

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA



**DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL COMPOST DE LA PAJA DE
ARROZ COMO ENMIENDA HÚMICA EN EL CULTIVO DE FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.) VAR. CANARIO 2000 EN LOS SUELOS DEL
VALLE DE CAMANÁ - AREQUIPA 2014**

Tesis presentada por el Bachiller:
VICTOR ABRAHAM ARGOTE REÁTEGUI
Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Agrónomo

AREQUIPA-PERÚ

2016

AGRADECIMIENTOS

A mis queridos padres por su apoyo y comprensión por todos mis años de estudio, por ser parte y asumir junto a mí el reto de este trabajo de investigación.

A todos quienes intervinieron con sus consejos y ayudas en la realización de este trabajo de investigación.



DEDICATORIA

A mis queridos padres, Víctor Hugo y Esther
por su inmenso amor y entrega.

A mis hermanos Yessi, Veva y Hugo por su
apoyo constante y ejemplo a seguir.



INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE DE CUADROS	IV
INDICE DE FOTOGRAFIAS	V
INDICE DE GRAFICOS	VI
INDICE DE ANEXOS	VII
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO II. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Origen del Frijol	6
2.2 Clasificación Taxonómica	6
2.3 Características del frijol canario 2000	7
2.4 Morfología	8
2.4.1 Raíz	8
2.4.2 Tallo	9
2.4.3 Habito de crecimiento	10
2.4.4 Ramas	12
2.4.5 Hojas	12
2.4.6 Inflorescencia	13
2.4.7 Flor	13
2.4.8 Fruto	14
2.4.9 Semilla	14
2.5 Fisiología del cultivo	14
2.5.1 Etapas de desarrollo de la planta de frijol	14
2.5.2 Descripción de las etapas de desarrollo	15
2.5.2.1 Etapas de la fase vegetativa	15
2.5.2.2 Etapas de la fase reproductiva	16
2.6 Exigencias de clima y suelo	18
2.6.1 Temperatura	18
2.6.2 Clima	18
2.6.3 Agua	18
2.6.4 Luz	19
2.6.5 Suelo	19
2.7 Labores Culturales	20
2.7.1 Preparación del terreno	20
2.7.2 Siembra	20
2.7.2.1 Elección de la semilla	20
2.7.2.2 Época de siembra	21
2.7.2.3 Sistemas de siembra	21
2.7.3 Deshierbos	22
2.7.4 Fertilización	23
2.7.4.1 Dosis de fertilización	23

2.7.4.2 Época de fertilización	24
2.7.5 Plagas y enfermedades	24
2.7.5.1 Plagas	24
2.7.5.2 Enfermedades	25
2.7.6 Cosecha	26
2.8 Composición química del grano de frijol	27
2.9 Usos	27
2.9.1 Alimentación ganadera	27
2.9.2 Uso industrial	27
2.10 Materia orgánica	28
2.10.1 Función de la materia orgánica en el suelo	28
2.10.1.1 Efecto sobre las propiedades físicas	28
2.10.1.2 Efecto sobre la disponibilidad de nutrientes	29
2.10.1.3 Efecto sobre la actividad microbiana	29
2.11 La paja de Arroz	30
2.11.1 Aplicación directa al suelo	30
2.11.2 Usos en suelos agrícolas	31
2.11.3 Compostaje	32
2.12 Antecedentes	32
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS	35
3.1 Ubicación política y geográfica	35
3.2 Historia del campo	35
3.3 Características meteorológicas	35
3.4 Características Edáficas	36
3.5 Materiales	37
3.5.1 Material biológico	37
3.5.2 Material de campo	38
3.5.3 Material de laboratorio	38
3.6 Componentes en estudio	39
3.7 Tratamientos en estudio	39
3.8 Diseño experimental	39
3.9 Croquis experimental	40
3.10 Metodología	41
3.10.1 Compostaje de la paja de arroz	41
3.10.2 Preparación del terreno	43
3.10.3 Incorporación del compost al suelo	45
3.10.4 Siembra	45
3.10.5 Control fitosanitario	46
3.10.6 Riegos	47
3.10.7 Fertilización	48
3.10.8 Deshierbos	48
3.10.9 Cosecha	49
3.11 Evaluaciones realizadas	50
3.11.1 Relación raíz/vástago	50
3.11.2 Número de vainas por planta	50

3.11.3	Peso de vainas por planta	50
3.11.4	Rendimiento de forraje verde (incluyendo vainas)	50
3.11.5	Rendimiento de materia seca (incluyendo vainas)	50
3.11.6	Análisis de suelo al inicio y final del ciclo del cultivo	51
3.11.7	Análisis de datos	51
CAPITULO IV. RESULTADOS		51
4.1	Relación raíz/vástago	52
4.1.1	Relación raíz/vástago a los 40 dds	52
4.1.2	Relación raíz/vástago a los 80 dds	54
4.1.3	Relación raíz/vástago a los 120 dds	55
4.2	Número de vainas por planta	57
4.3	Peso de vainas por planta	59
4.4	Rendimiento de forraje verde (incluyendo vainas)	61
4.5	Rendimiento de materia seca (incluyendo vainas)	63
4.6	Análisis de suelo al inicio y final del ciclo del cultivo	65
CAPITULO V. DISCUSION		68
5.1	Relación raíz/vástago	68
5.1.1	Relación raíz/vástago a los 40 dds	68
5.1.2	Relación raíz/vástago a los 80 dds	69
5.1.3	Relación raíz/vástago a los 120 dds	70
5.2	Número de vainas por planta	71
5.3	Peso de vainas por planta	71
5.4	Rendimiento de forraje verde (incluyendo vainas)	72
5.5	Rendimiento de materia seca (incluyendo vainas)	72
5.6	Análisis de suelo al inicio y final del ciclo del cultivo	73
CAPITULO VI. CONCLUSIONES		76
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES		77
CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFIA		78
ANEXOS		86

INDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 01	Clasificación taxonómica del frijol	6
Cuadro 02	Principales malezas que compiten con el cultivo de frijol	22
Cuadro 03	Combinaciones de fertilizantes	23
Cuadro 04	Composición química proximal del grano frijol	27
Cuadro 05	Características meteorológicas	35
Cuadro 06	Análisis de suelo al inicio del experimento	36
Cuadro 07	Análisis químico de la paja de arroz	37
Cuadro 08	Tratamientos en estudio	39
Cuadro 09	Descripción de pesticidas utilizados	46
Cuadro 10	Cantidad, momento y forma de aplicación del fertilizante	48
Cuadro 11	Prueba de significancia de Tukey para raíz/vástago (40 dds)	53
Cuadro 12	Prueba de significancia de Tukey para raíz/vástago (80 dds)	54
Cuadro 13	Prueba de significancia de Tukey para raíz/vástago (120 dds)	56
Cuadro 14	Prueba de significancia de Tukey para el número de vainas por planta	58
Cuadro 15	Prueba de significancia de Tukey para el peso de vainas por planta	59
Cuadro 16	Prueba de significancia de Tukey para rendimiento de forraje verde	61
Cuadro 17	Prueba de significancia de Tukey para rendimiento de materia seca	63
Cuadro 18	Textura del suelo al inicio y final del experimento	65
Cuadro 19	DR, DA, porosidad y materia orgánica al inicio y final del experimento	66
Cuadro 20	CE, pH y CIC al inicio y final del experimento	67

INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 01 Toma de muestras de paja y suelo	42
Fotografía 02 Incorporación de la paja de arroz	43
Fotografía 03 Fumigación con el inoculante biológico	44
Fotografía 04 Paso del tractor con implemento de polidisco dentado	44
Fotografía 05 Siembra de frijol al voleo	45
Fotografía 06 Aplicación de pesticidas en frijol al voleo	47
Fotografía 07 Cosecha de frijol	49



INDICE DE GRAFICOS

		Pág.
Grafico 01	Variación de temperaturas del compost	42
Grafico 02	Relación raíz/vástago a los 40 dds	53
Grafico 03	Relación raíz/vástago a los 80 dds	55
Grafico 04	Relación raíz/vástago a los 120 dds	56
Grafico 05	Resumen de la relación raíz/vástago a los 40, 80 y 120 dds	57
Grafico 06	Número de vainas por planta	58
Grafico 07	Peso de vainas por planta	60
Grafico 08	Rendimiento de forraje verde	62
Grafico 09	Rendimiento de materia seca	64



INDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo 01	Análisis de suelo al final del experimento para el T0	86
Anexo 02	Análisis de suelo al final del experimento para el T1	87
Anexo 03	Análisis de suelo al final del experimento para el T2	88
Anexo 04	Análisis de suelo al final del experimento para el T3	89
Anexo 05	Análisis de suelo al final del experimento para el T4	90
Anexo 06	Resultados promedios obtenidos de la variable raíz/vástago (40 dds)	91
Anexo 07	Análisis de varianza para raíz/vástago (40 dds)	91
Anexo 08	Resultados promedios obtenidos de la variable raíz/vástago (80 dds)	92
Anexo 09	Análisis de varianza para raíz/vástago (80 dds)	92
Anexo 10	Resultados promedios obtenidos de la variable raíz/vástago (120 dds)	93
Anexo 11	Análisis de varianza para raíz/vástago (120 dds)	93
Anexo 12	Resultados promedios obtenidos de la variable número de vainas por planta	94
Anexo 13	Análisis de varianza para número de vainas por planta	94
Anexo 14	Resultados promedios obtenidos de la variable peso de vainas por planta	95
Anexo 15	Análisis de varianza para peso de vainas por planta	95
Anexo 16	Resultados promedios obtenidos de la variable rendimiento de forraje verde	96
Anexo 17	Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde	96
Anexo 18	Resultados promedios obtenidos de la variable rendimiento de materia seca	97
Anexo 19	Análisis de varianza para rendimiento de materia seca	97

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Valle de Camaná, ubicado en el departamento de Arequipa, provincia de Camaná, distrito de Mariscal Cáceres San José. Geográficamente el fundo está ubicado entre las coordenadas 16°37'50" latitud Sur y entre los 72°43'31" longitud oeste, a una altitud de 10 m.s.n.m. con suelo de textura arena franca, siendo la conducción del experimento de enero del 2014 a agosto del 2014 con el objetivo de determinar el mejor nivel de compost de paja de arroz para la producción de frijol canario.

Se utilizó el frijol canario 2000 evaluando diferentes niveles de compost, formado de paja de arroz y estiércol en una relación 3:1, con 0-15-20-25 y 30 T/ha, establecidos en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones utilizando una siembra al voleo, aplicando el riego por gravedad. Las variables evaluadas fueron relación raíz/vástago a los 40, 80, y 120 dds, número de vainas por planta, peso de vainas por planta, rendimiento de forraje verde, rendimiento de materia seca y análisis de suelo al inicio y fin del ciclo del cultivo.

Los resultados obtenidos muestran que el mayor promedio respecto a la relación raíz/vástago a los 40 dds lo obtuvo el T4 (30 T/ha de compost) con 0.37; a los 80 dds lo obtuvo el T1 (15 T/ha de compost) con 0.64 y a los 120 dds lo obtuvo el T4 (30 T/ha de compost) con 0.49, no existiendo diferencia significativa entre tratamientos en ningún momento.

El T4 con 30 T/ha de compost destacó en la evaluaciones de número de vainas por planta con un promedio de 25.8; peso de vainas por planta con 207.34 gr.; rendimiento de forraje verde con 2.080 kg/m² y rendimiento de materia seca con 1.088 kg/m², presentándose diferencia significativa con los demás tratamientos en las evaluaciones realizadas a excepción del número de vainas.

Los análisis de suelo al final del experimento muestran que el compostaje de paja de arroz más estiércol en la relación 3:1 incrementó ligeramente la materia orgánica del suelo y mantuvo la porosidad. Sin embargo los valores de CIC disminuyeron, mientras que los valores de Da y Dr aumentaron.

Por los resultados mostrados el T4 (30 T/ha de compost), con el mayor nivel de compost tiene efectos positivos sobre el suelo así como sobre la planta

ABSTRACT

This research work was realized in the Camaná Valley, located in the department of Arequipa, province of Camaná, district of Mariscal Cáceres San José. Its geographic location is between 16°37'50" South latitude and between 72°43'31" West longitude at an altitude of 10 msnm with profile totally formed with heavy sand, the experiment was from January 2014 to August 2014 with the aim to determine the best level of compost straw of rice for the production of bean.

Used bean canary 2000 evaluating different levels of compost formed by straw of rice and manure in the 3:1 relation with: 0-15-20-25 and 30 tones/ha, established in a design in a block completely at random with four repetitions, with using a broadcast seeding, applying irrigation by gravity. The evaluated variables were relationship root/stem 40, 80 and 120 dds, number of pods, weight of pods, forage yield, dry matter yield and analysis of soil at the beginning and end of the experiment.

The results show that the average from the ratio root/stem to 40 dds was obtained by T4 (30 tones/ha compost) with 0.37; at 80 dds was obtained by T1 (15 tones/ha compost) with 0.64 and 120 dds was obtained by T4 (30 tones/ha compost) with 0.49; no significant difference between treatments exist at any time.

The treatment T4 with 30 tones/ha of compost obtained the highest number of pods for plant with an average of 25.8, weight of pods with 207.34 gr., forage yield with 2.080 kg/m² and dry matter yield 1.088 kg/m², presenting significant difference with other treatments in evaluations, except for the number of pods.

The analysis of soil at the end of the experiment show that compost with straw of rice and manure in the 3:1 relation slightly increased the organic matter of the soil and maintained the porosity. Nevertheless the cation exchange capacity (CEC) decreased, whereas the values of actual density and apparent density increased.

The results displayed the T4 (30 tones/ha compost), with the highest level of compost has positive effects on soil and plant.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La paja de arroz constituye es uno de los subproductos más problemáticos de eliminar durante la cosecha del arroz. Ante esta dificultad, el elevado costo de retirada y nulo aprovechamiento, la práctica más frecuente por los agricultores es quemarla en el campo, lo que genera una gran concentración de emisiones al aire, provocando la contaminación ambiental del lugar y zonas aledañas, con partículas y gases resultantes de la combustión. (Abril et al., 2009).

Una de las alternativas a la quema, es la incorporación al suelo y descomposición de la paja de arroz que al final de su ciclo del cultivo, contiene reservas nutrientes de N, P, K, y Si (Contreras, L. M. 2013).

La materia orgánica es indispensable para los suelos agrícolas porque mantienen la estructura del suelo, mejora la aireación y el balance hídrico. Todos estos beneficios se reflejan en un medio ambiente propicio para la penetración radicular y una alta fertilidad natural (Castellanos, 2000). Además es indispensable para muchos cultivos, entre ellos el frijol el cual necesita un aporte que oscila de 2.5 a 4% de M.O. La siembra de esta menestra se realiza a nivel nacional, siendo en la provincia de Camaná el segundo cultivo en importancia con el 29.61% de las 10365 has existentes. (Junta de Usuarios Camaná, 2014).

La importancia del cultivo frijol radica en que se ha constituido en un rubro muy dinámico en el sector exportación, que en el año 2012 fue de US\$ 1.19 millones, incrementándose en el primer semestre del año 2013 a US\$ 834.700 lo cual representó un acrecentamiento de 72,5% en comparación a los seis primeros meses del 2012. Esto debido a un aumento de otros países destinos como son Japón, Canadá, Chile, Países Bajos, Italia, Aruba, Francia y Alemania. En el periodo ya mencionado se exportó frijol Canario a 10 mercados. Siendo el principal destino EE.UU. en donde se envió un total de US\$ 371.900 (45%), lo que significó un crecimiento de 69,6% respecto al primer semestre del 2012. Digno a ello el cultivo representa una importante alternativa de producción para miles de agricultores de la costa, sierra y selva; sin embargo una serie de limitaciones derivadas al escaso uso de tecnologías adecuadas hacen que no se aprovechen eficientemente las condiciones agro climáticas excepcionales que ofrece la costa así como otras zonas de producción. Asociación de Exportadores (Adex, 2013).

La producción mundial de este grano según FAO, América Latina es el mayor productor, destacando Brasil, seguido por México. La producción nacional de frijol en el año 2009, fue de 1739 de toneladas métricas el frijol ocupaba una extensión de 64 mil hectáreas del área 46.5%(Sierra), 35% (Costa), 18% (Selva), con un rendimiento promedio de 1.5t/ha. Aproximadamente el 60% de la producción es consumida en la Costa Central de preferencia por el grano de color amarillo que corresponde a la clase comercial “Canario”. (Ministerio de agricultura y Riego, 2013)

El concepto actual de cultivar frijol es la productividad (kg/ha) del frijol en la costa, es una de la más altas de América Latina (1,500kg); sin embargo, los rendimientos podrían ser muy superiores, dada las condiciones agroclimáticas, las posibilidades de manejo tecnificado y la existencia de variedades mejoradas de alto potencial de rendimiento de 1,800 a 2,500 kg/ha (Beltrán, M. F. 2005).

Considerando que los suelos del Valle de Camaná se vienen empobreciendo por falta de contenido de materia orgánica, y conociendo que la paja de arroz tiene un aporte importante de N, P, K, y Si; es que la presente investigación preocupada por la adecuada disposición de la paja del arroz, propone su uso en la agricultura así como nuevas alternativas de abonamiento adecuadas para el cultivo de frijol; por ello se realizó esta investigación con la finalidad de estudiar el efecto de cuatro niveles de paja de arroz en el cultivo de frijol canario 2000.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del compost de la paja de arroz, como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Canario 2000 en los suelos del Valle de Camaná - Arequipa 2014.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Determinar el efecto del compost de la paja de arroz sobre las características físico-químicas del suelo.
- b) Determinar el nivel óptimo de compost de paja de arroz incorporado al suelo para un buen rendimiento del cultivo de frijol.

HIPOTESIS

Dado que en la zona de la Calderona del valle de Camaná los suelos son deficientes en materia orgánica, nutrimentos y siendo un suelo de textura arena franca es probable que la paja de arroz aporte materia orgánica, macro y micro nutrientes, mejore el suelo e incremente el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) canario.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN DEL FRIJOL

Valladolid, (1993) Afirma que el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario de América, en zonas distribuidas desde México hasta Argentina. Aquí se desarrollaron dos grandes centros de domesticación, lo que explica la importancia para el Latinoamérica.

El origen americano de frijol común ha sido mucho tiempo discutido, Baudety, 1977, fue el primero en reconocerlo basándose en descubrimientos de grano de *P. vulgaris* L. en antiguas sepulturas en las cercanías de Lima. (Wittmarck, 1988).

Camarena, F. (1995) Afirma respecto, las excavaciones han demostrado la existencia del frijol común desde 8000 años en el Perú, 7000 años en México y 2000 años en el sudoeste de EE.UU, refiriéndose al descubrimiento más reciente.

En el Perú se ha encontrado restos con una antigüedad de 2000 años A.C. en Huaca Prieta y frijoles completamente domesticados en el valle de Nazca con 2500 años A.C. En el cuadro 01 se observa la clasificación taxonómica.

2.2. CLASIFICACION TAXONOMICA

Cuadro 01: Clasificación taxonómica del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliofitas
Clase:	Dicotiledóneas
Sub clase:	Rósidas
Orden:	Fabales
Familia:	Leguminoceae
Tribu:	Phaseoleae
Género:	Phaseolus
Especie:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

Fuente: Gonzales, (1995)

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL FRIJOL CANARIO 2000

Farfán, M. (1996) describe las siguientes partes morfológicas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Es una planta anual, herbácea, de días cortas, con diferentes hábitos de desarrollo (arbustivo, semipostrado), que varía su altura de 50 a 90 cm. según la variedad y condiciones del suelo. Es de crecimiento determinado. El porte de la planta está determinado por la forma y la posición de los tallos.

