

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“CALIDAD DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DEL ESTIÉRCOL
PORCINO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ
CHALA”**

Presentada por:

LUIS ALBERTO MORENO AYALA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN
PRODUCCIÓN ANIMAL**

Lima – Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“CALIDAD DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DEL ESTIÉRCOL
PORCINO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ
CHALA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

LUIS ALBERTO MORENO AYALA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

PhD. Javier Ñaupari Vásquez
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. José Manuel Cadillo Castro
PATROCINADOR

Ing. Mg. Sc. Julián Chura Chuquiya
CO - PATROCINADOR

Ing. Mg. Sc. José Almeyda Matías
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Marcial Cumpa Gavidia
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios: por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mis padres: por ser los pilares más importantes y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos: por sus consejos, ayuda y constante aliento para concluir dicho estudio.

A mis sobrinas: en especial a Briana y Massiel, que motivaron mis días con su ternura y carisma.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Mg. Sc. José Cadillo Castro, patrocinador del presente trabajo de investigación, por sus valiosas enseñanzas.

Al Ing. Mg. Sc. Julián Chura Chuquija, Co patrocinador del presente trabajo de investigación, por su apoyo y sugerencia en el análisis estadístico.

Al Biólogo Juan Juscamaita Morales, por las enseñanzas del trabajo experimental y por las facilidades brindadas para la producción de abonos orgánicos.

A los miembros de mi comité consejero: PhD. Javier Arturo Ñaupari Vásquez, Ing. Mg. Sc. José Almeyda Matías, Ing. Mg. Sc. Marcial Cumpa Gavidia, por la revisión y sugerencias en la redacción de la presente investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) por la beca de estudios de la maestría.

A la empresa Inversiones Analau S.A.C. por brindarme la facilidad de realizar dicha evaluación de estudio en su campo agrícola.

A María Flor Valderrama Rosas, por su tiempo y apoyo incondicional en la gestión de la tesis.

A mis amigos, Melania Guía Guamaní y Junior Plaza Salazar por el apoyo incondicional en la recopilación de datos.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Actualidad porcina en el Perú.....	3
2.2. Problemáticas medioambientales.....	3
2.3. Estiércol porcino.....	5
2.4. Composición química del estiércol porcino.....	7
2.5. Tecnologías para el tratamiento de las excretas.....	9
2.5.1. Tratamiento físico.....	9
2.5.2. Tratamiento químico.....	10
2.5.3. Tratamiento biológico.....	10
2.6. Principales usos del estiércol porcino.....	12
2.6.1. Uso como abono orgánico para las plantas.....	12
2.6.2. Uso como ingrediente en alimentación animal.....	13
2.7. Abonos orgánicos	15
2.7.1. Efecto en las propiedades físicas del suelo.....	15
2.7.2. Efecto en las propiedades químicas del suelo.....	16
2.7.3. Efecto en las propiedades biológicas del suelo.....	17
2.8. Tipos de abonos orgánicos.....	18
2.8.1. Biofertilizante líquido ó Biol.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Localización.....	22
3.2. Descripción del campo de evaluación.....	22
3.3. Análisis de laboratorio.....	23
3.3.1. Análisis microbiológico del estiércol porcino y el abono orgánico acelerado... 24	
3.3.2. Análisis de materia orgánica del estiércol sólido, biol y biosol.....	25
3.3.3. Análisis de suelo – caracterización física y química.....	25

3.3.4. Análisis nutricional de la planta.....	25
3.4. Tratamientos	26
3.5. Rendimiento del cultivo maíz chala.....	27
3.5.1. Rendimiento forrajero.....	27
3.5.2. Valor nutricional de la planta.....	28
3.5.3. Caracterización de las propiedades físicas y químicas del suelo.....	29
3.5.4. Costo de producción e índice de rentabilidad.....	29
3.6. Preparación de abonos orgánicos a partir del estiércol porcino.....	30
3.6.1. Preparación del biol y biosol.....	30
3.6.2. Obtención del estiércol sólido.....	31
3.7. Procedimiento para la aplicación de los abonos orgánicos y químico.....	32
3.7.1. Aplicación del T1: fertilizante químico.....	32
3.7.2. Aplicación del T2: estiércol sólido.....	32
3.7.3. Aplicación del T3: estiércol sólido más fertilizante químico.....	32
3.7.4. Aplicación del T4: biosol.....	32
3.7.5. Aplicación del T5: biol.....	32
3.8. Población y muestra.....	33
3.9. Diseño estadístico.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
4.1. Evaluación de la calidad de abonos orgánicos.....	34
4.1.1. Determinación del pH y acidez titulable del biofermento acelerado.....	34
4.1.2. Análisis físico químico del abono orgánico.....	36
4.1.3. Análisis microbiológico de los abonos orgánico.....	38
4.2. Evaluación del rendimiento forrajero.....	39
4.2.1. Días de floración masculino (DFM) y femenina (DFF).....	39
4.2.2. Altura de planta.....	40
4.2.3. Altura de mazorca.....	42

4.2.4. Diámetro de tallo.....	43
4.2.5. Peso Fresco de Mazorca.....	44
4.2.6. Peso Fresco de la Planta.....	46
4.2.7. Peso fresco por hectárea.....	47
4.3. Valor nutricional de la planta.....	49
4.4. Propiedades físicas y químicas del suelo post cosecha.....	51
4.5. Costo de producción e índice de rentabilidad.....	53
V. CONCLUSIONES.....	55
VI. RECOMENDACIONES.....	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
VIII. ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Composición química de los compuestos tóxicos.....	5
Tabla 2:	Producción diaria de excretas según etapa del cerdo.....	7
Tabla 3:	Excreción diaria de nutrientes del estiércol porcino.....	8
Tabla 4:	Excreción anual de nutrientes del estiércol porcino.....	8
Tabla 5:	Composición química del estiércol de diversos animales.....	9
Tabla 6:	Composición química del estiércol porcino.....	14
Tabla 7:	Efecto de 4 años de aplicación continua de estiércol vacuno sobre algunas características físicas del suelo.....	16
Tabla 8:	Efecto de la aplicación anual de 20 toneladas de gallinaza durante 10 años sobre la población.....	17
Tabla 9:	Composición química de los biofertilizantes acelerados.....	20
Tabla 10:	Medición de pH en los biofermentos acelerados a partir de estiércol porcino.....	21
Tabla 11:	Población de cerdos y producción de estiércol porcino.....	23
Tabla 12:	Muestras para el análisis de laboratorio.....	24
Tabla 13:	Análisis fisicoquímico del estiércol porcino sólido y biosol.....	36
Tabla 14:	Análisis fisicoquímico del biol porcino.....	37
Tabla 15:	Comparación de la carga microbiana del estiércol porcino y el abono orgánico acelerado.....	38
Tabla 16:	Comparación de medias de los días de floración masculina y femenina..	39
Tabla 17:	Análisis químico (%) ajustado al 100% de MS de los abonos en estudio.....	49
Tabla 18:	Estimación del valor energético de los tratamientos en estudio (base seca).....	50
Tabla 19:	Caracterización de las propiedades físicas y químicas de suelo - inicial y post cosecha.....	52
Tabla 20:	Costo de producción e índice de rentabilidad.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Uso del estiércol porcino en diferentes actividades agropecuaria.....	6
Figura 2:	Poza de almacenamiento del estiércol porcino.....	23
Figura 3:	Área de las parcela por tratamiento.....	26
Figura 4:	Distribución de los tratamientos con un diseño de bloques completamente al azar.....	27
Figura 5:	Preparación de los abonos orgánicos acelerado.....	30
Figura 6:	Medición del pH de los biofermentos.....	31
Figura 7:	Producción de estiércol sólido - Maquina prensadora.....	31
Figura 8:	Variación del pH del biofermento acelerado.....	34
Figura 9:	Variación de la acidez titulable.....	35
Figura 10:	Comparaciones de medias de la altura de planta.....	41
Figura 11:	Comparaciones de medias de la altura de mazorca.....	42
Figura 12:	Comparaciones de medias del diámetro de tallo.....	44
Figura 13:	Comparaciones de medias del peso fresco de mazorca.....	45
Figura 14:	Comparaciones de medias del peso fresco de la planta.....	47
Figura 15:	Comparaciones de medias del peso fresco por hectárea.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1:	Análisis microbiológico del estiércol porcino.....	64
Anexo 2:	Análisis microbiológico del abono orgánico acelerado.....	65
Anexo 3:	Análisis de materia orgánica del estiércol del cerdo.....	66
Anexo 4:	Análisis de materia orgánica del biosol.....	67
Anexo 5:	Análisis de materia orgánica del biol o abono líquido acelerado.....	68
Anexo 6:	Caracterización del suelo - antes de la siembra.....	69
Anexo 7:	Caracterización del suelo - después de la siembra.....	70
Anexo 8:	Análisis químico del maíz chala – Análisis proximal.....	71
Anexo 9:	Análisis de varianza (ANVA) – Días de floración masculina.....	72
Anexo 10:	Análisis de varianza (ANVA) – Días de floración femenina.....	72
Anexo 11:	Análisis de varianza (ANVA) – Altura de planta.....	73
Anexo 12:	Análisis de varianza (ANVA) – Altura de mazorca.....	73
Anexo 13:	Análisis de varianza (ANVA) – Diámetro de tallo.....	74
Anexo 14:	Análisis de varianza (ANVA) – Peso fresco de mazorca.....	74
Anexo 15:	Análisis de varianza (ANVA) – Peso fresco de la planta.....	75
Anexo 16:	Análisis de varianza (ANVA) – Peso fresco por hectárea.....	75
Anexo 17:	Costo de producción del maíz chala por hectárea con fertilizante químico.....	76
Anexo 18:	Costo de producción del maíz chala por hectárea con estiércol solido.....	77
Anexo 19:	Costo de producción del maíz chala por hectárea con fertilizante químico más estiércol sólido.....	78
Anexo 20:	Costo de producción del maíz chala por hectárea con biosol.....	79
Anexo 21:	Costo de producción del maíz chala por hectárea con biol.....	80

RESUMEN

Se determinó la calidad de los abonos orgánicos a partir del estiércol porcino con el objetivo de evaluar el rendimiento forrajero, valor nutricional de la planta, propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha y utilidad neta. Los abonos orgánicos (biol y biosol) se obtuvieron mediante una fermentación homoláctica y el estiércol sólido a través de un proceso físico. La evaluación se realizó en la empresa Inversiones Analau, ubicada en el distrito de Lurín - Lima. Los tratamientos fueron: fertilizante químico (T1. Control), estiércol sólido (T2), fertilizante químico + estiércol sólido (T3), biosol (T4) y biol (T5). Para el análisis estadístico del rendimiento forrajero se utilizó el diseño de bloques completamente al azar. El valor nutricional de la planta, y las propiedades físicas y químicas del suelo se obtuvieron a través de un análisis de laboratorio. Los resultados para el rendimiento forrajero fueron estadísticamente no significativo ($p > 0.05$); altura de planta (2.62, 2.75, 2.70, 2.76 y 2.55 m), peso mazorca (0.243, 0.264, 0.270, 0.266 y 0.230 kg); peso planta (1.01, 1.08, 1.05, 1.07 y 0.95 kg) y peso por hectárea (68.7, 73.9, 71.5, 73.1 y 64.5 t) respectivamente. El T3 obtuvo mayor proteína cruda 10.5 por ciento, extracto etéreo 1.6 por ciento, fibra cruda 25.4 por ciento y fibra detergente neutra 54.8 por ciento. Sin embargo, mayor energía neta de lactancia (EN_l) se obtuvo con el T1, 1.41 Mcal/Kg. Mejores propiedades físicas y químicas del suelo post cosecha se logró con el T2, 2.56 por ciento de materia orgánica, 59.4 ppm fósforo, 230 ppm potasio y clase textural (franco). Mayor rentabilidad económica se obtuvo con el T2, S/. 4270.40 de utilidad neta por hectárea.

Palabras claves: Estiércol porcino, Abono orgánico, Valor nutritivo, Suelo, Rentabilidad.

ABSTRACT

The quality of organic fertilizers was determined from swine manure with the objective of evaluating the forage yield, plant nutritional value, physicochemical properties of the post-harvest soil and net profit. The organic fertilizers (biol and biosol) were obtained by homolactate fermentation and the solid manure through a physical process. The evaluation was carried out at Inversiones Analau, located in the district of Lurin - Lima. The treatments were: chemical fertilizer (T1 Control), solid manure (T2), chemical fertilizer + solid manure (T3), biosol (T4) and biol (T5). For the statistical analysis of forage yield, the completely randomized block design was used. The nutritional value of the plant, and soil physical and chemical properties were obtained through laboratory analysis. The results for forage yield were statistically not significant ($p > 0.05$); plant height (2.62, 2.75, 2.70, 2.76 and 2.55 m), weight of maize (0.243, 0.264, 0.270, 0.266 and 0.230 k); plant weight (1.01, 1.08, 1.05, 1.07 and 0.95 k) and weight per hectare (68.7, 73.9, 71.5, 73.1 and 64.5 t) respectively. T3 had the best crude protein 10.5 percent, ethereal extract 1.6 percent, crude fiber 25.4 percent and neutral detergent fiber 54.8 percent. However, higher net energy for milking (EN1) was achieved by T1, 1.41 Mcal/k. Better physical and chemical properties of post-harvest soil was achieved with T2, 2.56 percent organic matter, 59.4 ppm phosphorus, 230 ppm potassium and textural class (loam). Greater economic profitability is obtained with T2, S/. 4270.40 net profit per hectare.

Key words: Swine manure, Organic fertilizer, Nutritive value, Soil, Profitability.

I. INTRODUCCIÓN

La crianza intensiva de cerdos en confinamiento y de tipo familiar ha venido experimentando un crecimiento sostenido durante los últimos años, contribuyendo de manera significativa al desarrollo del país. A nivel nacional existe alrededor de 3, 254, 000 cerdos, con una producción de 2.3 millones para beneficio, siendo la región Lima el mayor productor del país, con 650,000 cerdos, que representa el 42 por ciento de la producción nacional (APP, 2017).

El incremento poblacional de cerdos ha traído consigo el aumento del volumen de estiércol producido; por ello las empresas porcinas de producción intensiva, que no cuentan aún con planes de tratamiento, almacenamiento y uso del estiércol porcino, provocan daños medio ambientales, perjudicando el medio hídrico, atmosférico y suelo (Pinos *et al.*, 2012). Así mismo Lima es una de las ciudades con los mayores índices de contaminación ambiental de Latinoamérica, el principal medio afectado es el aire y el agua que tiene como principal causa los desagües vertidos directamente a los ríos (OMS, 2014).

El estiércol porcino, emite gases contaminantes que son generadores de olores desagradables que pueden producir alteraciones fisiológicas y psicológicas en los humanos, perjudicando la salud de las personas que trabajan en la granja o los que viven en sus alrededores (FAO, 2009). Por sus efectos contaminantes y emisión de olores desagradables, el estiércol porcino pone en riesgo la permanencia de las granjas en ciertos lugares, por denuncias y reclamos de los pobladores ante las autoridades municipales y ambientales. Sin embargo, hay varias alternativas tecnológicas que permiten el uso racional del estiércol porcino, los cuales minimizan su efecto contaminante, uno de ellos es el uso del estiércol sólido y el bioprotector (BioLac), que tiene bacterias benéficas del género *Lactobacillus*, que neutralizan los malos olores, aceleran la descomposición de la materia orgánica y lo convierten rápidamente en abonos orgánicos, que al ser usados mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Mosquera, 2010), lo que favorece el crecimiento y desarrollo de los cultivos, mejorando la producción de forraje y su valor nutricional (Segura, 2006). Incluso son más económicos y saludables que los

fertilizantes químicos, lo que beneficia a los agricultores y también a los porcicultores, por el justo precio que reciben por él.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la calidad de los abonos orgánicos a partir del estiércol porcino y evaluar su efecto en el rendimiento del maíz chala. Los objetivos específicos fueron: i) determinar el pH y acidez de los abonos orgánicos, ii) analizar las propiedades físicas, químicas y microbiológico de los abonos, iii) evaluar el rendimiento forrajero del maíz chala, iv) determinar las propiedades físicas y químicas del suelo post cosecha, v) analizar el valor nutricional de la planta; y, vi) calcular el costo de producción y beneficio neto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Actualidad porcina en el Perú.

En la actualidad la industria porcina ha venido incorporando sistemas tecnificadas adaptadas al medio ambiente y la genética; pero todavía existen barreras, la más importante es la informalidad de la crianza o de tipo traspatio que ha tomado un auge considerable en los últimos años. La crianza casera ocupa el 60 por ciento de la población porcina, que solo alcanza el 35 por ciento de su producción, mientras que el 20 por ciento que ocupa la población de cerdos en crianza tecnificada alcanza una producción de 65 por ciento.

Según CENAGRO (2012) reportó la población del ganado porcino en el país alrededor de 2, 224,300, pero estas cifras han cambiado considerablemente en los últimos años, donde APP (2017) publicó la existencia de más de 3, 254,000 cerdos, mayor en 47 por ciento a lo registrado en el último Censo Nacional Agropecuario; además el departamento que ocupa el primer lugar con mayor población porcina es Lima, con 403,000 cerdos, que representa el 12 por ciento de la población total.

Lima es la región del Perú con la más abundante producción de carne de cerdo en los últimos años, alrededor de 650,000 cerdos son beneficiados anualmente, que representa el 42 por ciento de la producción nacional (APP, 2017); esta producción específicamente se debe al aumento de nuevas granjas tecnificadas, incremento de población de vientres en granjas establecidas y al aumento de criadores de traspatio, aquello es producto principalmente al aumento del consumo per cápita en los últimos años, a la cercanía al gran mercado consumidor que es Lima, al abastecimiento de materias primas para la preparación de alimentos balanceados, a la disponibilidad de residuos de alimento de restaurante y desperdicios de los mercados de abasto para la crianza de tipo traspatio.

2.2. Problemáticas medioambientales.

El Perú, a pesar de ser un país con una gran diversidad de ecosistema, presenta una mala utilización de sus recursos naturales debido a la precariedad de la formación cultural y a la

falta de la política efectiva que estimule el desarrollo sustentable. La porcicultura en el país, paso por profundas alteraciones tecnológicas en las últimas décadas buscando principalmente el aumento de la productividad y reducción de los costos de producción, dejando de lado el impacto ambiental que puede producir, porque eso trajo consigo al incremento de grandes volúmenes de desechos en una pequeña extensión de tierra (Castillo, 2001).

Actualmente en el país, contamos aún con gran número de granjas porcinas de sistema intensivo que no cuentan con instalaciones adecuadas para el manejo y tratamiento de sus desechos, principalmente el estiércol porcino. La administración adecuada de esos desechos en granja porcícolas es un problema aún poco valorizado, pero que tiene consecuencias muy serias en la preservación del medio ambiente (Olivera, 1994). Existen iniciativas que predominan para minimizar el problema de polución por desechos, que están relacionados con procedimientos de tecnologías, que establecen formas para su almacenamiento y proceso, teniendo en cuenta, su potencial como fertilizante, incluso con la posibilidad del uso como alimento para vacunos y cerdos.

