro y al testigo, y el último lugar lo obtuvo el tratamiento uno (Guano de islas D1) con 0,027 ppm.

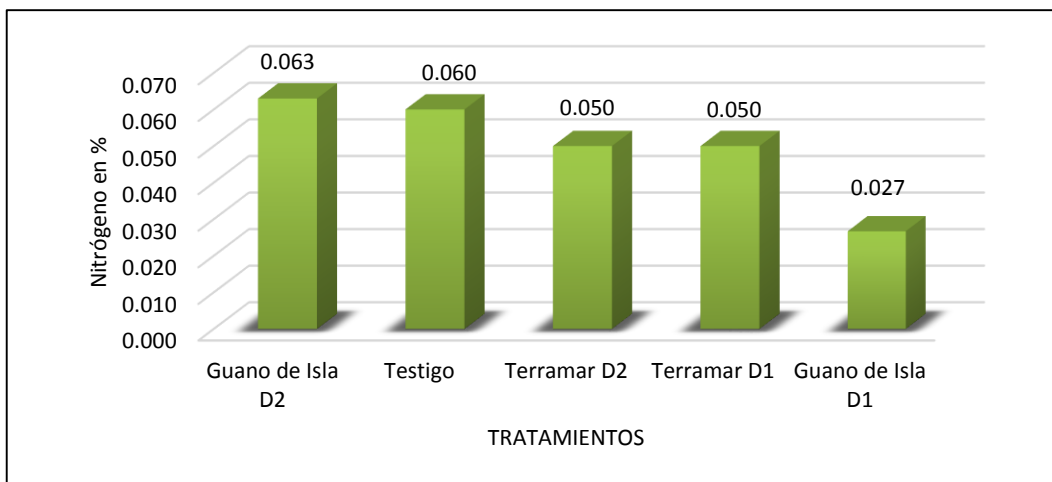


Figura 03. Prueba de Tukey para las medias de la variable nitrógeno.

4.2.2.4. Para la variable fósforo.

El tratamiento que tuvo mayor incremento de fósforo en partes por millón del suelo, fue el tratamiento dos (Guano de isla D2) con 1,87 ppm, resultando estadísticamente igual al tratamiento uno, y el último lugar lo obtuvo el tratamiento tres (Terramar D1) con 0,11 ppm.

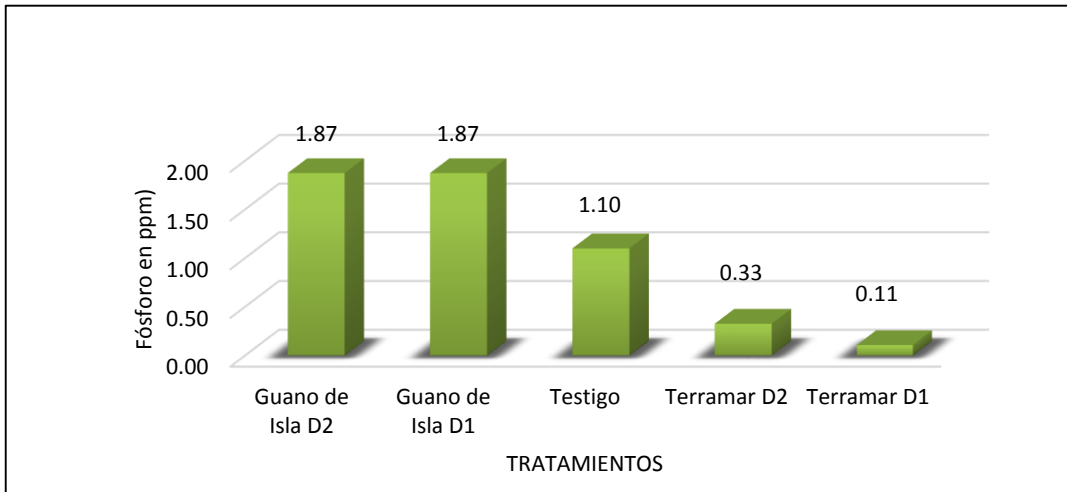


Figura 04. Prueba de Tukey para las medias de la variable fósforo.

4.2.2.5. Para la variable potasio.

El tratamiento que tuvo mayor incremento de Potasio en partes por millón del suelo, fue el testigo con 126,45 ppm y el último lugar lo obtuvo el tratamiento tres (Terramar D1 con 20,99 ppm).

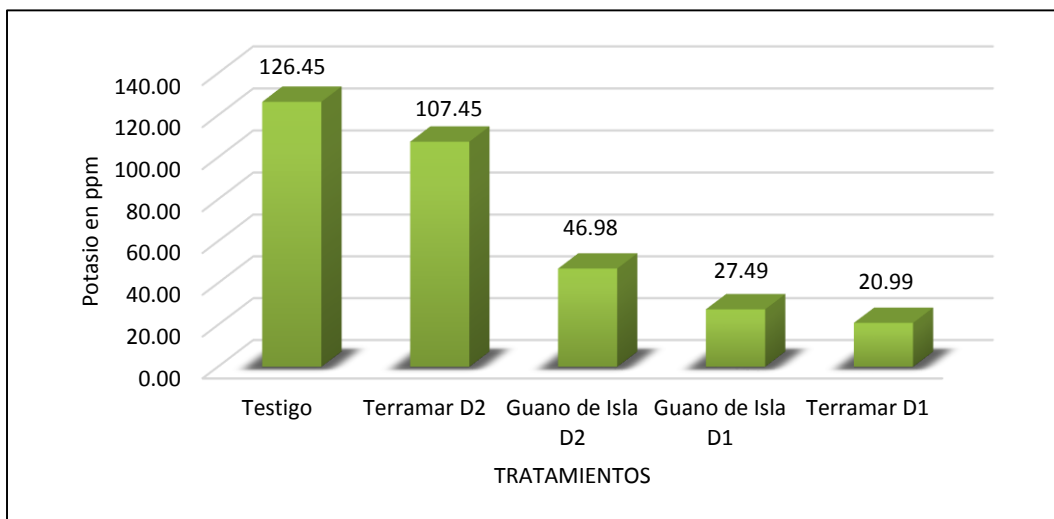


Figura 05. Prueba de Tukey para las medias de la variable potasio.

4.2.2.6. Para la variable capacidad de intercambio catiónico (CIC).

El tratamiento que tuvo mayor incremento en la capacidad de intercambio catiónico, fue el testigo con 2,90 y el último lugar lo obtuvo el tratamiento cuatro (Terramar D2) con 1,85.

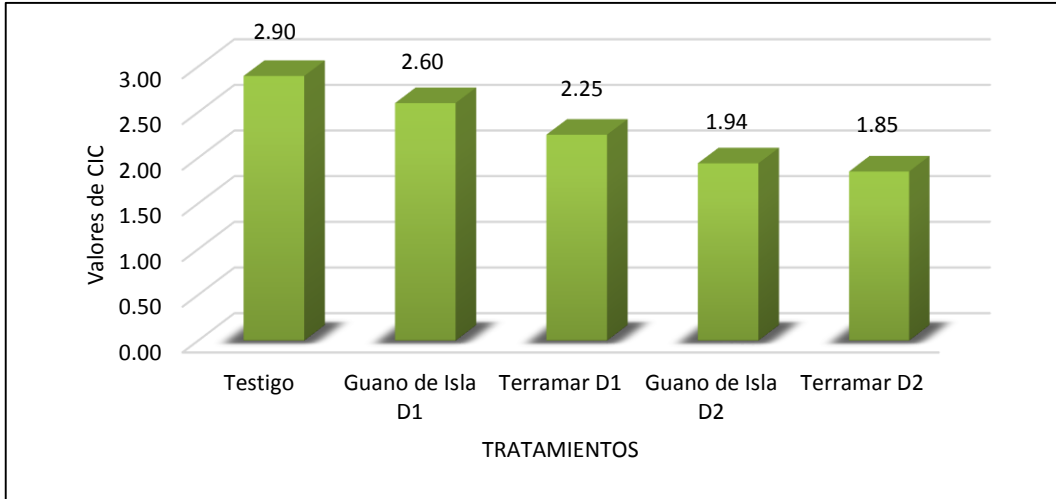


Figura 06. Prueba de Tukey para las medias de la variable CIC.

4.2.2.7. Para la variable calcio.

El tratamiento que tuvo mayor incremento en Calcio, fue el testigo con 2,08 (Cmol(+)/kg) y el último lugar lo obtuvo el tratamiento cuatro (Terramar D2) con 1,63 (Cmol(+)/kg).