Jover, P.L. (2006) Es una planta herbácea o semiarbusciva, anual, trepadora, cuyo fruto es una legumbre se emplea como alimento en regiones tropicales del Viejo y Nuevo Mundo; se cultiva además como forraje. Es un cultivo alimentario sumamente importante en los trópicos asiáticos y africanos, gracias a que tolera bien la sequía y el calor, a diferencia de otras leguminosas. Existen numerosas variedades cultivadas de muy diverso fotoperiodo, pero todas requieren una temporada cálida para la germinación y buen drenaje, pero toleran suelos pobres en nutrientes y elevadas condiciones de acidez. Resistente a la sombra, se planta en parcelas compartidas con gramíneas, como el maíz (*Zea mays* L.) o el sorgo (*Sorghum vulgare* L.), u otros cultivos como el algodón (*Gossypium spp.*) y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Como cultivo de rotación tiene la ventaja de ayudar a fijar el nitrógeno atmosférico al suelo, mejorando su rendimiento.

INIA, (2013) El frijol canario se ha venido desarrollando en los valles costeros, de la región Arequipa, para pisos que van desde el nivel del mar hasta 280 msnm logrando su adaptación solo a este piso ecológico; ya que saliendo de este es susceptible a la “roya”. La siembra se realiza de Marzo a Junio. Con maquina requiere de 120 kg/ha, en surcos 0.50 m – 0.60 m. a chorro continuó. El nivel de fertilización es de 80-80-80 de N, P₂O₅, K₂O, previo análisis de suelo. La altura de planta es de 0.100 m aproximadamente; de crecimiento indeterminado, semi postrado. Florea a los 58 días, el ala de la flor es de color lila y su estandarte blanco la madurez fisiológica se da a los 110 días y la cosecha a los 150. El grano es ovoide, grande de color amarillo a verde potencial es de 3.5 t/ha. En campo de agricultores es de 2.0 a 2.5t/ha.

2.4. MORFOLOGIA

2.4.1. RAIZ

CIAT, (1994) Afirma que en la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, además, se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad del suelo. Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad. Como miembro de la subfamilia papilionoideae, *Phaseolus vulgaris* L. presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan el nitrógeno atmosférico que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta. La composición del sistema radical del frijol y su tamaño dependen de las características del suelo, tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, contenido de nutrientes, etc.

2.4.2. TALLO

CIAT, (1994) Afirma que el tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. Desde la germinación, y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristemo tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. Un nudo es el punto de inserción de las hojas o de los cotiledones en el tallo. El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. Es importante tener un conocimiento básico sobre la morfología de la planta de frijol para detectar e identificar las anomalías causadas por agentes externos.

El tallo es el resultado de un proceso dinámico de construcción activa desde sus primeras etapas de crecimiento por parte de un grupo de células situadas en su parte final, llamada meristemo terminal. Este proceso de construcción incluye también la formación de otros órganos en los nudos y la de los entrenudos. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, y puede ser erecto, semi postrado y postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad.

Existe una variación en lo que respecta a la pigmentación del tallo, de modo que pueden encontrarse derivaciones de tres colores fundamentales: verde, rosado y morado.

El tallo empieza en la inserción de las raíces. En orden ascendente, el primer nudo que se encuentra es el de los cotiledones, que se caracteriza por tener dos inserciones opuestas correspondientes a los cotiledones. La primera parte del tallo comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo se llama hipocótilo. El siguiente nudo es el de las hojas primarias, las cuales son opuestas.

Entre el nudo de los cotiledones y el de las hojas primarias se encuentra un entrenudo real llamado epicotilo. En el tallo se encuentran presentes, a nivel de cada nudo, otros órganos como las hojas, las ramas, los racimos y las flores.

El tallo presenta un desarrollo característico en su parte terminal, con dos probabilidades, que depende del hábito de crecimiento de la variedad. Una es que termina en una inflorescencia que al aparecer, normalmente, el tallo cesa su crecimiento y, en este caso, la planta es de hábito de crecimiento determinado. En la otra el tallo presenta en su parte terminal un meristemo vegetativo que le permite eventualmente seguir creciendo, formando más nudos y entrenudos, en este caso la planta es de hábito de crecimiento indeterminado. Cuando la planta es de hábito de crecimiento

determinado el tallo posee, por lo general, un bajo número de nudos, y en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado el número de nudos es mayor. Bajo condiciones similares de ambiente, el número de nudos del tallo de un material genéticamente puro se puede considerar como un carácter de poca variación.

2.4.3. HÁBITO DE CRECIMIENTO

Este concepto morfo-agronómico puede ser definido como el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final. Debido a que algunos de estos caracteres son influenciados por el ambiente, el hábito de crecimiento puede ser afectado por éste. Los principales caracteres morfo-agronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

- El tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
- El número de nudos.
- La longitud de los entrenudos y, en consecuencia, la altura de la planta.
- La aptitud para trepar.

El grado y tipo de ramificación. Es necesario incluir el concepto de guía definida como la parte del tallo o de las ramas que sobresale por encima del follaje del cultivo.

Según estudios hechos por el CIAT, se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales.

Tipo I: hábito de crecimiento determinado arbustivo, con las siguientes características:

- El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada.
- En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos.
- La altura puede variar entre 30 y 50 cm; sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas.
- La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

Tipo II: hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, con las siguientes características:

- Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.
- Pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, y generalmente cortas con respecto al tallo.
- El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12.
- Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III: hábito de crecimiento indeterminado postrado, cuyas plantas presentan las siguientes características:

- Plantas postradas o semi postradas con ramificación bien desarrollada.
- La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm.
- El número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías.
- El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.

Tipo IV: hábito de crecimiento indeterminado trepador. Se considera que las plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las del típico hábito trepador. Poseen las siguientes características:

- A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora.
- Las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical.
- El tallo, el cual puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2 m de altura con un soporte adecuado.
- La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración.

2.4.4. RAMAS

CIAT, (1994) Afirma que las ramas se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en las axilas, formadas por el pulvínulo de una hoja y el tallo o rama, aunque también se localizan en la inserción de los cotiledones. Es el denominado complejo axilar, que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo. De éste, además de ramas, se pueden desarrollar otras estructuras, como las inflorescencias. El predominio de ramas o inflorescencias depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada. Las tres yemas forman un complejo axilar llamado tríada, y pueden tener un desarrollo diferente que puede ser de tres tipos:

Tipo 1:

Desarrollo completamente vegetativo, si las tres yemas son vegetativas.

Tipo 2:

Desarrollo floral y vegetativo, si existen yemas florales y vegetativas.

Tipo 3:

Desarrollo completamente floral, si las tres yemas son yemas florales.

El desarrollo de la estructura de la planta se limita a los tres casos de desarrollo de las tríadas, tanto en el tallo como en las ramas. En los hábitos determinados se presentan los tipos 1 y 3, mientras que en los indeterminados se presentan los tipos 1 y 2.

2.4.5. HOJAS

CIAT, (1994) Las hojas del fríjol son de dos tipos, simples y compuestas, y están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada.

Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del fríjol, tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles.

2.4.6. INFLORESCENCIA

CIAT, (1994) Afirma que las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos de racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales.

2.4.7. FLOR

CIAT, (1994) La flor del fríjol es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su estado final, la corola, que aún está cerrada, sobresale, y las bractéolas cubren sólo el cáliz. Cuando ocurre el fenómeno de antesis la flor se abre. Tiene un pecíolo, y en su base una pequeña bráctea. El cáliz posee cinco dientes triangulados dispuestos en dos grupos. En la base del cáliz hay dos bractéolas ovoides que persisten hasta poco después de la floración. La corola es pentámera y papilionácea, con dos pétalos soldados por su base. En ella se distinguen el pétalo más sobresaliente o estandarte, que puede ser de color blanco, verde, rosado o púrpura y que, generalmente, se torna amarillo después de la fecundación, y dos alas cuyo color puede ser blanco, rosado o púrpura. En general, las alas son más oscuras que las otras partes de la corola. La otra parte es la quilla, que tiene forma de espiral muy cerrada y compuesta por dos pétalos completamente unidos. El androceo está formado por nueve estambres soldados en su base por un tubo, y un estambre libre llamado vexilar. El gineceo incluye el ovario comprimido, el estilo encorvado y el estigma interno lateral terminal. La morfología floral del fríjol favorece el mecanismo de autopolinización, ya que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma.

2.4.8.FRUTO

CIAT, (1994) Afirma que el fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Dos suturas aparecen en la unión de las valvas: la sutura dorsal, llamada placentar, y la sutura ventral. Los óvulos, que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar.

2.4.9.SEMILLA

CIAT, (1994) Afirma que la semilla no posee albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada. La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo. El hilum, que conecta la semilla con la placenta. El micrópilo, que es una abertura en la cubierta cerca del hilum. A través de esta abertura se realiza la absorción del agua. El rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos de óvulo Internamente, la semilla está constituida por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula. La semilla tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café, morado), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de fríjol.

2.5. FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO

2.5.1.ETAPAS DE DESARROLLO DE LA PLANTA DE FRÍJOL

CIAT, (1994) Centro Internacional de Agricultura Tropical ha establecido una escala para diferenciar las etapas de desarrollo del fríjol, basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que se suceden durante el desarrollo. Esta escala permite referir las observaciones y prácticas de manejo, o etapas de desarrollo fisiológico. El ciclo biológico de la planta de fríjol se divide en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva. La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la

planta. La fase reproductiva, por su parte, está comprendida entre la aparición de los primeros botones florales o racimos y la madurez de cosecha. En el desarrollo de la planta de fríjol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. Cada etapa comienza en un evento del desarrollo, cuyo nombre la identifica, y termina donde se inicia el siguiente evento, y así sucesivamente. La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular. Es decir, V si la etapa pertenece a la fase vegetativa, o R si pertenece a la fase reproductiva. El número indica la posición de la etapa en la escala. Es muy importante conocer y manejar el concepto de etapas de desarrollo de la planta de fríjol, ya que las prácticas de manejo se deben realizar acorde con dichas etapas. Los factores más importantes que afectan la duración de las etapas de desarrollo del fríjol son el genotipo y el clima, aunque también influyen otros factores como la fertilidad y las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad, entre otros.

2.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE DESARROLLO

2.5.2.1. ETAPAS DE LA FASE VEGETATIVA

La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada.

Etapa V0 (Germinación).

La semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias; el hipocótilo también crece, y quedan los cotiledones al nivel del suelo.

Etapa V1 (Emergencia). Se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipocótilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias.

Etapa V2 (Hojas primarias). Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. En un cultivo se considera que esta etapa inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En esta etapa empieza el desarrollo vegetativo

rápido de la planta, durante el cual se formarán el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas. Los cotiledones pierden su forma arrugándose y arqueándose.

Etapa V3 (Primera hoja trifoliada).

Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada.

Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada). Esta etapa comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las tríadas de yemas. La primera rama generalmente inicia su desarrollo cuando la planta comienza la etapa V3.

2.5.2.2. ETAPAS DE LA FASE REPRODUCTIVA

CIAT, (1994) Afirma en esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración.

Etapa R5 (prefloración). La etapa R5 se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En una variedad determinada, se nota el desarrollo de los botones florales en el último nudo del tallo o la rama; en cambio, en las variedades indeterminadas los racimos florales se observan en los nudos inferiores.

Etapa R6 (Floración). La etapa R6 se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores. Por el contrario, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento.

Etapa R7 (Formación de las vainas). En una planta, esta etapa se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida (figura 22), y en condiciones de cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Inicialmente, la formación de las vainas comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 o 15 días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

Etapa R8 (Llenado de las vainas). En un cultivo, la etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad. En algunas variedades, las valvas de las vainas empiezan a pigmentarse, lo que generalmente ocurre después del inicio de la pigmentación de la semilla.

Etapa R9 (Maduración). Esta etapa es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración del cultivo. Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado.

Las vainas, al secarse, pierden su pigmentación; el contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar del 15 al 20%, momento en el cual alcanzan su coloración típica. Aquí termina el ciclo biológico de la planta y ésta se encuentra lista para la cosecha.

2.6. EXIGENCIAS DE CLIMA Y SUELO

2.6.1. TEMPERATURA

White, W. (1989) Cita que la planta de fríjol crece bien en temperaturas promedio entre 15 y 27° C. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5° C o 40° C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles.

2.6.2. CLIMA

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo.

2.6.3. AGUA

White, W. (1989) Cita que el agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Se estima que más del 60% de los cultivos de fríjol en el tercer mundo sufren por falta de agua.

White, W. (1989) En contraste con lo anterior, las zonas donde se siembra fríjol en Colombia corresponden a los pisos altitudinales premontano (1.000 a 2.000 msnm) y montano bajo (2.000 a 3.000 msnm), con precipitaciones superiores a los 500 mm promedio anual, y en el caso de las tierras cafeteras y del clima frío moderado, son superiores a los 1.000 mm, suficientes para satisfacer las necesidades de agua del cultivo.

White, W. (1989) Ha demostrado que el fríjol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias. Estudios realizados para medir el consumo de agua del fríjol a lo largo de las etapas de desarrollo han permitido determinar que el mayor consumo se da en las etapas de floración y formación de las vainas.

2.6.4.LUZ

White, W. (1989) Afirma que el papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días.

2.6.5.SUELO

Chiappe, V. (1981) Afirma que el frijol prospera bien en suelos fértiles de estructura media, como franco limoso-arcilloso. Deben ser profundos y bien drenados.

El frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco – limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco arcillosos. El frijol crece bien en suelos con un pH entre 5.5 a 6.5.

Los suelos pesados son frecuentemente húmedos y fríos y causan el crecimiento lento de las leguminosas. Como estos suelos retienen mucha humedad, se corre peligro de que se pudra un porcentaje de semillas. Los suelos pesados son compactos y con las lluvias se forman costras impermeables, que impiden el proceso de germinación.

Los suelos con un alto contenido de materia orgánica pueden favorecer un excesivo crecimiento vegetativo de la planta, en perjuicio de su producción de semillas o vainas.

En suelos ligeros se obtiene una producción temprana, pero más reducida. Para resolver este problema y para obtener rendimientos comparables con aquellos que se logran en suelos franco – limosos, es necesario irrigar y aplicar fertilizantes con más frecuencia, pero en cantidades pequeñas, para evitar que estos se infiltren demasiado y queden fuera de la zona de absorción de las plantas.

2.7. LABORES CULTURALES

Bruno, A. (1990) confirma que el frijol es una de las plantas más eficientes en la transformación de los elementos minerales del suelo en sustancias de reserva, en forma de carbohidratos, proteínas o aceites, en un tiempo relativamente corto. Como consecuencia, es muy exigente en suelos, agua, temperatura, fertilizantes y buenas labores en el manejo del cultivo.

2.7.1. PREPARACION DEL TERRENO

Parsons, (1988) Asegura que para obtener buenas condiciones para el cultivo de frijol se requiere un campo con buena nivelación, libre de vegetación natural, suelto de por lo menos 25 cm de profundidad, para asegurar buenas condiciones para la germinación.

Bruno, A. (1990) Afirma que se debe pasar un sub-solador cada cinco años, sobre todo donde los suelos estén en uso continuado ya que esta acción sirve para facilitar el drenaje natural y mejorar la penetración del sistema radicular de las plantas.

2.7.2. SIEMBRA

2.7.2.1. ELECCIÓN DE LA SEMILLA

Bruno, A. (1990) Afirma que la semilla elegida debe ser de reconocida capacidad de rendimiento y la más adecuada para la zona donde se va efectuar la siembra. Está comprobado que un alto rendimiento solo se consigue con poblaciones uniformes, sin fallas, con densidades adecuadas y con un buen abonamiento. La semilla que se utilice debe tener 99-100% de pureza varietal y presentar de 98-100% de germinación, debiendo estar libre de plagas y enfermedades.

2.7.2.2. ÉPOCA DE SIEMBRA

Bruno, A. (1990) Afirma que la época de siembra del frijol varía de acuerdo con las condiciones de la región y con la variedad de las semillas en nuestro país se puede sembrar durante todo el año.

a) **Región de la costa:** es una región de clima subtropical desértico y húmedo con cultivo de maíz bajo riego. Tiene una siembra grande de abril-agosto en la que las plantas son tardías, obteniéndose altos rendimientos y una segunda época que corresponde de setiembre-marzo, en la que los cultivos son más precoces y susceptibles a plagas y enfermedades.

b) **Región de la sierra:** la siembra es limitada por la temperatura y disponibilidad de agua; siendo las siembras de agosto a diciembre.

c) **Región de la selva:** tiene un clima tropical húmedo de altas temperaturas y fuertes lluvias, con cultivos casi exclusivamente bajo lluvia. Las siembras de maíz son entre junio y octubre.

2.7.2.3. SISTEMAS DE SIEMBRA

El sistema de siembra del frijol canario más generalizado es a con maquina requiere de 120 kg/ha, en surcos 0.50 m – 0.60 m. a chorro continuó. El nivel de fertilización es de 80-80-80 de N, P₂O₅, K₂O, previo análisis de suelo. La altura de planta es de 0.100 m aproximadamente; de crecimiento indeterminado, semi postrado. Florea a los 58 días, el ala de la flor es de color lila y su estandarte blanco la madurez fisiológica se da a los 110 días y la cosecha a los 150. El grano es ovoide, grande de color amarillo a verde potencial es de 3.5 t/ha. En campo de agricultores es de 2.0 a 2.5t/ha.

2.7.3. DESHIERBOS

Las principales malezas que compiten con el frijol se presentan en el cuadro 02:

Cuadro 02. Principales malezas que compiten con el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO
Bledo	<i>Amaranthus</i> spp.
Chamico o Cojón del diablo	<i>Datura stramonium</i> L.
Gramma china	<i>Sorghum halepense</i> L.
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i> Chiov.
Liccha	<i>Chenopodium álbum</i> L.
Malva redonda	<i>Malva parviflora</i> L.
Matagusano	<i>Flaveria bidentis</i> Juss.
Pata de pajarito	<i>Cynodon dactylum</i> L.
Pirka o amor seco	<i>Bidens pilosa</i> L.
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.

Fuente: Sagástegui, (1993), Rodríguez et. al., (2008), Llanos, (1984)

2.7.4. FERTILIZACIÓN

Bruno, A. (1990) Afirma que la finalidad de la fertilización es poner a disposición de la planta los nutrientes que necesita para un buen rendimiento. Para una adecuada fertilización se debe hacer un análisis previo del suelo para conocer el nivel de salinidad o acidez, estar al tanto de la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y determinar los tipos de fertilizantes y las dosis que deben ser aplicadas al suelo.

2.7.4.1. DOSIS DE FERTILIZACIÓN

Bruno, A. (1990) Afirma que los resultados obtenidos en un experimento por dosis de fertilización de NPK, conducidos en la costa durante tres años, indican que en suelos de fertilidad media la fórmula más conveniente sería 60-60-30. (Obsérvese el cuadro 03)

Cuadro 03. Combinaciones de fertilizantes por bolsas de 50 kg para lograr una fórmula aproximada de 60-60-30 de NPK por ha.

Fertilizantes	Opción 1	Opción 2
Urea	3	2
Superfosfato triple	3	-
Fosfato Di amónico	-	3
Sulfato de potasio	1	1

Fuente: Elaboración propia (2014)

2.7.4.2. ÉPOCA DE FERTILIZACIÓN

Bruno, A. (1990) Afirma que toda aplicación de fertilizantes debe hacerse durante el periodo de máxima demanda para que los elementos nutritivos estén disponibles por la planta en el momento oportuno hasta la formación de fruto. Por eso la aplicación debe ser en forma fraccionada, o sea la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y el potasio al momento de la pre-siembra y la otra mitad del nitrógeno restante después del primer riego, aproximadamente después de la siembra.

2.7.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Bruno, A. (1990) Afirma que desde el momento de la siembra, el frijol está expuesto a los ataques de numerosos parásitos. El clima, las labores preparatorias del terreno, la alternativa de cosechas y el control de malezas son los principales factores que pueden favorecer o dificultar la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo.