Investigaciones realizadas en otros países asociadas a las nuestras y al conocimiento de nuestros sistemas de producción permiten que presentemos esa discusión y que lleguemos a algunas inferencias. Entre los principales componentes residuales de los desechos de cerdos es el nitrógeno, el fósforo y algunos microminerales como el zinc y cobre. El problema del nitrógeno en el suelo es su transformación en nitrato, que fácilmente se mueve en el suelo y se disuelve en el agua. El nitrógeno también puede contaminar el ambiente en forma de amoníaco (Lee y Coulter, 1990); sulfuro de hidrógeno, metano y dióxido de carbono, representan riesgos directos a la salud de los trabajadores y de los mismos cerdos en explotación. Esto es debido a que el amoníaco es irritante por lo que tiende a producir malestar en los cerdos; el amoníaco proviene del nitrógeno excretado principalmente en la orina el 85 por ciento y en las heces el 15 por ciento (Mariscal, 2007). Castillo (2001) indica que el otro componente es el exceso de fósforo, así como el nitrógeno y otros nutrientes que favorecen el desarrollo ordenado de algas; la descomposición de estas algas consumen oxígeno disuelto en agua, a este crecimiento de algas y el consumo de oxígeno disuelto en agua es llamado el nombre de eutrofización, lo cual perjudica el crecimiento de especies acuáticas, como peces y crustáceos. Según, Noa (2013) plantea que el estiércol porcino, si no es tratado o manejado correctamente,

puede ser causante de fenómenos perjudiciales debido a su composición química, generando problemas de contaminación ambiental (Tabla 1). Cabe resaltar que empresas porcinas que se encuentran alrededor de las ciudades y no cuentan con planes de tratamiento de sus desechos, emiten olores desagradables y aumento del número de moscas, poniendo en riesgo la permanencia de sus instalaciones por reclamos y denuncias por parte de la comunidad y de las autoridades.

Lima ocupa el primer lugar en población y producción de cerdos a nivel nacional, esto va relacionado a mayor cantidad de estiércol emitido; por ello se estima una producción aproximada de 3224 t de estiércol por día, que son arrojadas, en su mayoría, a fosas o directamente al suelo propiciando serios problemas de contaminación.

Tabla 1: Composición química de los compuestos tóxicos.

Fenómeno	Compuesto
Eutrofización	Nitrógeno (N), Fósforo (P)
Acidificación	Amoníaco (NH ₃), Óxidos de N(NO _x)
Aumento del efecto invernadero	Compuestos de azufre (S)
Reducción de la capa de ozono	Dióxido de carbono (CO ₂), Metano (CH ₄)
Desecación por uso de aguas subterráneas	Óxidos de N (N ₂ O)
Difusión de metales pesados y plaguicidas	Bromometano (CH ₃ Br)
Molestias locales por olor o ruido	

FUENTE: Noa (2013).

2.3. Estiércol porcino.

Actualmente las granjas porcinas en confinamiento, producen gran número de cerdos por día, esto va relacionado al aumento del volumen de desechos, principalmente el estiércol. Gross (1981) denomina al estiércol como la mezcla de la cama de los animales y sus deyecciones sólidas y líquidas. Bertrand (1993) indica que desde el punto de vista físico, los estiércoles están formados por un material heterogéneo de color oscuro constituido por las deyecciones sólidas y líquidas, restos de alimentos del animal y agua procedente del lavado de los corrales que se encuentra en fosas, a las que se une el agua de lluvia si estas son abiertas. Cadillo (2008) menciona que el estiércol de cerdo es el principal desecho de

la crianza porcina, es un potencial contaminante del ambiente; sin embargo puede ser aprovechado en una serie de actividades productivas agropecuaria (Figura 1).

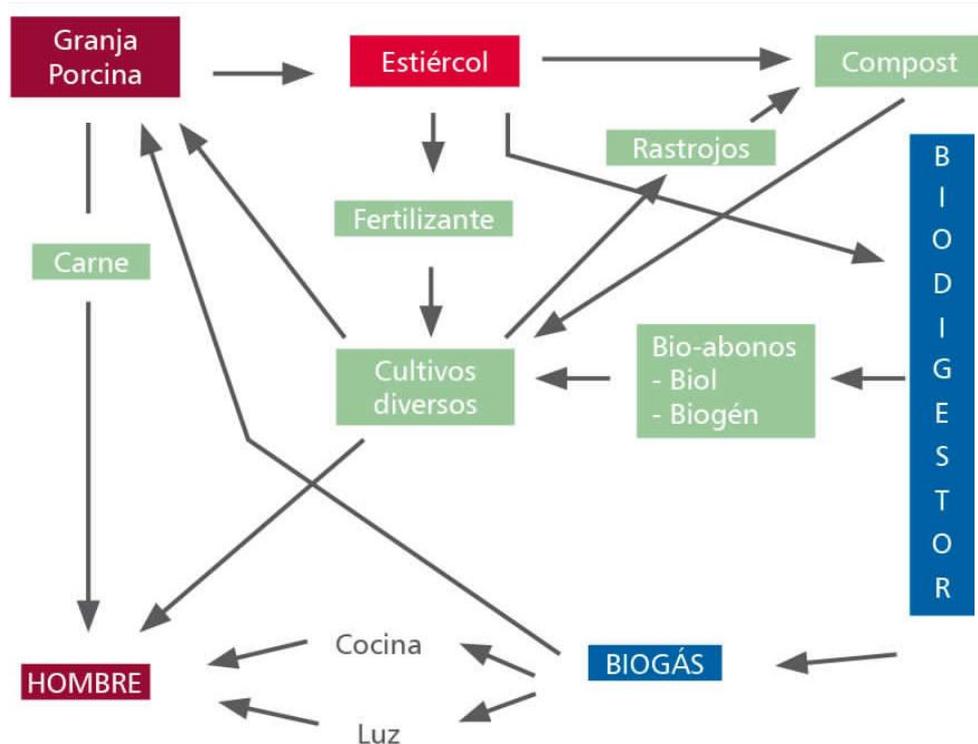


Figura 1. Uso del estiércol porcino en diferentes actividades agropecuaria.

FUENTE: Cadillo (2008).

El cerdo desecha las sustancias que no asimila en su tracto digestivo, las cuales van de 60 a 80 por ciento de lo consumido y principalmente son eliminados como materia fecal y orina (Iparraguirre, 2008). Estas fracciones no digeridas de alimentos junto con constituyentes de origen interno, como jugos digestivos, células epiteliales y microorganismos y los productos de su actividad. Las fracciones no digeridas de alimentos están formadas por tejidos lignificados, epidermis incrustadas de cutina si el animal consume gramíneas, y fragmentos de parénquima, si consume plantas jóvenes y hojas. Además, las deyecciones sólidas contienen glúcidos como lignina, celulosa, lignocelulosa y hemicelulosa, junto con aminoácidos y polipéptidos no digeridos (Coppenet, citado por Sánchez, 2001).

Los volúmenes de estiércol están en función a la edad del animal, estado fisiológico, cantidad de alimento ingerido, cantidad de agua consumida, instalaciones, clima y otros factores. Los factores ligados a las instalaciones afectan principalmente el contenido de

agua en los estiércoles, así como la emanación de gases. Cadillo (2008) determina que por cada 100 kg de peso vivo, se produce alrededor de 5 a 6 kg de estiércol por día y según Olivera (1994) indica, que la cantidad de estiércol producido diariamente por los cerdos varía entre el 4.9 a 8.5 por ciento de su peso corporal, proviniendo la mayor parte de este volumen de la orina. Es importante determinar el volumen diario de excretas, orina, y estiércol en granja, que se produce por animal de acuerdo a la etapa fisiológica, serán datos reales de cada empresa que nos va permitir planificar y tomar decisiones de las labores dentro del manejo y tratamiento de los desechos orgánicos. Penz, citado por Mariscal (2007) proporciona datos del volumen diario de excretas producidas por etapa del animal (Tabla 2).

Tabla 2: Producción diaria de excretas según etapa del cerdo.

Etapa	Heces kg/día	Heces + orina kg/día	Volumen lt/día	Volumen m³/animal/mes
25 – 100 Kg.	2.3	4.9	7.0	0.25
Hembra	3.6	11	16.0	0.48
H. Lactación	6.4	18	27.0	0.81
Semental	3.0	6.0	9.0	0.28
Lechón	0.35	0.95	1.4	0.05
Promedio	2.35	5.8	8.6	0.27

FUENTE: Penz, citado por Mariscal (2007).

2.4. Composición química del estiércol porcino

La composición química de las excretas de cerdos depende de diversos factores, ya sea el alimento (cantidad suministrado, composición nutricional, calidad), animal (estado sanitario, edad, sexo, etapa fisiológica), y tipos de instalaciones (Mariscal, 2007); otros factores a tener en cuenta son la utilización o no de cama, su tipo, la mayor o menor incorporación de agua para limpieza y la forma de almacenamiento. Según la etapa del animal la caracterización y composición del estiércol porcino varía diariamente (Tabla 3) y anualmente (Tabla 4).

Tabla 3. Excreción diaria de nutrientes del estiércol porcino.

Etapa Animal	N g/día	P g/día	K g/día
Lechón	8.2	2.4	4.5
Crecimiento	15.4	4.5	9.1
Engorde	35.4	10.4	20.4
Finalización	47.2	16.3	26.8
Cerda Gestante	31.3	10.4	18.1
Cerda Lactante	45.4	14.1	24.5
Verraco	36.7	10.4	23.1

FUENTE: Moore y Gamroth (1993)**Tabla 4.** Excreción anual de nutrientes del estiércol porcino

Etapa Animal	N kg/día	P kg/día	K kg/día
Lechón	2.6	0.9	1.7
Crecimiento	5.0	1.6	3.2
Engorde	11.3	3.7	7.3
Finalización	15.0	5.0	10.0
Cerda Gestante	10.4	3.5	6.8
Cerda Lactante	38.1	12.7	24.9
Verraco	12.7	4.3	8.6

FUENTE: Vanderholm, citado por Mariscal (2007)

Los elementos principales del estiércol porcino es el nitrógeno (gran parte en forma orgánica), fosforo y potasio (sobre todo en forma inorgánica), junto con cantidades apreciables de elementos secundarios: calcio, magnesio y sodio, y los oligoelementos: hierro, cobre y zinc (Atallah, citado por Castillo, 2001). Los nutrientes del estiércol de los animales son un gran aporte de materia orgánica para los suelos agrícolas (Tabla 5). El alto contenido de nitrógeno en las excretas se debe a que en la alimentación de los cerdos se proporciona cantidades considerables de proteína y otros compuestos nitrogenados y se estima que 38 y 52 por ciento de N es eliminado en las excretas y la orina.

Tabla 5: Composición química del estiércol de diversos animales.

Animal	% Nitrógeno (N)	% Oxido de Fosforo (P₂O₅)	% Oxido de Potasio (K₂O)	Conductividad Eléctrica (CE) dS/m	pH	Carbono/ Nitrógeno (C/N)
Cerdos	4.00	6.98	0.52	5.40	7.1	9.80
Vacuno	2.09	2.86	1.41	36.0	8.3	38.8
Gallinaza	2.90	4.08	2.02	9.20	7.1	10.92
Codorniz	1.50	0.19	1.19	20.0	8.2	22.40
Caprinos	2.17	1.26	2.91	11	8.5	17.2

FUENTE: Guerrero (1993).

2.5. Tecnologías para el tratamiento de las excretas.

Las tecnologías para el tratamiento de excretas tienen como objetivo principal disminuir el impacto ambiental y generar productos para ser utilizados como ingrediente para la alimentación animal (Zanabria, 1998); y como abonos orgánicos para la fertilización del suelo (Olascoaga, 2007). Estos tratamientos se clasifican en: físico, químico y biológico.

2.5.1. Tratamiento físico.

El sistema más utilizado, en el tratamiento físico para el manejo y aprovechamiento del estiércol porcino son los equipos que separan sólido y líquido (separadores de tornillo de prensa). La máquina exprime la mayor cantidad del agua, produciendo estiércol seco o sólido, que pueden ser transportado fácilmente y usarse como abonos orgánicos para el suelo o alimento para los animales (Martínez, 2004). Los sólidos separados tienen un contenido óptimo de humedad para ser almacenado por un largo plazo. La estructura del estiércol sólidos separados, permite el movimiento libre del aire para el compostaje o el secado a un bajo contenido de humedad tanto para la deshidratación o la formulación en raciones alimenticias. Con este método se recupera tanto el alimento digerido como el no digerido y se disminuye la cantidad de humedad.

Las ventajas que se adquiere es reducir el volumen de desechos a tratar, mayor aceptación por parte de los animales, pueden usarse como ingredientes de la ración o como fertilizante del suelo, su almacenamiento y transporte es más sencillo, y minimiza olores desagradables; en cambio las desventajas que se pueden tener es la elevada pérdida de nutrientes cuando los líquidos no son utilizados, la presencia de patógenos, elevada inversión inicial y el alto costo de mantenimiento, además este equipo es recomendado para granjas con grandes instalaciones para que justifique los costos de inversión.

2.5.2. Tratamiento químico.

Existe diversas sustancias químicas, entre ellos la utilización de coagulantes para el tratamiento del estiércol, mejora el rendimiento de separación de líquidos y sólidos, pueden utilizarse coagulantes minerales como el calcio, cloruro férrico, sulfato de hierro y sulfato de aluminio o coagulantes orgánicos como el poli electrolitos en forma de cationes (Ballester, 1993). Un tratamiento consistente en una primera floculación con cloruro férrico, seguido de una separación, filtración bajo una presión, permite obtener una fase líquida sin olor que pueda almacenarse o usarse en irrigación ya que obtiene el 40 a 50 por ciento del nitrógeno, 10 por ciento de fosforo y 60 por ciento de potasio. La fase solida está constituida fundamentalmente por la materia orgánica, contiene un 30 por ciento de materia seca y de ella se han retirado la mayor parte de elementos fertilizantes; además concentra el 80 por ciento de la carga contaminante del estiércol en un 20 por ciento del volumen inicial. Esta fase se puede compostar y reutilizarse posteriormente (Chatillon, citado por Sánchez, 2001).

2.5.3. Tratamiento biológico.

Principalmente consiste en desarrollar un cultivo bacteriano que actúa sobre los residuos y utilizando la materia orgánica como sustrato para su actividad; por tanto reducen la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) del residuo, controlando al mismo tiempo los malos olores. Los microorganismos no actúan directamente sobre las materias a degradar, sino por medio de sus enzimas que ejercen de catalizadores. Estos enzimas son múltiples y específicos y están sometidos a la influencia de diversos factores, tales como la temperatura, pH, presencia y ausencia de ciertos elementos (Nebreda, citado por Sánchez, 2001). El control de los sistemas de tratamiento biológico precisa por una parte, del conocimiento de las reacciones bioquímicas en las que intervienen los microorganismos y, por otra, de las características del efluente, del volumen de flujo y la

carga orgánica del efluente a tratar, (Stafford, citado por Sánchez 2001). Existen dos tipos de bacterias que condicionan el tratamiento:

Tratamiento anaerobio.

En este proceso la descomposición de las excretas se lleva a cabo sin la presencia de oxígeno, las bacterias involucradas son de dos categorías, las que forman ácido o las que sintetizan metano. La digestión anaerobia de un material orgánico da lugar a una mezcla de metano y dióxido de carbono principalmente, denominado biogás que puede usarse como combustible. A pesar de un proceso de digestión anaerobia altamente efectivo (con un rendimiento en destrucción de DBO del 90 a 95 por ciento), después de la digestión el efluente sigue teniendo una DBO suficientemente elevada como para no poder ser vertido en ningún cauce de agua, por lo que el proceso debe ser completado con otro u otros sistemas de tratamiento (Sánchez, 2001). Además, como en cualquier otro proceso de tratamiento biológico, se generan unos lodos a los que hay que dar algún destino que generalmente, es la aplicación a los suelos agrícolas.

Mediante el proceso de digestión anaerobia se reducirá significativamente la carga contaminante del efluente sin perder el valor fertilizante mineral que contiene (Stafford, citado por Sánchez 2001). Este proceso tiene la ventaja, frente a las técnicas aerobias, de ahorrar energía al no requerir oxígeno; se obtienen además subproductos valiosos como el biogás, (Boopathy, 1998); e incluso se utiliza el residuo procedente del digestor como alimento animal (en forma de proteína microbiana) o como fertilizante para uso en agricultura, tal y como se ha mencionado anteriormente.

La digestión metánica influye de manera importante sobre el valor fertilizante de los efluentes tratados. La utilización de un estiércol de porcino digerido anaerobiamente en un cultivo de raygrass muestra un ligero aumento de la producción (6 por ciento) cuando se aplican al suelo junto con una fertilización mineral (150 kg/ha de N-P-K) y un incremento más importante (17 por ciento) cuando se aplican en ausencia de fertilización mineral nitrogenada. La menor efectividad de los efluentes no digeridos se debe al bloqueo momentáneo del nitrógeno mineral del suelo provocado por la descomposición de las sustancias biodegradables, (Juste *et al.*, citado por Sánchez 2001).

Tratamiento Aerobio

El tratamiento aerobio del estiércol consiste en la digestión de la materia orgánica a partir de fermentaciones aerobias, es decir, por oxidación con el oxígeno disuelto en el estiércol. Con ello se consigue estabilizar una parte de la materia orgánica reduciendo la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y aparecen nitratos, sulfatos, fosfatos y dióxido de carbono. El agua se separa por decantación, quedando en el fondo unos lodos, característicos de cada estiércol, que posteriormente pueden ser sometidos a una digestión, un secado o una aplicación al suelo (Nebreda 1982).

El tratamiento aerobio limita el olor del estiércol y normalmente conduce a la formación de compuestos oxidados, (Besnard, citado por Sánchez, 2001). Cuando el estiércol es aireado el nitrógeno se encuentra principalmente en forma de amonio y se pierde por volatilización de amoníaco. Si la concentración de O₂ disuelto en el líquido aireado es suficiente, se forman nitritos y nitratos, se produce simultáneamente nitrificación y desnitrificación y se pierde más del 50 por ciento del nitrógeno. Con la parte sólida del estiércol se puede realizar el compostaje que consiste en la descomposición aeróbica en rangos de temperatura termofílica (40 – 65°C), su objetivo es estabilizar la materia orgánica, así como higienizar el residuo para obtener un abono orgánico de calidad (Martínez, 2004).

2.6. Principales usos del estiércol porcino.

El sistema de una producción porcina por su naturalidad de procesos genera estiércol, por ello es un hecho que esté allí, y lo menos costoso para utilizarlo es en la fertilización de tierras y en algunos casos como ingrediente para la alimentación animal. En Principio hay dos posibilidades, uno evaluar costos de procesarlo, o convertirlo en alternativa de un nuevo negocio, en una nueva oportunidad de obtener utilidades. Por ello para darle un valor agregado se debe contar con instalaciones que permitan la rápida evacuación del estiércol, sea por higiene y para su aprovechamiento económico. Por tanto describiremos a continuación los principales usos del estiércol porcino.

2.6.1. Uso como abono orgánico para las plantas.

La forma más económica y ambientalmente amigable para la disposición del estiércol porcino es normalmente aplicarla en tierras agrícolas. La responsabilidad del porcicultor es

que esto se convierta realmente en un recurso y no en un contaminante. Existen muchos beneficios que ofrece el uso del estiércol porcino como fertilizante, uno de ellos es mejorar las cosechas y las propiedades físico químico de los suelos.

Por su alto contenido de materia orgánica, el estiércol porcino es usado como abono orgánico, al incorporar al suelo mejora su fertilidad, libera gradualmente nutrientes para la planta, ayuda a la estabilidad del suelo, debido a que la materia orgánica está involucrada en las propiedades física del suelo y reduce la erosión de la misma; además por su alto contenido de nitrógeno es usado cuando se descompone por la actividad microbiana (Olascoaga, 2007).