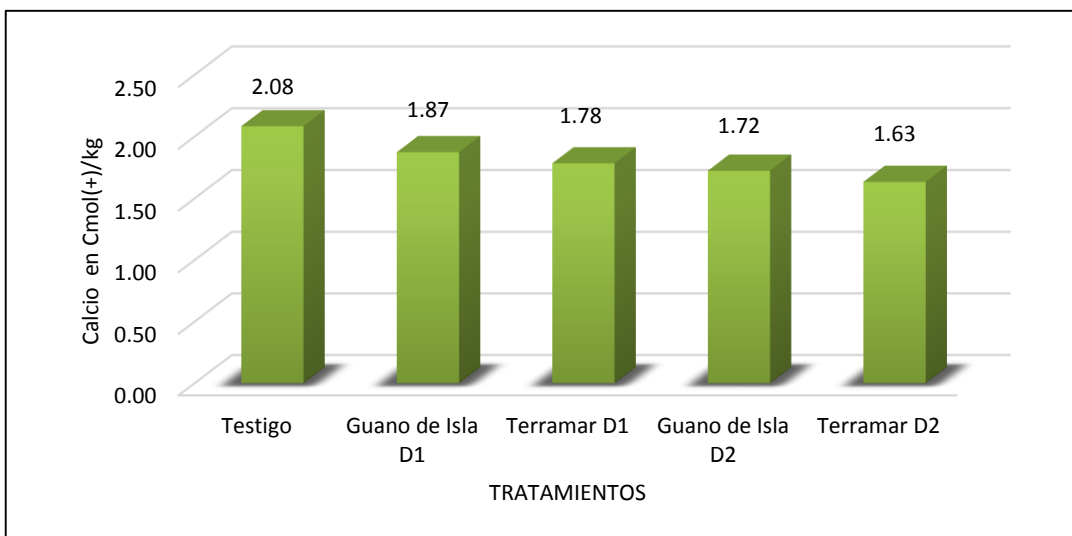


Figura 07. Prueba de Tukey para las medias de la variable calcio.

4.2.2.8. Para la variable magnesio.

El tratamiento que tuvo mayor incremento en magnesio, fue el testigo con 0,53 (Cmol(+)/kg) siendo estadísticamente igual al tratamiento uno (Guano de isla D1) y el último lugar lo obtuvo el tratamiento cuatro (Terramar D2) con 0,17 (Cmol(+)/kg).

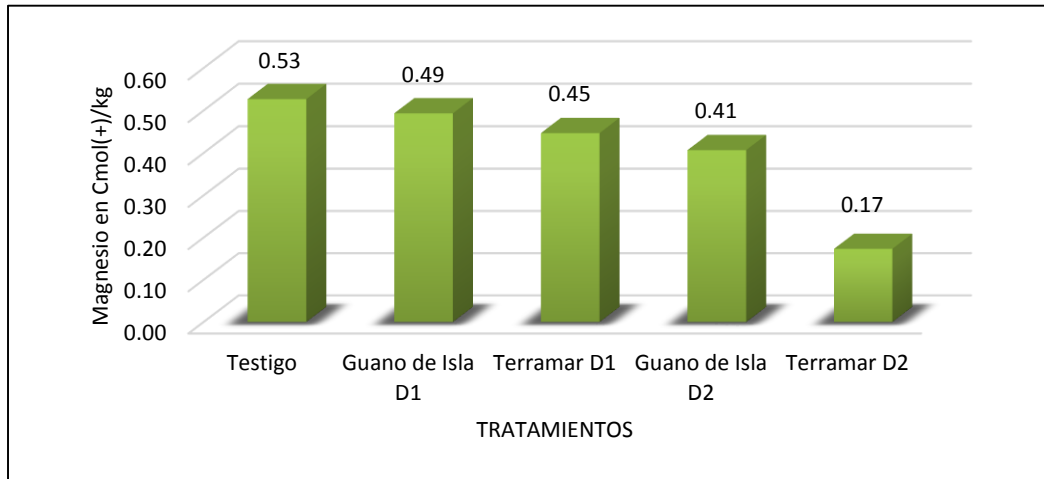


Figura 08. Prueba de Tukey para las medias de la variable magnesio.

4.2.2.9. Para la variable potasio cambiante.

El tratamiento que tuvo mayor incremento en potasio como base intercambiable, fue el testigo con 0,27 (Cmol(+)/kg) siendo estadísticamente igual al tratamiento uno (Guano de isla D1) y el último lugar lo obtuvo el tratamiento dos (Guano de isla D2) con -0,20 (Cmol(+)/kg).

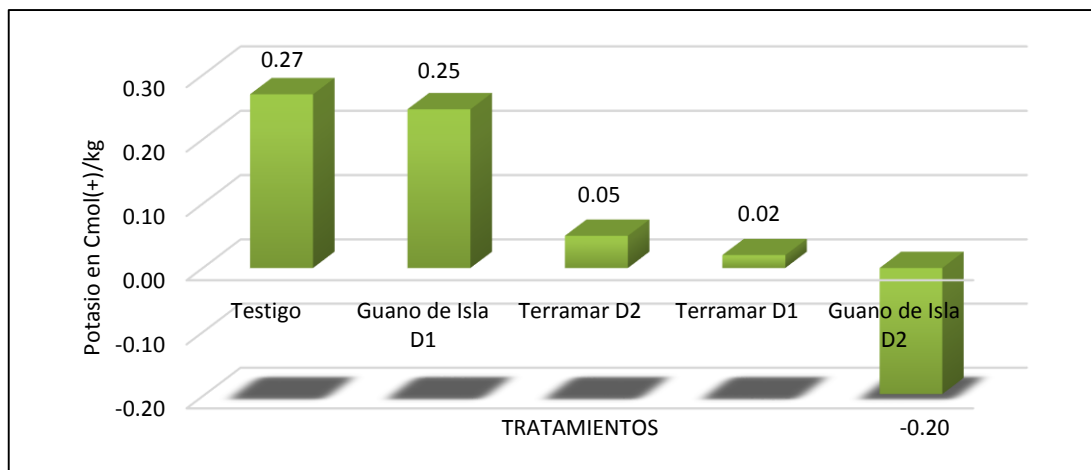


Figura 09. Prueba de Tukey para las medias de la variable potasio cambiante.

4.2.2.10. Para la variable sodio.

El tratamiento que tuvo mayor incremento en sodio como base intercambiable, fue el testigo con 0,02 (Cmol(+)/kg) siendo estadísticamente igual a los tratamientos dos, uno y cuatro, y el último lugar lo obtuvo el tratamiento tres (Terramar D1) con 0,00 (Cmol(+)/kg).

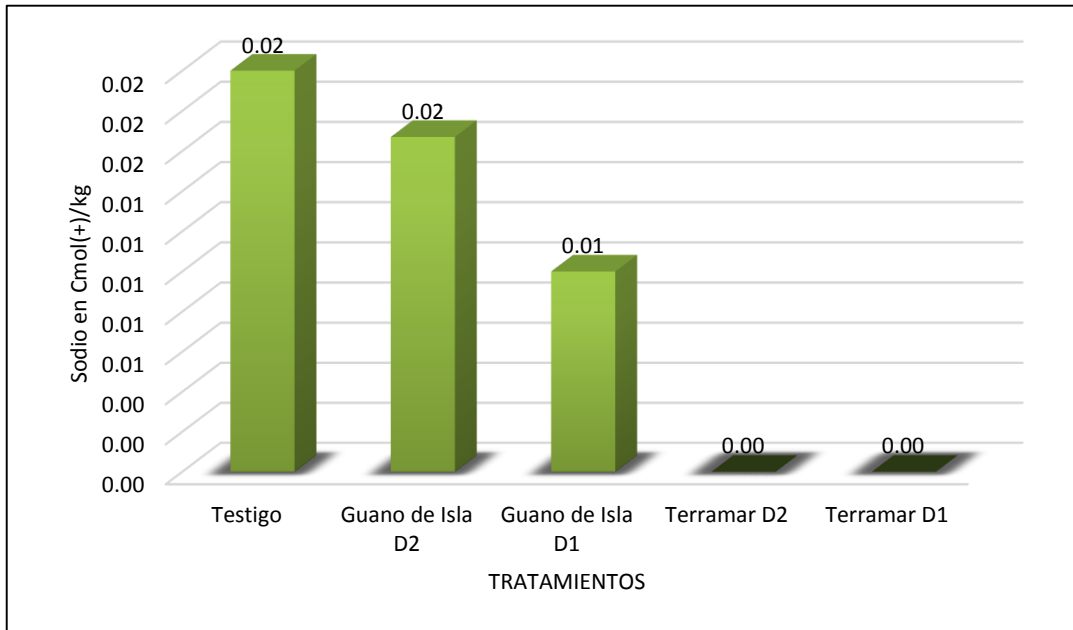


Figura 10. Prueba de Tukey para las medias de la variable sodio.

4.3. Componente rendimiento.

4.3.1. Número de vainas por planta

Cuadro 37. Análisis de variancia de número de vainas por planta.

F.V.	G L	SC	CM	FC	p - valor
Tratamientos (t - 1)	4	33,323	8,331	14,142	** 0,000
Bloques (r - 1)	3	13,366	4,455	7,563	ns 0,004
Error experimental (r - 1)(t - 1)	12	7,069	0,589		
Total	19	53,758			
CV = 4,79					

El análisis del cuadro 36 para el DBCA tiene la siguiente interpretación:

- La significancia para tratamientos es $0,000 < 0,05$, por lo tanto se rechaza la H_0 , de igualdad entre tratamientos para la variable número de vainas por planta por ser altamente significativo.
- El efecto de bloques es significativo, cuyo efecto se minimiza en el bloqueo del experimento.

Cuadro 38. Prueba de Tukey para tratamientos en número de vainas por planta.

Orden de mérito	Tratamientos	Clave	Promedio (unidades)	Significancia
				0,05
1°	Guano de isla (D1)	T1	17,23	a
2°	Terramar (D2)	T4	17,03	a
3°	Guano de isla(D2)	T2	16,10	a
4°	Terramar(D1)	T3	16,10	a
5°	Testigo	T0	13,60	b

$$\bar{X} = 16,010$$

$$S_{\bar{X}} = 0,2945$$

La Prueba de Tukey, confirma que los tratamientos tienen diferencias estadísticas significativas:

Para el nivel de significancia de 5%.