2.7.5.1. PLAGAS

A. GUSANOS DE TIERRA (*Agrotis ipsilon*, *Feltia experta*, *Copitarsia Turbata*)

Comprende un grupo de gusanos cuyas larvas se alimentan cortando plántulas de maíz durante la noche a la altura del cuello. Se les identifica por que durante el día se esconden debajo de la tierra y cuando se les toca se doblan en forma de “c”. Su control se puede hacer con riegos pesado para provocar el ahogamiento de las larvas también se puede utilizar trampas con atrayentes alimenticios (melaza + agua) para capturar adultos o uso de cebos tóxicos de afrecho, melaza y Dipterex o Aldrín.

B. PEGADOR y MASTICADOR DE HOJAS (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

Es conocido como “gusano cogollero” y es la plaga de mayor importancia por su ataque persistente, especialmente cuando las plantas son tiernas, tanto en la región de la sierra como en la costa y selva. Las polillas adultas ponen masas de huevos cubiertos con pelos blancos sobre el haz de las hojas. Las larvas se alimentan comiendo el cogollo, dejando gran cantidad de excrementos. Las hojas muestran huecos en serie o irregulares en los bordes. Se le puede controlar con aplicaciones de insecticidas solo cuando alcance entre 10 a 15 % de plantas infectadas en la etapa de crecimiento lento pudiendo usarse insecticidas fosforados y carbamatos de mediana acción residual o también se debe realizar un riego pesado para provocar el ahogamiento de las larvas

C. PERFORADOR DE PLANTAS TIERNAS (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller)

Esta plaga puede destruir casi por completo campos de frijol recién germinados. Las larvas perforan el cuello de las plantas recién germinadas, produciendo el secado del cogollo y la muerte de la misma. Infestación larval provoca la pérdida de un gran número de plantas. Para su control debe eliminarse la “grama china” que es uno de los principales hospederos de esta plaga. También debe realizarse araduras para destruir a las larvas o aplicaciones tempranas, a los 3 días de germinación, de parathion 50 CE a razón de 0.4 litros de producto técnico por 200 litros y aplicando un volumen de agua de 1500 litros por hectárea, usando bombas de mochila sin boquillas, dejando caer el chorro de la solución al pie de la planta.

D. ARAÑITA ROJA (*Tetranychus urticae*)

Produce amarillamiento y secado de hojas. Es favorecida por la sequía, altas temperaturas. Y el uso excesivo de insecticidas (fosforados y clorados). Puede presentarse durante todo el período vegetativo.

E. MOSCA MINADORA (*Liriomyza huidobrensis*)

Son mosquitos pequeños de color marrón oscura o negro con brillo metálico, miden de 1-2mm de longitud, sus alas anteriores desarrolladas de 1.9 -2.5 mm presentan un punto amarillo en el dorso del tórax, la hembra es más grande que el macho. El mayor porcentaje de daños es causado por las larvas que realizan minas de forma serpenteantes en las hojas, perdiendo su capacidad fotosintética por la disminución del área foliar, produciéndose una defoliación parcial o total de la planta, las minas al entrecruzarse forman aéreas lagunares, pudiendo llegar al 75% del área foliar.

2.7.5.2. ENFERMEDADES**A. PUDRICION DE LA RAIZ**

Estas enfermedades se presentan en estado de plántulas y después en la floración, ocasionando pequeñas manchas decoloradas y húmedas sobre las raíces y el cuello del tallo, las que posteriormente producen pudriciones que provocan marchitez y muerte de hojas. Estas pudriciones facilitan el vuelco de las plantas y producen vainas livianas y mal conformadas. Se presenta en suelos mal drenados y húmedos. Su control se hace

aplicando fungicidas a base de Thiran a razón de 75 gr. Por cada 25 kg de semilla, o bien Iannate a razón de 150 gr. Por cada 25 kg de semilla.

B. OIDIUM

En sus inicios se presenta como manchas color plomizo en el envés de las hojas y luego sus micelios toman una apariencia polvosa y blanquecina, con frecuencia ataca tallos, hojas, deforma vainas y ocasiona muerte de las plantas, Es favorecida por las sequias, la baja humedad ambiental y las temperaturas moderadas, se disemina por semilla y a través del viento. Afecta el rendimiento entre 10% y 60%.

C. ROYA

Se presenta como pústulas de color marrón rojizo que se inician como puntos amarillentos en el envés de las hojas. En ataques severos produce amarillamiento y defoliación y puede reducir los rendimientos hasta en 80%.

2.7.6. COSECHA

Es una fase muy importante relacionada con la calidad. Comprende tres etapas:

a. Arranque de plantas

Se realiza cuando el 95% de vainas están secas. Esto permite acelerar el secamiento de plantas y del grano. Se realiza manualmente engavillando las plantas cada 6 surcos.

b. Trilla

Se debe realizar cuando las vainas se abren fácilmente al presionarlas con la mano. Se puede realizar manualmente utilizando garrote o mecánicamente con trilladora. Cuando la trilla es manual se debe utilizar mantas para evitar que el grano se contamine con el suelo y pierda calidad.

c. Limpieza de Grano

Consiste en eliminar los materiales indeseables que están contaminando el grano. Se realiza mediante venteo (natural o usando el ventilador de una pulverizadora a motor), y zarandas.

2.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO DE FRIJOL

La semilla no posee albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones para su composición química (Obsérvese el cuadro 04)

Cuadro 04. Composición química proximal del grano de frijol (%)

Componente químico	Cotiledón
Proteína cruda	26.16
Grasa	1.03
Almidón	35.64
Pared Celular	23.64
Cenizas	3.20
Calcio	0.11
Fósforo	0.45

Fuente: FAO (1995)

2.9. USOS

2.9.1. ALIMENTACIÓN GANADERA

Bruno, A. (1990) Asegura que el frijol es usado dependiendo la variedad en forma directa tanto la plata como el grano, e indirectamente en forma de mezclas balanceados para la alimentación de cada especie animal y para cada propósito de crianza.

2.9.2. USO INDUSTRIAL

Bruno, A. (1990) Asegura que la principal industria desarrollada en base a la utilización del grano de maíz como materia prima bruta es el enlatado, donde salen un gran número de subproductos que a su vez originan otras industrias dedicadas a la elaboración de múltiples derivados.

2.10. MATERIA ORGÁNICA

Moreno et. al., (2009) indican que la materia orgánica es producto de la descomposición y transformación de material vegetal o animal, como desechos domésticos, residuos industriales y estiércoles.

Castellanos et. al., (2000) dice la materia orgánica es la principal variable que afecta las propiedades físicas del suelo.

Moreno et. al., (2009) indican que la materia orgánica no debe valorarse únicamente por su contenido de nutrientes, sino también por su beneficio y efectos múltiples que tiene sobre el suelo.

2.10.1. FUNCIONES DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

2.10.1.1.EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS

A. DENSIDAD APARENTE: **Castellanos et. al., (2000)** afirman que esta variable esta es afectada por la textura del suelo. Los suelos de textura gruesa presentan siempre mayor densidad aparente, que los de textura fina; sin embargo, a mayor contenido de materia orgánica presenta menor densidad aparente y por ende mayor porosidad, que favorece al desarrollo de la raíz.

B. VELOCIDAD DE DIFUSIÓN DEL OXIGENO: **Castellanos et. al., (2000)** dicen el nivel de materia orgánica afecta la velocidad de difusión del oxígeno después del riego. La mayoría de las reacciones biológicas que ocurren en el suelo consumen oxígeno y producen como subproducto bióxido de carbono; este proceso conocido como “respiración del suelo” hace que la aireación sea un aspecto vital cuando se considera el crecimiento de las plantas. Las condiciones limitativas de oxígeno pueden propiciar la formación de compuestos tóxicos y en condiciones extremas, periodos prolongados de anoxia pueden ocasionar la muerte de la planta.

C. PENETRABILIDAD: **Castellanos et. al., (2000)** mencionan que la materia orgánica favorece el crecimiento radicular al disminuir la resistencia a la penetración de las raíces en el suelo.

D. ESTABILIDAD ESTRUCTURAL: Castellanos et. al., (2000) indican que las partículas del suelo se encuentran agregados mediante enlaces químicos, las cuales dependiendo del ambiente del suelo determinan la estabilidad de los agregados. La estabilidad de un agregado se mide por la estabilidad a la desintegración mediante el humedecimiento y laboreo. Un suelo con número reducido de agregados estables tendrán negativos afectos sobre su espacio poroso y sobre sus características de aireación e infiltración. La materia orgánica permite incrementar la estabilidad de los agregados.

E. HUMEDAD DISPONIBLE: Castellanos et. al., (2000) señalan que se incrementa como resultado de la adición de materia orgánica al suelo.

F. PERMEABILIDAD DEL SUELO: Castellanos et. al., (2000) sugieren que la infiltración y la permeabilidad están íntimamente relacionadas con el tamaño de poros y la estabilidad de las unidades estructurales del suelo. La permeabilidad del suelo y su velocidad de infiltración se favorece notablemente con la aplicación de materia orgánica.

G. PERDIDAS DE AGUA POR EVAPORACION: Castellanos et. al., (2000) indican que un suelo con un buen nivel de materia orgánica y por ende, con buena estructura tiende a reducir la velocidad de evaporación.

2.10.1.2.EFECTO SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIMENTOS

Castellanos et. al., (2000) afirma que la materia orgánica es una fuente de nutrimentos tales como nitrógeno, fosforo, azufre y actúa como quelante de micro nutrimentos, tales como Fe y Mn y fuente de ácidos húmicos y fúlvicos.

2.10.1.3.EFECTO SOBRE LA ACTIVIDAD MICROBIANA

Castellanos et. al., (2000) manifiesta que la materia orgánica funciona como una fuente de carbono para que se lleven una serie de transformaciones en el suelo en las que actúan los microorganismos, utilizando a esta como fuente de energía.

Autodema, (2005) sugiere la aplicación de 20 TM/ha de materia orgánica ya que permite la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como la mejor absorción de elementos nutritivos necesarios para la planta.

Manrique, (1997) afirma que la aplicación de 10-15 Tm/ha de estiércol o la incorporación de rastrojos picados con 100 kg de Urea por Hectárea. También **Parsons, (1988)** asevera que para adecuar suelos arenosos, se puede incorporar entre 25 y 40 TM de estiércol, de material orgánico o abono, por hectárea.

2.11. LA PAJA DE ARROZ

Abril et al., (2009) asevera la paja de arroz es uno de los subproductos más problemáticos de eliminar durante la cosecha del arroz. Ante la dificultad, elevado costo de retirada y nulo aprovechamiento, la práctica más frecuente por los agricultores es quemarla en el campo en periodos de 15 a 20 días, lo que genera una gran concentración del lugar y zonas aledañas con partículas y gases resultantes de la combustión. La quema de la paja de arroz, ha sido una práctica generalizada por los agricultores en los arrozales de todo el mundo, quienes consideran que favorece la destrucción de las esporas de los hongos, como las de *Pyricularia oryzae*, bacterias, y semillas de malas hierbas. Existe la idea de evitar la quema y aprovechar el cultivo del arroz como un elemento natural de mitigación del cambio climático, a través de la fijación de carbono en su biomasa, en este caso la paja. Si la paja no se puede quemar, existen principalmente dos opciones de eliminación mediante triturado e incorporación con el suelo, y retirándola del lote para su aprovechamiento.

2.11.1. APLICACIÓN DIRECTA AL SUELO

Contreras, L. M. (2013) indica que en el caso de la incorporación directa de la paja de arroz, existen tres alternativas: i) incorporar la paja sin añadir fertilizante químico; ii) no incorporar paja y abonar con fertilizante químico (típicamente N, P₂O₅, y K₂O), y iii) una combinación de los dos anteriores. En general la alternativa más recomendable es la última, incorporar la mitad de la paja y fertilizar con menor cantidad de fertilizantes químicos. De esta forma, se obtiene la máxima producción por unidad de energía consumida considerando horas de trabajo, combustible y recursos económicos. Si se utilizan fertilizantes químicos, y además la paja se incorpora al suelo, reservas de N, P, K, y Si, se mantienen e incluso se incrementan. Un arado a poca profundidad tras la cosecha, a 5-10 cm, permite la aireación 30-40 días antes de la inundación, evita la fitotoxicidad de una descomposición anaerobia y reduce las emisiones de metano. La aireación favorece la oxidación del hierro y otros elementos que reducen el periodo de inundación y se remineraliza el suelo con N y P. La incorporación de paja supone también el retorno de silicio al terreno, aunque la mejor forma es como compost y no directamente triturada,

debido a que se observa una menor disponibilidad y un aporte mucho más lento en este caso.

Carpenter et. al., (2000) asevera que antes de incorporar la paja de arroz a cualquier suelo se debe realizar un extensa caracterización de los mismos como parámetros como pH, iones solubles en agua, salinidad, nutrientes, razón C/N, metales, patógenos, tóxicos, humedad y cenizas. Además, es importante caracterizar el suelo donde se incorpora la paja con parámetros como metales pesados y pH. Se debe restringir el aporte de metales pesados en suelos con cultivos, bien sea fijando las cantidades máximas de rastrojo por año, o tratando de no superar los valores límites de concentración de metales pesados que puedan aportarse al suelo basándose en una medida de 10 años.

2.11.2. USOS EN SUELOS AGRICOLAS

Zibilske et. al., (2000) afirma que a través de diversas pruebas se ha logrado establecer que el aprovechamiento agrícola de la paja del arroz y los lodos depurados mediante compostaje permite aumentar las propiedades de agregación del suelo y la retención de humedad, lo que mejora las condiciones físicas para el desarrollo de cultivos.

H.W. Wilson Company, (2001) dice que el valor principal de estos rastrojos es su contenido de materia orgánica la cual puede mejorar la estructura, biología y capacidad de retención de agua y ayuda a prevenir la lixiviación de nutrientes.

O' Brien et. al., (2002) explica que los rastrojos de paja se utilizan para la producción de campos de cultivo y vivero. Los beneficios incluyen el incremento de CIC, nutrientes para el suelo, materia orgánica y retención de humedad. Sin embargo también tiene efectos adversos como la deficiencia de N, alto contenido de sales solubles e incrementar la solubilidad del aluminio.

2.11.3. COMPOSTAJE

Navarro, E. (2008) dice que sería una forma de eliminar y retornar nutrientes al suelo, disminuyendo el aporte de fertilizantes químicos. El compost de paja, absolutamente orgánico tendría unas cualidades excelentes, por su alto contenido en silicio. El compost de paja-lodos puede constituir un excelente fertilizante orgánico teniendo en cuenta su contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio pero persistiría el problema de incorporación de metales pesados, en particular el cadmio y el mercurio, que son nocivos para los seres vivos.

Dick et. al., (1993) indica que la aplicación de lodo al rastrojo de paja promueve el crecimiento siempre y cuando el lodo haya sido compostado. En suelos arenosos o arcillosos el lodo puede mejorar el carbono orgánico, la capacidad de aireación, el espacio de poros y el agua total disponible, presentando un beneficio directo para las plantas.

2.12. ANTECEDENTES

Bird et. al., (2002) demostraron la conveniencia de la utilización de la paja de arroz para incorporar nutrimentos al suelo, para reducir los fertilizantes nitrogenados y para el estado de las sustancias húmicas. El estudio mostró que se observó biomasa microbiana del suelo consistentemente más grande cuando se incorporó paja que cuando se quema. El suelo de la biomasa microbiana de carbono fue siempre significativamente mayor cuando se incorporó la paja que cuando se quema. Debido a que la biomasa microbiana del suelo es una fuente principal de nitrógeno disponible para cultivo, la incorporación de paja de arroz llevo a un aumento en el nitrógeno disponible en los suelos.

Ferrer et. al., (2002) indica que el compostaje de la paja de arroz con excremento de animales puede producir un material con suficiente cantidad de fósforo y potasio que permiten proveer condiciones para el crecimiento de cultivos.

O'Brien et. al., (2003) Evalúa la aplicación de compost de paja de arroz como enmienda al suelo para la producción de frijol (variedad Diacol Clima) durante 1998-1999. El compost fue adicionado al suelo en cantidades que oscilan de 0-448 T/ha en peso húmedo en mayo de 1998 y fue incorporado en los 15 cm de suelo. No se aplicó compost en 1999. En ambos

años se aplicó 200-400 kg/ha de nitrógeno en forma de nitrato de amonio. La producción de granos no fue diferente entre ambos años; pero la producción de forraje fue mayor en el primer año. El análisis de grano mostro un incremento en la concentración de N, P, K, Mg, Zn, y B en el segundo año. El análisis de suelo muestra una disminución en la concentración de nitrato y calcio con la aplicación de compost en 1998. En 1999 las concentraciones de calcio y nitrato no variaron con la aplicación de compost. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue mayor en el año 1999 que en 1998. El pH del suelo vario de 7.0 en 1998 a 7.2 en 1999. El autor concluye que la adicción de compost de paja de arroz adiciona algunos nutrientes al cultivo y no disminuye el rendimiento de frijol.

Curnoe et. al., (2006) evaluó el efecto de la aplicación de compost de paja de arroz en el rendimiento de frijol en suelos arenosos. El experimento fue repetido anualmente durante cinco años desde 1997 al 2001 La adición de compost de paja de arroz antes de la siembra de frijol incremento el rendimiento en 1360 kg/ha y 1908 kg/ha frente al control. Al aplicarle N, el rendimiento se incrementó a 2406 kg/ha frente al control. Los resultados indican que la aplicación anual de compost de paja de arroz incrementa temporalmente la materia orgánica del suelo y mejora el rendimiento de frijol.

N'Dayegamiye, (2009) realizó un estudio de seis años (2001-2006) evaluando los efectos repetitivos de fertilizantes minerales con compost de paja de arroz en cantidades de 18, 36, y 54 T/ha; estiércol de vacuno solo en una cantidad de 36 T/ha y un control. Se evaluó los efectos en los cultivos de maíz, cebada y frijol en dos tipos de suelo: franco arcilloso y franco arenoso. Las aplicaciones de compost de paja de arroz incrementaron la mineralización del N en suelos franco arcillosos más no en los suelos franco arenosos. El incremento de la producción usando el estiércol de vacuno fue menor que el obtenido por el compost de paja de arroz. Las aplicaciones anuales de fertilizante minerales incrementaron la producción en ambos tipos de suelo, pero sin cambios significativos en las propiedades del suelo. El autor concluye que los beneficios del compost de paja de arroz y estiércol de vacuno en el suelo junto con producción de cultivos dependen del tipo de residuo y tipo de suelo.

Gregorich et. al., (2001) describe que la naturaleza del intercambio catiónico de los suelos objetos de estudio revela la necesidad de introducir, en el cultivo del arroz, el suplemento orgánico y el fraccionamiento de los fertilizantes minerales, como parte de un manejo integrado y diferenciado. Este manejo diferenciado pudiera contemplar la rotación con leguminosas y el empleo de los residuos de cosecha.

L. Roca-Pérez et. al., (2006) realizó una investigación del compostaje del residuo del arroz triturado y no triturado. Los resultados mostraron que el compostaje con residuo de arroz triturado se mantuvo a temperaturas por encima de 55°C durante 3 días, tiempo necesario para la reducción de microorganismos patógenos. Además, los parámetros de la madurez del compost de residuo sin triturar no se obtuvieron este mismo resultado. En todo proceso de compostaje se produce un aumento de la temperatura de la mezcla inicial debido a la acumulación de calor generado por la actividad microbiana. Este aumento de la temperatura sana el producto final obtenido ya que elimina patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. Además, se reduce gradualmente la cantidad de agua y materia orgánica presente en los materiales iniciales. El resultado es una disminución considerable del volumen y del peso del material.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN POLITICA Y GEOGRAFICA

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Valle de Camaná, ubicado en el departamento de Arequipa, provincia de Camaná, distrito de Mariscal Cáceres San José. Geográficamente el fundo está ubicado entre las coordenadas 16°37'50" latitud Sur y entre los 72°43'31" longitud oeste, a una altitud de 10 m.s.n.m.

3.2. HISTORIA DEL CAMPO

El terreno utilizado se ha venido trabajando hace varios años para la producción de frijol en rotación con arroz. El último cultivo cosechado fue arroz que prevaleció entre los meses de noviembre 2013 a marzo 2014 y el anterior a este fue tomate entre abril 2013 y agosto 2013.