El estiércol porcino utilizado como fertilizante tiene las mismas consecuencias benéficas de una fertilización química, es decir incrementa la producción agrícola, pero a comparación de ello, es el ahorro en los costos por fertilizante y la mejora de las propiedades fisicoquímicos del suelo. La aplicación adecuada de excretas a las tierras puede sostener una producción intensiva de cosechas sin depender de adiciones significativas de fertilizantes externos. Weeks (1994) afirma que la aplicación de estiércol porcino a los suelos es un hecho que mejora la estructura del suelo e incrementa su contenido de materia orgánica, lo cual conduce a un aumento de su profundidad, de su capacidad de retención de nutrientes y de agua y reduce la erosión. Muchos son los beneficios producidos por los abonos orgánicos en el desarrollo de las plantas; los cuales se pueden atribuir, entre otros, a que son materiales de rápida degradabilidad y portadores de nutrientes como N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn y Cu; la presencia de microorganismo enriquecen y activan la población del suelo (Castillón, 1993).

2.6.2. Uso como ingrediente en alimentación animal.

Bajo la presión de producir alimentos en sistemas que mantengan estables su producción y rentabilidad a largo plazo, ha cobrado especial importancia el uso de las excretas porcinas como ingrediente alimenticio en la dieta de otras especies, ya que ofrecen un gran potencial para generar recursos adicionales al productor. El uso como ingrediente para la alimentación animal se basa en su composición química, la más resaltante es el nitrógeno, siendo usado como fuente de proteína y de minerales (Cervantes, 2014). Ha sido usado en la nutrición de rumiantes, monogástricos, incluso en la alimentación de peces. Las ventajas

son la disminución de la contaminación ambiental por la utilización, y el aprovechamiento de los nutrientes de las excretas.

La restricción de su uso es debido a su toxicidad según Strauch, citado por Rojas (1996), debido al contenido de agentes patógenos, que puede significar un riesgo para la salud animal. Rojas (1996) señala que el procesamiento de los desechos orgánicos debe estar encaminado a conservar los nutrientes y eliminar los agentes patógenos. La composición nutricional del estiércol porcino es afectada principalmente por ciertas variables: dieta, el procesamiento y manejo del estiércol, la etapa del animal, el ambiente y el manejo de los cerdos. La tabla 6, presenta la composición química y el contenido de energía.

Tabla 6. Composición química del estiércol porcino.

TIPO	Humedad %	Proteína Cruda %	Extracto Etéreo %	Cenizas %	FND %	FAD %	CNE %	Calcio %	Fósforo %	Cobre mg/kg
Compuesto	72.1	18.75	10.9	19.29	32.77	12.69	18.24	4.45	0.25	741.71
Separador	78.82	14.69	4.42	9.25	68.65	29.93	4.66			

FUENTE: Castrillón *et al.*, (2004).

El tipo de estiércol porcino varía según el método de recolección y procesamiento al que son sometidas, el estiércol compuesto es una mezcla de proporcional de las excretas de todas las etapas productivas, obtenidas directamente de los corrales antes del lavado de los mismos, mientras que el estiércol que proviene del separador es el estiércol producto del lavado de los diferentes corrales.

El estiércol puede suministrarse al ganado fresco (directamente de los corrales o separador) o seca, presentando esta última las menores características físicas y de palatabilidad. Rumiantes alimentados con estiércol fresco (25 al 55 por ciento en base seca), melaza y rastrojo, tuvieron incremento de peso vivo de 0.720 a 1.160 kg/día en toretes cebú y holstein en crecimiento y finalización (Castrillón *et al.*, 2004).

2.7. Abonos orgánicos

Son productos que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.), que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra. El abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos (Mosquera, 2010). Las características físicas y química de los abonos orgánicos son muy variables, depende de los residuos orgánicos utilizados. Estos productos básicamente actúan en el suelo sobre las tres propiedades físicas, químicas y biológicas.

2.7.1. Efecto en las propiedades físicas del suelo.

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo; estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados (Simpson, 1991). El color oscuro del abono orgánico absorbe más radiación solar, por lo tanto adquiere más temperatura, actuando como regulador de la temperatura edáfica, la cual permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos (Mosquera, 2010).

Dimas *et al.*, (2001) realizó un estudio sobre la incorporación de abonos orgánicos de origen animal al suelo, donde presenta los valores de propiedades físicas antes y después de la aplicación al suelo, dichos resultados demuestran que la capacidad de campo y la humedad aprovechable mostraron cambios, los valores después de la aplicación fueron 10 por ciento mayores. Un aumento en la porosidad incrementa la capacidad del suelo para retener el agua, aumentando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua en el suelo.

Una investigación reportó que con una sola aplicación de 66 t/ha de estiércol al suelo, la velocidad de infiltración pasó de 8 a 9.6 cm/hr. tal efecto es de la mayor importancia en los terrenos con desnivel donde el agua, por escurrir superficialmente, no es eficientemente provechado (Trinidad, 1987). Un ejemplo del efecto de la aplicación de abono orgánico sobre algunas características del suelo se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Efecto de 4 años de aplicación continúa de estiércol vacuno sobre algunas características físicas del suelo.

Características	Estiércol (t/ha)		
	0	67	134
Contenido de humedad o saturación %	32.7	36.7	41.0
Contenido de humedad o capacidad de campo %	28.0	29.2	30.3
Contenido de humedad al punto de marchitamiento %	18.2	18.7	19.5
Porcentaje de agregados estables %	13.5	15.7	20.9
Conductividad hidráulica cm/hr	1.0	-	2.0
Conductividad eléctrica (mmhos/cm a 25 °C)	0.01	1.2	2.6
Materia orgánica %	1.4	2.6	2.8
Densidad aparente g/cm ³	1.4	1.3	1.2

FUENTE: Trinidad, (1987).

2.7.2. Efecto en las propiedades químicas del suelo.

Las propiedades químicas del suelo cambian por efecto de la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos, son obviamente el contenido de materia orgánica y al agregarle al suelo ésta se descompone y se mineraliza, y como consecuencia libera elementos químicos (nitrógeno, fósforo, potasio, carbono, magnesio, hierro, zinc, boro, etc.), disponibles para ser aprovechadas por las plantas (Mosquera, 2010). Derivado de la materia orgánica aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y las concentraciones de sales, este último podría ser perjudicial para el desarrollo de plantas sensibles a ciertos niveles de algunos compuestos en particular (Trinidad, 1987).

Estudios demuestran que la aplicación de abonos orgánicos al suelo, aumentan los valores de materia orgánica en un 15 por ciento, así mismo para los nitratos y fósforo, esto se debe a que los abonos orgánicos liberan nutrientes durante su mineralización (Dimas *et al.*, 2001). Además existen investigaciones donde aplicaron 67 t/ha/año estiércol bovino en 4 años y presentaron 2.59 por ciento de materia orgánica y 0.13 por ciento de nitrógeno total a comparación del testigo que no fue abonado presentó solo 1.41 por ciento de materia orgánica y 0.007 por ciento de nitrógeno total (Trinidad, 1987).

2.7.3. Efecto en las propiedades biológicas del suelo.

Los estiércoles contienen grandes cantidades de compuestos de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. Los abonos orgánicos favorecen y mejoran la aireación y oxigenación del suelo, porque existe mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Mosquera (2010); menciona que se producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de los microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo.

Muchos son los beneficios de agregar abono orgánico al suelo, porque logra tener un medio biológico activo, en donde existe una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica del suelo. En relación con la disponibilidad de nutrientes, la actividad biológica del suelo juega un papel importante en la oxidación y reducción de los elementos esenciales, convirtiéndolos de formas no aprovechables a formas aprovechables por las plantas (Trinidad, 1987). Un estudio demuestra la aplicación anual de 20 t de gallinaza durante 10 años, aumentó significativamente la población microbiana en un suelo sometido al cultivo de maíz (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto de la aplicación anual de 20 t de gallinaza durante 10 años sobre la población.

Gallinaza ton/ha	Hongos 10⁵/gr	Actinomicetos 10⁶/gr	Bacterias 10⁷/gr
0	2.4	3.1	2.2
20	3.2	4.6	3.8

FUENTE: Trinidad (1986).

2.8. Tipos de abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos es todo material en descomposición, obtenido directamente o indirectamente de las plantas y/o animales, como por ejemplo los abonos verdes, estiércol puro, compost, humus de lombriz, purín, biol, Bokashi, entre otros; aquel material orgánico es considerado como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto es, ha apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial (Trinidad, 1987). A continuación describiremos los más importantes para el estudio.

2.8.1. Biofertilizante líquido ó Biol

Los biofertilizantes son efluentes líquidos con base en microorganismos que se descargan de un biodigestor mediante un filtrado o decantación, llegando a representar hasta un 90 por ciento del total del residuos entrantes, conocido también como biol y el resto del 10 por ciento de sólidos es llamado como biosol (Aparcana, 2008). Los biofertilizantes pueden ser usado como vía foliar o por riego, son considerados como abonos orgánicos por ser fuente de nutrientes biodisponibles para las plantas, por su acción fitoreguladora y efectos fitosanitarios. Su calidad varía de un digestor a otro, de una época de preparación a otra, etc., dependiendo especialmente de la composición bioquímica y microbiana de sus ingredientes, especialmente de las heces que se emplearon para su elaboración (Restrepo, 2007).

El uso de biofertilizantes líquidos resulta más sencillo que los abonos sólidos por su facilidad de transporte y aplicación en el campo, estos favorecen el enraizamiento, la floración, la fertilidad y además activan el vigor y poder germinativo de las semillas (Robalino, 2011). Montesinos (2013) afirma que el uso de biofertilizantes, repercute en una mayor producción de los cultivos e incrementan hasta en un 50 por ciento el su rendimiento.

El biol se ha hecho muy popular en América Latina, específicamente entre los pequeños productores por su fácil producción, bajo costos y resultados eficaces, asimismo es utilizado en muchos cultivos mediante aplicaciones vía foliar y en concentraciones

variables (Siura *et al.*, 2009). Estos biofertilizantes sirven para estimular y activar la nutrición y resistencia de las plantas al ataque de insectos y enfermedades (Vásquez, 2008). Por su aspecto líquido es usado mayormente en las plantas por aspersión o directa al cultivo, riego por gravedad y por riego tecnificado, valorizado porque contienen nutrientes de alto valor nutritivo y principios hormonales que actúan como bioestimulante orgánico e influyen en el desarrollo y producción de las plantas. Una de las desventajas de la producción de bioles es el largo periodo de fermentación requerido para su cosecha (Jiménez, 2011). Por ello existen los abonos líquidos y sólidos acelerados.

Biofertilizante acelerado

El biofertilizante acelerado es producto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, la cual es transformada por fermentación láctica, de su forma compleja a elementos simples por acción del bioprotector (BioLac) compuesto principalmente por bacterias del género *Lactobacillus*, que se encargan de transformar la materia orgánica en sustancias húmicas y en clases de aminoácidos, vitaminas, giberelinas, y minerales complejos (Vásquez, 2008).

Actualmente el uso del Biolac ha hecho posible la generación de biofertilizantes de mayor valor nutricional que los bioles tradicionales, con caracteres organolépticos deseables y ausencia relativa de microbios patógenos, (Román, 2012). Las propiedades de los biofertilizantes acelerados son producto de la síntesis de ácidos orgánicos y antimicrobianos producidos durante la fermentación. Por ello, éstos productos pertenecen a otra categoría de abonos orgánicos derivados de un proceso biotecnológico, caracterizados por una mayor riqueza nutricional y ausencia de carga microbiana patógena a comparación de los bioles tradicionales (Peralta, 2010).

Generalmente la producción de los biofertilizantes acelerados, se realiza en un ambiente anaerobio a una temperatura promedio de 40°C, por un periodo de 5 días y la cosecha se hace mediante un filtrado, obteniéndose abono orgánico (líquido y sólido acelerados), con un contenido elevado nutricional (Tabla 9), y con ausencia relativa de enteros patógenos (Noa, 2013)

Tabla 9. Composición química de los biofertilizantes acelerados

Biofertilizantes	Heces Bovina ¹	Heces alpaca²	Heces ovina³	Heces Porcina ⁴
N (mg.L ⁻¹)	4,200	3,696	1,876	5320
P (mg.L ⁻¹)	744	658	203	2964
K (mg.L ⁻¹)	17,200	8,700	9,006	8850
Ca (mg.L ⁻¹)	5,200	3.335	1,523	6310
Mg (mg.L ⁻¹)	1,740	12.500	1,044	1,950
Na (mg.L ⁻¹)	1,040	590	591	970

FUENTE: ¹Fast-Biol 20 heces bovina (Peralta, 2010), ²Alpa-biol Heces de Alpaca (Quiñones, 2016), ³ Biol de 2^{da} generación de heces ovina (Medina, 2013); ⁴ Biol de heces porcina (Noa, 2013).

El bioprotector (BioLac) es el consorcio microbiano ácido láctico desarrollado por el laboratorio del departamento de biología de la UNALM, el cual es elaborado principalmente en base a cepas seleccionadas de bacterias probióticas del genero *lactobacillus*. Para obtener una adecuada y rápida fermentación de la materia orgánica por efecto de las bacterias acido lácticas, se necesita la presencia de tres elementos importantes; un ambiente anaeróbico, una cantidad suficiente de bacterias para este tipo y la adición de azúcares como la melaza ya que estimulan el crecimiento de las bacterias acido láctica (Noa, 2013).

El valor del pH es una de las medidas para determinar la calidad y la disponibilidad del biofermento acelerado, debido a la acción de las bacterias acido láctica que provocan el descenso drásticamente del pH hasta valores inferiores a 4.0, que se encuentra a partir del segundo día de medición. Cornejo (2011) y Noa (2013) en uno de sus tratamiento de 10 por ciento de Biolac, 10 por ciento de melaza y 80 por ciento de estiércol porcino, encontraron pH igual e inferior a 4,0 desde el primer día de evaluación y se mantuvo estable en ambos hasta el día quinto de medición (Tabla 10).

Tabla 10. Medición de pH en los biofermentos acelerados a partir de estiércol porcino.

Biofermento	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
10 B, 10 M y 80 EP ¹	6,41	5.23	4.45	4.11	3.69	3.53
10 B, 10 M y 80 EP ²	5.47	4.34	4.16	4.09	4.15	4.11

FUENTE: ¹ Cornejo (2011) y ² Noa (2013).

B= Nivel de inclusión de Biolac.

M= Nivel de inclusión de melaza

EP= Nivel de inclusión de Estiércol Porcino.

El abono sólido acelerado denominado también como biosol, es la parte sólida del producto final, que paso por un proceso de digestión anaeróbica o fermentativo, el producto se obtiene a través del filtrado o prensado por una máquina, la parte líquida es el abono líquido acelerado o biol. Su composición depende mucho de los residuos que se emplearon para su fabricación y se puede emplear en la preparación del terreno, solo o en conjunto con compost o con fertilizante químico (Aparcana, 2008). El alto contenido de materia orgánica, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización.

El estudio de investigación se llevó a cabo entre los meses de enero a julio del 2016 y en dos lugares distintos:

Primer lugar. La determinación de la calidad de los biofermentos acelerados (biol y biosol) y el estiércol sólido porcino, se realizó en el Laboratorio de Biorremediación, Pabellón de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Segundo lugar: La evaluación del rendimiento del cultivo maíz chala con los abonos orgánicos, se realizó en un campo agrícola de la empresa Inversiones Analau S.A.C. ubicada en el distrito de Lurín, provincia Lima.

3.2. Descripción del campo de evaluación.

La empresa Inversiones Analau SAC, está dedicada una parte a la producción de cerdos y para el año 2016 contaba con 150 madres en producción, que equivale aproximadamente a una población total de 2135 cerdos y su principal problema era la gestión de sus residuos orgánicos, en principal el estiércol porcino; Asimismo, de acuerdo a su población de animales, la producción de estiércol equivale a 13,330 kg por día (Tabla 11), para su almacenamiento cuenta con dos pozas de estiércol, sus dimensiones son 5 m largo por 4 m de ancho y con una profundidad de 2 m, equivalente a 40 m³ cada uno (figura 2), ambas pozas aproximadamente se llena en una semana.

La extensión del terreno era de tres hectárea, pero solo la tercera parte era destinada para la producción de cerdos y uno de sus prioridades era buscar una solución para la utilización del estiércol porcino. Por tanto uno de sus proyecto para el año siguiente era incrementar la población de cerdos, pero su barrera o inconveniente era el aumento del volumen del efluente porcino, por ello se buscó determinar la calidad del estiércol porcino y emplearlo

como fertilizante en el cultivo del maíz chala con el propósito de darle un uso y evitar la contaminación ambiental.

Tabla 11. Población de cerdos y producción de estiércol porcino.

Etapa del animal	Población de cerdos	Producción de estiércol porcino (kg)
Marranas	160	3200
Verracos	3	30
Lechones lactantes	312	430
Lechones destetados	672	2685
Gorrinos	968	6775
Chanchillas	20	180
TOTAL	2135	13300



Figura 2. Poza de almacenamiento del estiércol porcino.

3.3. Análisis de laboratorio.

Se realizaron los siguientes análisis de laboratorio durante el tiempo de producción y evaluación del abono orgánico (Tabla 12):

- Análisis microbiológico del estiércol porcino y el abono orgánico acelerado.
- Análisis de materia orgánica del estiércol sólido, biol y biosol
- Caracterización físico y químico del suelo antes de la siembra y después de la cosecha.
- Análisis proximal (nutricional) del maíz chala.

Tabla 12. Muestras para el análisis de laboratorio

Muestra	Análisis Laboratorio	Tiempo de análisis
Biofermento	Microbiológico	- Al quinto día de fermentación
Acelerado:		
- Biol	- Materia orgánica	- En la cosecha del biofermento
- Biosol	- Materia orgánica	- En la cosecha del biofermento
Estiércol Porcino:	Microbiológico	- Fresca, en la recolección
- Estiércol Sólido	- Materia orgánica	- Post separación del liquido
Suelo	Caracterización física y química	Antes de la siembra y post cosecha
Maíz chala	Proximal – Nutricional	En la cosecha

3.3.1. Análisis microbiológico del estiércol porcino y el abono orgánico acelerado.

Para el estiércol porcino se tomaron muestras frescas de todos los corrales de las diferentes áreas porcinas (maternidad, gestación, verracos, recría y engorde) y se mezcló homogéneamente para llevar un kilogramo de muestra para el análisis microbiológico. Para el biofermento ó abono orgánico acelerado se tomó un litro de muestra en el último día del proceso de fermentación láctica (quinto día), y fueron analizados en el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “MARINO TABUSO” de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los indicadores que se determinaron fueron el recuento de aerobios mesófilos viables, mohos, levaduras, *Lactobacillus sp*, enumeración de coliformes fecales y *Escherichia coli* (Anexo 1 y 2).

3.3.2. Análisis de materia orgánica del estiércol sólido, biol y biosol.

El estiércol porcino de granja que se encuentra almacenado en las pozas, es prensado por una maquina separador de líquidos y sólidos (tipo martillo) y para el análisis de la materia orgánica del estiércol se tomó un kilogramo de muestra fresca sólida del día. Para el biol y biosol (abonos orgánicos acelerado) se cosecho al quinto día de fermentación láctica, donde a partir de una máquina prensadora separa el líquido (biol) y sólido (biosol) del biofermento acelerado, de aquellos bioabonos se tomaron muestras homogéneas para cada uno y fueron analizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes, de la universidad Nacional Agraria La Molina. En dicho análisis se determinaron la salinidad (conductividad eléctrica), pH, materia orgánica, fosforo, potasio y algunos microminerales (anexo 3, 4 y 5).

3.3.3. Análisis de suelo – caracterización física y química.

Para la primera toma de muestra de suelo antes de la siembra y abonamiento, se determinó el área de evaluación, se limpiaron superficialmente todos los residuos orgánicos e inorgánicos y se marcaron los puntos en tipo zigzag y se tomaron muestras a una profundidad de 30 cm.