Categoría I, que comprende de 16,10 a 17,23 vainas por planta y Categoría II con 13,60 vainas por planta, siendo el mejor el tratamiento T1 (560 kg/ha de GI) con 13,60 vainas por planta.

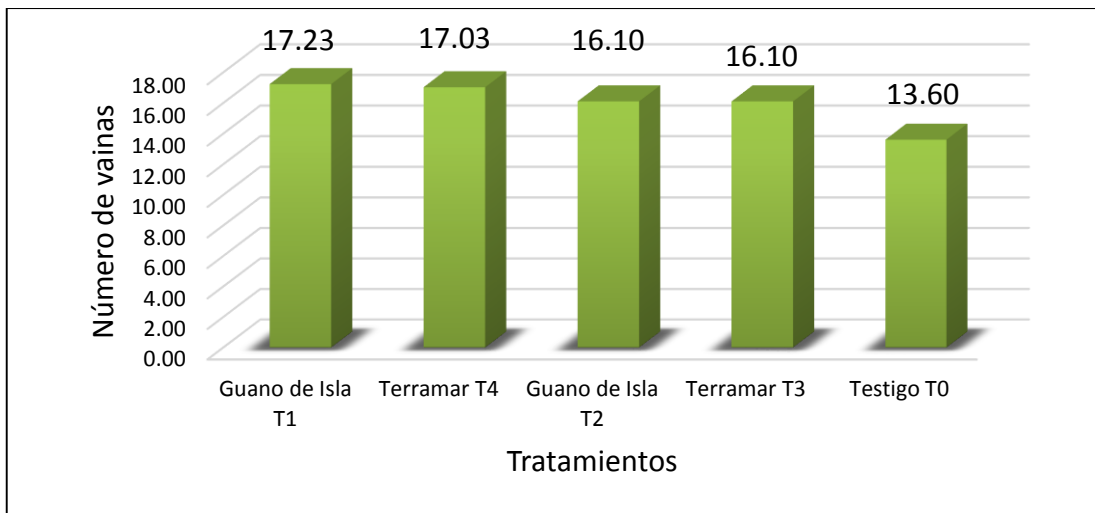


Figura 11. Número de vainas por planta para tratamientos al 5%.

4.3.2. Número de granos por vaina

Cuadro 39. Análisis de variancia para número de granos por vaina.

F.V.	GL	SC	CM	FC	p - valor
Tratamientos (t - 1)	4	57,043	14,261	24,167	** 0,000
Bloques (r - 1)	3	0,942	0,314	0,532	ns 0,669
Error experimental (r - 1)(t - 1)	12	7,081	0,590		
Total	19	65,066			

CV=7,931

El análisis del cuadro 38 para el DBCA, se interpreta de siguiente forma:

- La significancia de tratamientos es $0,000 < 0,05$, por lo tanto existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en la variable número de granos por vaina, o que por lo menos uno de los tratamientos tiene promedio diferente estadísticamente en ambos niveles de significancia.
- El efecto de bloques no es significativo.

Cuadro 40. Prueba de Tukey para tratamientos en número de granos por vaina.

Orden de mérito	Tratamiento	Clave	Promedio (unidades)	Significancia
				0,05
1°	Guano de isla D1	T1	11,53	a
2°	Terramar D2	T4	11,20	a
3°	Guano de isla D2	T2	9,98	ab
4°	Terramar D1	T3	8,83	b
5°	Testigo T0	T0	6,90	c

$$\bar{X} = 9,69$$

$$S\bar{x} = 0,295$$

La Prueba de Tukey, confirma que los tratamientos tienen diferencias estadísticas significativas.

Nivel de 5% de significancia:

Categoría I, con promedio de 9,98 a 11,53 granos por vaina, Categoría II con promedio de 8,83 a 9,98 granos por vaina y Categoría III con 6,90 granos por vaina, siendo el mejor el tratamiento T1 (560 kg/ha) con 11,53 granos por vaina.

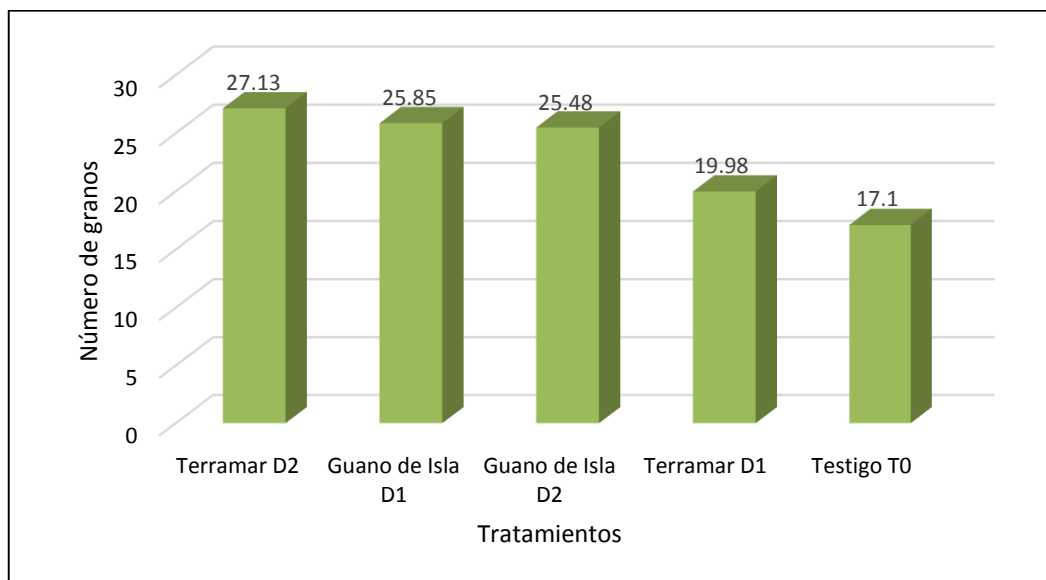


Figura 12. Número de granos por vaina para tratamientos al 5%.

4.3.3. Peso de 100 granos

Cuadro 41. Análisis de variancia para peso de 100 granos.

F.V.	GL	SC	CM	FC	p - valor
Tratamientos (t – 1)	4	300,677	75,169	52,035	** 0,000
Bloques (r – 1)	3	17,718	5,906	4,088	* 0,033
Error experimental (r – 1)(t – 1)	12	17,335	1,445		
Total	19	335,730			

CV=5,203

El análisis del cuadro 40 para el DBCA, interpreta lo siguiente:

- La significancia de tratamientos es $0,000 < 0,05$, por lo tanto existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en la variable peso de granos, o que por lo menos uno de los tratamientos tiene promedio diferente estadísticamente en ambos niveles de significancia.
- El efecto de bloques no es significativo.

Cuadro 42. Prueba de Tukey para tratamientos en peso de 100 granos.

Orden de mérito	Tratamiento	Clave	Promedio (gramos)	Significancia
				0,05
1°	Terramar D2	T4	27,13	a
2°	Guano de isla D1	T1	25,85	a
3°	Guano de isla D2	T2	25,48	a
4°	Terramar D1	T3	19,98	b
5°	Testigo T0	T0	17,10	c

 $\bar{X} = 23,11$ $S\bar{X} = 0,7225$

Basados en la salida dada por la Prueba de Tukey, se puede confirmar que los tratamientos tienen diferencias estadísticas significativas.

Nivel de 5% de significancia:

Categoría I, con promedio de 25.48 a 27,13 gramos por 100 granos, Categoría II con promedio de 19,98 gramos por 100 granos y Categoría III con 17,10 gramos por 100 granos, siendo el mejor el tratamiento T4 (30 kg/ha) con 27,13 gramos por 100 granos.

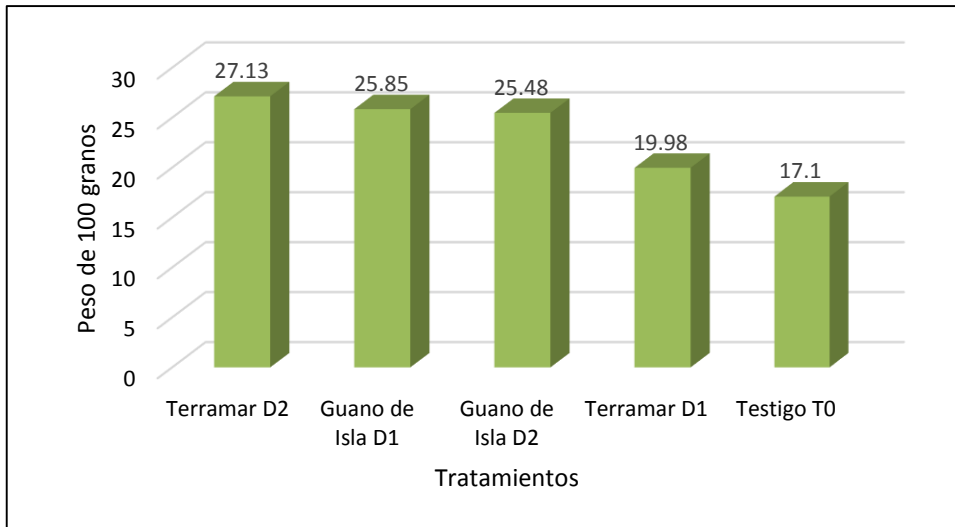


Figura 13. Peso de 100 granos para tratamientos al 5%.

4.3.4. Rendimiento en kilogramos por área experimental

Cuadro 43. Rendimiento en kilogramos por área experimental.