3.3. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Cuadro 05. Datos meteorológicos en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Mes	Temperaturas			Humedad relativa (%)	Radiación Solar (W/m ²)
	T° max.	T° min.	T° promedio		
Enero	26.9	20.2	23.6	50	7518
Febrero	27.1	19.0	22.5	57	7116
Marzo	25.8	18.8	22.3	84	6187
Abril	27.2	18.5	21.4	69	6964
Mayo	24.9	18.7	21.8	71	5039
Junio	20.7	16.8	18.7	76	6553
Agosto	19.5	14.6	17.1	82	6220

Fuente: Senamhi, 2014

Estación: Camaná, Tipo Convencional – Meteorológica

Departamento: AREQUIPA

Provincia: CAMANÁ

Distrito: SAMUEL PASTOR

Latitud: 16° 36' 24"

Longitud: 72° 41' 49"

Altitud: 15 m

3.4. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Podestá J. L., (2003) Certifica que los suelos de Camaná son depósitos aluviales, constituidos fundamentalmente por limos, arcillas, gravas y arenas, son suelos poco consolidados y de buena permeabilidad que permiten la filtración de las aguas del río Camaná. En su parte superior el suelo es predominantemente fino compuesto por arcillas y limos de baja plasticidad.

Municipalidad Provincial De Camaná, (2012) El área agrícola del valle, tiene suelos de origen aluvial, con profundidad variable que va desde lo más superficial hasta muy profunda, algunas zonas afrontan problemas de salinidad y de empantanamiento. El pH, está calificado como moderadamente alcalino. Dentro de la calificación de las series de suelos predominantes, se ha identificado la serie Camaná, de textura franco capacidad de campo de 18.10 % y punto de marchitez de 6.8%.

Cuadro 6. Análisis de suelo en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

ANALISI FISICO		
Elemento	Unidad	Valor
Arena	%	46.8
Limo	%	38.4
Arcilla	%	14.8
Textura		Arena Franca
Porosidad	%	37.0
ANALISIS QUIMICO		
Elemento	Unidad	Valor
Materia orgánica	%	0.89
Fosforo: P	Ppm	24.02
Potasio: K	Ppm	224.99
C. E.	dS/m	0.83
pH		7.46
CIC	meq/100grs	28.497
Densidad real	gr/cm ³	1.47
Densidad aparente	gr/cm ³	1.50

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Semillas INIA – Arequipa 2014.

3.5. MATERIALES

3.5.1. MATERIAL BIOLÓGICO

El material biológico que se utilizó en el experimento fue semilla de frijol Canario 2000, siendo la cantidad total de 60 kg/2861.76 m² y paja de arroz residuo de la cosecha de anterior.

Cuadro 07. Análisis químico de la paja de arroz en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

ANÁLISIS QUIMICO	
Parámetro	Resultado (%)
Nitrógeno	2.74
Fosforo (P ₂ O ₅)	0.14
Potasio (K)	1.53
Calcio (Ca)	0.56
Magnesio (Mg)	0.17
Silicio (SiO ₂)	18.2
Hierro (Fe)	140
Manganeso (Mn)	135
Zinc (Zn)	19
Cobre (Cu)	12
Boro (B)	20

Fuente: Navarro, E. (2008)

3.5.2.MATERIALES DE CAMPO

- Cinta métrica
- Cordeles
- Libreta de campo
- Carteles
- Estacas
- Bomba de mochila
- Manta
- Pelota de hule
- Lampa
- Fertilizante
- Sacos
- Cintas adhesivas de colores
- Arado de discos o vertedera
- Cilindro de 200 litros
- Cámara fotográfica
- Balanza de reloj
- Tinas de colores
- Balde
- Bolsas plástica

3.5.3.MATERIAL DE LABORATORIO

- Balanza de precisión

3.6. COMPONENTES EN ESTUDIO

Los componentes en estudio han correspondido a cuatro niveles 15, 20, 25 y 30 T/ha de compost de paja de arroz y el cultivo de frijol Canario 2000 (*Phaseolus vulgaris* L.) en las condiciones edafoclimáticas del Valle de Camaná.

3.7. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos evaluados fueron cuatro en base a niveles de paja de arroz y un tratamiento testigo, manteniendo una dosis de fertilización constante para todos los tratamientos, que se utiliza por los productores de la zona. Obsérvese el cuadro 08.

Cuadro 08. Tratamientos en análisis en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

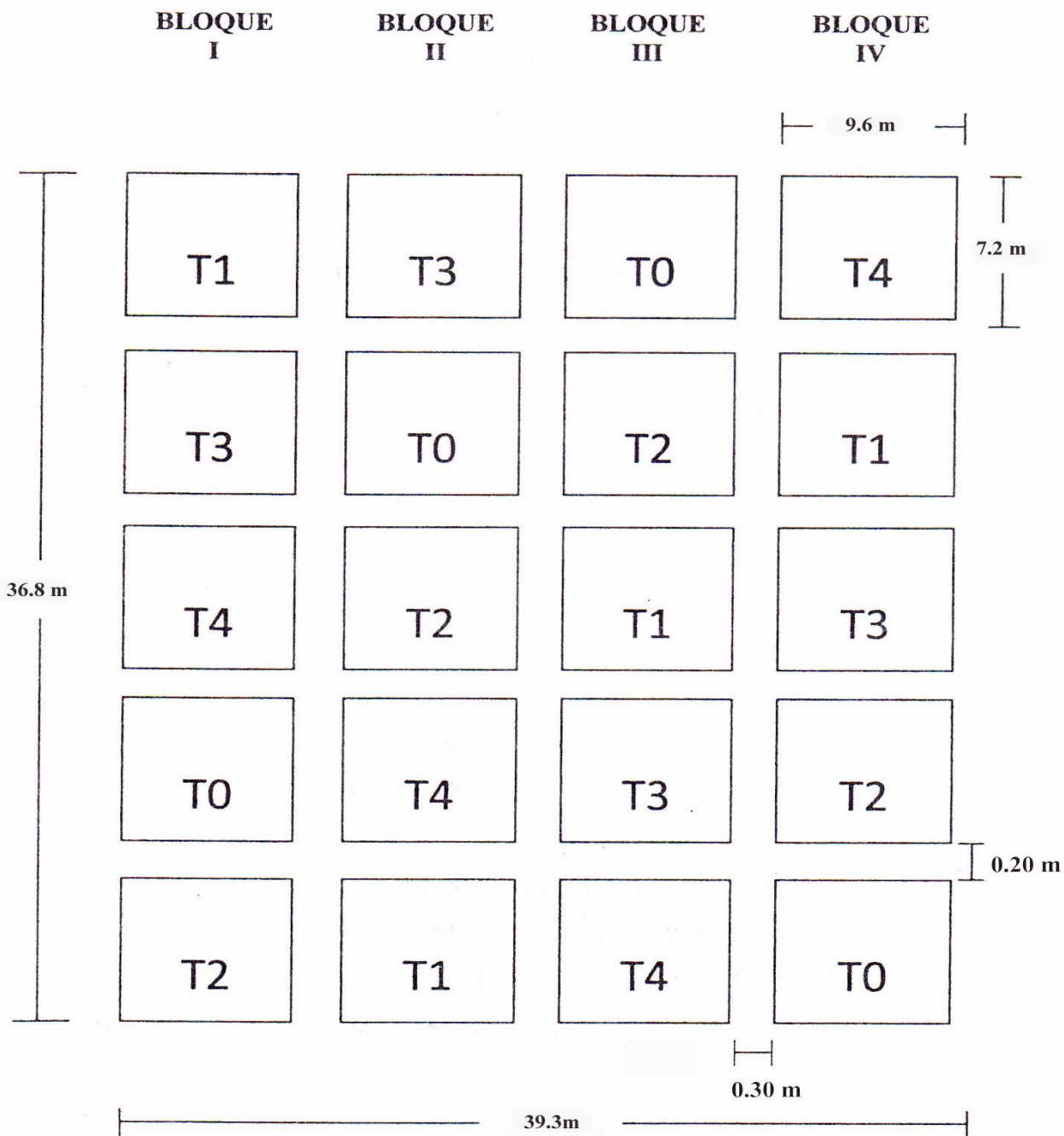
TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS
T 0 (Testigo)	0 T/ha de compost de Paja de arroz.
T 1	15 T/ha de compost de Paja de arroz.
T 2	20 T/ha de compost de Paja de arroz.
T 3	25 T/ha de compost de Paja de arroz.
T 4	30 T/ha de compost de Paja de arroz.

Nota: El compostaje está formado en una relación de 3:1 de paja de arroz con estiércol (ver pág. 39)

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación utilizó un diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (BCA) con un total de cuatro tratamientos y un tratamiento testigo con cuatro repeticiones, obteniendo un total de veinte unidades experimentales.

3.9. CROQUIS EXPERIMENTAL



Área total del campo experimental	1446.24 m ²
Área total por bloques	353.28 m ²
Área de la unidad experimental	69.12 m ²
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Unidades Experimentales	20

3.10. METODOLOGÍA

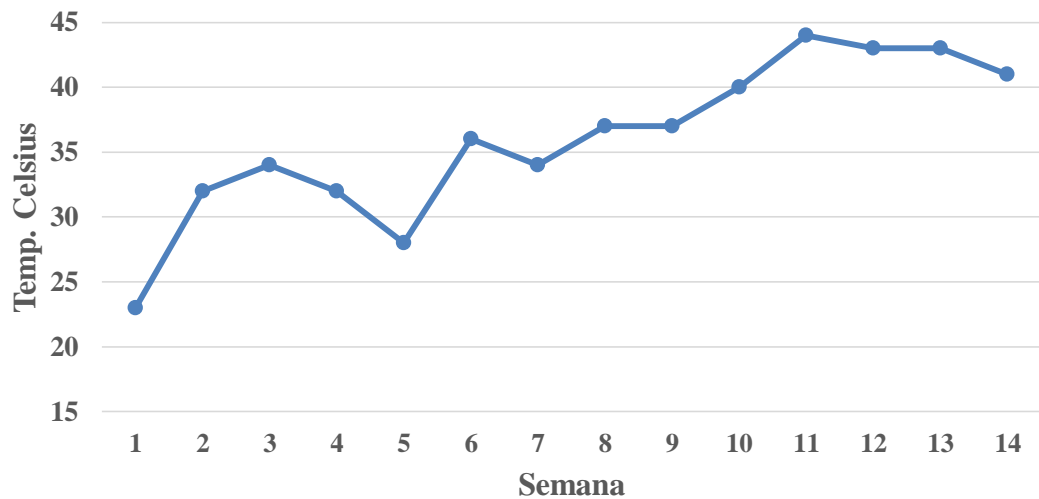
3.10.1. COMPOSTAJE DE LA PAJA DE ARROZ

El día 25 de enero del 2014 se procedió al recojo de la paja de arroz de campos cosechados, siendo el peso total de 3831 kg transportándolo a la zona de la Calderona (Fotografía01), se le ubico en un lugar con abundante incidencia solar, cercano a un punto de agua. Posteriormente se elaboró compost con una relación de paja de arroz con estiércol de 3:1. Primero se colocó una capa de paja de arroz de 20 cm de altura seguido de una capa de estiércol de 8 cm de altura, siendo en total 6 capas entre ambos, en un área de 6 m².

Durante el primer mes se utilizó una chimenea, consistente en un palo de 5 cm de diámetro para favorecer la aireación. Los riegos fueron interdiarios utilizándose un volumen de 2 m³/mes, así mismo los volteos se realizaron una vez por semana, siendo cuatro en total. A partir del segundo mes se utilizaron dos chimeneas para incrementar la oxigenación y se realizaron cuatro volteos manteniendo una humedad de 52%. En el tercer mes se cubrió totalmente el compost con plástica transparente para incrementar la temperatura y mantener la humedad, durante este periodo no se la regó, la humedad descendió al 42.5% y solo se realizaron dos volteos y se lo dejo secar por un periodo de diez días, teniendo una humedad final de 30%. Finalmente se lo embolso y fue llevado a campo para su posterior aplicación.

En el Grafico 01 se observa la variación de temperaturas del compost durante las catorce semanas.

Grafico 01. Variación de temperaturas del compost compuesto por paja de arroz y estiércol vacuno en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



Fuente: Elaboración propia (2014)

Fotografía 01. Toma de muestras de paja y suelo utilizados en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



3.10.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se inició con el paso del tractor con el implemento de arado de vertedera para roturar el suelo aproximadamente 30 cm e incorporar la paja, residuo presentado por la cosecha del cultivo de arroz (Fotografía 02). Una vez que el terreno estuvo arado y libre de residuos se realizó el riego de “machaco” para seguido realizar la fumigación con el inoculante biológico de *Azotobacter spp.*, en relación a la dosis comercial 1 lt/ha para fomentar descomposición (Fotografía 03), clausurando entradas y salidas de agua durante 10 días, Se efectuó el paso del tractor con el implemento de polidisco dentado, con el fin de trozar aún más la paja de arroz (Fotografía 04).

Fotografía 02. Incorporación de la paja de arroz, usando un tractor con la herramienta de arado de vertedera en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



Fotografía 03. Fumigación con el inoculante biológico *Azotobacter spp.*, en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



Fotografía 04. Paso del tractor con el implemento de polidisco dentado, en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



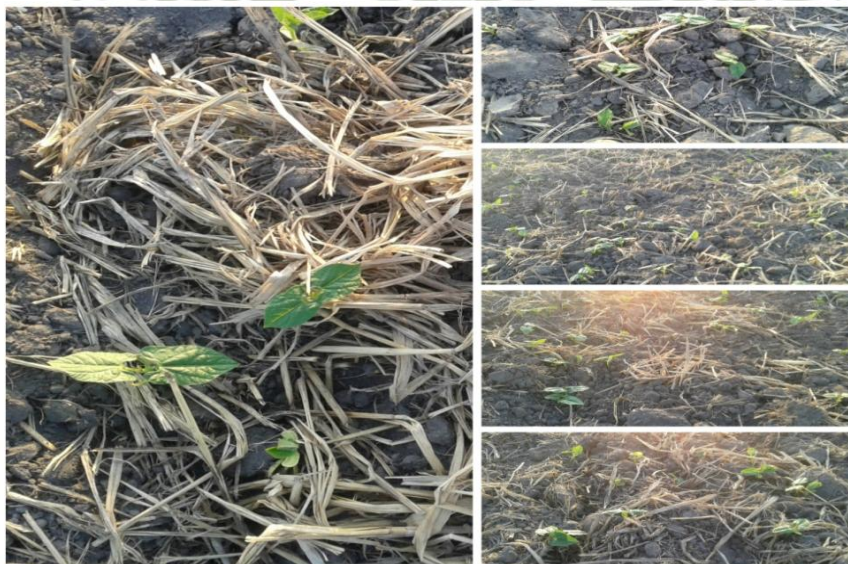
3.10.3. INCORPORACIÓN DEL COMPOST AL SUELO

La incorporación del compost al suelo se realizó el 23 de abril del 2014 donde se esparció sobre el suelo, teniendo el compost una humedad del 30% y un pH de 7.0.

3.10.4. SIEMBRA

La siembra del frijol se realizó el 26 de abril del 2014 aplicando el sistema de siembra al voleo. Se utilizó en total 60 kg de semilla. (Fotografía 05).

Fotografía 05. Siembra de frijol al voleo en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



3.10.5. CONTROL FITOSANITARIO

Los pesticidas utilizados durante el experimento fueron principalmente: Chlorpyrifos contra gusano de tierra (*Agrotis ípsilon*, *Feltia experta*, *Copitarsea turbata*, *Epinotia aporema*) Lamdacihalotrina contra el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y Abamectina contra la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) Observe cuadro 09 y la fotografía 06.

Cuadro 09. Descripción de pesticidas utilizados en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Nombre comercial	Lorpyfos	Karate Zeon	Vertimec
Ingrediente activo	Chlorpyrifos	Lamdacihalotrina	Abamectina
Dosis	500 ml/cil	250 ml/cil	150 ml/cil
Plaga	Gusano de tierra <u><i>Agrotis ípsilon</i></u> , <u><i>Feltia experta</i></u> , <u><i>Copitarsea turbata</i></u> , <u><i>Epinotia aporema</i></u>	Gusano cogollero <u><i>Spodoptera frugiperda</i></u>	Mosca minadora <u><i>Liriomyza huidobrensis</i></u>
Momento	15 dds	15 dds, 30 dds	30 dds

Fuente: Elaboración propia (2014)

Fotografía 06. Aplicación de pesticidas en frijol al voleo en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



3.10.6. RIEGOS

El sistema de riego empleado fue gravedad. La frecuencia de riego durante los dos primeros meses fue cada siete días, luego se disminuyó a cada cuatro días, según el requerimiento del cultivo.

3.10.7. FERTILIZACIÓN

La fertilización empleada fue la siguiente: 60-140-00 de NPK y es la que se utiliza normalmente en la zona donde se realizó el experimento. El fertilizante utilizado fue Fosfato Di amónico (18% N, 46% P₂O₅) Obsérvese el cuadro 10.

Cuadro 10. Cantidad, momento y forma de aplicación del fertilizante en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

FERTILIZANTE	CANTIDAD Kg/ha	MOMENTO DE APLICACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN
Fosfato Diamónico	300	Siembra	Voleado

Fuente: Elaboración propia 2014

3.10.8. DESHIERBOS

Los deshierbos se realizaron en forma manual a los 30 dds y 45 días dds siendo las principales malezas que se presentaron: Liccha (*Chenopodium álbum* L.), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Chiov.), Grama china (*Sorghum halepense* L.) y Bledo (*Amaranthus* L.).

3.10.9. COSECHA

La cosecha se realizó el 24 de agosto del 2014, cuando el cultivo cumplió 137 días de ciclo vegetativo, es decir 4.5 meses. Se tuvo en cuenta el estado de desarrollo del grano de la vaina, siendo estos cuando se abren fácilmente al presionarlas con la mano y con un 16% de humedad aproximadamente. Ver fotografía 07.

Fotografía 07. Cosecha de frijol en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



3.11. EVALUACIONES REALIZADAS

3.11.1. RELACIÓN RAÍZ/VÁSTAGO

Se evaluó la proporción de asimilados que entran en formación de órganos aéreos y subterráneos en peso seco, indicando la dinámica del crecimiento de las plantas. Las evaluaciones fueron a los 40, 80 y 120 dds. Se seleccionaron 12 plantas al azar por cada unidad experimental.

3.11.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

Se evaluó el número de vainas al final del experimento, contando las vainas por planta, utilizando para seleccionar al azar, una pelota de hule, lanzándola aleatoriamente doce veces y escogiendo cada una de las doce plantas donde haya caído la pelota por cada unidad experimental.

3.11.3. PESO DE VAINAS POR PLANTA

Se apreció el peso de las vainas al final del experimento, pesando las vainas por planta, utilizando para seleccionar al azar, una pelota de hule, lanzándola aleatoriamente doce veces y escogiendo cada una de las doce plantas donde haya caído la pelota por cada unidad experimental.

3.11.4. REDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (INCLUYENDO VAINAS)

Se evaluó el rendimiento de forraje verde incluyendo las vainas y raíces al final del experimento, utilizando un marco de un metro cuadrado, lanzándolo aleatoriamente una vez por cada unidad experimental, se seleccionara el total del peso de las plantas por 1 m² de cada unidad experimental, se utilizó una balanza de reloj para su pesado.