Posterior a la cosecha del maíz chala se marcaron los puntos para la toma de muestras de cada tratamiento, previa limpieza del terreno. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes, de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se determinaron los indicadores de salinidad (conductividad eléctrica), pH, carbonato de calcio, materia orgánica, fosforo, potasio, clase textural, capacidad de intercambio catiónico y los cationes cambiables (Anexo 6 y 7).

3.3.4. Análisis nutricional de la planta.

Para el análisis nutricional o proximal del maíz chala (anexo 8) se tomaron 10 sub muestras de los surcos centrales de cada tratamiento, cuando el periodo vegetativo se encontraba en grano pastoso, luego se picaron las plantas en pedazos pequeños y se mezclaron homogéneamente, posterior se tomó un kilogramo de muestra de cada tratamiento y se envió para su análisis en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los nutrientes evaluados fueron

en materia seca, energía neta de lactancia, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, ceniza, extracto libre de nitrógeno y fibra detergente neutra.

3.4. Tratamientos

Se tuvo cinco tratamientos:

- T1: Fertilizante químico (control).
- T2: Estiércol sólido.
- T3: Estiércol sólido + Fertilizante químico.
- T4: Biosol.
- T5: Biol.

Las parcelas tuvieron un área de 6 m de largo por 5.1 m de ancho, equivalente a 30.6 m² cada uno (Figura 3) y la distribución de los tratamientos fue al azar en 25 parcelas, cinco por tratamiento con un de Diseño con bloques Completamente al Azar. Las parcelas fueron enumeradas de acuerdo al tratamiento (figura 4)

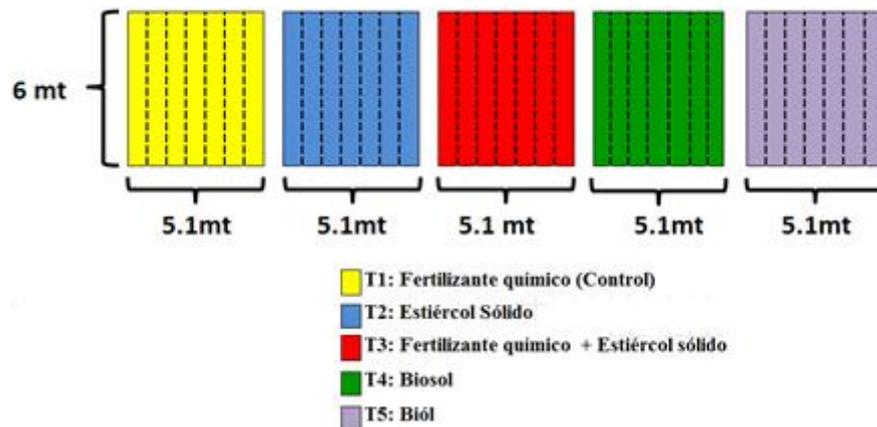


Figura 3: área de las parcela por tratamiento.

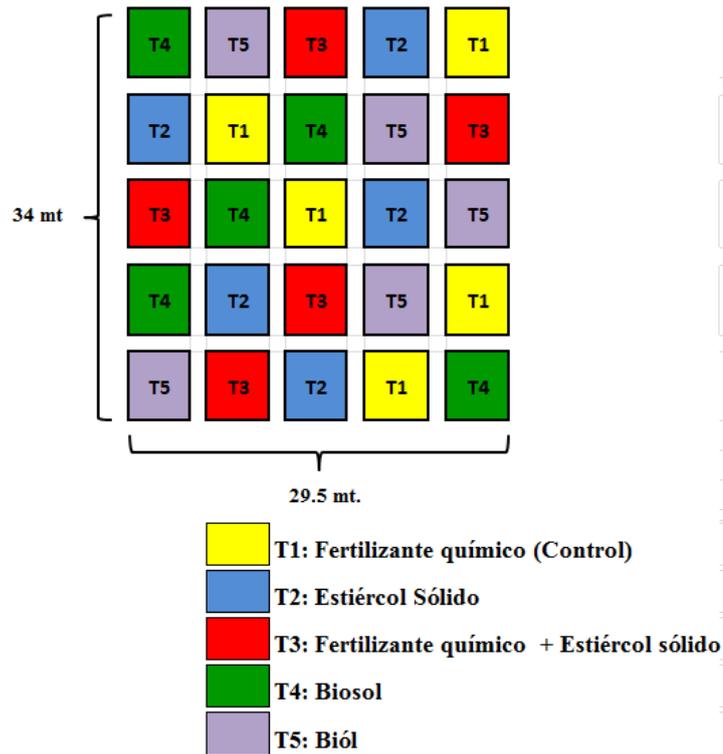


Figura 4: distribución de los tratamientos con un diseño de bloques completamente al azar.

3.5. Rendimiento del cultivo maíz chala.

3.5.1. Rendimiento forrajero.

La evaluación del rendimiento forrajero se hizo en los cinco tratamientos, cuando el grano de la mazorca se encontraba en estado pastoso, a excepción los días de floración masculina y femenina. Se muestrearon al azar 15 plantas de cada parcela de los surcos centrales y se evaluaron las siguientes variables:

- Días a la floración masculina (DFM) y femenina (DFF).
- Altura de planta (AP).
- Altura de mazorca (AM).
- Diámetro de tallo (DT).
- Peso fresco planta (PFP).
- Peso fresco de la mazorca (PFM).
- Peso Fresco por Hectarea. (PFH).

Días a la floración masculina (DFM) y femenina (DFF). Se registró el total de días que transcurrieron desde la siembra hasta cuando el 50 por ciento de las plantas habían emitido la panoja y los estigmas respectivamente.

Altura de la planta (AP). Se midió desde la base del tallo hasta el nudo de la hoja superior.

Altura de la mazorca (AM). Se midió desde el nivel del suelo hasta el nudo donde se inserta la mazorca principal.

Diámetro de tallo (DT). Se midió a nivel de la base del tallo, en la mitad del entrenudo inferior visible.

Peso fresco de la mazorca (PFM). Se pesaron individualmente cada uno de las 15 mazorcas.

Peso fresco planta (PFP). Se pesaron cada uno de las 15 plantas.

Peso fresco por hectarea (PFH). Teniendo como base el peso promedio de la planta se calculó al peso total por hectárea de cada tratamiento.

3.5.2. Valor nutricional de la planta

El valor nutricional de la planta se obtuvo a través del análisis proximal y la fibra detergente neutra, para lo cual se tomaron al azar dos plantas de los surcos centrales de cada parcela. Los nutrientes fueron evaluados al 100% de materia seca:

- Proteína cruda
- Extracto Etéreo
- Fibra Cruda
- Extracto libre de nitrógeno
- Fibra detergente neutra

Estimación del valor nutricional en NDT Y EN_i

Se realizó por el siguiente método:

$$\text{NDT (\%)} = 1.15\text{PC\%} + 1.75 \text{EE\%} + 0.45 \text{FC\%} + 0.0085 \text{ELN\%}^2 + 0.25\text{ELN\%} - 3.4$$
$$\text{EN}_1 = -0.12 + 0.0245\text{NDT (\%)}$$

Dónde:

NDT: Nutrientes Digestibles Totales.

PC: Proteína Cruda.

EE: Extracto Etéreo.

FC: Fibra Cruda.

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno.

EN₁: Energía Neta de Lactancia.

3.5.3. Caracterización de las propiedades físicas y químicas del suelo.

La caracterización de las propiedades físicas y químicas del suelo se realizaron para cada uno de los tratamientos. Las muestras de suelo fueron tomadas después de la cosecha. Los principales indicadores químicos y físicos del suelo evaluados fueron:

- Conductividad eléctrica (C.E.)
- pH
- Materia orgánica
- Fosforo
- Potasio
- Capacidad de intercambio catiónico y pH.
- Clase textural.

3.5.4. Costo de producción e índice de rentabilidad.

Costo de producción. Todos los gastos o egresos realizados en el proceso experimental, que en forma directa o indirecta influyen en el proceso de producción.

Beneficio neto. Resultado del ingreso bruto menos el costo de producción de cada uno de los tratamientos.

Índice de rentabilidad. Relación entre la utilidad o beneficio neto y el costo total de producción; su fórmula es la siguiente:

$$\text{Índice de rentabilidad} = (\text{Beneficio Neto} / \text{Costo de producción}) \times 100$$

3.6. Preparación de abonos orgánicos a partir del estiércol porcino.

3.6.1. Preparación del biol y biosol.

A partir de la recolección del estiércol porcino fresco de todas las etapas del cerdo, se procedió a la preparación de los biofermentos (figura 5), se homogenizo uniformemente la muestra, posterior se añadió a recipientes de 20 litros de capacidad, siendo la proporcionalidad de: 80 por ciento de estiércol porcino, 10 por ciento de bioprotector (BioLac) y 10 por ciento de melaza, que fueron mezclados y homogenizado por una maquina batidora. Como primer registro se tomó lectura del pH inicial de la muestra (figura 6) y luego se procedió a cerrar los envases herméticamente y se dejó en un ambiente anaeróbico (estufa) a 40° centígrados, para que se inicie el proceso de fermentación láctica. Por cinco días consecutivos se tomó lectura del pH y el porcentaje de acidez titulable, hasta encontrar la estabilización de los indicadores de pH y acidez. Al quinto día con ayuda de una maquina prensadora se separó el Biol y Biosol.

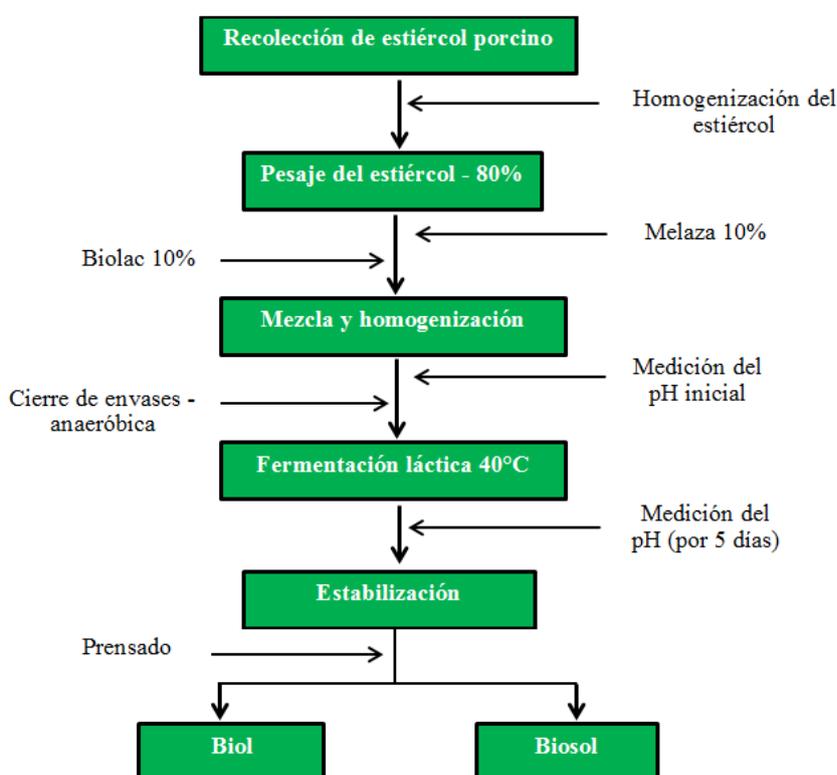


Figura 5. Preparación de los abonos orgánicos acelerado.

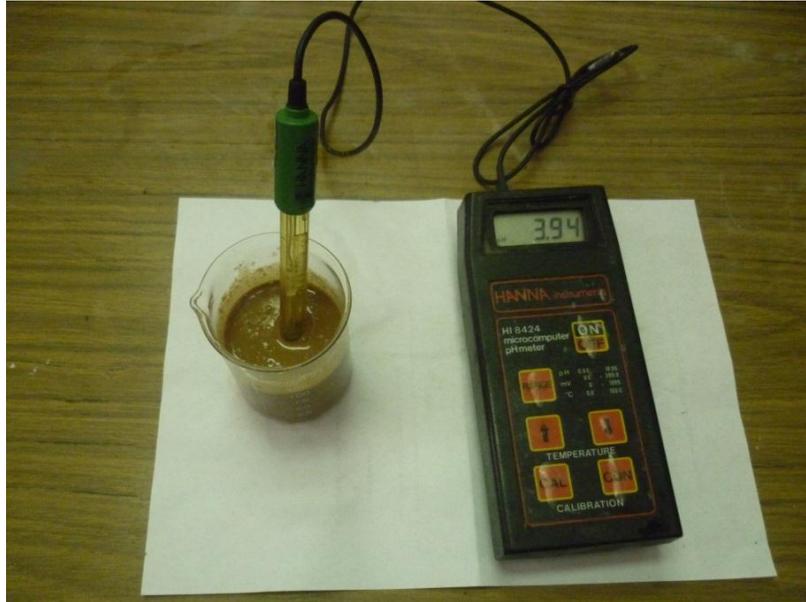


Figura 6. Medición del pH de los biofermentos.

3.6.2. Obtención del estiércol sólido.

La recolección del estiércol porcino fresco de todas las etapas del animal en granja se realiza en pozas de almacenamiento, a partir de ahí con una máquina prensadora que separa líquido y sólido, a través de un proceso físico, procede a homogenizar, absorber y posteriormente prensar el estiércol porcino, que consiste en separar la mayor parte del líquido de la materia y obtener un estiércol sólido (figura 7).



Figura 7. Producción de estiércol sólido - Máquina prensadora.

3.7. Procedimiento para la aplicación de los abonos orgánicos y químico.

3.7.1. Aplicación del T1: fertilizante químico.

Se suministró en una relación de 200-80-80 kg/ha de N, P, K respectivamente. La primera aplicación se realizó a los 10 días post siembra, que consistió en la proporción de 100-80-80 kg/ha de N, P, K, y la segunda aplicación se realizó a los 30 días con 100 kg/ha de nitrógeno.

3.7.2. Aplicación del T2: estiércol sólido.

La cantidad de abono que se aplicó fue 12 t/ha al suelo, dos semana antes de la siembra (por disponibilidad del terreno). La aplicación consistió en esparcir el abono en las parcelas correspondiente y mezclarlos con el suelo.

3.7.3. Aplicación del T3: estiércol sólido más fertilizante químico.

Se abonó la cantidad de 6t/ha al suelo, cierta cantidad representa la mitad del T2 (estiércol sólido). El fertilizante químico se aplicó en una relación de 100-80-80 kg/ha de N, P, K respectivamente. La aplicación del fertilizante químico se compartió en dos dosis, uno a los 10 días y la segunda a los 30 días post siembra respectivamente.

3.7.4. Aplicación del T4: biosol.

Se aplicó la cantidad de 10 t/ha dos semana antes de la siembra (por disponibilidad del terreno). La aplicación consistió en esparcir el abono (biosol) en las parcelas correspondientes y mezclarlo con el suelo.

3.7.5. Aplicación del T5: biol.

La aplicación del biol se realizó por dos vías, primero fue por suelo en cada riego después de la siembra (aplicación en drench), 200 litros por parcela. La segunda aplicación fue vía foliar a las hojas de la planta, dicha fertilización se realizó con un intervalo de 15 días, hasta la fecha de la floración. La dilución del biol con agua fue de 1/100 para ambas vías de aplicación.

3.8. Población y muestra.

El campo experimental tuvo 25 parcelas, distribuidas al azar con cinco parcelas por cada tratamiento. Cada parcela aproximadamente tuvo 200 plantas, equivalente a 1000 plantas por tratamiento, y con una población total de 5000 plantas. Las muestras del maíz chala se obtuvo de los surcos centrales de cada parcela. Se tomaron 15 plantas al azar de los surcos centrales de cada parcela, representa por tratamiento un total de 75 plantas seleccionadas aleatoriamente.

3.9. Diseño estadístico.

El análisis estadístico se realizó bajo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA). El motivo de bloquear por columnas se basó por el nivel de infiltración de agua en el suelo. Se formaron en total 25 parcelas con un modelo de bloques de 5 x 5, los tratamientos no se repiten por columnas cumpliendo las reglas del diseño. El modelo aditivo lineal consiste en:

Modelo aditivo lineal:

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

Dónde:

μ : Media poblacional

α_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j : Efecto de la j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij(k)}$: Error aleatorio asociado con la i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

Las comparaciones de medias de los tratamientos se realizaron a través de la prueba de Duncan, con el propósito de establecer las diferencias entre tratamientos, donde los promedios de misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. Evaluación de la calidad de abonos orgánicos.

4.1.1. Determinación del pH y acidez titulable del biofermento acelerado.

El valor del pH del biofermento acelerado con niveles de 10% Biolac, 10% Melaza y 80% de estiércol porcino, descendió drásticamente hasta valores inferiores a 4.0 desde el segundo día de fermentación láctica y se mantuvo estable hasta el día quinto de la medición (figura 8), para obtener una acción rápida de la fermentación de la materia orgánica por efecto de las bacterias ácido lácticas, se necesitó la presencia de tres elementos importantes; un ambiente anaeróbico, una cantidad suficiente de bacteria del genero *lactobacillus* y la adición de melaza (azúcar) para estimular la fermentación homoláctica (Betancourt *et al.*, citado por Noa, 2013). Resultados similares encontraron Cornejo (2011) y Noa (2013), quienes reportaron un descenso del pH a partir del primer día de fermentación y al quinto día de medición se observó igual e inferior a 4.0 el valor del pH.

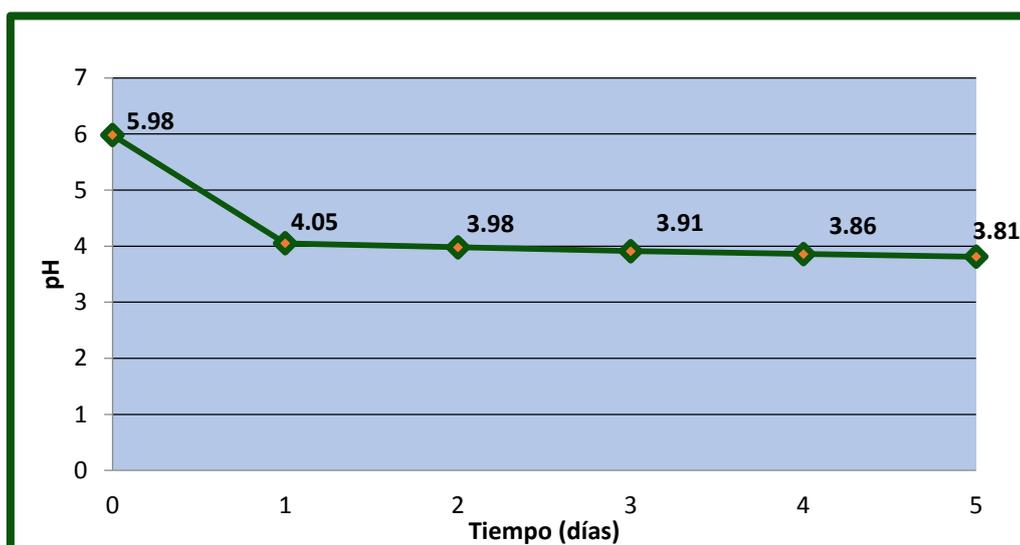


Figura 8. Variación del pH del biofermento acelerado.

La producción del biofermento acelerado, tenían excretas porcina, los sustratos de la materia orgánica (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos y micronutrientes) en medio líquido activaron instantáneamente la fermentación, lo cual se confirmó al observar el burbujeo en los envases, indicativo de la actividad microbiana, lo cual repercutió en el notable descenso del pH y ascenso de la curva de acidez titulable (Figura 8 y 9).