OM	TRATAMIENTOS	CLAVE	RENDIMIENTO EN KG/PARCELA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	TERRAMAR D2	T4	14.780	a
2	GUANO DE ISLA D1	T1	14.664	a
3	GUANO DE ISLA D2	T2	11.691	b
4	TERRAMAR d1	T3	8.111	c
5	TESTIGO	T0	4.585	d

Nivel de 5% de significancia:

Categoría I, con promedio de 14.664 a 14.780 kilogramos por parcela, Categoría II con promedio de 11.691 kilogramos por parcela, Categoría III con 8.111 kilogramos por parcela y Categoría IV con 4.585 kg por

parcela, siendo los mejores los tratamiento T4 (Terramar d1, 30 kg/ha) con 14.780 kilogramos y T1 (Guano de Isla, 560 kgha⁻¹) por parcela.

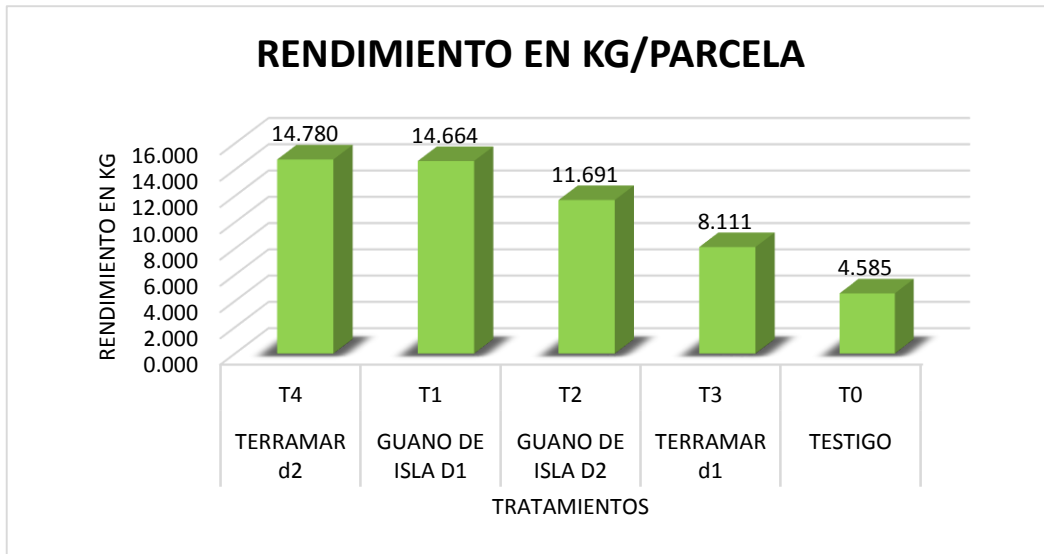


Figura 14. Rendimiento en kilogramos por área experimental.

4.3.5. Rendimiento en kilogramos por hectárea

De acuerdo al cuadro 32, los rendimientos de los tratamientos por hectárea son los siguientes:

Cuadro 44. Rendimiento estimado en kilogramos por hectarea

OM	TRATAMIENTOS	CLAVE	RENDIMIENTO EN KG/HA
1	TERRAMAR d2	T4	3695.1
2	GUANO DE ISLA D1	T1	3665.9
3	GUANO DE ISLA D2	T2	2922.9
4	TERRAMAR d1	T3	2017.7
5	TESTIGO	T0	1146.2

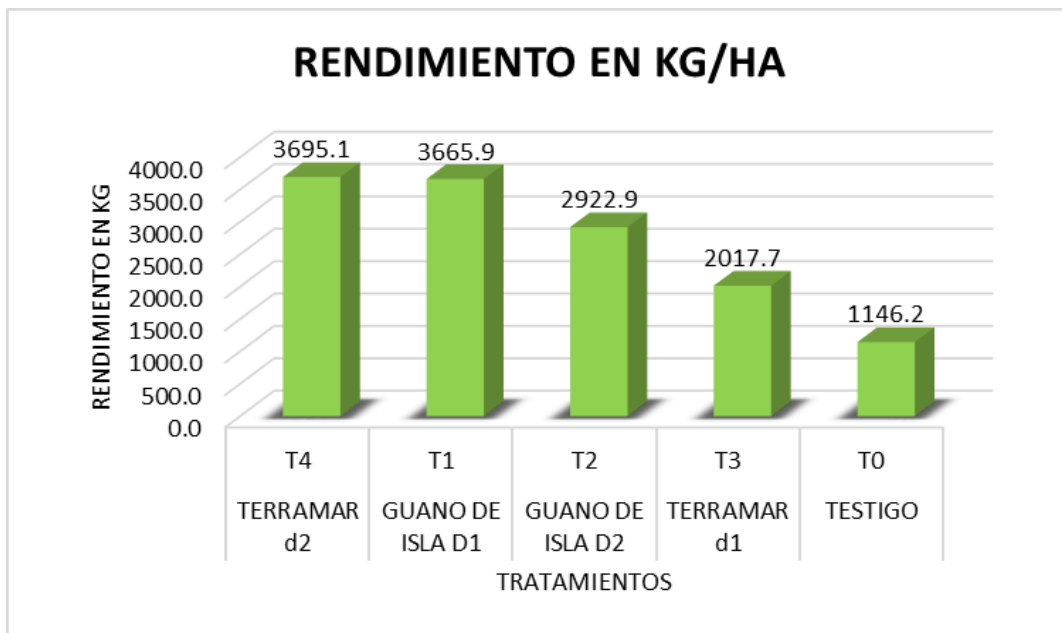


Figura 15. Rendimiento en kilogramos por hectárea.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos podemos realizar la discusión de los mismos.

5.1. Propiedades Físicas

Para la unidad textural arena, antes de la siembra se tuvo 51.68% para el testigo (To) resultando una unidad textural de Franco Arcillo Arenoso y después de la siembra para el tratamiento 1 se obtuvo 53.68%, para el tratamiento 2 fue de 51.68%, para el tratamiento 3 se obtuvo 49.68%, para tratamiento 4 se obtuvo 51.68% y para el tratamiento 5 fue de 39.68%, teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 49.28% de arena después de la siembra, comparado con Emilio et al, 2008 indica para la unidad textural arena antes de la siembra tuvo 42.88% y después de la siembra el análisis mostró 41.33%; de la misma manera Dimas 2001 presenta valores de las propiedades físicas antes y después de la aplicación de abonos orgánicos al suelo y para la unidad textural arena, presenta valores para doce tratamientos, que en promedio antes de la aplicación de abonos orgánicos obtuvo 34.89% y después de la aplicación de abonos orgánicos obtuvo en promedio 34.12%.

Para la unidad textural Limo, antes de la siembra se tuvo 21.28% para el testigo (To) y después de la siembra para el tratamiento 1 se obtuvo 21.28%, para el tratamiento 2 fue de 21.28%, para el tratamiento 3 se obtuvo 23.28%, para tratamiento 4 se obtuvo 21.28% y para el tratamiento 5 fue de 27.28%, teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 22.88% de limo después de la siembra, comparado con Emilio et al, 2008 quien para la unidad textural limo antes de la siembra tenía 28.00% y después de la siembra el análisis mostró 27.22%; de la misma manera Dimas 2001

presenta valores de las propiedades físicas antes y después de la aplicación de abonos orgánicos al suelo y para la unidad textural limo, presenta valores para doce tratamientos, que en promedio antes de la aplicación de abonos orgánicos obtuvo 38.17% y después de la aplicación de abonos orgánicos obtuvo en promedio 37.06%.

Para la unidad textural arcilla, antes de la siembra se tuvo 27.04% para el testigo (To) y después de la siembra para el tratamiento 1 se obtuvo 25.04%, para el tratamiento 2 fue de 27.04%, para el tratamiento 3 se obtuvo 27.04%, para tratamiento 4 se obtuvo 27.04% y para el tratamiento 5 fue de 33.04%, teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 27.84% de arcilla después de la siembra, comparado con Emilio et al, 2008 menciona para la unidad textural arcilla antes de la siembra tener 29.12% y después de la siembra el análisis mostró 35.45%; de la misma manera Dimas 2001 en el trabajo presenta valores de las propiedades físicas antes y después de la aplicación de abonos orgánicos al suelo y para la unidad textural arcilla, presenta valores para doce tratamientos, que en promedio antes de la aplicación de abonos orgánicos obtuvo 26.19% y después de la aplicación de abonos orgánicos obtuvo en promedio 28.82%.

Resultando las siguientes clases texturales: para el tratamiento testigo Franco Arcillo Arenoso, para el tratamiento 1 Franco Arcillo Arenoso, para el tratamiento 2 Franco arcillo Arenoso, para el tratamiento 3 Franco Arcillo Arenoso, para el tratamiento 4 Franco Arcillo Arenoso y para el tratamiento 5 Franco Arcilloso, comparado estos resultados con los obtenidos por Orozco et al 2016, es similar al obtener antes y después de aplicar Biofertilización durante 03 años la textura no cambia y se mantiene en Franco Arenoso.

Comparando nuestros resultados con los obtenidos con los autores citados se concluye que los tratamientos aplicados con los abonos orgánicos no tienen efecto significativo en el contenido de las unidades texturales y como consecuencia para el

presente trabajo nos dan como clase textural la misma que el testigo que es Franco Arcillo Arenoso.