3.11.5. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (INCLUYENDO VAINAS)

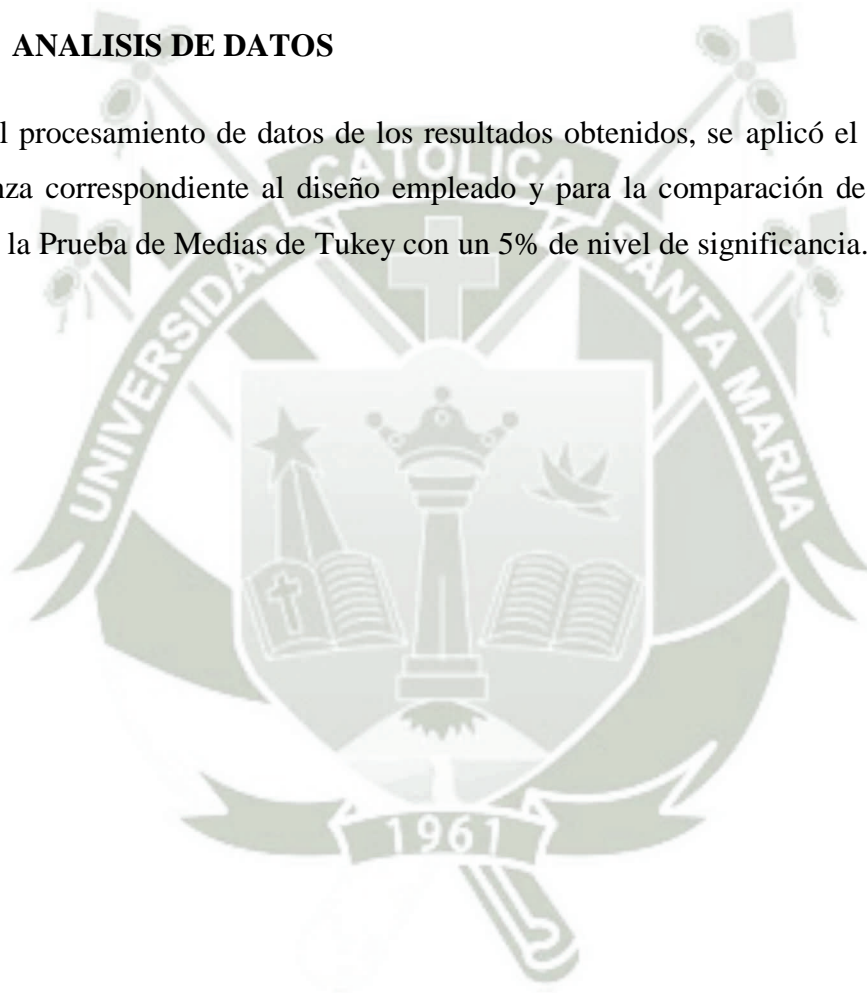
Se evaluó el rendimiento de materia seca incluyendo las vainas y raíces, utilizando las plantas de la evaluación anterior; las mismas que serán puestas en tinas de colores para diferenciar los tratamientos y secadas al sol durante 15 días se usaron para el pesado una balanza de reloj.

3.11.6. ANÁLISIS DE SUELO AL INICIO Y FINAL DEL CICLO DEL CULTIVO

Se realizó un recorrido en zigzag por la unidad experimental tomando tres submuestras, luego se homogenizara y procedió al cuarteo de la misma, siendo la muestra de 2 kg de peso. Posteriormente en laboratorio se determinó la densidad real, densidad aparente, CIC (Capacidad de intercambio catiónico), porosidad y la materia orgánica; antes de la siembra y después de la cosecha, para cada uno de los tratamientos.

3.11.7 ANALISIS DE DATOS

Para el procesamiento de datos de los resultados obtenidos, se aplicó el Análisis de Varianza correspondiente al diseño empleado y para la comparación de promedios utilizó la Prueba de Medias de Tukey con un 5% de nivel de significancia.



CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. RELACIÓN RAÍZ/VÁSTAGO

A continuación se muestra los resultados de la relación raíz/vástago a los 40, 80 y 120 dds.

4.1.1. RELACIÓN RAÍZ/VÁSTAGO A LOS 40 DDS

Los valores de la relación raíz/vástago a los 40 dds para los diferentes tratamientos se pueden observar en el cuadro 11. Como se puede apreciar no existió diferencia significativa entre tratamientos respecto a la relación raíz/vástago a los 40 dds; siendo los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) y T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) los que alcanzaron los mayores valores con 0.37 y 0.32 respectivamente y el tratamiento T0 (0 T/ha de compost) es el que presentó el menor valor con 0.27.

En el Grafico 02 se expresa gráficamente los resultados obtenidos para la variable relación raíz/vástago a los 40 dds.

En el Anexo 07 se puede apreciar el Análisis de Varianza al 5% de significancia; para la variable raíz/vástago a los 40 dds donde luego de hacer el respectivo análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación del 30.8% para las condiciones otorgadas en el experimento, este refleja la variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación.

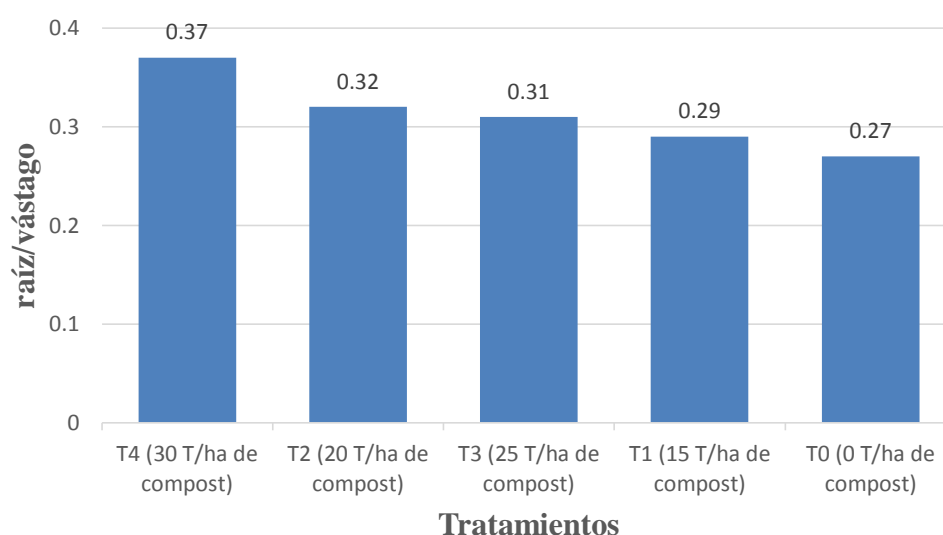
El análisis estadístico se realizó mediante el Sistema de Análisis Estadístico (SAS), donde se analizaron los datos como corresponde a un diseño experimental por bloques completamente al azar y se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Cuadro 11. Prueba de significancia de Tukey para relación raíz/vástago (40dds) en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Tratamientos	Raíz/vástago	Significancia $\alpha=0.05$
T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.37	a ¹
T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.32	a
T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.31	a
T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.29	a
T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.27	a

⁽¹⁾Letras iguales indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos

Grafico 02. Relación raíz/vástago a los 40 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



4.1.2. RELACIÓN RAÍZ/VÁSTAGO A LOS 80 DDS

Los valores de la relación raíz/vástago a los 80 dds para los diferentes tratamientos se pueden observar en el cuadro 12. Como se puede apreciar no existió diferencia significativa entre tratamientos respecto a la relación raíz/vástago a los 80 dds; siendo los tratamientos T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) los que alcanzaron los mayores valores con 0.64 y 0.56 respectivamente y el tratamiento T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) es el que presentó el menor valor con 0.49.

En el Gráfico 03 se expresa gráficamente los resultados obtenidos para la variable relación raíz/vástago a los 80 dds.

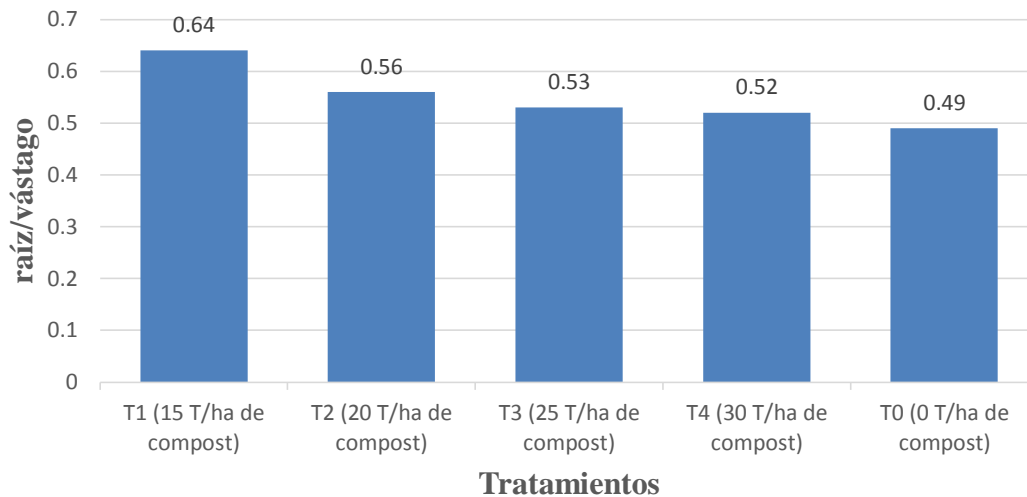
En el Anexo 09 se puede apreciar el Análisis de Varianza al 5% de significancia; para la variable raíz/vástago a los 80 dds donde luego de hacer el respectivo análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación del 31.44% para las condiciones otorgadas en el experimento, este refleja la variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación.

Cuadro 12. Prueba de significancia de Tukey para relación raíz/vástago (80dds) en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Tratamientos	Raíz/vástago	Significancia $\alpha=0.05$
T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.64	a ¹
T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.56	a
T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.53	a
T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.52	a
T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.49	a

⁽¹⁾Letras iguales indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos

Grafico 03. Relación raíz/vástago a los 80 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



4.1.3. RELACIÓN RAÍZ/VÁSTAGO A LOS 120 DDS

Los valores de la relación raíz/vástago a los 120 dds para los diferentes tratamientos se pueden observar en el cuadro 13. Como se puede apreciar no existió diferencia significativa entre tratamientos respecto a la relación raíz/vástago a los 120 dds; siendo los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) y T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) los que alcanzaron los mayores valores con 0.49 y 0.48 respectivamente y el tratamiento T0 (0 T/ha de compost) es el que presentó el menor valor con 0.32.

En el Grafico 04 se expresa gráficamente los resultados obtenidos para la variable relación raíz/vástago a los 120 dds.

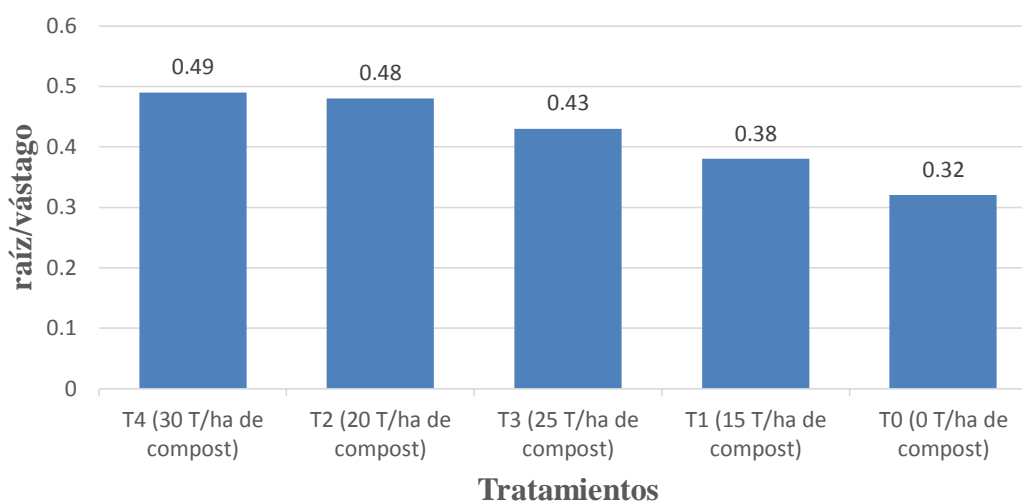
En el Anexo 11 se puede apreciar el Análisis de Varianza al 5% de significancia; para la variable raíz/vástago a los 120 dds donde luego de hacer el respectivo análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación del 24.45% para las condiciones otorgadas en el experimento, este refleja la variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación.

Cuadro 13. Prueba de significancia de Tukey para relación raíz/vástago (120dds) en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Tratamientos	Raíz/vástago	Significancia $\alpha=0.05$
T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.49	a ¹
T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.48	a
T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.43	a
T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.38	a
T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.32	a

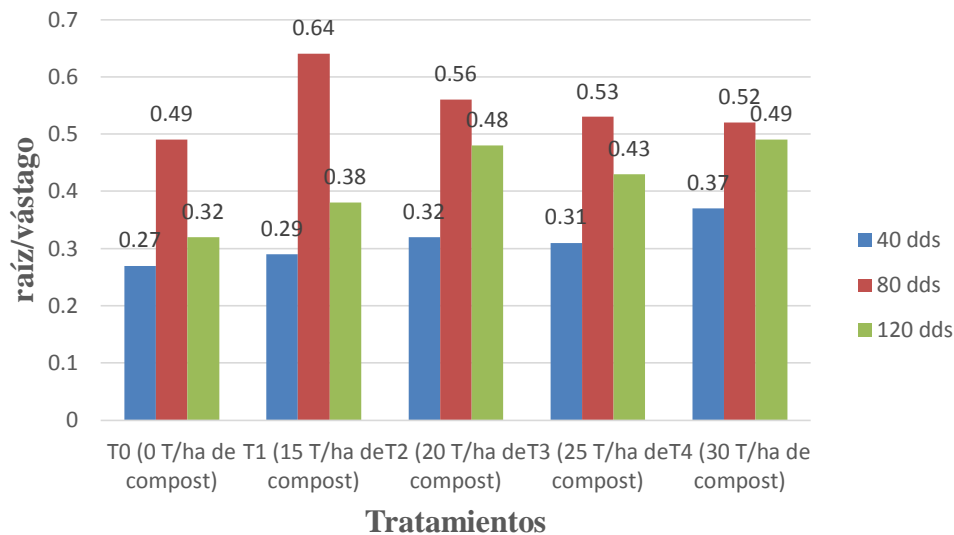
⁽¹⁾Letras iguales indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos

Grafico 04. Relación raíz/vástago a los 120 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



En el Grafico 05 se expresan gráficamente los resultados obtenidos para la variable relación raíz/vástago a los 40, 80, y 120 dds.

Grafico 05. Resumen de la relación raíz/vástago a los 40, 80 y 120 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



4.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

Los valores de número de vainas por planta para los diferentes tratamientos se pueden observar en el cuadro 14. Como se puede apreciar no existió diferencia significativa entre tratamientos respecto al número de vainas por planta; siendo los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) y T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) los que alcanzaron los mayor valor con 25.8 para ambos y el tratamiento T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) es el que presento el menor valor con 22.2.

En el Grafico 06 se expresa gráficamente los resultados obtenidos para la variable número de vainas por planta.

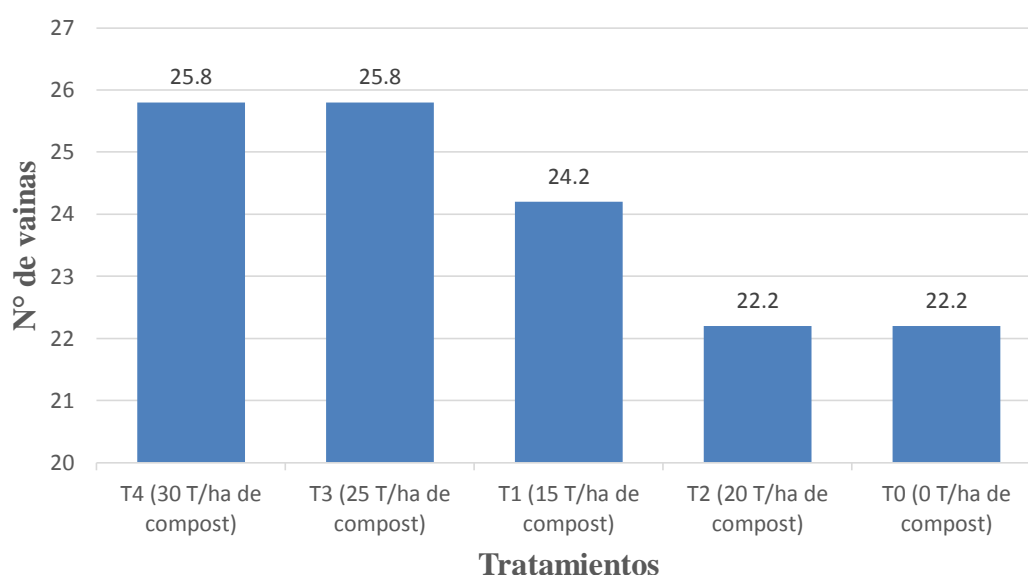
En el Anexo 13 se puede apreciar el Análisis de Varianza al 5% de significancia; para la variable número de vainas por planta donde luego de hacer el respectivo análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación del 20.64% para las condiciones otorgadas en el experimento, este refleja la variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación.

Cuadro 14. Prueba de significancia de Tukey para el número de vainas por planta en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Tratamientos	Número de vainas	Significancia $\alpha=0.05$
T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz)	25.8	a ¹
T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz)	25.8	a
T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz)	24.2	a
T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz)	22.2	a
T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz)	22.2	a

⁽¹⁾Letras iguales indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos

Grafico 06. Número de vainas por planta en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



4.3. PESO DE VAINAS POR PLANTA

Los valores de peso de vainas por planta para los diferentes tratamientos se pueden observar en el cuadro 15. Como se puede apreciar si existió diferencia significativa entre tratamientos respecto al peso de vainas por planta; siendo el tratamiento T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) el que alcanzo el mayor valor con un promedio de 207.34 gr respecto a los demás.

Los tratamientos T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) presentaron los menores valores con promedios de 149.89 y 148.65, no existiendo diferencia significativa entre ellos.

En el Grafico 07 se expresa gráficamente los resultados obtenidos para la variable peso de vainas por planta.

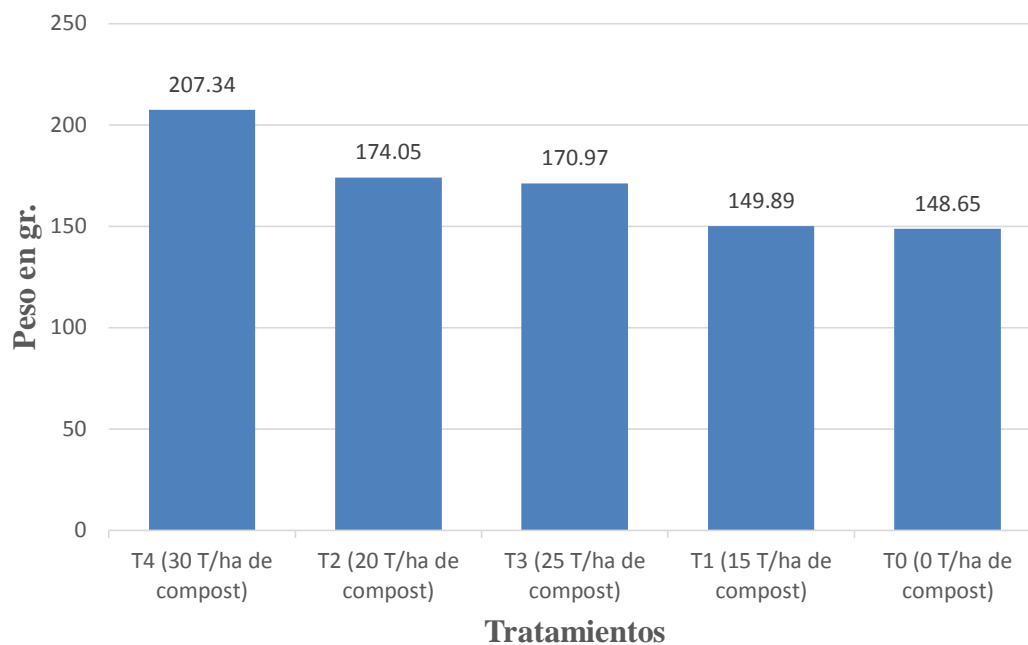
En el Anexo 15 se puede apreciar el Análisis de Varianza al 5% de significancia; para la variable peso de vainas por planta donde luego de hacer el respectivo análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación del 12.92% para las condiciones otorgadas en el experimento, este refleja la variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación.