Según García, citado por Cornejo (2011), menciona que el periodo mínimo de incubación es de 48 horas para que produzca un adecuado crecimiento de las bacterias lácticas y el descenso de pH del producto hasta valores inferiores a 4.0. Román (2012) afirma que la adición del Biolac (acelerador fermentativo) intensifica la fermentación, a tal grado de alcanzar una predominancia de *Lactobacillus* al quinto día de fermentación, con un pH generalmente inferior a 4.0 (altamente ácido). Los *Lactobacillus* al ser resistente a la elevada acidez ($\text{pH} < 4$) prevalecieron en el sistema anaerobio; mientras que las otras clases de bacterias como la gram negativas fueron inhibidas por acción del pH y bacteriocinas. Barrington y García, citado por Quiñones (2016) indican que a pH ácido inhibe la enzima ureasa (trabaja a pH 7 – 10) por lo tanto no se formará gases como el amoníaco (NH_3) y sulfuro de hidrógeno (H_2S).

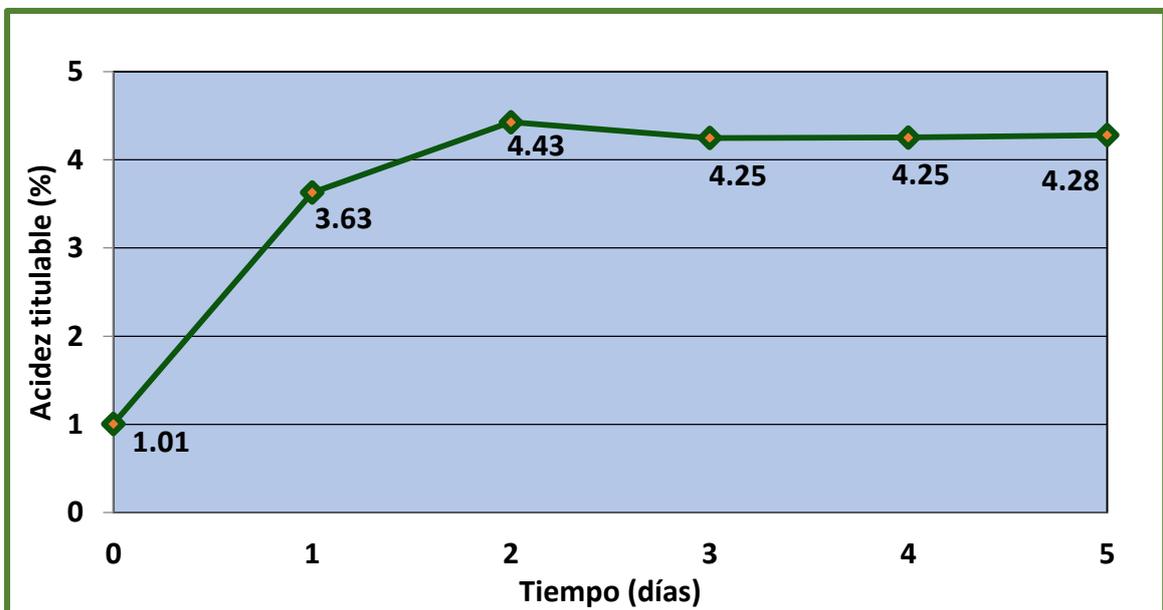


Figura 9. Variación de la acidez titulable.

4.1.2. Análisis físico químico del abono orgánico.

En el análisis fisicoquímico de los abonos orgánico (Tabla 13 y 14) se observa que los abonos líquido acelerado (biol y biosol) presentan un pH ácido a comparación del estiércol porcino sólido con un pH casi neutro. Román (2012) indica que por efecto de las bacterias ácidos láctica (*lactobacillus*) provocan el descenso del pH a través de la fermentación láctica, en cambio el estiércol porcino sólido mantuvo su pH por efecto de la proliferación de entero patógeno. La salinidad del estiércol porcino sólido fue de 6.27 dS/m, en cambio el biol y biosol porcino presentaron alta conductividad eléctrica (20.10 y 12.50 dS/m) respectivamente; es importante mencionar que dicho valor disminuye cuando se preparan las diluciones con agua antes de aplicarse en el campo (Peña, citado por Quiñones, 2016). La explicación del incremento de la salinidad, estuvo sujeto por que los abonos orgánicos acelerados poseen melaza, el cual es altamente salino. Resultado ligeramente superior a pH y conductividad eléctrica reporto Noa (2013) quien trabajo con niveles superiores de Biolac y melaza. Quiñones (2016) mostro una conductividad eléctrica superior (23.4 dS/m), porque trabajo con heces de alpaca y el lacto suero que es fuertemente salino.

Tabla 13. Análisis fisicoquímico del estiércol porcino sólido y biosol.

Parámetro	Estiércol porcino sólido	Biosol cerdo
pH	6.36	4.16
C.E. dS/m	6.27	12.50
M.O. (%)	80.86	88.30
N (%)	2.04	1.76
P ₂ O ₅ (%)	6.10	2.29
K ₂ O (%)	1.63	2.54
CaO (%)	3.98	1.40
MgO (%)	2.00	0.86
Na (%)	0.23	0.16
Fe (ppm)	29.00	735.00
Cu (ppm)	385.00	300.00
Zn (ppm)	1580.00	467.00
Mn (ppm)	488.00	114.00
B (ppm)	1417.00	137.00

FUENTE: Lab. de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (2016)

Tabla 14. Análisis fisicoquímico del biol porcino

Parámetro	Biol Porcino
Ph	4.00
C.E. dS/m	20.10
Solidos totales mg/L	136.92
M.O. mg/L	108.28
Macronutrientes	
N Total mg/L	4592.00
P Total mg/L	2931.57
K Total mg/L	5970.00
Ca total mg/L	2235.00
Mg Total mg/L	1600.00
Na Total mg/L	395.00
Micronutrientes	
Fe Total mg/L	142.10
Cu Total mg/L	53.00
Zn Total mg/L	128.00
Mn Total mg/L	31.20
B Total mg/L	2.92

FUENTE: Lab. de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (2016)

El estiércol porcino sólido presenta valores superiores de macronutrientes en N, P₂O₅, CaO, MgO y Na a comparación del biosol, específicamente porque al quinto día de fermentación láctica es separado del líquido (biol), donde se lleva gran parte de nutrientes; pero en cambio el K₂O en el biosol fue superior al estiércol sólido motivo porque la melaza contiene alto contenido de potasio en su valor nutricional. Noa (2013) reporta valores superiores de macronutrientes en los tres abonos orgánicos, estos valores se explica porque trabajo con excretas porcinas frescas y diferentes niveles de mezcla a comparación de nosotros fue sólida. Según Peralta (2010), Quiñones (2016) y Medina (2013), trabajaron con heces de bovina, alpaca y ovina respectivamente, encontraron niveles inferiores de N total y P total con respecto al estiércol sólido porcino, estos resultados se debe a la dieta alimenticia del cerdo, por contener valores superior de proteína total y fosforo.

4.1.3. Análisis microbiológico de los abonos orgánico.

El estiércol porcino presenta una alta carga bacteriana mayor a 11×10^2 , de coliformes totales, fecales y *E. coli*, en cambio el abono orgánico acelerado de porcino la carga de coliformes totales, fecales y *E. coli* es ausente, se redujo totalmente con respecto al estiércol porcino sólido (tabla 15), esto se debe al efecto del pH ácido por efecto de la fermentación láctica. La ausencia de microorganismos patógenos demuestra de esta manera la capacidad del Biolac de eliminar e inhibir el crecimiento de microorganismos no deseados.

Tabla 15. Comparación de la carga microbiana del estiércol porcino y el abono orgánico acelerado.

Parámetros	Estiércol porcino	Abono orgánico acelerado
Coliformes totales (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3 (ausente)
Coliformes fecales (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3 (ausente)
<i>E. coli</i> (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3 (ausente)
<i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	59×10^7	27×10^2

* **NMP:** Número más probable.

* **UFC:** Unidad formadora de colonias.

FUENTE: Laboratorio de Ecología microbiana Tabusso (2016)

La alta carga de *E. coli* ($> 11 \times 10^7$), en el estiércol porcino, es principalmente a las excretas de los cerdos de la etapa de acabado, gestación y lactancia, porque no llevan antibiótico en la dieta, y por naturaleza aquellas bacterias conviven en el sistema gastrointestinal del cerdo y es eliminado vía excreta. Resultados similares encontraron Noa (2013) y Quiñones (2016) donde no existe presencia de coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*, esto se debe a la acción de las bacterias ácido lácticas y debido a su fermentación homoláctica, producen ácido láctico como único producto de la fermentación ocasionando así una reducción en el pH, lo que genera un ambiente ácido, poco propicio para la proliferación de bacterias gram positivas y bacterias gram negativas (Vásquez, 2008). Al no haber bacterias putrefactivas los olores característicos de las excretas disminuyeron.

4.2. Evaluación del rendimiento forrajero.

Se detallaran las siguientes variables evaluadas como: días de floración masculina y femenina, altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, peso fresco de la mazorca, peso fresco de la planta, peso fresco por hectárea.

4.2.1. Días de floración masculino (DFM) y femenina (DFF).

Al realizar el análisis de varianza para los días de floración masculino y femenina (Anexo 9 y 10) se encontró diferencias altamente significativas para los tratamientos (abonos), pero no significativa para bloques (infiltración de agua). La significancia nos indica que los abonos si influye sobre los días de floración.

Tabla 16: Comparaciones de medias de los días de floración masculina femenina.

TRATAMIENTO	Floración Masculina (Días)	Floración Femenina (Días)
T5. Biol	62 a	70 a
T1. Fertilizante Químico	58 b	66 b
T3. F. Químico + E. Sólido	58 b	66 b
T4. Biosol	57 b	64 b
T2. Estiércol Solido	55 b	63 b

En la prueba de comparación de medias de Duncan (Tabla 16), se encontró diferencias altamente significativo entre los abonos. La media del T5 es estadísticamente diferente a las medias de los demás tratamiento. Los días de floración masculina ocurrió después de la siembra a los 55, 57, 58, 58 y 62 días en el T2 (estiércol sólido), T4 (biosol), T3 (fertilizante químico más estiércol sólido), T1 (fertilizante químico) y T5 (biol) respectivamente. El menor día alcanzado para la floración masculina fue de 55 días por parte del T2 (estiércol sólido) y el mayor día fue para el T5 (biol) con 62 días, donde existe siete días de diferencia entre ambos, estos resultados evidencian las diferencias características nutricionales entre los abonos, además su efecto durante el crecimiento y

desarrollo morfológico del cultivo. Rodríguez (2013) reportó que el maíz chala su floración masculina ocurre en promedio a los 44 días, totalmente precoz su desarrollo morfológico a comparación de nuestros resultados. En cambio Silva *et al.*, (2009) encontró su floración masculina a los 63 días similares a nuestro resultado promedio. García y Villa (1995) indican que el crecimiento y desarrollo del maíz depende de su constitución genética y además de las condiciones del ambiente, principalmente clima y suelo donde se ha establecido el cultivo. Vásquez (2008) señala que en la etapa de la floración, necesita mayor agua en el riego y un suelo fertilizado con abono orgánico mejora la capacidad de retención de humedad, a través de su efecto sobre la estructura y porosidad.

En la prueba de comparación de media a través de Duncan para la floración femenina, se encontró diferencias significativas entre los tipos de abonos. La floración después de la siembra ocurrió a los 63, 64, 66, 66 y 70 días para el T2 (estiércol sólido), T4 (biosol), T3 (fertilizante químico más estiércol sólido), T1 (fertilizante químico) y T5 (biol) respectivamente, los valores estadísticamente son diferentes. Se logró alcanzar más pronto la floración femenina con el T2 (estiércol sólido) a 63 días, en cambio el T5 (biol) ocurrió a los 70 días con mayor día para la floración a comparación del resto. La floración femenina ocurrió alrededor de una semana después de la floración masculina. Rodríguez (2013) reportó que la floración femenina ocurre a los 48 días, cuatro días después de la floración masculina, bastante precoz su madurez fisiológica, porque su etapa de floración ocurre donde hubo mayor temperatura y mayor horas de radiación solar. Silva *et al.*, (2009) encontró la floración femenina a los 66 días resultados similares a nuestro reporte.

4.2.2. Altura de planta.

Con los datos experimentales se realizó el análisis de varianza para la altura de planta (Anexo 11), se encontró que no es significativo para tratamientos (abonos) y bloques (infiltración de agua), las medias que se encontró con los abonos son las siguientes: 2.76, 2.75, 2.70, 2.62 y 2.55 metros para el T4 (biosol), T2 (estiércol sólido), T3 (fertilizante químico más estiércol sólido), T1 (fertilizante químico) y T5 (biol) respectivamente.

Al realizar la prueba de comparación media de los tratamientos a través de Duncan (Figura 10), no se encontró diferencias estadísticas. Todos los tratamientos presentaron media estadísticamente similar. Con respecto a mayor altura lo obtuvo el T4 (biosol) con 2.76 m, seguido el T2 (estiércol sólido) con 2.75m y menor altura lo consigue el T5 (biol) con 2.55 m, donde existe una diferencia de 0.20 metros, que equivale al 7.2 por ciento respecto al primero. Estos indicadores de mayor altura de planta por parte de los abonos orgánicos se deben principalmente al suelo, porque el abono orgánico aparte de nutrir a la planta, mejora sus características físicas, químicas y biológicas del suelo para una mejor absorción del cultivo. Según Reyes (1990) indica que la altura de la planta puede verse afectada por la acción de factores fundamentalmente: Luz, calor, humedad, nutriente y suelo.

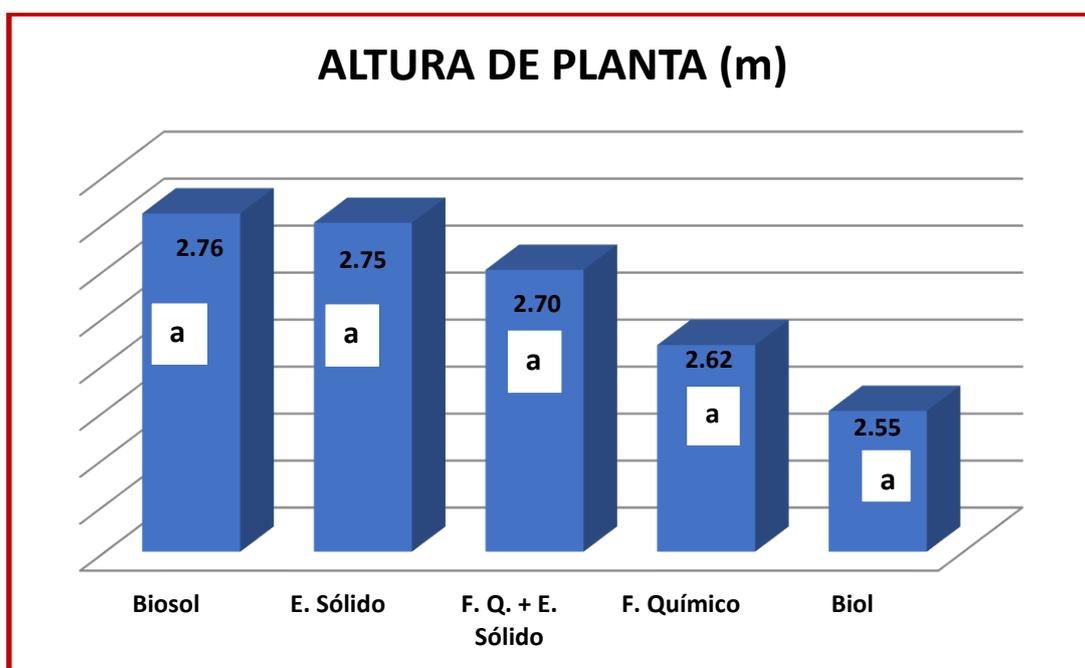


Figura 10. Comparaciones de medias de la altura de planta.

Pavón y Zapata (2012) compararon tres fertilizantes orgánicos y uno combinado en el cultivo de maíz, donde obtuvo mayor altura de planta con el abono Bokashi mas urea con 92.13 cm y seguido Bokashi mas purín de lombrices con 90.53 cm. Shintani (2000) indica que el Bokashi, significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación láctica, con ayuda de microorganismo benéficos, similar al abono orgánico biosol que también reporto un mayor altura de planta a comparación del fertilizante químico y biol. Salisbury y Ross (1998) mencionan que a medida que crecen las plantas su

pared celular tiene que dilatarse por lo tanto para que la pared celular continúe su crecimiento debe ablandarse continuamente; en este proceso intervienen las auxinas que son las encargadas de estimular el crecimiento por elongación y que se produzca o no un crecimiento en las plantas dependerá de la presión y de la elasticidad de la pared celular. Los elementos esenciales para el crecimiento son fosforo, nitrógeno, potasio y calcio, los cuales están presentes principalmente en el biosol, estiércol sólido.

4.2.3. Altura de mazorca.

Al realizar el análisis de varianza para la altura de mazorca (Anexo 12), se encontró que no es significativo para tratamientos (abonos) y bloques (infiltración de agua). Las medias que se obtuvieron son las siguientes: 1.77, 1.76, 1.75, 1.64 y 1.60 metros para el T2 (estiércol sólido), T3 (fertilizante químico más estiércol sólido), T4 (biosol), T1 (fertilizante químico) y T5 (biol) respectivamente.

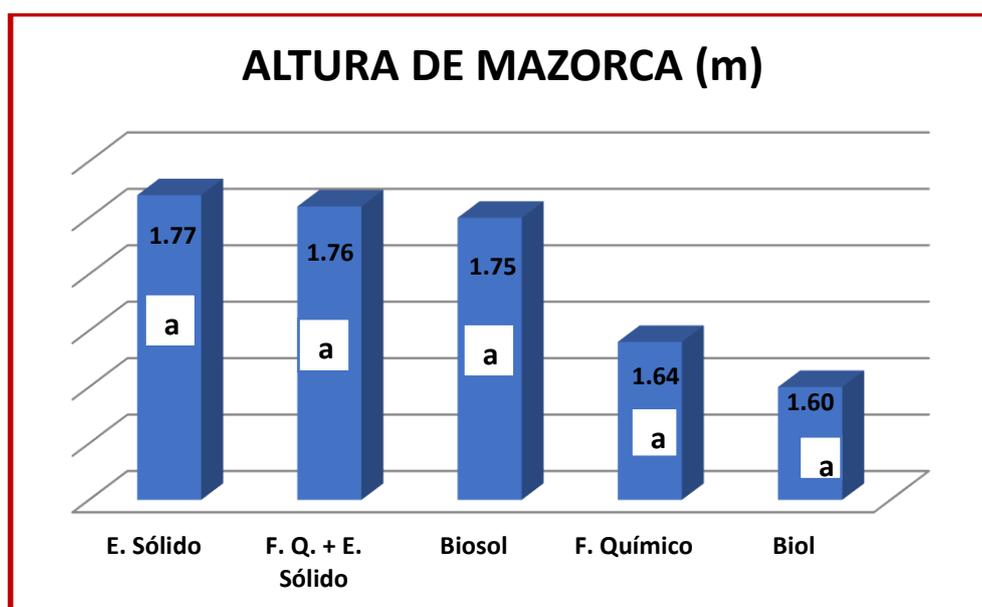


Figura 11. Comparaciones de medias de la altura de mazorca.