5.2. Propiedades Químicas

5.2.1. pH (Concentración de iones hidrógeno)

Para la variable pH (Concentración de iones hidrógeno), antes de la siembra se tuvo 7.76 para el testigo (To) , y después de la siembra para el tratamiento 0 se obtuvo 7.14, para el tratamiento 1 fue de 7.11, para el tratamiento 2 se obtuvo 7.42, para tratamiento 3 se obtuvo 7.18 y para el tratamiento 4 fue de 7.58, teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 7.37 de pH, comparado con Emilio et al, 2008 indica que para la variable pH antes de la siembra obtuvo 4,60 y después de la siembra el análisis mostró 4,40; de la misma manera Dimas 2001 presenta valores para el pH antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 8,30 y después de la aplicación el análisis arrojó 8,33; igualmente Quiroz 2009, indica que el pH del testigo fue de 4.63 y que en el humus obtuvo 4.23 en el primer año, y para el segundo año obtuvo que el pH del testigo fue de 4.66 y que en el humus obtuvo 4.80. Gracia 2012, menciona haber obtenido en el primer año 7.72 en el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 7.89 y 7.34 respectivamente y luego de 42 meses obtuvo 8.64 para el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 8.73 y 8.48 respectivamente, Ormeño y Ovalle, 2009 indican haber obtenido un pH de 5.3 para el testigo y luego de la aplicación de los abonos orgánicos obtuvo en promedio un pH de 6.5.

5.2.2. Materia Orgánica

Para la variable MO (Materia Orgánica), antes de la siembra se tuvo 2.02% para el testigo (To) , y después de la siembra para el tratamiento 0 se obtuvo 3.36%, para el tratamiento 1 fue de 2.69%, para el tratamiento 2 se obtuvo 3.36%, para tratamiento 3 se obtuvo 3.02% y para el tratamiento 4 fue de 3.02%, teniendo en los

cinco tratamientos un promedio de 2.91% de MO, comparado con Emilio et al, 2008, menciona para la variable MO antes de la siembra haber obtenido 7,10% y después de la siembra el análisis mostró 8,24; de la misma manera Dimas 2001 presenta valores para la MO antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 0.79% y después de la aplicación el análisis arrojó 1.25%; Quiroz 2009, indica que la MO del testigo fue de 10.60% y que en el humus obtuvo 10.70% en el primer año, y para el segundo año obtuvo para el testigo 9.97% de MO y que en el humus obtuvo 10.63%. Gracia 2012, menciona haber obtenido en el primer año 0.67% en el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 4.22% y 2.22% respectivamente y luego de 42 meses obtuvo 2.44% para el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 11.78% y 8% respectivamente, Ormeño y Ovalle, 2009 indican haber obtenido MO en 1.06% y luego de la aplicación de los abonos orgánicos 3.3% de MO.

5.2.3. Nitrógeno

Para la variable N (Nitrógeno), antes de la siembra se tuvo 0.09% para el testigo (To) , y después de la siembra para el tratamiento 0 se obtuvo 0.15%, para el tratamiento 1 fue de 0.12%, para el tratamiento 2 se obtuvo 0.15%, para tratamiento 3 se obtuvo 0.14% y para el tratamiento 4 fue de 0.14%, teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 0.13% de N, comparado con Dimas 2001 presenta valores para la N antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 0.035% y después de la aplicación el análisis arrojó 0.05%; Quiroz 2009, indica que el porcentaje de N del testigo fue de 0.477% y que en el humus obtuvo 0.482% en el primer año, y para el segundo año obtuvo para el testigo 0.45% de N y que en el humus obtuvo 0.48%. Gracia 2012, menciona haber obtenido en el primer año 0.03% de N en el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.19% y 0.10% respectivamente y luego de 42 meses obtuvo 0.11% para el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.53% y 0.36% respectivamente, Ormeño y Ovalle, 2009 indican haber

obtenido N en 0.11% y luego de la aplicación de los abonos orgánicos 0.15% de N; de la misma manera Flores, 2014 en su trabajo, presenta valores para N antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 0.1% y después de la aplicación el análisis arrojó 0.2%.

5.2.4. Fósforo (P)

Para la variable P (Fósforo), antes de la siembra se tuvo 14.51 ppm para el testigo (To) , y después de la siembra para el tratamiento 0 se obtuvo 15.61 ppm, para el tratamiento 1 fue de 16.38 ppm, para el tratamiento 2 se obtuvo 16.38 ppm, para tratamiento 3 se obtuvo 14.62 ppm y para el tratamiento 4 fue de 14.84 ppm, teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 15.56 ppm de P, comparado con Dimas 2001 presenta valores para la P (Fósforo) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 2.75 mgkg^{-1} y después de la aplicación el análisis arrojó 18.88 mgkg^{-1} ; Quiroz 2009, indica que el contenido de P del testigo fue de 88.00 mgkg^{-1} y que en el humus obtuvo 147.00 mgkg^{-1} en el primer año, y para el segundo año obtuvo para el testigo 53.00 mgkg^{-1} de P y que en el humus obtuvo 165.00 mgkg^{-1} . Gracia 2012, menciona haber obtenido en el primer año 0.04 % de P en el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.15% y 0.21% respectivamente y luego de 42 meses obtuvo 0.03 % para el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.11% y 0.18% respectivamente, Ormeño y Ovalle, 2009 indican haber obtenido P en 6.80 mgkg^{-1} y luego de la aplicación de los abonos orgánicos 410.38 mgkg^{-1} de P, de la misma manera Flores, 2014 presenta valores para P (Fósforo) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 247.12 ppm y después de la aplicación el análisis arrojó 241.74 ppm.

5.2.5. Potasio (K)

Para la variable K (Potasio), antes de la siembra se tuvo 202.41 ppm para el testigo (To) , y después de la siembra para el tratamiento 0 se obtuvo 328.86 ppm,

para el tratamiento 1 fue de 2.29 ppm, para el tratamiento 2 se obtuvo 249.39 ppm, para tratamiento 3 se obtuvo 223.40 ppm y para el tratamiento 4 fue de 309.86 ppm, teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 268.28 ppm de K, comparado con Dimas 2001 presenta valores para la K (Potasio) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 1.305 meqkg^{-1} y después de la aplicación el análisis arrojó 1.23 meqkg^{-1} ; Quiroz 2009, indica que el contenido de K del testigo fue de 107.00 mgkg^{-1} y que en el humus obtuvo 121.00 mgkg^{-1} en el primer año, y para el segundo año obtuvo para el testigo 94.00 mgkg^{-1} de K y que en el humus obtuvo 283.00 mgkg^{-1} ; Gracia 2012, menciona haber obtenido en el primer año 0.93 % de K en el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.98% y 0.91% respectivamente y luego de 42 meses obtuvo 0.90 % para el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.91% y 0.93% respectivamente, Ormeño y Ovalle, 2009 indican haber obtenido K en 90.00 mgkg^{-1} y luego de la aplicación de los abonos orgánicos 424.50 mgkg^{-1} de K, de la misma manera Flores 2014 presenta valores para K (Potasio) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 445.68 ppm y después de la aplicación el análisis arrojó 496.56 ppm.

5.2.6. Ca Cambiable

Para la variable Ca (calcio), antes de la siembra se tuvo 5.73 Cmol (+)/kg para el testigo (To), y después de la siembra para el tratamiento 0 se obtuvo 7.81 Cmol (+)/kg , para el tratamiento 1 fue de 7.60 Cmol (+)/kg , para el tratamiento 2 se obtuvo 7.45 Cmol (+)/kg , para tratamiento 3 se obtuvo 7.51 Cmol (+)/kg y para el tratamiento 4 fue de 7.36 Cmol (+)/kg , teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 7.54 Cmol (+)/kg de Ca, comparado con Dimas 2001 presenta valores para la Ca(calcio) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 5.19 meqL^{-1} y después de la aplicación el análisis arrojó 74.00 meqL^{-1} ; Quiroz 2009, indica que el contenido de Ca del testigo fue de 431.00 mgkg^{-1} y que en el humus obtuvo 277.00 mgkg^{-1} en el primer

año, y para el segundo año obtuvo para el testigo 431.00 mgkg^{-1} de Ca y que en el humus obtuvo 277.00 mgkg^{-1} ; Gracia 2012, menciona haber obtenido en el primer año 9.8 Cmol/kg de Ca en el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 14.5 Cmol/kg y 9.92 Cmol/kg respectivamente y luego de 42 meses obtuvo 0.33 Cmol/kg para el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 1.73 Cmol/kg y 0.68 Cmol/kg respectivamente, Ormeño y Ovalle, 2009 indican haber obtenido Ca en 62.00 mgkg^{-1} y luego de la aplicación de los abonos orgánicos 953.00 mgkg^{-1} de Ca, de la misma manera Flores 2014, presenta valores para Ca (Calcio) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 3.67 Cmol/kg y después de la aplicación el análisis arrojó 4.22 Cmol/kg .