Cuadro 15. Prueba de significancia de Tukey para el peso de vainas por planta en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Tratamientos	Peso de vainas	Significancia $\alpha=0.05$
T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz)	207.34 gr	a ¹
T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz)	174.05 gr	a b
T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz)	170.97 gr	a b
T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz)	149.89 gr	b
T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz)	148.65 gr	b

⁽¹⁾Letras iguales indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos

Grafico 07. Peso de vainas por planta en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



4.4. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (INCLUYENDO VAINAS)

Los valores de rendimiento forraje verde (incluyendo vainas) para los diferentes tratamientos se pueden observar en el cuadro 16. Como se puede apreciar si existió diferencia significativa entre tratamientos respecto al rendimiento de forraje verde; siendo el tratamiento T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) el que alcanzó los mayor valor con un promedio de 2.080 kg/m² respecto a los demás.

Los tratamientos T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) presentaron los menores valores con promedios de 1.360 y 1.293 kg/m² no existiendo diferencia significativa entre ellos.

En el Grafico 08 se expresa gráficamente los resultados obtenidos para la variable rendimiento de forraje verde.

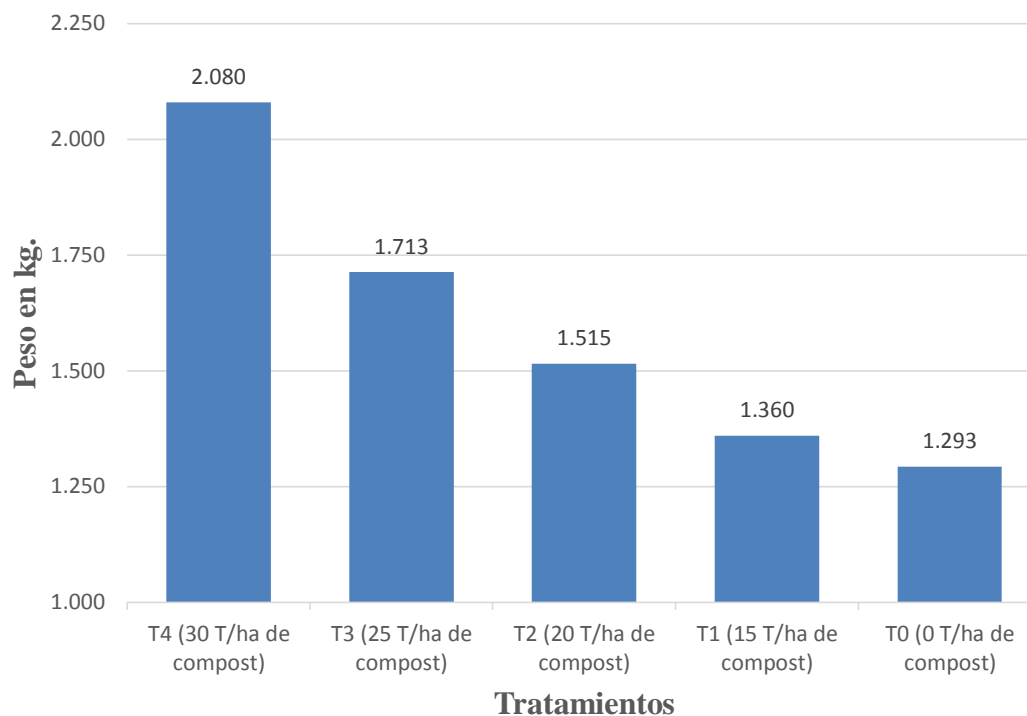
En el Anexo 17 se puede apreciar el Análisis de Varianza al 5% de significancia; para la variable peso de vainas por planta donde luego de hacer el respectivo análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación del 19.31% para las condiciones otorgadas en el experimento, este refleja la variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación.

Cuadro 16. Prueba de significancia de Tukey para rendimiento de forraje verde en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Tratamientos	Rendimiento de forraje verde	Significancia $\alpha=0.05$
T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz)	2.080 kg/m ²	a ¹
T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz)	1.713 kg/m ²	a b
T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz)	1.515 kg/m ²	a b
T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz)	1.360 kg/m ²	b
T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz)	1.293 kg/m ²	b

⁽¹⁾Letras iguales indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos

Grafico 08. Rendimiento de forraje verde en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



4.5. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (INCLUYENDO VAINAS)

Los valores de rendimiento de materia seca para los diferentes tratamientos se pueden observar en el cuadro 17. Como se puede apreciar si existió diferencia significativa entre tratamientos respecto al rendimiento de materia seca; siendo el tratamiento T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) el que alcanzo los mayor valor con un promedio de 1.088 kg/m² respecto a los demás.

Los tratamientos T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) presentaron los menores valores con promedios de 0.748 y 0.738 kg/m² no existiendo diferencia significativa entre ellos.

En el Grafico 09 se expresa gráficamente los resultados obtenidos para la variable rendimiento de materia seca.

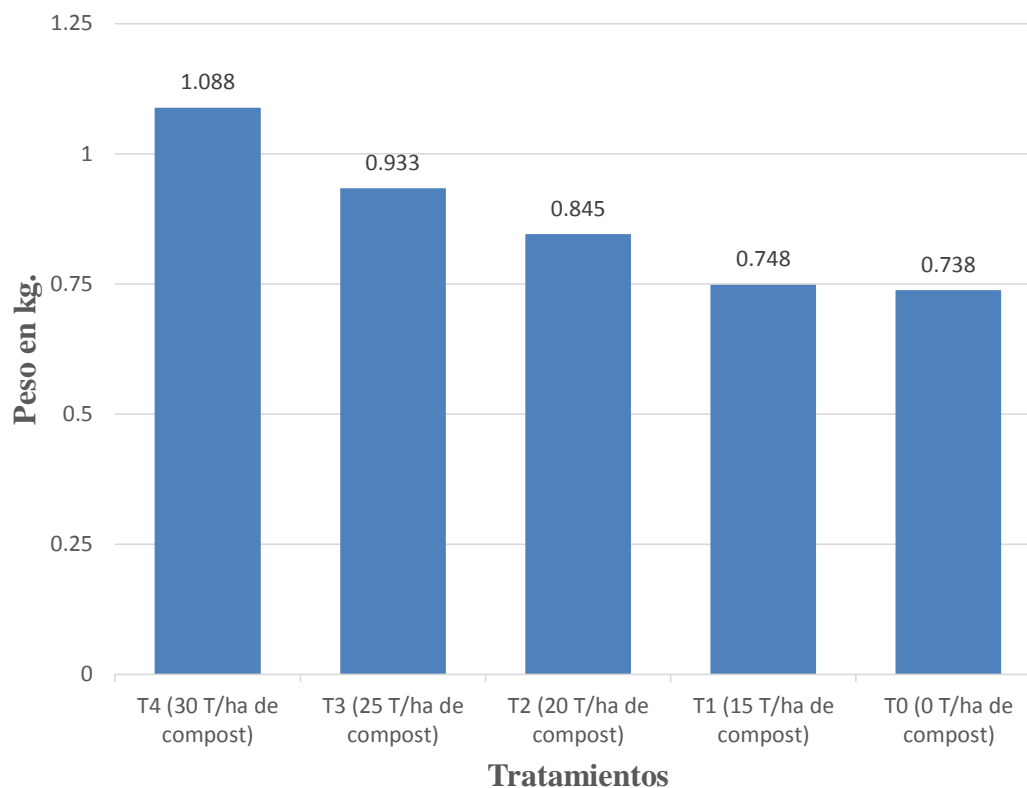
En el Anexo 19 se puede apreciar el Análisis de Varianza al 5% de significancia; para la variable peso de vainas por planta donde luego de hacer el respectivo análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación del 17.13% para las condiciones otorgadas en el experimento, este refleja la variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación.

Cuadro 17. Prueba de significancia de Tukey para el rendimiento de materia seca en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Tratamientos	Rendimiento en materia seca	Significancia $\alpha=0.05$
T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz)	1.088 kg/m ²	a ¹
T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.933 kg/m ²	a b
T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.845 kg/m ²	a b
T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.748 kg/m ²	b
T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz)	0.738 kg/m ²	b

⁽¹⁾Letras iguales indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos

Grafico 09. Rendimiento de materia seca en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



4.6. ANÁLISIS DE SUELO AL INCIO Y AL FINALIZAR EL CICLO DEL CULTIVO

A continuación en el cuadro 18 se muestra el análisis del suelo al inicio del experimento y al final según tratamientos, en lo que respecta a textura.

Cuadro 18. Textura del suelo al inicio y final del experimento según tratamientos en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Elemento	Unidad	INICIAL	FINAL				
			T0	T1	T2	T3	T4
Arena	(%)	46.8	28.8	34.4	45.8	46.8	29.8
Limo	(%)	38.4	42.6	40.6	39.4	38.4	62.6
Arcilla	(%)	14.8	13.8	14.8	13.9	14.8	14.8
Textura		arena franca	arena franca	arena franca	arena franca	arena franca	arena franca

Como se puede apreciar en el cuadro 18 la textura del suelo no varió al final del ciclo vegetativo del cultivo, en ningún tratamiento frente al análisis inicial manteniéndose como de textura “arena franca”.

Los tratamientos T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz), y T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) disminuyeron sus porcentajes de arena, más no así el T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) que mantuvo el valor inicial de 46.8%. El porcentaje de limo aumentó en todos los tratamientos a excepción del T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) que mantuvo el valor inicial de 38.4%. Finalmente el porcentaje de arcilla disminuyó en el T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) y el T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz), manteniéndose con valores iniciales el T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) y el T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) de 14.8%.

En el cuadro 19 se puede apreciar el análisis de suelo al inicio y finalizar el experimento en lo que respecta a Dr. (Densidad real), Da. (Densidad aparente), Porosidad y Materia orgánica.

Cuadro 19. Dr., Da., Porosidad y Materia orgánica al inicio y final del experimento según tratamientos en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Elemento	Unidad	INICIAL	FINAL				
			T0	T1	T2	T3	T4
Dr	gr/cm ³	1.47	1.52	1.56	1.54	1.47	1.52
Da	gr/cm ³	1.50	1.55	1.53	1.56	1.53	1.56
Porosidad	(%)	37	37	37	37	37	37
Materia Orgánica	(%)	0.89	1.07	0.98	0.98	1.24	0.80

La densidad real se incrementó de 1.47 gr/cm³ a 1.52, 1.56, 1.54, y 1.52 gr/cm³ en el T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) y T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente. El T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) se mantuvo con el valor inicial. La densidad aparente inicial fue de 1.50 gr/cm³ y en todos los tratamientos se incrementó, siendo el valor más alto de 1.56 gr/cm³ en el T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) y T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz).

La porosidad se mantuvo con su valor inicial de 37%, no diferenciándose en ningún tratamiento, mientras que la materia orgánica al inicio fue de 0.89%, la cual incremento en todos los tratamientos a excepción del T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) que disminuyo a 0.80%.

En el cuadro 20 se puede apreciar la C.E., pH y CIC al inicio y final del experimento.

Cuadro 20. C.E., pH y CIC al inicio y final del experimento según tratamientos en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Elemento	Unidad	INICIAL	FINAL				
			T0	T1	T2	T3	T4
C.E.	dS/m	0.83	1.70	1.50	4.60	1.53	2.72
pH		7.46	7.38	7.35	7.36	7.42	7.45
CIC	Meq/100grs	28.497	3.145	17.389	3.432	2.138	22.344

La conductividad eléctrica aumento en todos los tratamientos al final del experimento, correspondiendo el valor más alto de 4.60 dS/m al T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz). El valor inicial de pH fue de 7.46 y en todos los tratamientos disminuyo, siendo el T4 (30 T/ha de compost) el de mayor valor con 7.45.

La CIC disminuyo en todos los tratamientos frente al valor inicial de 28.497 meq/100grs; de ellos el valor más alto lo obtuvo el T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) con 22.344/100grs.

CAPITULO V

DISCUSION

5.1. RELACIÓN RAÍZ/VASTAGO

5.1.1. RELACIÓN RAÍZ/VASTAGO A LOS 40 DDS

En el cuadro 11 y en el grafico 02 se muestran y aprecian los resultados respecto a la variable relación raíz/vástago a los 40 dds presentados por los diferentes tratamientos donde se obtuvo valores de 0.37, 0.32, 0.31, 0.29 y 0.26 para los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente.

Según el Análisis de Varianza con un coeficiente de variabilidad de 30.77% y la Prueba de Medias de Tukey al 5% de significancia no existió diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo para los tratamientos con aporte de paja de arroz como son: T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) y T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) se pudo apreciar la tendencia que conforme se incrementa el nivel de compost el valor de la relación raíz/vástago también aumenta. Resultado diferente tuvo el T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) que no tuvo incorporación de compost de paja de arroz mostrando el valor más bajo.

Estos resultados se relacionan a lo mencionado con Stofella et. al., (2005) quien afirma que a mayor mezcla de compost con el suelo el crecimiento de frijol aumenta, pero en cantidades menores no tiene efecto en comparación con el frijol cultivado.

Además debido a la frecuencia de riego de cada 7 días y temperaturas máximas de 27° C (Cuadro 05) al inicio del cultivo, es que las plantas sufrieron stress hídrico. Esto concuerda con lo que dice Fischer et. al., (1978) que durante periodos de stress, se distribuye más biomasa a la raíz, para así poder aumentar la exploración de la humedad del suelo. Este proceso afecta la relación raíz/vástago.

5.1.2. RELACIÓN RAÍZ/VASTAGO A LOS 80 DDS

En el cuadro 12 y en el gráfico 03 se muestran y aprecian los resultados respecto a la variable relación raíz/vástago a los 80 dds presentados por los diferentes tratamientos donde se obtuvo valores de 0.64, 0.56, 0.53, 0.52 y 0.49 para los tratamientos T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz), T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente.

Según el Análisis de Varianza con un coeficiente de variabilidad de 31.44% y la Prueba de Medias de Tukey al 5% de significancia no existió diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo el T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), el cual tiene el mayor nivel de compost, tiene el mismo valor propuesto por Kramer, (1974) de 0.52 en la relación raíz/vástago.

Kramer, (1974) indica que las raíces y vástagos dependen unos de otros en varios aspectos, puesto que el crecimiento de la raíz depende del abastecimiento de carbohidratos proporcionados por los vástagos, la reducción de la superficie de las hojas (que reduce la fotosíntesis) también reduce el crecimiento de la raíz.

Asimismo la FAO (2001) asevera que el frijol tiende a mantener un equilibrio funcional en la masa de raíces y la masa verde de tallos y hojas. Si uno de los recursos del suelo como el agua o los nutrientes fuera un factor limitante, más materias asimiladas se trasladarían al sistema radical y el crecimiento de las raíces sería favorecido frente al crecimiento del resto de la planta. Si la radiación es el factor limitante del crecimiento, más materias asimiladas se dedican al crecimiento de la parte aérea y la relación raíz/vástago decrece.

Vasquez et. al., (1990) afirma que la concentración de auxinas que estimula el crecimiento del tallo resulta inhibitoria para el crecimiento de la raíz; de igual forma las concentraciones óptimas para el crecimiento del tallo inhibe el crecimiento de las yemas, y las óptimas para las yemas inhibe el crecimiento de las raíces. Es decir, que los tallos son los órganos de mayor concentración de auxinas, seguidos por las yemas y estas por las raíces.

5.1.3. RELACIÓN RAÍZ/VASTAGO A LOS 120 DDS

En el cuadro 13 y en el gráfico 04 se muestran y aprecian los resultados respecto a la variable relación raíz/vástago a los 120 dds presentados por los diferentes tratamientos donde se obtuvo valores de 0.49, 0.48, 0.43, 0.38 y 0.32 para los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente.

Según el Análisis de Varianza con un coeficiente de variabilidad de 24.45% y la Prueba de Medias de Tukey al 5% de significancia no existió diferencia significativa entre tratamientos, siendo la relación raíz/vástago menor que la tomada a los 80 dds, esto explica principalmente al problema de no tener sistemas completos de raíces, dicha afirmación concuerda con Kramer, (1974) quien dice que se dispone de información limitada respecto a la cantidad de materia seca incorporada a las raíces, comparada con los vástagos, en gran parte debido a la dificultad de obtener sistemas enteros de raíces.

Además también en esta época el frijol se encontraba en época reproductiva por lo que se disminuyó el crecimiento de los mismos (raíz, vástagos) y concuerda con lo que dice Kramer, (1974) que el desarrollo de frutos y semillas reduce el crecimiento de la raíz.

En el Gráfico 05 se muestran el resumen de la variable relación raíz/vástago a los 40, 80 y 120 dds., observándose que el T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) es el único que presenta los valores propuestos por Kramer, (1974) a los 80 dds. Con una relación óptima de raíz/vástago de 0.52.

5.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

En el cuadro 14 y en el gráfico 06 se muestran y aprecian los resultados respecto a la variable número de vainas por planta presentados por los diferentes tratamientos donde se obtuvo valores de 25.8, 25.8, 24.2, 22.2 y 22.2 para los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente.

Según el Análisis de Varianza con un coeficiente de variabilidad de 20.64% y la Prueba de Medias de Tukey al 5% de significancia los resultados indican que no existió diferencia significativa entre tratamientos, siendo los valores del T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) y T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) mayores al propuesto por Bruno, A. (1990) quien afirma que el índice de vainas del frijol es de 22.2 vainas por planta.

Con la adición de compost los valores más altos corresponden a aquellos tratamientos con mayor incorporación de materia orgánica como son el T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) y T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) lo dicho se relaciona con lo que dice Cornejo, (2000) que el compost incorporado al suelo mejora las propiedades biológicas y químicas, traduciéndose en un mejor desarrollo vegetativo de la planta y por ende una mejor producción.

5.3. PESO DE VAINAS POR PLANTA

En el cuadro 15 y en el gráfico 07 se muestran y aprecian los resultados respecto a la variable peso de vainas por planta presentados por los diferentes tratamientos donde se obtuvo valores de 207.34, 174.05, 170.97, 149.89, y 148.65 gr. para los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente.

Según el Análisis de Varianza con un coeficiente de variabilidad de 12.92% y la Prueba de Medias de Tukey al 5% de significancia si existió diferencia significativa del T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) respecto a los demás, similares resultados obtuvo Julca et. al., (2006) quien comprobó un aumento de rendimiento de granos en frijol

cuando aplicaron de 100, 300 y 900 kg/ha de residuos compostados junto con aplicaciones complementarias de NPK.

5.4. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (INCLUYENDO VAINAS)

En el cuadro 16 y en el gráfico 08 se muestran y aprecian los resultados respecto a la variable rendimiento de forraje verde presentados por los diferentes tratamientos donde se obtuvo valores de 2.080, 1.713, 1.515, 1.360 y 1.293 kg/m² para los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente.

Según el Análisis de Varianza con un coeficiente de variabilidad de 19.31% y la Prueba de Medias de Tukey al 5% de significancia existió diferencia significativa entre el T4 (30 T/ha de compost) respecto a los demás tratamientos, de este modo se puede apreciar la tendencia que a mayor nivel de materia orgánica hay mayor rendimiento de forraje verde; estos resultados concuerdan con O'Brien et. al., (2003) y Curnoe et. al., (2006) quienes indican incrementos de los rendimientos en frijol por las aplicaciones de compost de paja de arroz.

Bermejo, (1999) indica que debido a la aplicación de materia orgánica es que los microorganismos del suelo actúan sobre ella, formando así una gran variedad de enzimas, aminoácidos, factores de crecimiento, establecimiento de micorrizas y rizósferas, todas ellas beneficiosas para el mejor crecimiento de la planta con el beneficio consiguiente de un mayor rendimiento; a diferencia de aquellos suelos en los cuales no se aplica materia orgánica. Además en el rendimiento biológico y de grano influyen factores como fertilidad de suelo, fotosíntesis de las hojas, área foliar y la asimilación del sistema radicular López, (1991).