En la prueba de comparaciones medias de Duncan, no se encontraron diferencias estadísticas (figura 11), los tratamientos presentaron media estadísticamente similar. La mayor altura de mazorca la obtiene el T2 con 1.77 m y la menor altura se obtuvo con el T5 con 1.60 m, resultando una diferencia de 0.17 m entre ambos. La menor altura alcanzada por el biol es probablemente porque es un abono foliar y la absorción principal de la planta es por la raíz y el biol es un abono suplementario para la planta, en

comparación con el abono en suelo que es su principal vía de absorción de nutrientes de las plantas. Diferentes resultados encontró Pavón y Zapata (2012) quienes evaluaron fertilizantes orgánicos en el cultivo de maíz y encontraron diferencias significativas. En cambio similar resultado encontró De la Cruz (2016) no encontró diferencias significativas en dosis de abonamiento con fertilizantes sintéticos.

Maya (1995) explica, mientras menor sea la altura de inserción de la mazorca, esta tendrá más hojas que las provee de nutrientes y por ende mayor rendimiento del cultivo, por lo cual las hojas superiores son los principales suplidores de carbohidratos a la mazorca y al grano. Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos en nuestro estudio debido a que los fertilizantes orgánicos edáficos y foliares poseen elementos esenciales como fósforo (P) que ayuda a la planta asimilar los nutrientes necesarios para su desarrollo y Potasio (K) que ayuda a mejorar la calidad de los frutos.

4.2.4. Diámetro de tallo.

Según el análisis de varianza para el diámetro de tallo (Anexo 13) se encontró que no es significativo para tratamientos (abonos) y bloques (infiltración de agua), los resultados obtenidos fueron los siguientes: 18.7, 18.5, 18.4, 17.9 y 17.4 mm para el T4 (biosol), T1 (fertilizante químico), T2 (estiércol sólido), T3 (fertilizante químico más estiércol sólido), y T5 (biol) respectivamente

En la figura 12 de la prueba de comparaciones medias de Duncan, se presenta que algunas medias son diferentes estadísticamente significativas, a pesar que sus varianzas son similares. El mejor tratamiento que presentó mayor diámetro de tallo fue el T4 (biosol) con 18.7 mm y estadísticamente es diferente a la media T5 (biol) con 17.4 mm de diámetro, la diferencia que existe entre el primero y último valor es de 1.3 mm, que equivale al 7 % respecto al primero.

Cirilo (1996), indica que el mayor diámetro de tallo es atribuido principalmente a menor densidad, ya que a bajas densidades afectan significativamente la captura de luz y en consecuencia el crecimiento del cultivo, en comparación a mayor competencia entre plantas cuando se siembran juntas, se refleja un menor diámetro de tallo. Por otro lado Salcedo (2016) manifiesta que la deficiencia de nitrógeno se caracteriza por un bajo ritmo de crecimiento, las plantas son pequeñas, los tallos tienen aspecto zanquivano, las hojas

son pequeñas y las más viejas caen con frecuencia prematura; cosas que no se observan en nuestros resultados porque los abonos orgánicos a partir del estiércol porcino presentan alto contenido de nitrógeno.

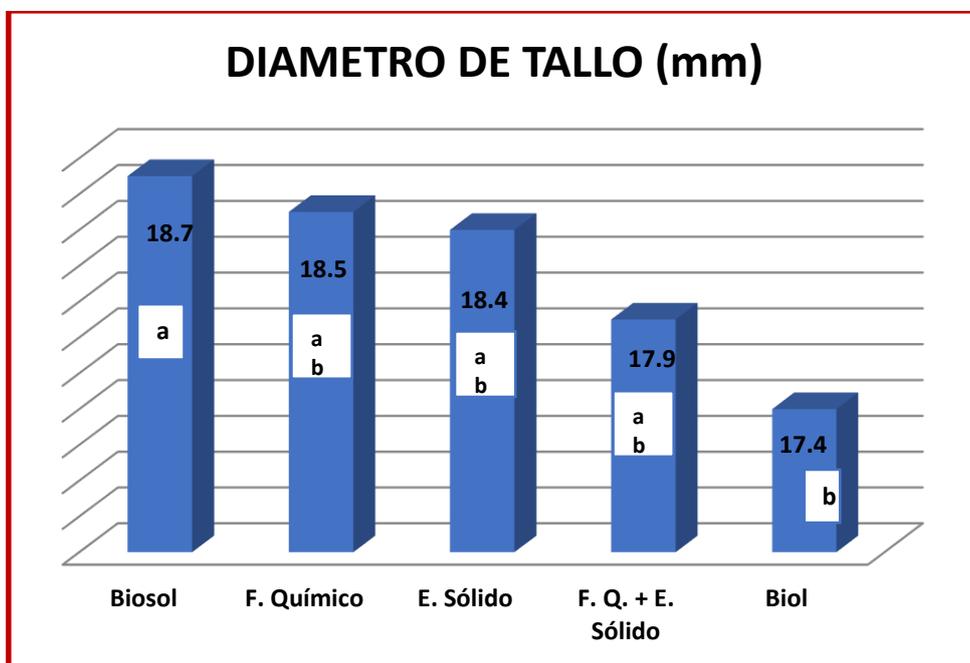


Figura 12. Comparaciones de medias del diámetro de tallo.

Salcedo (2016) y Pavón y Zapata (2012) encontraron diferentes resultados estadísticamente, pero numéricamente fueron similares, la media de su diámetro fue 17.14 mm. Salisbury y Ross (1998) indican que las auxinas y giberelinas actúan simultáneamente en el control del desarrollo en los tallos. En algunos casos las giberelinas estimulan la división celular lo cual permite que las auxinas actúen en un número de mayor de células. También las citosinas en cantidades menores hacen que los conjuntos celulares se transformen en meristemos apicales e inducen en el tallo engrosamiento. Los elementos que tienen el papel principal son el potasio (K) porque da resistencia a las enfermedades y turgencia al tallo y el nitrógeno (N) que actúa en la división celular permitiendo un mejor desarrollo a la planta. Estos elementos están en altas contenidos en los abonos a partir del estiércol porcino.

4.2.5. Peso Fresco de Mazorca.

En el análisis de varianza para el peso de mazorca (Anexo 14) se encontró que no es significativo para tratamiento (abonos) y bloques (infiltración de agua), logrando los

siguientes resultados: 0.270, 0.266, 0.264, 0.243 y 0.230 kg. para el T3 (fertilizante químico más estiércol sólido), T4 (biosol), T2 (estiércol sólido), T1 (fertilizante químico) y T5 (biol) respectivamente.

Al realizar la prueba de comparaciones de media de Duncan (figura 13), no presentan diferencias estadísticamente significativas, respecto al resultado numérico se obtuvo el mayor peso con el T3 (fertilizante químico más estiércol sólido): 0.270 kg. y el menor peso fue con el tratamiento T5 (biol) 0.230 kg. resultando una diferencia de 0.040 kg entre ambos. Salisbury y Ross (1998) mencionan que en muchos casos el desarrollo del fruto depende de la polinización de la flor y la actividad de otras sustancias de crecimiento. Los elementos esenciales para la formación de estos son el fósforo (P) que ayuda a la planta a asimilar los nutrientes necesarios para su desarrollo y potasio (K) que ayuda a mejorar las características organolépticas y calidad de los frutos. Estos nutrientes se encuentran en los fertilizantes orgánicos utilizados. Mosquera (2010) indica que la materia orgánica al agregarle al suelo ésta se descompone y se mineraliza, y como consecuencia libera elementos químicos (nitrógeno, fósforo, potasio, carbono, magnesio, hierro, zinc, boro, etc.), disponibles para ser aprovechadas por las plantas.

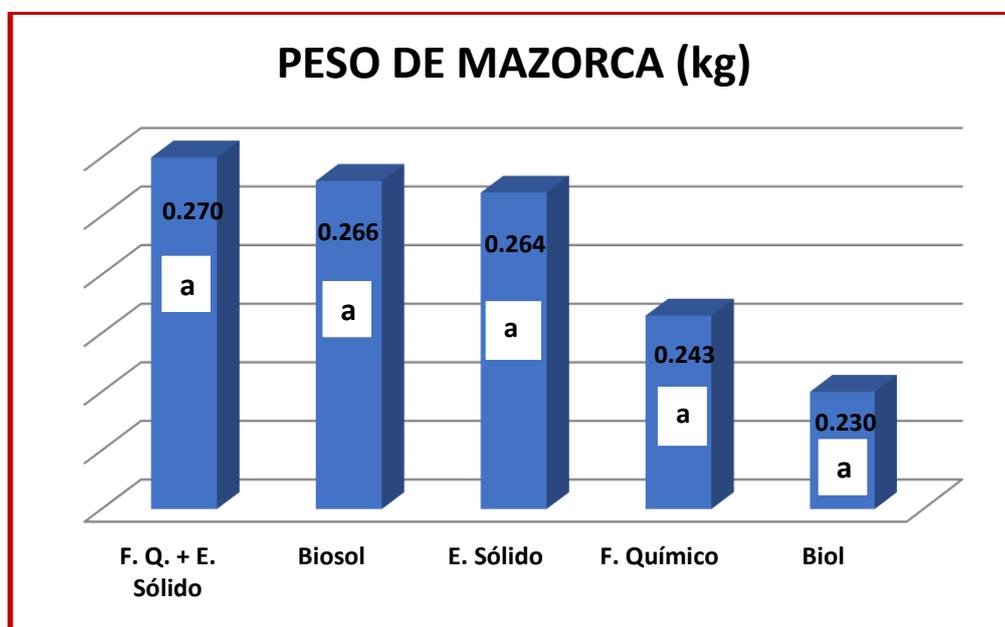


Figura 13. Comparaciones de medias del peso fresco de mazorca.

De la cruz (2016), utilizo fertilizante sintético o químico en fracciones al abonamiento donde no encontró diferencias significativas. Pavón y Zapata (2012) quienes trabajaron con abonos orgánicos tampoco encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, como usan abonos orgánicos acelerados o biofermentos y fertilizantes sintéticos que contienen los minerales totalmente disponibles para las plantas e incluso tienen todos los nutrientes que el cultivo necesita para el desarrollo de la mazorca. Saldaña y Calero (1991) indican que el peso de la mazorca, está determinado por factores genéticos e influenciados por factores edáficos, nutricionales y ambientales, en la que se requiere de actividad fotosintética, gran absorción de agua y nutrientes, si esto es adverso afectara el tamaño, peso de la mazorca en formación.

4.2.6. Peso Fresco de la Planta.

En el análisis de varianza para el peso fresco de la planta (Anexo 15) se encontró que no es significativo para los tratamientos (abonos) y columnas (infiltración de agua).

Al realizar la prueba de comparación de media a través de Duncan para los tipos de abonos (figura 14), no se encontraron diferencias entre las medias de los tratamientos. Sobre resultados numéricos, el mayor peso fresco de la planta se obtuvo con el tratamiento 2 con 1.08 kg y el menor peso se consigue con el tratamiento 5 con 0.946 kg, la diferencia de peso entre el mayor y el menor tratamiento es de 0.130 kg. que equivale a 12 por ciento respecto al primero.

Hernández *et al.*, (2009) en su estudio de investigación sobre aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo, encontró diferencias significativa, indicando que el mayor peso lo consigue con el abono orgánico a comparación del fertilizante químico. Pavón y Zapata (2012) indican que los abonos orgánicos en este caso los biofermentos (Bokashi) si influyen sobre el peso fresco de la planta. Salisbury y Ross (1998) explican que existe hormonas como las auxinas que regulan el crecimiento del vástago estimulando el crecimiento de las células fundamentalmente en hojas jóvenes, meristemos apicales del tallo en desarrollo y las giberelinas que inducen a la formación de los mismos.

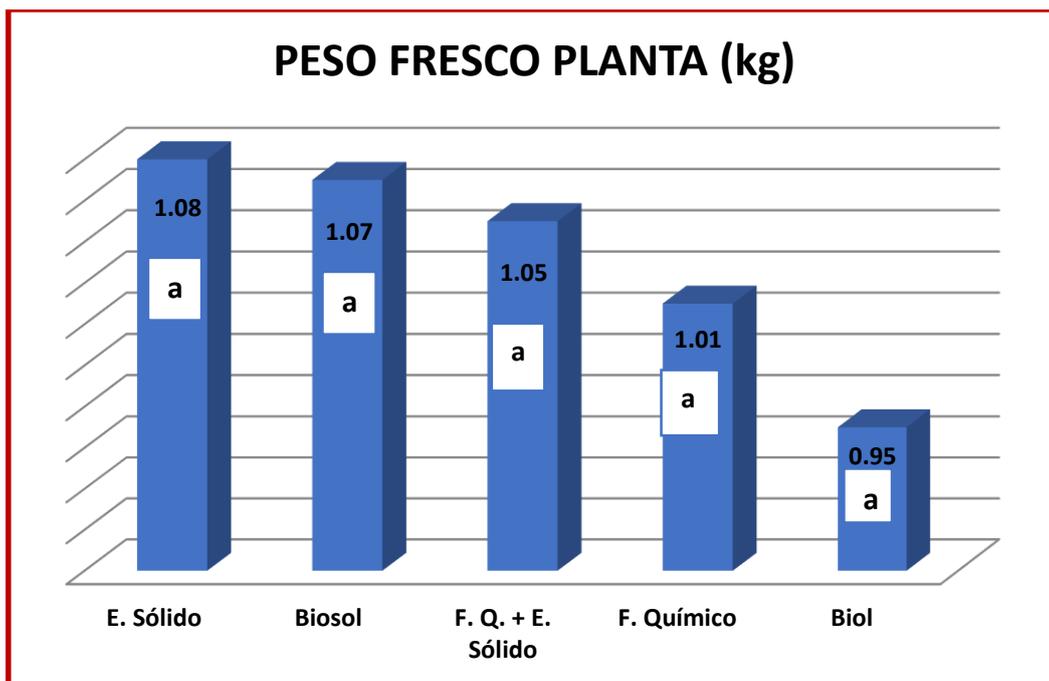


Figura 14. Comparaciones de medias del peso fresco de la planta.

Los elementos esenciales para que ocurra este proceso en la planta son el nitrógeno esencial para la formación de nuevas hojas que luego realizan el proceso de fotosíntesis, fósforo favorece la fotosíntesis y respiración, potasio turgencia al tallo y calcio que ayuda a la división celular y el desarrollo de las raíces, aquellos nutrientes los brinda el abono orgánico a partir del estiércol porcino. Guerrero (1993) indica que el estiércol porcino es el abono orgánico que contiene mayor valor nutricional (nitrógeno, fósforo y potasio) a comparación de otras especies de producción.

4.2.7. Peso fresco por hectárea.

En el análisis de variancia para el peso fresco de la planta por hectárea (Anexo 16) no se encontró diferencias significativas para los tratamientos (abonos) y bloques (infiltración de agua).

En la prueba de comparación de media a través de Duncan (figura 19), para los abonos, se obtuvo los siguientes pesos frescos por hectárea: 73.9, 73.1, 71.5, 68.7 y 64.2 t. para el T2 (estiércol sólido), T4 (biosol), T3 (Fertilizante químico más estiércol sólido), T1 (fertilizante químico) y T5 (biol) respectivamente, se observó que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos. Numéricamente el

mayor peso fresco por hectárea fue por parte del T2 (estiércol sólido), seguido el T4 (biosol) con 73.8 y 73.1 t. y el menor valor lo consiguen el T5 (biol) con una media de 64.2 t. La diferencia de peso entre el mayor valor y el menor valor fue cerca las 10 t que equivale a 13 por ciento respecto al primero. El inferior resultado por parte del T5 (biol), se explica que el abono foliar son usados en los cultivos por aspersión o directo a las hojas, siendo un fertilizante suplementario a comparación del abono sólido que va directo al suelo y la planta lo asimila y absorbe la mayoría de nutrientes por esta vía (Álvarez, 2010).

Hernández *et al.* (2009) obtuvieron resultados con el vermicompost de 64 t/ha, seguida el biocompost con un rendimiento de 56 t/ha, la fertilización química con 48 t/ha y el testigo (sin abono) con 38 t/ha, donde los fertilizantes orgánicos superan en rendimiento a los fertilizantes químicos similar a nuestros resultados. Salazar *et al.*, (2007) obtuvieron 56.7 t/ha con el uso de estiércol bovino, donde menciona que el abono orgánico es una buena opción para producir maíz forrajero sin utilizar fertilizantes inorgánicos.

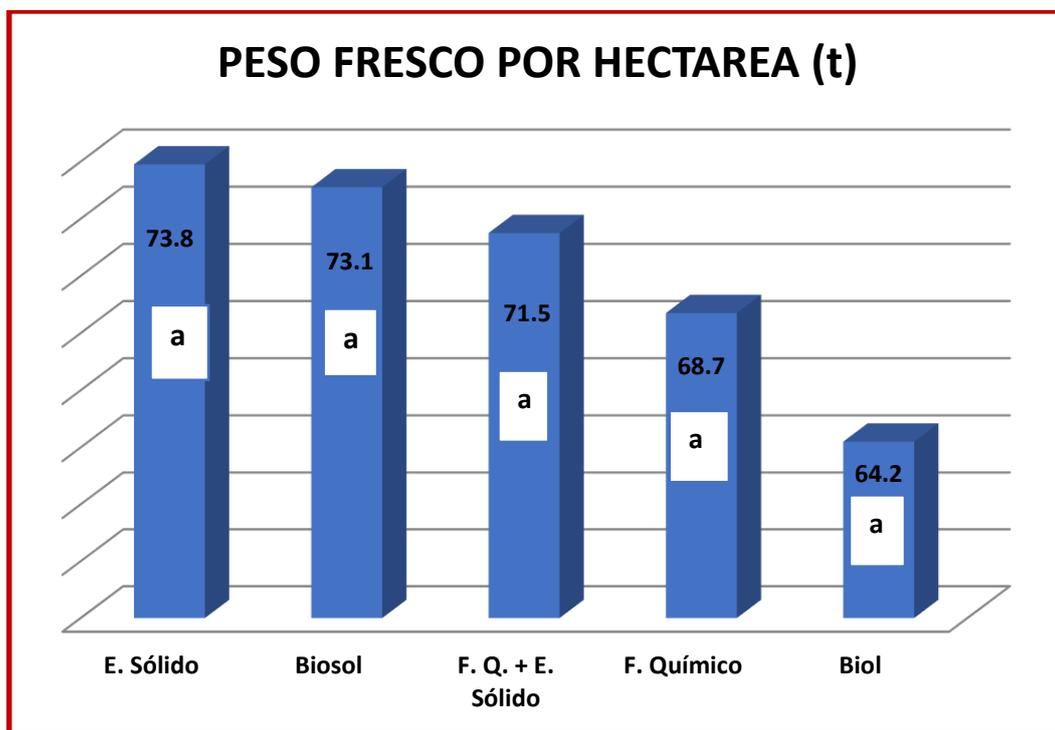


Figura 15. Comparaciones de medias del peso fresco por hectárea.

4.3. Valor nutricional de la planta.

En la tabla 17 se presentan los resultados de análisis químico ajustado al 100 por ciento en materia seca. Cabe resaltar que todas las plantas de los distintos tratamientos estaban en el mismo periodo vegetativo (grano pastoso), a 93 días edad de cosecha.

Respecto a proteína se observa que el Fertilizante químico más estiércol sólido, ocupa el primer lugar con 10.5 por ciento, esta superioridad podría estar explicada por la disponibilidad de nutrientes minerales aportados por el fertilizante químico y por el mejoramiento de las propiedades físico, química y biológica del suelo aportado por el estiércol sólido, ambas mezclas de abonos resulto mejor para este caso. Hernández *et al.*, (2009), encontró con el fertilizante químico el valor más alto en proteína con 12,68 por ciento, seguido el biocompost a 10,41 por ciento y luego el vermicompost a 10,23 por ciento. Cueto *et al.*, (2003) indica que el contenido de proteína cruda se incrementa al aumentar la dosis de estiércol o fertilizante nitrogenada.