5.2.7. Mg Cambiable

Para la variable Mg (Magnesio), antes de la siembra se tuvo 0.88 Cmol (+)/kg para el testigo (To), y después de la siembra para el tratamiento 0 se obtuvo 1.41 Cmol (+)/kg , para el tratamiento 1 fue de 1.37 Cmol (+)/kg , para el tratamiento 2 se obtuvo 1.29 Cmol (+)/kg , para tratamiento 3 se obtuvo 1.33 Cmol (+)/kg y para el tratamiento 4 fue de 1.05 Cmol (+)/kg , teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 1.29 Cmol (+)/kg de Mg, comparado con Dimas 2001 presenta valores para la Mg(magnesio) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 7.11 meqL^{-1} y después de la aplicación el análisis arrojó 6.48 meqL^{-1} , Emilio et al, 2008 indica que el contenido de Mg antes de la siembra fue de 0.56 Cmolkg^{-1} de suelo y que después de la aplicación 0.67 Cmolkg^{-1} de suelo;. Gracia 2012, menciona haber obtenido en el primer año 3.04 Cmol/kg de Mg en el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 3.71 Cmol/kg y 2.37 Cmol/kg respectivamente y luego de 42 meses obtuvo 0.26 Cmol/kg para el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.57 Cmol/kg y 0.38 Cmol/kg respectivamente, Ormeño y Ovalle, 2009 indican haber obtenido Mg en 19.20 mgkg^{-1} y luego de la aplicación de los abonos orgánicos

226.00 mgkg⁻¹ de Mg, de la misma manera Flores 2014 presenta valores para Mg (Magnesio) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 0.9 Cmol/kg y después de la aplicación el análisis arrojó 1.03 Cmol/kg.

5.2.8. Na Cambiable

Para la variable Na (Sodio), antes de la siembra se tuvo 0.06 Cmol (+)/kg para el testigo (To), y después de la siembra para el tratamiento 0 se obtuvo 0.08 Cmol (+)/kg, para el tratamiento 1 fue de 0.07 Cmol (+)/kg, para el tratamiento 2 se obtuvo 0.07 Cmol (+)/kg, para tratamiento 3 se obtuvo 0.06 Cmol (+)/kg y para el tratamiento 4 fue de 0.06 Cmol (+)/kg, teniendo en los cinco tratamientos un promedio de 1.29 Cmol (+)/kg de Na, comparado con Dimas 2001 presenta valores para la Na(Sodio) antes de la aplicación de los abonos orgánicos de 8.31 meqL⁻¹ y después de la aplicación el análisis arrojó 8.20 meqL⁻¹, Emilio et al, 2008 indica que el contenido de Na antes de la siembra fue de 0.46 Cmolkg⁻¹ de suelo y que después de la aplicación 0.47 Cmolkg⁻¹ de suelo. Gracia 2012, menciona haber obtenido en el primer año 0.31 Cmol/kg de Na en el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.22 Cmol/kg y 0.28 Cmol/kg respectivamente y luego de 42 meses obtuvo 0.04 Cmol/kg para el testigo y en dos tipos de compost catalán y murciano 0.07 Cmol/kg y 0.17 Cmol/kg respectivamente; Ormeño y Ovalle, 2009 indican haber obtenido Na en 7.00 mgkg⁻¹ y luego de la aplicación de los abonos orgánicos 7.75 mgkg⁻¹ de Na..

5.3. Componente de rendimiento

5.3.1. Número de vainas por planta

Los promedios en esta variable oscilan entre 13.60 a 17.23 vainas, correspondiendo el menor promedio al tratamiento testigo y el mayor al tratamiento Guano de isla. Por otro lado, los promedios de las enmiendas fueron no hubo diferencias entre sí, del que es posible destacar a los tratamientos que obtuvieron los

mayores promedios al guano de isla (17.23 vainas) y al terramar (17.03 vainas). Estos resultados son superiores al contrastarse con Gutiérrez et al. 2001 y Montilla 2014, obtuvieron 13.50 y 13.14 vainas bajo un sistema de cero labranza y utilizando la dosis de 100 kg/ha de Superfosfato triple de calcio respectivamente.

El resultado alcanzado por los tratamientos hace indicar que el guano de isla y el terramar son abonos presentan una mayor mineralización de los nutrientes en el suelo, lo que trae como consecuencia la mejora significativamente de las propiedades químicas del suelo.

5.3.2. Número de granos por vaina

La variable número de granos por vaina los mejores resultados se obtienen con la incorporación de 560 kg/ha de Guano de isla y de 30 kg/ha de Terramar, se obtuvieron los mejores promedios de 11,53 y 11,20 granos respectivamente, los cuales que al ser comparados con Gutiérrez et al. 2001 es superior, ya que solo obtuvo 6,79 granos, efecto contrario al confrontarse con Montilla 2014, que superó al resultado de los tratamientos en estudio el cual obtuvo 17,81 granos al aplicar 100 kg/ha de Superfosfato triple.

Este resultado probablemente se debe a que el superfosfato triple tiene una rápida solubilidad de los nutrientes, razón por el cual la inmediata liberación y absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, en cambio en las enmiendas empleadas la solubilidad de los nutrientes es menor.

5.3.3. Peso de 100 granos

Respecto a esta variable, los tratamientos terramar (30 kg/ha) y guano de isla (560 y 700 kg/ha) produjeron los mayores pesos de 100 granos (27,13; 25,85 y 25,48 respectivamente) a su vez mostraron el mismo efecto estadísticamente sobre la variable. Promedios que son superiores a lo reportado por Gutiérrez et al. 2001 y Montilla 2014, quienes obtuvieron 21,95 y 14.63 gramos respectivamente.

Estos resultados demuestran que las enmiendas terramar y guano de isla mejoran las propiedades químicas del suelo, en especial la capacidad de intercambio catiónico (CIC) el cual permite una mayor movilidad de los nutrientes del suelo en la planta, lo que favorece a la absorción de los nutrientes por las raicillas de la planta. Por otro lado, la liberación lenta de los nutrientes por la enmiendas, para esta variable resultó ser ventajosa ya que hubo una mejor absorción de fosforo por las plantas.

5.3.4. Rendimiento en kilogramos por hectárea

En el rendimiento por hectárea, las enmiendas que mejor efecto produjeron son terramar a 30 kg/ha y el guano de isla a 560 kg/ha, los cuales obtuvieron 3695,10 y 3665,90 kg/ha, resultados que son superiores a lo obtenido por Gutiérrez et al. 2001 y Montilla 2014 de 1732 y 3289 kg/ha respectivamente; por lo cual, demuestra que las enmiendas certificadas mejoran el suelo ya sea física y químicamente

No obstante, los resultados obtenidos son superados por lo que reporta Bernardo 2014 de 4543,80 kg/ha con la incorporación al suelo de 75 g/golpe de compost, lo que evidencia que el compost es una mejor alternativa para la fertilización, pero esto es relevante ya que la calidad del compost radica en los insumos que se emplean en su preparación, en cambio las enmiendas certificados no dependen de ese factor, característica que es favorable y conveniente para el agricultor.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Las enmiendas certificadas incorporadas al suelo no producen un efecto significativo en la textura.
2. El Guano de isla a 560 kg/ha mejora las propiedades química del suelo al incrementar en 0.065 % de Nitrógeno, en 0.49 Cmol(+)/kg de Magnesio; y a razón de 700 kg/ha incrementa en 1,34% en la materia orgánica, de 1,87 ppm en fosforo, de 126,45 en potasio y de 0.2 Cmol(+)/kg en sodio.
3. En los componentes de rendimiento, el guano de isla a 560 kg/ha y terramar a 30 kg/ha mostraron mejor comportamiento en el número de vainas por planta (17,23 y 17,03 respectivamente) y en el número de granos por vaina (11,53 y 11,20 respectivamente); en el peso de 100 granos, rendimiento por área neta experimental y en el rendimiento por hectárea el terramar a 30 kg/ha obtuvo los promedios mal altos con 27,13 gramos, 14,78 kilogramos y 3695,10 kilogramos por hectárea.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abrego L, F. 2007. Calidad Ambiental de Suelos. Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico. Universidad Nacional Noroeste Buenos Aires. UNNOBA. 25 pág.
2. AGRO RURAL 2010. “Guano de las Islas”. Ficha Técnica. Dirección de Operaciones. Sub Dirección de Insumos y Abonos. 5 páginas.
3. ASPROMOR 2006. Cadena Productiva de Frijol Caupi. Manejo Agronómico. Municipalidad Distrital de Morropón. Piura – Perú. (C. MANEJO AGRONÓMICO DEL CAUPI).
4. Baker K, H y Herson D, S. 1994. Biorremediación. Mc Graw Hill Inc.
5. Báscones M, E. et al. 2005. Análisis de suelo y consejos de abonado. Laboratorio de Análisis Agrícola. INEA. Valladolid. España. 57 pág.
6. Binder, U. 1997. Manual de leguminosas en Nicaragua. Tomo I y II. Primera Edición. PASOLAC, E.A.G.E. Esteli, Nicaragua. 528p.
7. Byron M. 2010. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Fondo para la protección del agua. FONAG. USAID. Colombia.
8. Castellanos, JZ. 2010. Guía para la interpretación del análisis de suelo y agua. INTAGRI. Institución en Capacitación Agrícola. México. Ficha Técnica. 10 pág
9. De Luna J, A y Ponce M, A. 1994. Evaluaciones de cinco leguminosas comestibles bajo dos sistemas de producción en dos años de estudio. Programa de Investigación Agrícola. Sub Programa de Cultivos Básicos. México. Art. Cient. 5 pág.
10. Delgado I, JA. 2009. Selección de 8 variedades de *Caupí* (*Vigna unguiculata* L. Walp) en suelo restringida en la zona de Pucallpa. Tesis. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarios. Art Cient. 15 pág.