5.5. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (INCLUYENDO VAINAS)

En el cuadro 17 y en el gráfico 09 se muestran y aprecian los resultados respecto a la variable rendimiento de forraje verde presentados por los diferentes tratamientos donde se obtuvo valores de 1.088, 0.933, 0.845, 0.748 y 0.738 kg/m² para los tratamientos T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz), T2

(20 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz) y T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente.

Según el Análisis de Varianza con un coeficiente de variabilidad de 17.31% y la Prueba de Medias de Tukey al 5% de significancia existió diferencia significativa entre el T4 (30 T/ha de compost) respecto a los demás tratamientos, debido al aporte de materia orgánica que según Peil et. al., (2005) el cultivo tuvo la capacidad de acumular biomasa proporcionalmente siendo distribuida a todos los órganos de la planta incrementando su rendimiento. Stofella et. al., (2005) indica que la biomasa es generalmente mayor en mezclas que contienen proporciones más elevadas de compost.

Ponce, (1995) y López, (2008) afirman que los rendimientos de materia seca están en función al rendimiento de forraje verde y a los componentes de este, vale decir al peso de hojas, peso de tallos y peso de las vainas.

N'Dayegamiye, (2009) en su investigación confirma incrementos de rendimientos de frijol con la aplicación de compost de paja de arroz más 60% de fertilización de NPK.

5.6. ANÁLISIS DE SUELO AL INCIO Y AL FINALIZAR EL CICLO DEL CULTIVO

En el cuadro 18 se observa que la textura del suelo final del experimento se mantuvo como arena franca, solamente variaron los valores de limo y arcilla pero en forma muy limitada. Castellanos et. al., (2000) considera a suelos de textura gruesa cuando contienen estos más de 50% de arena y menos de 20% de arcilla. Worthem, (1956) indica que la arcilla en unión con la materia orgánica sostiene la fertilidad del suelo, da cohesión y proporciona capacidad de retención de agua.

En el cuadro 19 aparecen los valores de DR los cuales se incrementaron de 1.47 gr/cm³ a 1.52, 1.56, 1.54, 1.52 gr/cm³ para los tratamientos T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) y T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz), mientras que se mantuvo en el mismo valor en el T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz).

Estos resultados se explican según Plaster, (2000) a que el efecto del laboreo resulta en compactación ligera, que presiona y reduce el tamaño de los poros del suelo,

disminuyendo así los macroporos e incrementando los microporos. El mismo autor asegura que una leve compactación en suelos arenosos mejora las producciones ya que el cultivo usa el agua contenida en los microporos.

La DA incrementa sus valores de 1.50 gr/cm³ a 1.55, 1.53, 1.56, 1.53, y 1.56 gr/cm³ para los tratamientos T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) y T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) respectivamente. Estos resultados corresponden a lo que dice Castellanos et. al., (2000) Quien indica que esta propiedad está asociada a la textura del suelo correspondiendo a una textura franco arenoso los valores varían de 1.40 a 1.60 gr/cm³.

El valor de la porosidad se mantuvo constante durante todo el experimento siendo este de 37% este valor concuerda con Guerrero, (1998) y Sánchez, (2007) quienes indican que la porosidad en suelos francos varia de 36 a 37%.

La materia orgánica incremento sus valores de 0.89 % a 1.07, 0.98, 0.98, y 1.24% en el T0 (0 T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz) y T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz); mientras que el valor del T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) disminuyo a 0.80%. Castellanos et. al., (2000) indica que los valores de materia orgánica dependen de grupo textural considerándose para textura gruesa, bajo entre 0.51-0.80%, moderadamente bajo de 0.81-1.20% y medio entre 1.21-1.60%. Para el caso del experimento la clase textural del suelo pertenece a arena franca y el valor final del T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) a 1.24%. Este valor confirma que la materia orgánica se incrementó a un valor medio al final del experimento, debido a un mayor nivel de compost. Sin embargo en el T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) no se muestra esta tendencia, Castellanos et. al., (2000) refiere que esta disminución se explicaría probablemente debido a los altos rendimientos que produjo ya que asimilo mejor los nutrimentos.

O'Brien et. al., (2002) indica que la materia orgánica se incrementó a mayores aplicaciones de compost.

En el cuadro 20 se observa que la CIC disminuyo de 28.497 meq/100 gr a 3.145, 17.389, 3.432, 2.138 y 22.344 meq/100 gr para T0 (T/ha de compost de Paja de arroz), T1 (15 T/ha de compost de Paja de arroz), T2 (20 T/ha de compost de Paja de arroz), T3 (25 T/ha de compost de Paja de arroz) y T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz).

Castellanos et. al. (2000) indica que la CIC depende del tipo y cantidad de arcillas y el contenido de materia orgánica humificada en el suelo. Sánchez (2007) por su parte indica que la CIC depende también del pH del suelo; de igual forma Plaster, (2000) afirma que cuando más alto es el pH, más alto CIC. Si observamos los valores de pH (Cuadro20) se notara que el pH en todos los tratamientos disminuyó, explicándose así el bajo valor de la CIC. Estos resultados concuerdan con O'Brien et. al., (2002) quien afirma que el compost de paja de arroz puede incrementar los contenidos de materia orgánica en el suelo.



CAPITULO VI

CONCLUSIONES

1. Los análisis de suelo al final del experimento muestran que el compostaje de paja de arroz más estiércol en relación 3:1 incrementó ligeramente la materia orgánica del suelo y mantuvo la porosidad. Sin embargo los valores de la CIC disminuyeron, mientras que los valores de Da y Dr aumentaron.
2. La dinámica de crecimiento conforme a su relación raíz/vástago varía según el desarrollo vegetativo de la planta, siendo el valor ideal de 0.52. Así a los 40 dds se muestra la tendencia que a mayor nivel de compost mayor relación raíz/vástago. A los 80 dds el tratamiento con mayor nivel de compost, es decir, el T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) alcanza el valor ideal. A los 120 dds este valor disminuye debido principalmente a la etapa reproductiva que reduce el crecimiento de la raíz y el vástago.
3. El tratamiento T4 (30 T/ha de compost de Paja de arroz) destacó en las evaluaciones de número de vainas por planta con un promedio de 25.8; peso de vainas por planta con 207.34 gr; rendimiento de forraje verde con 2.080 kg/m² y rendimiento de materia seca con 1.088 kg/m², presentándose diferencia significativa con los demás tratamientos en las evaluaciones realizadas a excepción del número de vainas.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar la paja de arroz más estiércol en la relación 3:1 al suelo en el cultivo de frijol Canario 2000 en la zona de la Calderona Alta del valle de Camaná, siendo el nivel más adecuados de 30 toneladas por hectárea, ya que incrementa el rendimiento en forraje verde, materia seca, y aporta materia orgánica al suelo.
2. Los trabajos de este tipo deben ser continuados con otros trabajos similares sobre todo en lo que se refiere a tipos de compostaje a base de paja de arroz y otros estiércoles (gallinaza, guano de cuy, guano de islas), así como aplicación de mayores niveles de compost observando el efecto a largo plazo sobre otros cultivos.



CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Abril, D. Navarro, E y Abril, A. 2009.** La paja de arroz. Consecuencias de su manejo y alternativas de aprovechamiento. <http://www.lamjol.info/index.php/RCI/article/viewFile/1924/1726> (Web consultada el 09 de junio del 2015).
2. **Acevedo, E. 2003.** Sustentabilidad en cultivos anuales cero labranza. Manejo de rastrojos. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N° 8. http://www.sap.uchile.cl/descargas/libros/Sustentibilidad_en_cultivos_anuales.pdf (Web consultada el 09 de setiembre del 2015).
3. **Adex, 2013.** Asociación de Exportadores. http://www.rpp.com.pe/2013-08-05-exportacion-de-frijol-canario-crecio-72-5-noticia_619341.html
4. **Agricultura orgánica, 2009.** Oportunidades de negocio para el desarrollo sostenible del Agro. http://www.controlbiologico.com/ep_azotobacter_azospirillum.htm (Web consultada el 23 de mayo del 2015).
5. **Altieri, M. 1995.** La Agricultura Moderna: Impactos Ecológicos y la Posibilidad de una Verdadera Agricultura sustentable. Department of Environmental Science, Policy and Management. University of California, Berkeley. <http://80.24.65.86/fileadmin/areas/medioambiente/ae/presentacion/documentos/IOAgriculturaModerna.pdf> (Web consultada el 09 de setiembre del 2013).
6. **Asociación Internacional de Industrias de los fertilizantes. 1992.** Los fertilizantes y su uso. FAO On Line: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/x4781s/x4781s00.pdf> (Web consultada el 6 de mayo del 2015).
7. **Autodema. 2005.** Paquete tecnológico: Cultivo de maíz forrajero. Arequipa.
8. **Beltrán M. F. 2005.** Sistemas de labranza, incorporación de abono verde y recuperación de la fertilidad de un yermosol háplico. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/573/57311101010.pdf> (Web consultada el 5 de mayo del 2015).

9. **Bermejo, M.** 1999. Efecto de nitrógeno y estiércol en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en zonas áridas. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSA.
10. **Biocompost, 2012.** <http://www.biocompost.org/introduccion.shtml#21>
11. **Bird et. al. 2002.** Energía de Biomasa Fotosíntesis. Conversión por microorganismos. <http://www.ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Plantas%20de%20Tratamientos/Energia%20de%20biomasa.pdf> (Web consultada el 06 de setiembre del 2014).
12. **Bruno, A. 1990.** Leguminosa alimentaria. Ed. Fraele S.A. CONCYTEC, Lima – Perú.
13. **California Straw Building Association (CASBA). 2008.** California rice Straw production FAQ. [en línea]. Disponible en: <http://www.ricestrawmarket.org> (Web consultada el 02 de febrero del 2015).
14. **Canchari, G. (2005).** Efecto de aplicación de cepas de *Rhizobium*, bioestimulantes y fertilización en el rendimiento de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de costa central. Tesis para optar el Título de Ing. Agrónomo. UNALM, Lima 2005.101 p.
15. **Camarena, F. 1995.** El Cultivo de frijol. Manual Técnico. UNALM, Lima – Perú.
16. **Carpenter, Andrew F., Fernandez, Iván J. 2000.** Pulp sludge as a component in manufactured topsoil. *Journal of Environmental Quality* v. 29 no. 2 (p. 387-397.)
17. **Castellanos J., Uvalle J., Aguilar A. 2000.** Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. México.
18. **Castro L, J. 2000.** Manual de conservación de recursos naturales. Enfoque ambiental de la agricultura. Departamento de agricultura de los estados unidos servicio de conservación de recursos naturales (USDA-NRCS). Área del Caribe. Puerto Rico. On Line: http://www.nrcs.usda.gov/news/pub/pdf/man_sp.pdf (Web consultada el 09 de setiembre del 2014).
19. **Centro Internacional De Agricultura Tropical (CIAT). 1994.** Vivero internacional de rendimiento y adaptación de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) IBYAN 1980; Frijol Arbustivo de Grano de Diferentes Colores. Cali – Colombia 334 p.

20. **Chiappe, V. 1981.** Requerimientos Ambientales del Frijol. Copias mimeografiadas de la UNALM. Lima- Perú 45pp.
21. **Contreras, L. M. 2013.** Digestión anaerobia de residuos de la agroindustria arrocer cubana para la producción de biogás. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
22. **Cornejo, C. 2000.** Efecto de la aplicación de ácido húmico y algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en las condiciones del sector de Lambramani-Arequipa. Tesis de Ingeniero Agrónomo UCSM.
23. **Curá, J. A.; Ribaudó, C. M.; Gaetano, A. M., Ghiglione, H. O. 2005.** Utilidad de las bacterias promotoras del crecimiento y fijadoras de nitrógeno en el cultivo del arroz durante las primeras etapas de desarrollo. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina. On Line: <http://www.fungicol.com/web/literatura/bacterias%20fijadoras%20nitrogeno%20en%20arroz.pdf> (Web consultada el 6 de mayo del 2014).
24. **Curnoe, W., Irving D., Dow C., Velemab G. y Unc A. 2006.** “Effect of Spring Application of Rice straw compost Mill Soil Conditioner on bean Yield”. *Agron J* 98:423-429.
25. **Delgado H, M. 2009.** Apuntando a la productividad agrícola con menos impacto. ORIUS BIOTECNOLOGIA. Soluciones para la Producción Agropecuaria Sostenible. On Line: <http://www.oriusbiotecnologia.com/tecnica/131-apuntando-a-la-productividad-agricola-con-menos-impacto> (Web consultada el 6 de mayo del 2014).
26. **Dick, W. y McCoy E. 1993.** Enhancing soil fertility by adition of compost. In: H.A.J. Hoitink and H.M. Keener(eds). *Science and engineering of composting*. The Ohio State University, pp 622 – 644.
27. **Erenstein, O. 1999.** La conservación de residuos en los sistemas de producción de maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco. Grupo de Recursos Naturales. <http://www.cimmyt.org/research/nrg/pdf/NRG%2099-01Es.pdf> (Web consultada el 09 de setiembre del 2013).
28. **Evans L. 1983.** Fisiología de los cultivos. Editorial Hemisferio del Sur.

29. **Farfán, M. 1996.** Estudio morfoagronómico y productividad de frijol canario en la costa. Tesis Ing. Agrónomo UNALM Lima-Perú 84p.
30. **Ferrer 2002.** Contribución de las fracciones adsorbentes al intercambio catiónico de suelos arroceros de la Llanura Sur Habana - Pinar del Río. <http://www.redalyc.org/pdf/573/57311494002.pdf> (Web consultada el 06 de setiembre del 2013).
31. **Fischer, K. y Turner N. 1978.** Plant productivity in the arid and semiarid zones. Annual review plant physiology 29:277-317.
32. **Food And Agriculture Organization (FAO). 1995.** Manual técnico de fijación simbiótica de nitrógeno leguminosa-*Rhizobium*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura t la Alimentación. Roma-Italia. 94 p.
33. **Food And Agriculture Organization (FAO). 2001.** El frijol en los trópicos. Mejoramiento y producción. Roma.
34. **Food And Agriculture Organization (FAO). 2007.** Medio ambiente y la agricultura. Comité de agricultura. Roma. On Line: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/011/j9289s.pdf> (Web consultada el 6 de mayo del 2013).
35. **Global organics, 2009.** Agricultura con visión de futuro. <http://www.globalorganicspe.com/prodinductonutricionales.html> (Web consultada el 18 de mayo del 2014).
36. **González P. M., 2000.** Uso de inoculantes microbianos y su impacto en la sostenibilidad de las producciones hortícolas. <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/index/assoc/HASH01ec.dir/doc.pdf> (Web consultada el 6 de mayo del 2014).
37. **Gregorich 2001.** Contribución de las fracciones adsorbentes al intercambio catiónico de suelos arroceros de la Llanura Sur Habana - Pinar del Río. <http://www.redalyc.org/pdf/573/57311494002.pdf> (Web consultada el 06 de setiembre del 2013).

38. **Guerrero, J.** 1998. Interpretación de análisis de suelos y recomendaciones. UNALM
39. **H.W. Wilson Company.** 2001. Pulp and paper industry's diverse organics stream. BioCycle 42, No 5. Mayo. P. 30-33.
40. **Inforganic,** 2010. El futuro de la agricultura. <http://www.inforganic.com/node/106> (Web consultada el 15 de mayo del 2014).
41. **Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)** 2013. Estación experimental agraria "Santa Rita- Arequipa" Arequipa, 2013.
42. **Jimenez, A.** 1970. Enfermedades del arroz en el Perú. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Dirección Regional de Chiclayo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque-Perú.
43. **Jover, P.L.** 2006. Frijol canario 2000, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/horti/art/horti10.htm> (Web consultada el 22 de mayo del 2013).
44. **Julca, A. Meneses, L, Blas R, y Bello S.** 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. UNALM. Lima.
45. **Junta de usuarios de Camaná.** 2014. Revista institucional.
46. **Kramer, P.** 1974. Relaciones hídricas de suelo y plantas. Centro regional de ayuda técnica. México.
47. **L. Roca-Pérez,** 2006. Aproximación al estudio del compostaje del residuo del arroz y lodo de depuradora a escala piloto. <http://www.edafologia.net/revista/tomo13a/articulo1.pdf> (Web consultada el 06 de setiembre del 2013).
48. **Llanos M.** 1984. El frijol, su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-prensa.
49. **López, B.** 1991. Cereales-Maíz. Ediciones Mundiprensa. Madrid –España.

50. **López, J. 2008.** Densidades de siembra en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con fines de abono verde con riego por goteo no convencional en la irrigación de Majes-Arequipa 2000. Tesis de Ingeniero Agrónomo UCSM.
51. **Manrique P. 1997.** El frejol en el Perú. Concytec. Perú.
52. **Ministerio de agricultura y riego. 2013.** Dirección general de información agraria.
53. **Moreno R. y Marengo M. 2009.** Producción orgánica y exportación. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
54. **Municipalidad Provincial de Camaná – Plan vial provincial participativo _2012.** http://www.proviasdes.gob.pe/unidades/planes_viales/AREQUIPA/PVPP_Camana.pdf (Web consultada el 29 de setiembre del 2012).
55. **Navarro, E. 2008.** La biomasa de la Albufera, aprovechamiento y corrección de impactos. Valencia: Ed. Aleta Ediciones. Colección Aleta Investigación. 156 p.
56. **N'Dayegamiye, A. 2009.** Soil properties and crop yields in response to mixed rice straw compost, dairy cattle manure and organic fertilizer application. *Agronomy Journal* 101:826-835.
57. **O'Brien A., Tara A., Stephen J., Herbert A y Allen V. Barker. 2002.** “Growth of corn in varying mixtures of Rice straw compost and soil”. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33: 635 – 646.
58. **O'Brien A., Tara A., Stephen J., Herbert A y Allen V. Barker. 2003.** “Rice straw compost as a Soil Amendment for Production of bean”. 2003 *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34:2229-2241.
59. **Ortega, R., Alvarado, R y Belmar, C. 1999.** Efecto de la fertilización N-P-K en la severidad de la Pudrición del tallo (*Sclerotium hydrofilium*. Sacc) en arroz. *Agricultura Técnica (Chile)* 52(2): 162-169. On Line: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR14300.pdf> (Web consultada el 6 de mayo del 2013).
60. **Parsons D. 1988.** Manual para Educación Agropecuaria. Edición Trillas, México.