Tabla 17. Análisis químico (%) ajustado al 100% de MS de los abonos en estudio.

NUTRIENTES	T1: F. Químico	T2: E. Sólido	T3: F. Químico + E. Sólido	T4: Biosol	T5: Biol
Proteína total %	8.9	8.7	10.5	9.6	9.7
Grasa %	1.3	1.4	1.6	1.3	1.4
Fibra Cruda %	26.2	28.3	25.4	29.8	27.9
ELN %	56.9	54.5	54.0	51.2	53.4
FDN	55.6	56.3	54.8	55.8	56.9

FUENTE: Lab. de Evaluación Nutricional de Alimentos (2016).

Con estos datos se puede estimar el valor energético (tabla 18) según la ecuación.

Tabla 18: Estimación del valor energético de los tratamientos en estudio (base seca)

TRATAMIENTO	NDT (%)	ENI (Mcal/Kg)
T1: Fertilizante Químico	62.64	1.41
T2: Estiércol Sólido	60.66	1.37
T3: F. Químico + E. Sólido	61.19	1.38
T4: Biosol	58.41	1.31
T5: Biol	60.35	1.36

Por otro lado con respecto a fibra cruda, se observa que este es el único caso en que los requerimientos nutricionales son cubiertos en la ración total considerando solo forraje en cuanto a este nutriente se refiere, el primer lugar es ocupado por el biosol con 29.8 por ciento, seguido el estiércol sólido con 28.3 por ciento, resultados que eran de esperarse debido a tener una mayor altura de la planta, altura de la mazorca y diámetro de tallo.

En el caso de Fibra detergente Neutra, el NRC, citado por Félix (2002) establece que cuando menos del 75 por ciento del total de la FDN de la ración debe proporcionarse por el forraje, esta es una medida segura para garantizar que la ración tiene una cantidad adecuada de fibra efectiva. Como se observa en los resultados el mayor valor es alcanzado es por el biol con 56.9 por ciento, luego le sigue el estiércol sólido con 56.3 por ciento y el biosol con 55.8 por ciento, alcanzando los otros abonos a tener valores cercanos, cabe resaltar, que el biol tuvo el mayor valor probablemente por que presento poco peso en mazorca que representan al contenido de células solubles, en cambio seguido el estiércol sólido y biosol será porque presentaron mayor altura de planta, altura de mazorca y diámetro de tallo, estas partes representan mayor cantidad de fibra total. Sin embargo hay que considerar, que si los niveles de FDN no se controlan adecuadamente, el consumo de alimento estará limitado. Hernández *et al.*, (2009) encontró los valores más altos con los fertilizantes químicos, a 52.18 por ciento, seguidas fueron los abonos orgánicos. Resultados inferiores de 44.6 por ciento fueron encontrados por Núñez *et al.*, (2006) quienes señalan que el compost o abono orgánico es una alternativa para sustituir los fertilizantes químicos.

Con respecto a NDT (Nutrientes Digestibles Totales), referido a la sumatoria de los componentes nutricionales de los cultivares. Los tiramiento tienen casi similar resultado de NDT, pero el mayor valor es alcanzado por el T1 Fertilizante químico, por lo tanto con la determinación de EN_I (Energía Neta de Lactancia) tiene una relación directa con NDT. Esto era de esperarse por que tiene mayor contribución de materia seca y extracto libre de nitrógeno en la planta, contribución que eleva la calidad de forraje. Caso contrario resultado para el tratamiento T4 biosol, debido a que presenta bajo contenido de materia seca y extracto libre de nitrógeno. Aquello indica que los tratamientos que tuvieron alto rendimiento de forraje verde su valor nutricional es bajo, situación por la cual es relegada de su uso por algunos productores para la alimentación de vacunos de leche.

4.4. Propiedades físicas y químicas del suelo post cosecha.

En la Tabla 19 se presentan los resultados de la caracterización del suelo que se tomó una muestra general al inicio de la evaluación o antes de la siembra y otras muestras de cada uno de los tratamientos al final de la cosecha. La materia orgánica en el estrato suelo se encontró a 1 por ciento antes de la siembra, clasificado como bajo y el valor más alto después de la cosecha lo consigue el T2 (estiércol sólido) con 2.56 por ciento, principalmente esto se debe a que fue aplicado en mayor volumen y el estiércol contiene un porcentaje más alto de materia orgánica a comparación del resto y el menor valor lo consigue el T1 (fertilizante químico) con el mismo contenido de 1 por ciento con respecto al análisis inicial. Salazar *et al.*, (2007) encontró 2.21 por ciento de materia orgánica al final de un experimento, quien trabajó con estiércol de bovino. Dimas *et al.*, (2001) trabajó con estiércol de bovino, caprino, gallinaza y composta quienes muestran que hubo cambios en los tratamientos en 15 por ciento, los valores después de la siembra fueron mayores. Julca *et al.*, (2006) encontró similares resultados y señala que la adición de materia orgánica al suelo afecta positivamente el contenido de materia orgánica y otros elementos, además que el estiércol es una excelente fuente de materia orgánica y recomienda su uso para mejorar suelos muy pobres. Según lo establecido en la tabla 19, el contenido de materia orgánica después de la cosecha, en excepción del T2 (estiércol sólido), encontramos que los tratamientos en esta investigación presentan bajos porcentajes de materia orgánica con respecto a la clasificación del análisis.

El contenido de fósforo disponible antes de la siembra fue de 23.5 ppm, los tratamientos que superan estos valores después de la cosecha fueron el estiércol sólido con 59 ppm, seguido el fertilizante químico más estiércol sólido con 40,1 ppm y luego el biosol con 26,4 ppm, ligeramente superior fue el fertilizante químico con 24.7 ppm, pero inferior fue el biosol con 19.8 ppm. Según la interpretación de la tabla del análisis de suelo indica que tiene altos valores de fósforo disponible en suelo, esto se debe a que el estiércol porcino tiene alto porcentaje de fósforo en la dieta. Vásquez (2008) trabajó con bioabonos como el bokashi, compost, te estiércol y biosol, quien encontró valores inferiores con los abonos líquidos, similar a nuestros resultados, esto se debe porque los abonos foliares son aplicados directamente a las hojas y lo que fue suministrado al suelo fueron directamente aprovechados por las plantas por ser altamente disponibles. Flores, citado por Vásquez (2008) al trabajar con bioabonos encontró 62.8 ppm de fósforo, este resultado es superior a los valores encontrados en nuestra investigación, esta diferencia se debe posiblemente a que el fósforo se encuentra en el suelo tanto en formas orgánicas, ligadas a la materia orgánica, como inorgánicas que es la forma como la absorben los cultivos. Además el suelo fue pobre en materia orgánica y posiblemente no fue abonado por años.

Tabla 19. Caracterización de las propiedades físicas y químicas de suelo - inicial y post cosecha

TRATAMIENTO	Ph	C.E. (1:1) dS/m	M.O. %	P ppm	K ppm	Clase textural.	CIC
Inicial	6.93	3.42	1	23.5	183	Franco	21.92
T1: F. Químico	7.04	1.47	1.0	24.7	170	Fr.Ar.A.	19.5
T2: E. Sólido	7.33	1.25	2.56	59.4	230	Franco	19.94
T3: F. Químico + E. Sólido	7.38	1.8	1.8	40.1	198	Franco	20.8
T4: Biosol	7.8	1.1	1.46	26.4	195	Franco	19.84
T5: Biol	7.86	1.63	1.38	19.8	152	Franco	20.95

FUENTE: Lab. de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (2016)

El contenido de potasio disponible del suelo fertilizado con abonos orgánicos superaron en 25 por ciento con el estiércol sólido, 8 por ciento con el fertilizante químico más el estiércol sólido y 6 por ciento con el biosol con respecto a los valores iniciales del suelo antes de la siembra, excepto el biol y el fertilizante químico. Vásquez (2008) encontró valores inferiores de potasio disponible tras la aplicación de bioabonos al suelo, esta diversificación en la cantidad de potasio se debe posiblemente a la sustracción de este elemento por parte del cultivo así como también por diversos factores como el tipo de minerales arcillosos presente, la topografía, drenaje, profundidad, aireación del suelo. En cambio Hernández *et al.*, (2009) encontró similares resultados con la aplicación de biocompost en 260 ppm, vermicompost en 211 ppm y el fertilizante químico en 186 ppm, estos valores superiores al fertilizante químico se debe que los abonos orgánicos mejoran las propiedades químicas del suelo y van liberando nutrientes en el transcurso del tiempo.

La conductividad eléctrica CE de los tratamientos después de la cosecha presentó valores inferiores con respecto al resultado inicial antes de la cosecha, estos indicadores indican que el suelo es muy ligeramente salino. Hernández *et al.*, (2009), encontró 2,85 dS/m con el biocompost, sin embargo en su estudio no encontraron diferencias significativas. López *et al.* (2001) encontraron al aplicar al suelo abonos orgánicos (estiércol bovino, caprino y compost) no existe cambios significativos ya que sus valores fluctuaron de 1.9 a 2.2 dS/m, esto es posiblemente a que el estiércol bovino contiene altas concentraciones de sales solubles, principalmente cloruro de sodio, y si este es aplicado en altas cantidades en zonas áridas y semiáridas, pueden incrementar la salinidad del suelo obstaculizando la germinación de algunos cultivos sensibles a ésta.

4.5. Costo de producción e índice de rentabilidad.

Los costos de producción por hectárea del maíz chala con los abonos orgánicos y sintético se presenta en el anexo 17, 18, 19, 20 y 21, y de forma resumida se encuentra en la tabla 20, el valor promedio de los costos de producción está alrededor de S/. 4011.00 por hectárea, el cual es compensado con el rendimiento del cultivo. El mayor costo de producción por hectárea es con el fertilizante químico, consecuencia a un alto precio del abono, en cambio el menor costo se consigue con el biol por motivo de uso y cantidad, incluso tiene una mayor índice de rentabilidad a pesar de tener un bajo rendimiento de t/ha. El estiércol sólido presenta 111 por ciento de índice de rentabilidad, valor mayor a comparación del resto, el menor valor lo consigue el fertilizante químico con 70 por ciento.

Tabla 20. Costo de producción e índice de rentabilidad

TRATAMIENTO	Rendimiento (t/ha)	Ingreso S/. x ha	Costo Total Producción S/. x ha	Beneficio Neto S/.	Índice Rentabilidad %
T1: F. Químico	68.7	S/. 7,557.0	S/. 4,440.8	S/. 3,116.2	70%
T2: E. Sólido	73.9	S/. 8,129.0	S/. 3,858.6	S/. 4,270.4	111%
T3: F. Químico + E. Sólido	71.5	S/. 7,865.0	S/. 3,901.9	S/. 3,963.1	102%
T4: Biosol	73.1	S/. 8,041.0	S/. 4,342.4	S/. 3,698.6	85%
T5: Biol	64.2	S/. 7,062.0	S/. 3,511.7	S/. 3,550.3	101%

Cantarero y Martínez (2002) encontró el mayor beneficio neto con el uso de la gallinaza a S/. 3000.00 luego lo sigue el fertilizante químico con S/. 2850.00 y por último el estiércol con S/. 2150.00, estos valores superiores del fertilizante químico es motivo por tener mayor rendimiento forrajero y por ser más barato el abono a comparación de producir el estiércol. Pavón y Zapata (2012) encuentra indicadores similares a nuestro estudio al utilizar bioabonos en el maíz forrajero; respecto a la relación costo – beneficio, el Bokashi más urea consigue a 1:4.48, Bokashi más biofermento a 1:2.94, Bokashi más purín de lombrices 1:2.77 y el purín de lombrices a 1:5.28, todos los bioabonos superan el costo de producción, esto se debe a que los abonos orgánicos mejoran el rendimiento forrajero y el precio es mucho menor a comparación del fertilizante químico.

V. CONCLUSIONES.

- 1 En la calidad de los abonos orgánicos (biol y biosol), el pH descendió hasta valores inferiores a 4.0 a partir del segundo día de evaluación; en coliformes totales, fecales y *E. coli* se encontró ausencia de microorganismos patógenos < 3 NMP/g en comparación al estiércol sólido.
- 2 En rendimiento forrajero se encontró diferencias significativas en días de floración masculina y femenina, pero no significativo para altura de planta y mazorca, peso de mazorca, peso fresco por plata y hectárea. El mayor rendimiento por hectárea fue de 73.9 t por parte del T4, seguido 73.1 t para el T2.
- 3 En valor nutricional de la planta el T3 tuvo mayor proteína cruda, 10.5 por ciento, 1.6 por ciento extracto etéreo, 25.4 por ciento fibra cruda y 54.8 por ciento fibra detergente neutra, pero mayor valor de energía neta de lactancia lo consigue el T1.
- 4 En las propiedades física y química del suelo post cosecha con el T2 se consiguió mejores resultados en materia orgánica 2.56 por ciento, fosforo 59.4 ppm, potasio 230 ppm y clase textural franco. Menores valores dejo el T1.
- 5 En rentabilidad económica con el T2 se obtuvo mayor utilidad neta S/. 4270.40 y su índice de rentabilidad fue de 111 por ciento, en cambio el T1 tuvo menor índice de 70 por ciento.

VI. RECOMENDACIONES.

- Determinar la calidad de los abonos orgánicos con diferentes niveles de inclusión de estiércol porcino, BioLac y melaza con el objetivo de medir el tiempo de descomposición, la cantidad de microorganismos patógenos y el contenido nutricional

- Realizar una evaluación con diferentes cantidades de aplicación de abonos orgánicos en suelo, con el propósito de medir la máxima expresión del cultivo del maíz chala u otro cultivo en especial.

- Evaluar la calidad nutricional de la planta en diferentes estado vegetativo de la mazorca y diferente estación climatológica, con el objetivo de medir la variación del valor nutricional de la planta.

- Realizar un análisis microbiológico del suelo pos cosecha con el propósito de determinar la cantidad o variación de bacterias presentes en suelo.

- Determinar el costo de producción y utilidad neta en diferentes cultivos, fertilizados con diferentes niveles de abonos orgánicos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aparcana, S. 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “Fermentación Anaeróbica” para producción de biogás. Lima, Perú, German ProfeEC. 10 p.
- APP (Asociación Peruana de Porcicultores). 2017. Fortaleciendo el sistema de producción porcina familiar. 34 ed. Lima, Perú, Actualidad Porcina. p. 10-11.
- Ballester, A. 1993. Tratamiento de los subproductos y explotaciones ganaderas, separación de sólidos y líquidos: residuos ganaderos. Barcelona, España, Fundación “La Caixa”. p. 142-148.
- Bertrand, M. 1993. Caracterización y gestión de los estiércoles sólidos y licuados: residuos ganaderos. Barcelona, España, Fundación “La Caixa”. p. 177-190.
- Boopathy, R. 1998. Biological treatment of swine waste using anaerobic baffed reactors. *Bioresource Technology*. 64(1): 1-6.
- Cadillo, J. 2008. Producción Porcina: conociendo al Cerdo. 1 ed. Lima, Perú, Juan Gutemberg. p. 48.
- Cantarero, R; Martínez, O. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) Variedad NB-6. Diploma Ing. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. p. 39.
- Castillón, P. 1993. Valoración agronómica de las deyecciones de los animales: residuos ganaderos. 1d. Barcelona, España, Aedos. p. 5-15.

Castrillón, O; Jiménez, R; Bedoya, O. 2004? Porquinaza en la alimentación animal. Revista Lasallista de investigación. (1): 1-9.

Castillo, W. 2001. Producción de porcinos. Nutrición: control de la calidad de excreta en porcinos. Rev. Inv. Vet. Perú 2001. 12(1): 64-78.

CENAGRO (IV Censo Nacional de Agricultura, Perú). 2012. Población de porcinos. Consultado 14 abr. 2016. Disponible en <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>

Cervantes, I. 2014. Uso de excretas porcinas como ingrediente alimenticio en la dieta de otras especies. Consultado 18 abr. 2016. Disponible en: <http://bmeditores.mx/uso-de-excretas/>

Cirilo, A. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Buenos Aires, Argentina. 280 p.

Cornejo, M. 2011. Efecto de un bioprotector comercial en la reducción pH y carga microbiana putrefactiva en efluentes porcinos. Tesis de Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. p. 45-61.

Cueto, W; Quiroga, H; Becerra, C. 2003. Efecto del nitrógeno total disponible sobre el desarrollo del ballico anual, producción y calidad de forraje y acumulación de nitratos. México, Terra v. 21, p. 285-295.

De La Cruz, 2016. Fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la localidad de la Molina. Tesis de Ing. Agrónomo. Lima, Perú, UNALM. p. 36-45.

Dimas, J; Díaz, A; Martínez, E. 2001. Effect of organic fertilizers on physical-chemical soil properties and corn yield. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. México, Terra Latinoamericana v. 19, p. 293-299.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, España). 2009. El ganado y el medio ambiente. Consultado el 05 de febrero 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s04.pdf>

Félix, R. 2002. “Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y valor nutritivo en seis cultivares de maíz chala (DK821, DK834, XL650, CHALA PUENTE Y PM212) para ensilaje de chancay (Lima)”. Tesis de Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. p. 61-75.

Jiménez, E. 2011. Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas, “Aloag-Pichinha”. Tesis Ing. Agropecuario. Sangolquí, Ecuador, Escuela Politécnica del Ejército. p. 13-17.

Julca, A; Meneses, L; Blas, R; Bello, S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. Chile, IDESIA. 24(1): 49-61

García, T; Villa, N. 1995. Épocas de plantio de milho em funcao das deficiencias hídricas no solo em Cambara –PR. Pesq. Agropec. Brasil. v.30, t. 4, p. 505-514.

Guerrero, J. 1993. Abonos Orgánicos: Tecnología para el Manejo Ecológico de Suelos. RAAA. Lima, Perú. 90 p.

Gross, A. 1981. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Ed. Mundi-Prensa. 7 ed. España. 559 p

Hernández, M; Leos, J; Preciado, P; Orona, I; García, J; Orozco, J. 2009. Application of organic fertilizers in the production of forage corn with drip irrigation. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. México, Terra Latinoamericana. v. 27, p. 329-336.

Iparraguirre, R. 2008. Tipos de excretas y degradación aeróbica del estiércol en el compostaje. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. p. 10.

Lee, J; Coulter, B. 1990. A macro view of animal manure production in the European Community and implications for environment. In: manure and environment. Primeiro Capítulo.

López, M; Díaz, A; Martínez, E; Valdez, C. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. México, Terra. v. 19. p. 293-299.

Mariscal, G. 2007. Tratamiento de excretas cerdos. Consultado 18 feb. 2015. Disponible en <https://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm>

Martínez, G. 2004. Alternativas para el tratamiento de las excretas en granjas porcinas: los porcicultores y su entorno. Consultado 10 abr. 2015. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/manejo/articulos/manejo-excretas-porcinas-sistemas-t375/124-p0.htm>

Maya, N. 1995. Evaluación de siete genotipo de maíz (*Zea mays L.*) en cuatro localidades de Nicaragua. Tesis de Ingeniero. Managua, Nicaragua, UNA. p. 32.

Medina, A. 2013. Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestor. Tesis de Ing. Ambiental. Lima, Perú, UNALM. p. 65-80.

Montesinos, D. 2013. Estudio de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercado para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pastos. Tesis de Maestría en Agroecología y Ambiente. Azuay, Ecuador, Universidad Estatal de Cuenca. p. 13.