11. Dimas J.; Díaz A.; Martínez E.; Valdéz R. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Tesis. Estación Experimental Venecia. Durango. México. Artículo Científico. 10 p.
12. Emilio F.; Torres J.; Balaguera E. 2008. Efecto de la aplicación de cachaza fresca y de dos sistemas de producción de maíz y maíz con asocio frijol sobre las propiedades físicas de un Inceptisol. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 2. 205 – 216 pp.
13. Espinoza L. et al. 2009. Como interpretar los resultados de los Análisis de suelos. Universidad de Arkansas. División de Agricultura. USA. Art. C. 4 p.
14. Etchevers B, J et al 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la Agricultura Sustentable. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. Artículo Científico. ISSN: 1405 – 3195. México. 17 p.
15. Fernández L, LC. 2006. Manual de análisis de suelos aplicados a la remediación de sitios contaminados. Instituto Mexicano del Petróleo. México. Manual 184 p.
16. Funez C, R. et al 2004. Un enfoque de manejo integrado para la sostenibilidad de fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos. Manual Técnico. Instituto Hondureño del café. CIA “Jesús Aguilar Paz”. Ilama. Santa Barbara. Honduras. 36 p.
17. Giménez Rafael. s/f. Física del suelo. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. Cátedra de Edafología.
18. Gonzales N, V. 2010. Guía de caracterización edáfica para actividades de regeneración de aguas residuales en usos ambientales. Ministerio de Economía y Competitividad. Gobierno de España. Consolider Tragua. España. Manual. 42 p.

19. Gracia J. 2012. Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación en origen. Tesis para optar del Grado de Master en Ingeniería ambiental, química y procesos biotecnológicos. Universidad Politécnica de Cartagena. Venezuela. 103 p.
20. Gutiérrez W.; Medrano C.; Materan M.; Villalobos Y.; Esparza D.; Báez D.; Medina B. 2001. Evaluación del rendimiento y nodulación del frijol *Vigna unguiculata* (L) Walp bajo dos sistemas de labranza en las condiciones agroecológicas de la planicie de Maracaibo, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). Vol. 18. 237-246 pp.
21. Levine Elissa. 1997. Investigación de suelos. NASA /Centro Goddard de Vuelos Espaciales. Greenbelt. Maryland. USA. 154 p.
22. López M, J. 2012. El frijol *caupí* como alternativa en la seguridad alimentaria para el sector rural de Buenaventura. Colombia. Sabia: Revista Científica. Universidad del Pacífico. Colombia. Artículo Científico 9 p.
23. MINAG 2010. Producción Nacional de Frijol Castilla. Boletín Informativo. 6 pág.
24. Montilla I. 1998. Efectos de la asociación de cultivos y la cobertura en la producción de piña en Lara. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP. 20 p.
25. Muñoz I, DJ et al. 2000. Manual de análisis de suelo. Edafología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México.
26. Paredes, C. 2009. El papel de la Agricultura Orgánica en la mitigación de emisión de gases con efecto invernadero y para contrarrestar el cambio climático global. Proyecto Centro de Desarrollo Rural FSG 963. Universidad del Valle de Guatemala y Fundación Soros Guatemala.

27. Ormeño, M., y Ovalle, A. 2011. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA, Mérida. En: Memorias XIX Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, p. 6.
28. Peña T, E. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. PNUD – INIFAT. Edición INIFAT. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. La Habana – Cuba. 65 p.
29. Pérez P, L. 1981. Importancia de la reacción del suelo. Acidez: ph, necesidad de cal. Centro de Edafología y Biología Aplicada. Salamanca. España. 32 p.
30. Pineda M, R. 2000. Efecto del fosfocompost y humus de lombriz en la fijación de nitrógeno atmosférico de tres leguminosas bajo condiciones de campo en Piura. Parcela Experimental del CIPCA, en el valle del medio Piura, en la Región Grau. Art. Cient. 12 p.
31. Quiroz A.; Arrieche I.; Jiménez M. 2009. Influencia de la fertilización orgánica sobre el estado nutricional y rendimiento en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.). Revista Observador del Conocimiento. Vol 2. N° 2. 67 – 74 pp.
32. Ramírez P, R. 2007. Evaluación de la aplicación del abono tipo Bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del Municipio de Marinilla, Antioquia. Tesis. Universidad Nacional de Colombia – Medellín. Facultad de Ingeniería Agronómica. Artículo Científico. 12 p.
33. Rucks L. et al. 2004. Propiedades Físicas del Suelo. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Departamento de Suelos y Aguas. Montevideo – Uruguay.
34. Sánchez S, N. 2001. El cultivo del frijol *caupí*: producción, almacenamiento y utilización. Cooperación para el Desarrollo Alternativo Regional – DARCO. Ibagué – Tolima – Colombia. 32p.

35. Sánchez V, J. 2007. Fertilidad del suelo y nutrición mineral de las plantas.

Manual. 19 pág.

36. Vilcapoma S, G. 1998. Botánica Sistemática, Desarrollo Histórico y

Nomenclatura. Universidad Nacional Agraria, Departamento de Biología. Lima

–Perú. 77 p.

ANEXOS

RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO							
VARIABLE	TESTIGO T1 (M0096) SIN SIEMBRA	TRATAMIENTO T2 (M0097) SIEMBRA SIN ABONO	TRATAMIENTO T3 (M0098)	TRATAMIENTO T4 (M0099)	TRATAMIENTO T5 (M0100)	TRATAMIENTO T6 (M0104)	
		7.14	7.11	7.42	7.18	7.58	TRATAMIENTOS
pH	7.76	7.76	7.76	7.76	7.76	7.76	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		0.62	0.65	0.34	0.58	0.18	DIFERENCIA
		BAJÓ	BAJÓ	BAJÓ	BAJÓ	BAJÓ	
		3.36	2.69	3.36	3.02	3.02	TRATAMIENTOS
MATERIA ORGANICA (%)	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		1.34	0.67	1.34	1	1	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	
		0.15	0.12	0.15	0.14	0.14	TRATAMIENTOS
NITRÓGENO (%)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		0.06	0.03	0.06	0.05	0.05	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	
		15.61	16.38	16.38	14.62	14.84	TRATAMIENTOS
FOSFORO (ppm)	14.51	14.51	14.51	14.51	14.51	14.51	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		1.1	1.87	1.87	0.11	0.33	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	
		328.86	229.9	249.39	223.4	309.86	TRATAMIENTOS
POTASIO (ppm)	202.41	202.41	202.41	202.41	202.41	202.41	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		126.45	27.49	46.98	20.99	107.45	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	
		9.99	9.69	9.03	9.34	8.94	TRATAMIENTOS
cic	7.09	7.09	7.09	7.09	7.09	7.09	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		2.9	2.6	1.94	2.25	1.85	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	
		7.81	7.6	7.45	7.51	7.36	TRATAMIENTOS
CALCIO (Cmol(+)/kg)	5.73	5.73	5.73	5.73	5.73	5.73	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		2.08	1.87	1.72	1.78	1.63	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	
		1.41	1.37	1.29	1.33	1.05	TRATAMIENTOS
MAGNESIO (Cmol(+)/kg)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		0.53	0.49	0.41	0.45	0.17	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	
		0.69	0.66	0.22	0.44	0.47	TRATAMIENTOS
POTASIO (Cmol(+)/kg)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		0.27	0.24	-0.2	0.02	0.05	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	BAJÓ	SUBIÓ	SUBIÓ	
		0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	TRATAMIENTOS
SODIO (Cmol(+)/kg)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
		0.02	0.01	0.01	0	0	DIFERENCIA
		SUBIÓ	SUBIÓ	BAJÓ	IGUAL	IGUAL	

RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO

TESTIGO T0 (M0096) SIN SIEMBRA			TRATAMIENTO T1 (M0097) SIEMBRA SIN ABONO			TRATAMIENTO T2 (M0098)			TRATAMIENTO T3 (M0099)			TRATAMIENTO T4 (M0100)			TRATAMIENTO T5 (M0104)			
ARENA	ARCILLA	LIMO	ARENA	ARCILLA	LIMO	ARENA	ARCILLA	LIMO	ARENA	ARCILLA	LIMO	ARENA	ARCILLA	LIMO	ARENA	ARCILLA	LIMO	
51.68	27.04	21.28	53.68	25.04	21.28	51.68	27.04	21.28	49.68	27.04	23.28	51.68	27.04	21.28	39.68	33.04	27.28	TRATAMIENTOS
			51.68	27.04	21.28	51.68	27.04	21.28	51.68	27.04	21.28	51.68	27.04	21.28	51.68	27.04	21.28	TESTIGO INICIAL (SIN SIEMBRA)
			-2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	-2.00	0.00	0.00	0.00	12.00	-6.00	-6.00	DIFERENCIAS

RESULTADOS POR VARIABLES EN ESTUDIO

NUMERO DE VAINAS POR GOLPE

TRATAMIENTOS	PROMEDIO EN UNIDADES
GUANO DE ISLA D1 (T2)	17.23
TERRAMAR D2 (T5)	17.03
GUANO DE ISLA D2 (T3)	16.10
TERRAMAR D1 (T4)	16.10
TESTIGO (T1)	13.60

LONGITUD DE VAINA

TRATAMIENTOS	PROMEDIO EN UNIDADES
TERRAMAR D2 (T5)	17.10
GUANO DE ISLA D1 (T2)	15.55
TERRAMAR D1 (T4)	14.45
GUANO DE ISLA D2 (T3)	14.43
TESTIGO (T1)	11.50