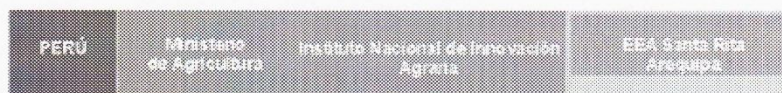
61. **Peil, R y Galvez, J. 2005.** Reparto de materia seca como factor determinante en la producción de hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. *Agrociencia* 11, 1:5-11.
62. **Plaster, E. 2000.** La ciencia del suelo y su manejo. Editorial Paraninfo. España.
63. **Podestá, J. L. 2003.** Plan de prevención ante desastres – usos del suelo y medidas de mitigación de la ciudad de Camaná y zonas aledañas. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Arequipa/camana/camana.pdf (Web consultada el 29 de setiembre del 2012).
64. **Ponce, J. 1995.** Comparativo de rendimiento de 7 variedades e híbridos de maíz para producción de forraje en condiciones de Santa Rita y San Isidro. Tesis de Ingeniero Agrónomo UCSM.
65. **Redondo M. 1994.** Fijación biológica del nitrógeno <http://www.uam.es/docencia/LAvanFis/FBN/FBNresumen.htm> (Web consultada el 10 de mayo del 2013).
66. **Rodríguez, R. y De León, C. 2008.** El Cultivo de Frijol. Temas selectos. Edición Mundiprensa. México.
67. **Sagástegui, A. 1993.** Flora invasora de cultivos del Perú. Concytec. Trujillo-Perú.
68. **Sánchez C. 1996.** Uso de abonos verdes para mejorar los suelos arroceros de la Mojana en Colombia. <http://natres.psu.ac.th/Link/SoilCongress/bdd/symp14/2201-t.pdf> (Web consultada el 6 de mayo del 2013).
69. **Senamhi. 2014.** Informe meteorológico de la estación Camaná.
70. **Sánchez, J. 2007.** Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas. Fertitec S.A.
71. **Serfi S.A, 2012.** Ecoeficiencia en la agricultura. http://www.serfi.com.pe/INTERIOR/productos_peru/bacthon.html (Web consultada el 30 de marzo del 2012).
72. **Stofella, P. y Kahn B. 2005.** Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícolas. Ediciones Mundi-prensa. España

73. **Torres G. R.; Pérez N. C.; Suárez C. N., 2003.** Influencia de la inoculación de rizobacterias sobre la germinación de semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). <http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/ciencia/165.pdf> (Web consultada el 6 de mayo del 2013).
74. **Ulacio, D., Nass, H. y Pineda, J 1999.** Viabilidad de *Rhizoctonia solani* AG1-1^a bajo condiciones de inundación. II. Comportamiento de los propágulos en plantas de arroz. *Bio Agro* 11(2). 61-68. On Line: <http://cdcht.ucla.edu.ve/bioagro/REV11%282%29/3.%20Viabilidad%20de%20Rhizotonia%20solani%20AG1.pdf>. 18 de Julio. 2011.
75. **Valladolid, A. 1993.** El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. INIA. – Proyecto TTA (Transferencia de Tecnología Agropecuaria). Colección INIA. Lima – Perú.
76. **Vásquez, E. y Torres, S. 1900.** Fisiología Vegetal.
77. **White, W. 1989.** Frijol: Fisiología del Potencial del Rendimiento y la Tolerancia al Estrés. Juan Izquierdo: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (RLAC). Santiago – Chile 95 p.
78. **Worthem, E. 1959.** Suelos agrícolas. Editorial Hispana americana. México.
79. **Yaguana, M. 2007.** Efecto de la aplicación de BACTHON, Biospeed y Tricho-D sobre el rastrojo del cultivo de arroz para el control de *Nakatatea* y *Rhizoctonia*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Tumbes-Perú.
80. **Zapata B, V. 2011.** Potencial de inóculo y severidad causada por los Hongos *Nakatatea sigmoidea* Hara y *Rhizoctonia Solani* Kunn en el valle de Tumbes. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Tumbes-Perú.
81. **Zibilske, L., Clapham, W. y Rourke, R. V. 2000.** Multiple Applications of Paper Mill Sludge in an Agricultural System: Soil effects. *Journal of Environmental Quality* 29 no 6 1975-81 N/D 2000.



ANEXOS

Anexo 01. Análisis de suelo al final del experimento en el tratamiento T0 (0 T/ha de compost) en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.



LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS , AGUAS Y SEMILLAS
ESTACION EXPERIMENTAL - AREQUIPA INIA

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE	VICTOR HUGO ARGOTE CARNERO
PROCEDENCIA	CALDERONA ALTA SAN JOSE-CAMANA
MUESTRA	SUELO

CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	N° DE INFORME
5150	18/12/2014	SAN JOSE	BO	CARACTERIZACION	5131

ANALISIS FISICO

ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)
28.8	42.6	13.8	ARENA FRANCA	37.0	18.1	11.3	6.8

ANALISIS QUIMICO

ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO
Materia Organica	%	1.07	[Bar chart showing deficiency]				
Nitrogeno : C/N	%	0.14	[Bar chart showing deficiency]				
Fosforo : P	ppm	60.28	[Bar chart showing deficiency]				
Potasio : K	ppm	224.90	[Bar chart showing deficiency]				
CO3Ca	%	4.09	[Bar chart showing deficiency]				
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO
C.E	dS/m extr. 1:2.5	1.70	[Bar chart showing deficiency]				
			ACIDO	MODERAD ACIDO	NEUTRO	MODERAD ALCALINO	ALCALINO
pH	EXTR. 1:2.5	7.38	[Bar chart showing deficiency]				
BORO	mg/Kg		[Bar chart showing deficiency]				

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)

Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC
1.200	0.800	0.504	0.641	3.145	3.145	16.025	Muy bajo

ANALISIS FISICO : INTERPRETACION

CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION
		Suelo de textura arena franca, adecuado para instalacion de mayoria de cultivos, previa adicion de materia organica de acuerdo al cultivo a instalar.

ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES

CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION
cultivo ant. Frejol a sembrar arroz		Es un suelo con reacción moderadamente alcalino en pH, moderadamente salino en conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica deficiente y normal en nitrógeno, muy alto en concentración de fósforo y alto en potasio respectivamente; para efectuar la recomendación de nutrientes, adicionar materia orgánica y fertilizantes en base de sulfatos de acuerdo a los resultados de análisis; con referencia a la capacidad de intercambio cationico CIC, la interpretación es muy bajo.

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
ING. LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
ING. JAVIER JAIME RAMOS TELLO
CONDUCTOR Y SUPERVISOR

*Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Semillas INIA – Arequipa, 2014.

Anexo 02. Análisis de suelo al final del experimento en el tratamiento T1 (15 T/ha de compost) en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

		PERÚ	Ministerio de Agricultura	Instituto Nacional de Innovación Agraria	EEA Santa Rita Arequipa		
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y SEMILLAS ESTACION EXPERIMENTAL - AREQUIPA INIA							
NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE			VICTOR HUGO ARGOTE CARNERO				
PROCEDENCIA			CALDERONA ALTA SAN JOSE-CAMANA				
MUESTRA			SUELO				
CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	Nº DE INFORME		
5152	18/12/2014	SAN JOSE	B1	CARACTERIZACION	5132		
ANALISIS FISICO							
ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)
34.4	40.6	14.8	ARENA FRANCA	37.0	18.1	11.3	6.8
ANALISIS QUIMICO							
ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO
Materia Organica	%	0.98					
Nitrogeno : C/N	%	0.14					
Fosforo : P	ppm	47.17					
Potasio : K	ppm	237.49					
CO3Ca	%	3.07					
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO
C.E	dS/m extr. 1:2.5	1.50					
			ACIDO	MODERAD ACIDO	NEUTRO	MODERAD ALCALINO	ALCALINO
pH	EXTR. 1:2.5	7.35					
BORO	mg/Kg						
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)							
Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC
15.200	1.200	0.348	0.641	17.389	17.389	2.001	Medio
ANALISIS FISICO : INTERPRETACION contenido de materia orgánica							
CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION					
		Suelo de textura arena franca, adecuado para instalación de mayoría de cultivos, previa adición de materia orgánica de acuerdo al cultivo a instalar.					
ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES							
CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION					
cultivo ant. Frejol a sembrar arroz		Es un suelo con reacción moderadamente alcalino en pH, moderadamente salino en conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica deficiente y normal en nitrógeno, muy alto concentración de fósforo y alto en potasio respectivamente; para efectuar la recomendación de nutrientes, considerar los fertilizantes en base de sulfatos de acuerdo a los resultados de análisis; con referencia a la capacidad de intercambio cationico CIC, la interpretación es medio.					

*Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Semillas INIA – Arequipa, 2014.

Anexo 03. Análisis de suelo al final del experimento en el tratamiento T2 (20 T/ha de compost) en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

		PERÚ		Ministerio de Agricultura		Instituto Nacional de Innovación Agraria		EEA Santa Rita Arequipa	
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS , AGUAS Y SEMILLAS									
ESTACION EXPERIMENTAL - AREQUIPA INIA									
NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE				VICTOR HUGO ARGOTE CARNERO					
PROCEDENCIA				CALDERONA ALTA SAN JOSE-CAMANA					
MUESTRA				SUELO					
CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	N° DE INFORME				
5149	18/12/2014	SAN JOSE	B-2	CARACTERIZACION	5130				
ANALISIS FISICO									
ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)		
45.8	39.4	13.9	ARENA FRANCA	37.0	18.1	11.3	6.8		
ANALISIS QUIMICO									
ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO		
Materia Organica	%	0.98	[Bar chart showing low level]						
Nitrogeno : C/N	%	0.16	[Bar chart showing low level]						
Fosforo : P	ppm	43.68	[Bar chart showing low level]						
Potasio : K	ppm	212.49	[Bar chart showing high level]						
CO3Ca	%	1.79	[Bar chart showing low level]						
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO		
C.E	dS/m extr. 1:2.5	4.60	[Bar chart showing high level]						
			ACIDO	MODERAD ACIDO	NEUTRO	MODERAD ALCALINO	ALCALINO		
pH	EXTR. 1:2:5	7.36	[Bar chart showing high level]						
BORO	mg/Kg		[Bar chart showing low level]						
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)									
Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC		
1.600	0.800	0.417	0.615	3.432	3.432	12.150	muy bajo		
ANALISIS FISICO : INTERPRETACION									
CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION							
		Suelo de textura arena franca, adecuado para instalacion de mayoría de cultivos, previa adición de materia organica de acuerdo al cultivo a instalar.							
ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES									
CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION							
cultivo anterior frejol a sembrar arroz		Es un suelo con reacción moderadamente alcalino en pH, muy salino en conductividad electrica, contenido de materia orgánica deficiente y normal en nitrogeno, muy alto en concentración de fosforo y alto en potasio respectivamente; para efectuar la recomendación de nutrientes, adicionar materia organica y fertilizantes en base de sulfatos de acuerdo a los resultados de analisis; con referencia a la capacidad de intercambio cationico CIC, la interpretación es muy bajo.							
MINISTERIO DE AGRICULTURA INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA				INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA ING. JAVIER JAMME RAMOS TELLO					

*Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Semillas INIA – Arequipa, 2014.

Anexo 04. Análisis de suelo al final del experimento en el tratamiento T3 (25 T/ha de compost) en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

		PERÚ		Ministerio de Agricultura		Instituto Nacional de Innovación Agraria		EEA Santa Rita Arequipa	
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y SEMILLAS ESTACION EXPERIMENTAL - AREQUIPA INIA									
NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE					VICTOR HUGO ARGOTE CARNERO				
PROCEDENCIA					CALDERONA ALTA SAN JOSE-CAMANA				
MUESTRA					SUELO				
CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	N° DE INFORME				
5153	18/12/2014	SAN JOSE	B3	CARACTERIZACION	5134				
ANALISIS FISICO									
ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)		
46.8	38.4	14.8	ARENA FRANCA	37.0	18.1	11.3	6.8		
ANALISIS QUIMICO									
ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO		
Materia Organica	%	1.24	[Bar chart showing deficiency]						
Nitrogeno : C/N	%	0.13	[Bar chart showing deficiency]						
Fosforo : P	ppm	34.07	[Bar chart showing deficiency]						
Potasio : K	ppm	212.49	[Bar chart showing deficiency]						
CO3Ca	%	5.07	[Bar chart showing deficiency]						
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO		
C.E	dS/m extr. 1:2,5	1.53	[Bar chart showing deficiency]						
			ACIDO	MODERAD. ACIDO	NEUTRO	MODERAD. ALCALINO	ALCALINO		
pH	EXTR. 1:2:5	7.42	[Bar chart showing deficiency]						
BORO	mg/Kg		[Bar chart showing deficiency]						
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)									
Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC		
0.800	0.400	0.348	0.590	2.138	2.138	16.277	Muy Bajo		
ANALISIS FISICO : INTERPRETACION									
CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION							
		Suelo de textura arena franca, adecuado para instalacion de mayoría de cultivos, previa adición de materia orgánica de acuerdo al cultivo a instalar.							
ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES									
CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION							
cultivo ant. Frejol a sembrar arroz		Es un suelo con reacción moderadamente alcalino en pH, moderadamente salino en conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica deficiente y bajo en nitrógeno, muy alto en concentración de fósforo y alto en potasio respectivamente; para efectuar la recomendación de nutrientes, adicionar materia orgánica y fertilizantes en base de sulfatos de acuerdo a los resultados de analisis; conreferencia a la capacidad de intercambio cationico CIC, la interpretación es muy bajo.							
MINISTERIO DE AGRICULTURA INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA					INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA				

*Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Semillas INIA – Arequipa, 2014.

Anexo 05. Análisis de suelo al final del experimento en el tratamiento T4 (30 T/ha de compost) en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

		PERÚ		Ministerio de Agricultura		Instituto Nacional de Innovación Agraria		EEA Santa Rita Arequipa	
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS , AGUAS Y SEMILLAS ESTACION EXPERIMENTAL - AREQUIPA INIA									
NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE				VICTOR HUGO ARGOTE CARNERO					
PROCEDENCIA				CALDERONA ALTA SAN JOSE-CAMANA					
MUESTRA				SUELO					
CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	N° DE INFORME				
5151	18/12/2014	SAN JOSE	B4	CARACTERIZACION	5132				
ANALISIS FISICO									
ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)		
29.8	62.6	14.8	ARENA FRANCA	37.0	18.1	11.3	6.8		
ANALISIS QUIMICO									
ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO		
Materia Organica	%	2.78	[Bar chart showing low level]						
Nitrogeno : C/N	%	0.14	[Bar chart showing low level]						
Fosforo : P	ppm	34.07	[Bar chart showing low level]						
Potasio : K	ppm	350.00	[Bar chart showing low level]						
CO3Ca	%	9.10	[Bar chart showing low level]						
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO		
C.E	dS/m extr. 1:2.5	4.60	[Bar chart showing high level]						
			ACIDO	MODERAD ACIDO	NEUTRO	MODERAD ALCALINO	ALCALINO		
pH	EXTR. 1:2.5	7.45	[Bar chart showing high level]						
BORO	mg/Kg		[Bar chart showing low level]						
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)									
Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC		
28.800	1.200	0.498	0.846	22.344	22.344	1.589	alto		
ANALISIS FISICO : INTERPRETACION									
CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION							
		Suelo de textura arena franca, adecuado para instalacion de mayoría de cultivos, previa adición de materia organica de acuerdo al cultivo a instalar.							
ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES									
CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION							
cultivo ant. Frijol a sembrar arroz		Es un suelo con reacción moderadamente alcalino en pH, muy salino en conductividad electrica, contenido de materia orgánica deficiente y normal en nitrogeno, muy alto en concentración de fosforo y alto en potasio respectivamente; para efectuar la recomendación de nutrientes, adicionar materia organica y fertilizantes en base de sulfatos de acuerdo a los resultados de analisis; con referencia a la capacidad de intercambio cationico CIC, la interpretación es alto.							
 MINISTERIO DE AGRICULTURA INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA				 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA ING. JAVIER JAIME RAMIREZ TELLO					

*Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Semillas INIA – Arequipa, 2014.

Anexo 06. Resultados promedios por unidad experimental obtenidos en la variable relación raíz/vástago a los 40 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Los resultados obtenidos son resultado del promedio de la evaluación de doce plantas por unidad experimental.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
I	0.25	0.20	0.22	0.23	0.32
II	0.23	0.33	0.21	0.23	0.38
III	0.18	0.36	0.33	0.47	0.51
IV	0.41	0.28	0.50	0.32	0.28
Promedio	0.27	0.29	0.32	0.31	0.37

Anexo 07. Análisis de Varianza para la relación raíz/vástago a los 40 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabular	Significancia
Tratamientos	4	0.0241	0.0060	0.65	3.26	NS
Bloques	7	0.0570	0.1900	2.06	3.49	NS
Error	12	0.1106	0.0092			
Total	19	0.1917				

CV=30.77%

Anexo 08. Resultados promedios por unidad experimental obtenidos en la variable relación raíz/vástago a los 80 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Los resultados obtenidos son resultado del promedio de la evaluación de doce plantas por unidad experimental.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
I	0.55	0.34	0.46	0.42	0.48
II	0.47	0.77	0.36	0.57	0.65
III	0.39	0.69	0.55	0.78	0.50
IV	0.56	0.76	0.86	0.33	0.46
Promedio	0.49	0.64	0.56	0.53	0.52

Anexo 09. Análisis de Varianza para la relación raíz/vástago a los 80 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabular	Significancia
Tratamientos	4	0.0513	0.0128	0.43	3.26	NS
Bloques	3	0.0657	0.0219	0.74	3.49	NS
Error	12	0.3557	0.0296			
Total	19	0.4726				

CV=31.44%

Anexo 10. Resultados promedios por unidad experimental obtenidos en la variable relación raíz/vástago a los 120 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Los resultados obtenidos son resultado del promedio de la evaluación de doce plantas por unidad experimental.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
I	0.24	0.34	0.50	0.41	0.51
II	0.23	0.43	0.57	0.40	0.48
III	0.32	0.41	0.31	0.48	0.62
IV	0.47	0.33	0.52	0.43	0.34
Promedio	0.32	0.38	0.48	0.43	0.49

Anexo 11. Análisis de Varianza para la relación raíz/vástago a los 120 dds en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabular	Significancia
Tratamientos	4	0.0819	0.0020	1.97	3.26	NS
Bloques	7	0.0022	0.0007	0.07	3.49	NS
Error	12	0.1248	0.0104			
Total	19	0.2088				

CV=24.45%

Anexo 12. Resultados promedios por unidad experimental obtenidos en la variable número de vainas por planta en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Los resultados obtenidos son resultado del promedio de la evaluación de doce plantas por unidad experimental.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
I	13.00	18.00	14.00	15.00	14.00
II	14.00	14.00	11.00	16.00	13.00
III	14.00	11.00	16.00	15.00	12.00
IV	12.00	15.00	12.00	16.00	23.00
Promedio	13.25	14.50	13.25	15.50	15.50

Anexo 13. Análisis de Varianza para el número de vainas por planta en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabular	Significancia
Tratamientos	4	20.30	5.08	0.57	3.26	NS
Bloques	3	14.40	4.80	0.54	3.49	NS
Error	12	106.10	8.84			
Total	19	140.18				

CV=20.65%

Anexo 14. Resultados promedios por unidad experimental obtenidos en la variable peso de vainas por planta en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Los resultados obtenidos son resultado del promedio de la evaluación de doce plantas por unidad experimental.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
I	166.30	117.80	172.30	171.00	214.80
II	151.25	150.40	180.05	177.80	233.70
III	136.35	182.20	191.90	144.65	210.30
IV	140.70	149.15	151.95	190.45	170.55
Promedio	148.65	149.89	174.05	170.97	207.34

Anexo 15. Análisis de Varianza para el peso de vainas por planta en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabular	Significancia
Tratamientos	4	36345.84	9086.46	4.69	3.26	*
Bloques	3	3511.07	1170.36	0.60	3.49	NS
Error	12	23228.97	1935.75			
Total	19	63085.89				

CV=12.92%

Anexo 16. Resultados promedios por unidad experimental obtenidos en la variable rendimiento de forraje verde en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Los resultados obtenidos son resultado del promedio de la evaluación de doce plantas por unidad experimental.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
I	1.320	1.300	1.530	1.730	2.000
II	1.450	1.290	1.470	1.830	2.120
III	1.350	1.380	2.010	1.500	1.600
IV	1.050	1.470	1.050	1.790	2.600
Promedio	1.293	1.360	1.515	1.713	2.080

Anexo 17. Análisis de Varianza para el rendimiento de forraje verde en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabular	Significancia
Tratamientos	4	160.85	40.21	4.25	3.26	*
Bloques	3	1.22	0.41	0.04	3.49	NS
Error	12	113.41	9.45			
Total	19	275.47				

CV=19.31%

Anexo 18. Resultados promedios por unidad experimental obtenidos en la variable rendimiento de materia seca en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Los resultados obtenidos son resultado del promedio de la evaluación de doce plantas por unidad experimental.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
I	0.685	0.674	0.883	0.934	1.112
II	0.843	0.736	0.859	0.955	1.196
III	0.797	0.741	1.030	0.838	0.785
IV	0.627	0.840	0.609	1.005	1.262
Promedio	0.738	0.748	0.845	0.933	1.089

Anexo 19. Análisis de Varianza para el rendimiento de materia seca en el estudio de la determinación del efecto del compost de la paja de arroz como enmienda húmica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 2000 en los suelos del valle de Camaná - Arequipa 2014.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabular	Significancia
Tratamientos	4	33.92	8.48	3.81	3.26	*
Bloques	3	1.73	0.58	0.26	3.49	NS
Error	12	26.71	2.23			
Total	19	62.35				

CV=17.14%