NUMERO DE GRANOS POR VAINA

TRATAMIENTOS	PROMEDIO EN UNIDADES
GUANO DE ISLA D1 (T2)	11.53
TERRAMAR D2 (T5)	11.20
GUANO DE ISLA D2 (T3)	9.98
TERRAMAR D1 (T4)	8.83
TESTIGO (T1)	6.90

PESO DE 100 GRANOS

TRATAMIENTOS	PROMEDIO EN UNIDADES
TERRAMAR D2 (T5)	27.13
GUANO DE ISLA D1 (T2)	25.85
GUANO DE ISLA D2 (T3)	25.48
TERRAMAR D1 (T4)	19.98
TESTIGO (T1)	17.10

RENDIMIENTO POR PARCELA PARA TRATAMIENTOS

(T0) TESTIGO

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (PARCELA EXPERIMENTAL)	40
NUMERO DE GOLPES POR PARCELA	285.7142857
100 NUMERO DE VAINAS PÓR PARCELA	3885.714286
100 NUMERO DE GRANOS POR PARCELA	26811.42857
100 PESO DE 100 GRANOS	17.1
PESO DE GRANOS POR PARCELA (g)	4584.754286
PESO DE GRANOS POR PARCELA(Kg)	4.584754286

(T1) GUANO DE ISLA D1

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (PARCELA EXPERIMENTAL)	40
NUMERO DE GOLPES POR PARCELA	285.7142857
NUMERO DE VAINAS PÓR PARCELA	4922
NUMERO DE GRANOS POR PARCELA	56726.05
PESO DE 100 GRANOS	25.85
PESO DE GRANOS POR PARCELA (g)	14663.68393
PESO DE GRANOS POR PARCELA(Kg)	14.66368393

(T2) GUANO DE ISLA D2

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (PARCELA EXPERIMENTAL)	40
NUMERO DE GOLPES POR PARCELA	285.7142857
NUMERO DE VAINAS PÓR PARCELA	4600
NUMERO DE GRANOS POR PARCELA	45885
PESO DE 100 GRANOS	25.48
PESO DE GRANOS POR PARCELA (g)	11691.498
PESO DE GRANOS POR PARCELA(Kg)	11.691498

(T3) TERRAMAR D1

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (PARCELA EXPERIMENTAL)	40
NUMERO DE GOLPES POR PARCELA	285.7142857
NUMERO DE VAINAS PÓR PARCELA	4600
NUMERO DE GRANOS POR PARCELA	40595
PESO DE 100 GRANOS	19.98
PESO DE GRANOS POR PARCELA (g)	8110.881
PESO DE GRANOS POR PARCELA(Kg)	8.110881

(T4) TERRAMAR D2

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (PARCELA EXPERIMENTAL)	40
NUMERO DE GOLPES POR PARCELA	285.7142857
NUMERO DE VAINAS PÓR PARCELA	4864.285714
NUMERO DE GRANOS POR PARCELA	54480
PESO DE 100 GRANOS	27.13
PESO DE GRANOS POR PARCELA (g)	14780.424
PESO DE GRANOS POR PARCELA(Kg)	14.780424

RESULTADOS POR VARIABLES EN ESTUDIO

NUMERO DE VAINAS POR GOLPE

TRATAMIENTOS	PROMEDIO EN UNIDADES
GUANO DE ISLA D1 (T2)	17.23
TERRAMAR D2 (T5)	17.03
GUANO DE ISLA D2 (T3)	16.10
TERRAMAR D1 (T4)	16.10
TESTIGO (T1)	13.60

LONGITUD DE VAINA

TRATAMIENTOS	PROMEDIO EN UNIDADES
TERRAMAR D2 (T5)	17.10
GUANO DE ISLA D1 (T2)	15.55
TERRAMAR D1 (T4)	14.45
GUANO DE ISLA D2 (T3)	14.43
TESTIGO (T1)	11.50

NUMERO DE GRANOS POR VAINA

TRATAMIENTOS	PROMEDIO EN UNIDADES
GUANO DE ISLA D1 (T2)	11.53
TERRAMAR D2 (T5)	11.20
GUANO DE ISLA D2 (T3)	9.98
TERRAMAR D1 (T4)	8.83
TESTIGO (T1)	6.90

PESO DE 100 GRANOS

TRATAMIENTOS	PROMEDIO EN UNIDADES
TERRAMAR D2 (T5)	27.13
GUANO DE ISLA D1 (T2)	25.85
GUANO DE ISLA D2 (T3)	25.48
TERRAMAR D1 (T4)	19.98
TESTIGO (T1)	17.10

RENDIMIENTO POR HECTAREA PARA TRATAMIENTOS

(T1) TESTIGO

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (1 HECTAREA)	10000
NUMERO DE GOLPES POR HECTAREA	71428.57143
NUMERO DE VAINAS PÓR HECTAREA	971428.5714
NUMERO DE GRANOS POR HECTAREA	6702857.143
100 PESO DE 100 GRANOS	17.1
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (g)	1146188.571
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (Kg)	1146.188571

(T2) GUANO DE ISLA D1

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (1 HECTAREA)	10000
NUMERO DE GOLPES POR HECTAREA	71428.57143
NUMERO DE VAINAS PÓR HECTAREA	1230500
NUMERO DE GRANOS POR HECTAREA	14181512.5
PESO DE 100 GRANOS	25.85
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (g)	3665920.981
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (Kg)	3665.920981

(T3) GUANO DE ISLA D2

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (1 HECTAREA)	10000
NUMERO DE GOLPES POR HECTAREA	71428.57143
NUMERO DE VAINAS PÓR HECTAREA	1150000
NUMERO DE GRANOS POR HECTAREA	11471250
PESO DE 100 GRANOS	25.48
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (g)	2922874.5
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (Kg)	2922.8745

(T4) TERRAMAR D1

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (1 HECTAREA)	10000
NUMERO DE GOLPES POR HECTAREA	71428.57143
NUMERO DE VAINAS PÓR HECTAREA	1150000
NUMERO DE GRANOS POR HECTAREA	10148750
PESO DE 100 GRANOS	19.98
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (g)	2027720.25
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (Kg)	2027.72025

(T5) TERRAMAR D2

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.2
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.7
AREA (1 HECTAREA)	10000
NUMERO DE GOLPES POR HECTAREA	71428.57143
NUMERO DE VAINAS PÓR HECTAREA	1216071.429
NUMERO DE GRANOS POR HECTAREA	13620000
PESO DE 100 GRANOS	27.13
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (g)	3695106
PESO DE GRANOS POR HECTAREA (Kg)	3695.106

NOTA BIOGRÁFICA**FLÉLI RICARDO JARA CLAUDIO**

Ingeniero Agrónomo, docente universitario en la Facultad de Ciencias Agrarias UNHEVAL – Huánuco, con Maestría en Gestión Ambiental y Medio Ambiente, Diplomado en Gestión de Proyectos de Inversión y en Docencia Universitaria, Capacitador y Ponente en Eventos relacionados con la actividad agrícola (cultivos menores, forestales y frutales) y medio ambiental, para entidades públicas y privadas.



ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE MAESTRO

En La Sala de Grados de la Escuela de Posgrado, siendo las **17:00h.**, del día viernes **22.DICIEMBRE.2017**, ante los Jurados de Tesis constituido por los siguientes docentes:

Dr. Pedro CORDOVA TRUJILLO	Presidente
Dr. Rubén ROJAS PORTAL	Secretario
Mg. David NATIVIDAD BARDALES	Vocal

Asesor de Tesis, Dr. Ítalo ALEJOS PATIÑO (Resolución N° 01217-2014-UNHEVAL/EPG-D)

El aspirante al Grado de Maestro en Medio Ambiente y Desarrollo y Sostenible con mención en Gestión Ambiental, Don, Fléli Ricardo JARA CLAUDIO.

Procedió al acto de Defensa:

Con la exposición de la Tesis titulado: **"EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS CERTIFICADOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOS – QUÍMICOS DEL SUELO Y EN EL RENDIMIENTO DEL FREJOL CASTILLA (Vigna unguiculata) EN YANAG – PILLCO MARCA - HUÁNUCO"**

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

- a) Presentación personal.
- b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones.
- c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- d) Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis las observaciones siguientes:


Obteniendo en consecuencia el Maestría la Nota de Diecisiete (17)

Equivalente a APROBADO, por lo que se recomienda
(Aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman el presente ACTA en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 18:30 horas del 22 de diciembre de 2017.



PRESIDENTE
 DNI N° 32465310.....



SECRETARIO
 DNI N° 06511922.....



VOCAL
 DNI N°

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE POSGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL

Apellidos y Nombres: Jara Claudio, Fleli Ricardo
DNI: 22483664 Correo electrónico: flejorac@hotmail.com
Teléfono de casa: 062525858 Celular: 962571374 Oficina:

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

POSGRADO	
Maestría:	<u>Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible</u>
Mención:	<u>Gestión Ambiental</u>

Grado Académico obtenido:

MAESTRO

Título de la tesis:

"Efecto de los abonos orgánicos certificados sobre las propiedades físicas-químicas del suelo y en los rendimientos del frijol Castilla (Vigna unguiculata) en Yanag-Pillcomarca - Huánuco"

Tipo de acceso que autoriza el autor:

Marcar "X"	Categoría de acceso	Descripción de acceso
<input checked="" type="checkbox"/>	PÚBLICO	Es público y accesible el documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
<input type="checkbox"/>	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo.

Al elegir la opción "Público" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

() 1 año () 2 años () 3 años () 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 11 octubre 2018

Firma del autor