Moore, J; Gamroth, M. 1993. Calculating the fertilizer value of manure from livestock. Consultado el 05 may. 2018. Disponible en <http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/Agr>.

Mosquera, B. 2010. Abonos Orgánicos, Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Consultado 04 abr. 2016. Disponible en http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

Nebreda, A. 1982. Aspectos generales de la contaminación por residuos ganaderos y posibles soluciones. España, Nuestra Cabaña n 107, junio. p. 35-39.

Noa, J. 2013. Uso de complejo enzimático y bioprotector comercial sobre la estabilidad y transformación de excretas porcinas. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. p. 79-83.

Núñez, G; Peña, A; González, F; Faz, R. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. 3 ed. INIFAP. Torreón, Coah, México. p. 45-97.

Olascoaga, L. 2007. Biorremediación de suelos contaminados con aceite lubricante residual utilizando excretas de vacunos y porcinos. Tesis Ing. Zootecnista. Lima Perú, UNALM. p. 15-16.

Olivera, P. 1994. Impacto ambiental causado pelos dejetos de suinos. Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suinos. p. 27- 40.

OMS (Organización Mundial de Salud, Perú). 2014. Lima es la ciudad con más contaminación atmosférica de Latinoamérica. Consultado el 04 de may. del 2018. Disponible en: <http://noticias.universia.edu.pe/ciencia-ntt/noticia/2014/05/08/1096183/oms-lima-ciudad-contaminacion-atmosferica-latinoamerica.html>

Pavón, J; Zapata, O. 2012. Comparación de tres fertilizantes orgánicos y un combinado en el cultivo de maíz (*Zea mays*), en el campus agropecuario de la UNAN-LEÓN. Tesis de Ing. Agroecología Tropical. Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN- LEON. p. 45-53.

Peralta, R. 2010. Determinación de parámetros óptimos en la producción de fast biol usando las excretas del ganado lechero del estado de la UNALM. Tesis de Biólogo. Lima, Perú, UNALM. 107 p.

Pinos, J; Gracia, J; Peña, L; Rendon, J; Gonzales, C; Tristán, F. 2012. Impacto y regulaciones ambientales de estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de américa. México. Revista Agrociencia. 46(4): 360 p.

Quiñonez, H. 2016. Producción de abono líquido acelerado con heces de alpaca, lactosuero bovino y melaza de caña mediante fermentación homoláctica. Tesis Mg. Sc. Producción Animal. Lima, Perú, UNALM. p. 38-45.

Restrepo, J. 2007. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de excretas de vaca. Manual práctico. 1 ed. Vol. 2. Cali, Colombia, Impresora Feriva S.A. p. 17-18; 53-60; 91.

Reyes, C. 1990. El maíz y su cultivo AGT. 3 ed. México, Editorial, México. D.F. p. 320-350.

Robalino, H. 2011. Evaluación de la actividad biológica y nutricional del biol en diferentes formulaciones y la respuesta a su aplicación en cultivos de arroz (*Oriza sativa*) y maíz (*Zea mays L.*) en Guayas. Tesis de Ms Sc. Agricultura Orgánica. Guayaquil, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del litoral. 77 p.

Rodríguez, 2013. Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mays L.*) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra. Tesis de Ing Agrónomo. Ecuador, Universidad de Guayaquil. p. 45-49.

Rojas, R. 1996. El uso de estiércol de cerdo en el engorde de ganado Vacuno. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 76 p.

Roman, C. 2012. Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. Tesis Ing. Ambiental. Lima, Perú, UNALM. p. 120-141.

Salazar, E; Trejo, I; Vázquez, C; López, J. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. Rev. Int. Bot. Exp. 76(1): 169-185.

Salcedo, S. 2016. Comparativo de fuentes nitrogenadas en un suelo arenoso utilizando como cultivo indicador al maíz (*Zea mays L.*), a nivel de invernadero. Tesis de Ing. Agrónomo. Lima, Perú, UNALM. p. 67-78.

Saldaña, F; Calero, M. 1991. Efectos de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays L.*), sorgo (*Sorghum bicolor L.*), Pepino (*Cucumis sativus L.*). Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua, UNA. 63p.

Salisbury, F; Ross, C. 1998. Fisiología vegetal. 1 ed. México. AGT EDITOR, S.A. 759 p.

Sánchez, M. 2001. Utilización agrícola del estiércol licuado de ganado porcino: método rápido de determinación del valor fertilizante. Establecimiento de las bases para el diseño de un óptimo plan de fertilización. Tesis de Doctorado. España, Universidad de Valladolid. p. 8-50.

Segura, J. 2006. Evaluación del efecto de los microorganismos efectivos (EM) en el rendimiento del maíz híbrido PM-212 en el valle de Yauca – Arequipa. Tesis Ing. Agrónomo. Lima, Perú, UNALM. p. 13-21.

Shintani, M. 2000. Manejo de desechos de la producción bananera. Bokashi: abono Orgánico fermentado. Rev. El agro. Quito, Ecuador. p. 20-65.

Silva, W; Alfaro, Y; Jiménez, R. 2009. Evaluación de las características morfológicas y agronómicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. Venezuela Rev. UDO Agrícola. 9(4): 743-755.

Simpson, K. 1991. Abono y estiércoles. 1 ed. España, Ed. Acribia S.A. p. 91-106.

Siura, S; Montes, I; Dávila, S. 2009. Efecto del biol y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de espinaca (*Spinaca oleracea*) bajo cultivo orgánico. Revista Anales científico. Lima, Perú, UNALM. 70 (1): 1-8.

Trinidad, A. 1987. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie cuadernos de edafología 10. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. s.p.

Vásquez, D. 2008. Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Tesis Ing. Zootecnista. Riobamba, Ecuador, ESPC. p. 3-19.

Weeks, A. 1994. Livestock manure systems for the 21st century: A systems perspective. In: NRAES. Liquid manure application systems. Design, Management and Environmental Assessment. Proceedings from the liquid manure application system conference. Rochester, New York. Northeast Regional Agricultural Engineering Service - Cooperative Extension. p. 6-9.

Zanabria, C. 1998. Uso de estiércol porcino en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. p. 25-27.

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 1.

ANÁLISIS DE MICROBIOLÓGICO DEL ESTIERCOL DE CERDO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú Teléfono: 6147800 anexo 274	
INFORME DE ENSAYO N° 1602098 - LMT	
SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO	
MUESTRA : EXCRETAS DE CERDO 1602098)	
PROCEDENCIA	: UNALM
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2016 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016 - 02 - 11
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2016 - 02 - 15
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2016 - 02 - 23
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	
Análisis Microbiológico	Muestra 1602098
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	25 x 10 ⁷
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	55 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	59 x 10 ⁷
¹ Enumeración de coliformos totales (NMP/g)	>11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformos fecales (NMP/g)	>11 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	>11 x 10 ²
Métodos:	
¹ International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.	
Observaciones:	
Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.	
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.	
Validez del documento:	
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.	
La Molina, 25 de febrero de 2016	
	
DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA	
Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" Universidad Nacional Agraria La Molina	
Teléfono: 6147800 anexo 274 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe	
	

ANEXO N° 2.

ANÁLISIS DE MICROBIOLÓGICO DEL ABONO ORGÁNICO ACELERADO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú Teléfono: 6147800 anexo 274	
INFORME DE ENSAYO N° 1602133 - LMT	
SOLICITANTE	: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO	
MUESTRA	: ABONO ORGÁNICO ACELERADO DE EXCRETAS DE CERDO 1602133)
PROCEDENCIA	: UNALM
TIPO DE ENVASE	: Frasco de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 10 g. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2016 - 02 - 29
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016 - 02 - 29
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2016 - 03 - 01
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2016 - 03 - 07
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	
Análisis Microbiológico	Muestra 1602133
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	83 x 10 ²
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	27 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3

Métodos:
¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:
Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
Validez del documento:
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 09 de marzo del 2016


DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA
Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina
Teléfono: 6147800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



ANEXO N° 3.

ANALISIS DE MATERIA ORGÁNICA DEL ESTIERCOL DE CERDO.



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



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
PROCEDENCIA : LIMA/LIMA/PACHACAMAC
MUESTRA DE : EXCRETAS DE CERDO
REFERENCIA : H.R. 53148
FACTURA : 35078
FECHA : 23/02/16

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
172		6.36	6.27	80.86	2.04	6.10	1.63

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
172		3.98	2.00	73.77	0.23

N° LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
172		29	385	1580	488	1417



B. Sady García Bendezú
Dr. Sady García Bendezú
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANEXO N° 4.

ANALISIS DE MATERIA ORGÁNICA DEL BIOSOL.



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



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ PACHACAMAC
MUESTRA DE : BIOSOL DE EXCRETAS DE CERDO
REFERENCIA : H.R. 53369
FACTURA : 35078
FECHA : 09/03/16

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
225		4.16	12.50	88.30	1.76	2.29	2.54

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
225		1.40	0.86	74.98	0.16

N° LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
225		735	300	467	114	137



Dr. Sady García Bendezú
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANEXO N° 5.

ANALISIS DE MATERIA ORGÁNICA DEL BIOL O ABONO LÍQUIDO ACELERADO.



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



**INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE
 MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ PACHACAMAC
 MUESTRA DE : ABONO LIQUIDO ACELERADO DE EXCRETAS DE CERDO
 REFERENCIA : H.R. 53368
 FACTURA : 35078
 FECHA : 09/03/16

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
224		4.00	20.10	136.92	108.28	4592.00	2931.57	5970.00

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
224		2235.00	1600.00	395.00

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
224		142.10	53.00	128.40	31.20	2.92



Dr. Sady García Bendejú
 Jefe de Laboratorio

ANEXO N° 6.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO – ANTES DE LA SIEMBRA.



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



Provincia : LIMA
Predio :
Fecha : 21/01/16

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Departamento : LIMA

Distrito : PACHACAMAC

Referencia : H.R. 52832-005C-16

Número de Muestra Lab	Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	Suma de Bases %		
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺			Al ⁺³ + H ⁺	
313		6.93	3.42	0.00	1.00	23.5	183	34	46	20	Fr.	21.92	16.59	3.62	0.43	1.28	0.00	21.92	21.92	100

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



Sady García Bendejé
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANEXO N° 7.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO – DESPUES DE LA SIEMBRA.



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



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Departamento : LIMA
 Distrito : PACHACAMAC
 Referencia : H.R. 54751-102C-16

Provincia : LIMA
 Predio :
 Fecha : 06/07/16

Bolt.: 13261

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases		
								Arena %	Limo %			Arcilla %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺				Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺
8465	T1	7.04	1.47	0.00	1.61	24.7	170	55	24	21	Fr.Ar.A.	19.50	15.31	3.20	0.40	0.59	0.00	19.50	19.50	100
8466	T2	7.33	1.25	0.10	2.56	59.4	230	35	40	25	Fr.	19.94	14.80	3.92	0.66	0.57	0.00	19.94	19.94	100
8467	T3	7.38	1.80	0.10	1.80	40.1	198	37	40	23	Fr.	20.80	15.86	3.75	0.57	0.62	0.00	20.80	20.80	100
8468	T4	7.80	1.10	0.10	1.46	26.4	195	37	44	19	Fr.	19.84	14.90	3.10	1.29	0.55	0.00	19.84	19.84	100
8469	T5	7.86	1.63	0.10	1.38	19.8	152	37	40	23	Fr.	20.18	15.01	2.95	1.43	0.79	0.00	20.18	20.18	100

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

D. S. García Bendezu
 Jefe del Laboratorio

ANEXO N° 8.

ÁNÁLISIS QUÍMICO DEL MAÍZ CHALA – ÁNÁLISIS PROXIMAL.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS
 Av. La Molina s/n - La Molina
 TELEFAX 3480830

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0621/2016

CLIENTE : LUIS MORENO AYALA
NOMBRE DEL PRODUCTO : 05 muestras de Maíz Chala
 (Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 13-06-2016
FECHA DE ANÁLISIS : Del 13/06/16 al 07/07/16
CANTIDAD DE MUESTRA : Indicados en tabla
PRESENTACION : Muestra fresca en bolsa de polietileno
IDENTIFICACION : AQ16-0621/01-05

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ16-0621/01	AQ16-0621/02	AQ16-0621/03	AQ16-0621/04	AQ16-0621/05
MUESTRA	T1	T2	T3	T4	T5
Peso (kg)	1.030	1.008	1.006	1.002	1.006
a.- HUMEDAD,%	68.24	71.62	81.06	80.29	77.73
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	2.83	2.48	1.98	1.89	2.16
c.- GRASA, %	0.41	0.39	0.30	0.26	0.32
d.- FIBRA CRUDA, %	8.33	8.02	4.82	5.88	6.31
e.- CENIZA,%	2.13	2.01	1.62	1.59	1.58
f.- ELN ¹ ,%	18.06	15.48	10.22	10.09	11.90
g.- FIBRA DETERGENTE NEUTRO - FDN: %.	17.65	15.98	10.38	10.99	12.67

ELN¹ = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

Métodos utilizados:

- a.- AOAC (2005), 950.46
- b.- AOAC (2005), 984.13
- c.- AOAC (2005), 203.05
- d.- AOAC (2005), 962.09
- e.- AOAC (2005), 942.05
- g.- ANKOM (2005) Neutral Degerteng Fiber in Feeds. Filter bags technique

Atentamente,

La Molina, 07 de Julio del 2016


Ing. Gloria Palacios Pinto
 Jefe del Laboratorio de Evaluación
 Nutricional de Alimentos



ANEXO 9.

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) – DIAS DE FLORACIÓN MASCULINA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F	Significación
Bloque	4	14.0	3.5	0.72	0.589	n.s.
Tratamiento	4	140.4	35.1	42.12	0.0016	**
Error	16	77.6				
Total	24	232.0				

C.V. 3.8%

Media: 58 días

ANEXO 10.

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) – DIAS DE FLORACIÓN FEMENINA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F	Significación
Bloque	4	14.64	3.7	0.65	0.63	n.s.
Tratamiento	4	163.84	40.9	40.9	0.0016	**
Error	16	90.16				
Total	24	268.64				

C.V. 3.6%

Media: 66 días

ANEXO 11.

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) – ALTURA DE PLANTA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F	Significación
Columna	4	0.094	0.023	1.14	0.375	n.s.
Tratamiento	4	0.163	0.041	1.96	0.149	n.s.
Error	16	0.331				
Total	24	0.588				

C.V. 5.39 %

Media: 2.67 m.

ANEXO 12.

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) – ALTURA DE MAZORCA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F	Significación
Columna	4	0.053	0.013	1.10	0.3894	n.s.
Tratamiento	4	0.117	0.029	2.42	0.0909	n.s.
Error	16	0.193				
Total	24	0.363				

C.V. 6.44%

Media: 1.71 m.

ANEXO 13.

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) – DIÁMETRO DE TALLO.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F	Significación
Columna	4	5.586	1.396	2.04	0.137	n.s.
Tratamiento	4	5.093	1.273	1.86	0.167	n.s.
Error	16	10.967				
Total	24	21.646				

C.V. 4.54%

Media: 18.2 mm.

ANEXO 14.

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) – PESO FRESCO DE MAZORCA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F	Significación
Columna	4	0.005	0.001	1.50	0.248	n.s.
Tratamiento	4	0.006	0.001	1.63	0.215	n.s.
Error	16	0.014				
Total	24	0.025				

C.V. 11.65%

Media: 0.255 kg.

ANEXO 15.

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) – PESO FRESCO DE LA PLANTA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F	Significación
Columna	4	0.049	0.012	1.21	0.3433	n.s.
Tratamiento	4	0.064	0.016	1.59	0.226	n.s.
Error	16	0.162				
Total	24	0.275				

C.V. 9.7%

Media: 1.034 kg.

ANEXO 16.

ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) – PESO FRESCO POR HECTAREA.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F	Significación
Columna	4	222.8	55.7	1.20	0.349	n.s.
Tratamiento	4	306.1	76.5	1.65	0.212	n.s.
Error	16	744.2				
Total	24	1273.1				

C.V. 9.7%

Media: 70.2 t.

ANEXO 17.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ CHALA POR HECTAREA CON FERTILIZANTE QUÍMICO.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	SUB TOTAL S/.	COSTO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS					
1. Alquiler del terreno					S/. 300.00
Terreno	Hectarea	1	S/. 300.00	S/. 300.00	
2. Insumos agrícolas					S/. 1,703.40
SEMILLA				S/. 450.00	
Experimental 5	Kg	25	S/. 18.00	S/. 450.00	
FERTILIZANTES QUÍMICOS				S/. 1,093.40	
Urea	Kg	410	S/. 1.32	S/. 541.20	
Fosfado di amonio	Kg	174	S/. 1.92	S/. 334.08	
Cloruro de potasio	Kg	133	S/. 1.64	S/. 218.12	
PESTICIDAS				S/. 160.00	
Atrazina	Lt	1	S/. 40.00	S/. 40.00	
Tifon	Lt	2	S/. 35.00	S/. 70.00	
Granulate	Kg	10	S/. 5.00	S/. 50.00	
3. Labores					S/. 1,760.00
PREPARACIÓN DE TERRENO				S/. 730.00	
Riego machaco	jornal	1	S/. 30.00	S/. 30.00	
Aradura y rastra	Hora/máquina	4	S/. 80.00	S/. 320.00	
grado y nivelación	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
Surqueo para siembra	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
Hacer toma de rego.	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
SIEMBRA				S/. 120.00	
siembra de maíz	Jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
LABORES CULTURALES				S/. 910.00	
Riego cotidiano	jornal	7	S/. 30.00	S/. 210.00	
Abonamiento	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
limpieza de malezas	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
Aporque maquina	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
control de malezas	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
control fitosanitario	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
aplicación granulate	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
Cosecha	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					S/. 3,763.40
II. COSTOS INDIRECTOS					
1. Imprevisto (5% CD)					S/. 188.17
2. Costos financieros (8% CD)					S/. 301.07
3. Gastos administrativos (5% CD)					S/. 188.17
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					S/. 677.41
TOTAL COSTOS PRODUCCIÓN					S/. 4,440.81

ANEXO 18.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ CHALA POR HECTAREA CON ESTIÉRCOL SÓLIDO.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	SUB TOTAL S/.	COSTO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS					
1. Alquiler del terreno					S/. 300.00
terreno	Hectarea	1	S/. 300.00	S/. 300.00	
2. Insumos agrícolas					S/. 1,210.00
SEMILLA				S/. 450.00	
Experimental 5	Kg	25	S/. 18.00	S/. 450.00	
ABONO ORGÁNICO				S/. 600.00	
Estiercol Sólido	Kg	12000	S/. 0.05	S/. 600.00	
PESTICIDAS				S/. 160.00	
Atrazina	Lt	1	S/. 40.00	S/. 40.00	
Tifon	Lt	2	S/. 35.00	S/. 70.00	
Granulate	Kg	10	S/. 5.00	S/. 50.00	
3. LABORES					S/. 1,760.00
PREPARACIÓN DE TERRENO				S/. 730.00	
Riego machaco	jornal	1	S/. 30.00	S/. 30.00	
Aradadura y rastra	Hora/máquina	4	S/. 80.00	S/. 320.00	
grado y nivelación	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
Surqueo para siembra	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
tomeo	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
SIEMBRA				S/. 120.00	
siembra de maíz	Jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
LABORES CULTURALES				S/. 910.00	
Riego cotidiano	jornal	7	S/. 30.00	S/. 210.00	
Abonamiento	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
limpieza de malezas	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
Aporque maquina	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
control de malezas	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
control fitosanitario	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
aplicación granulate	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
cosecha	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					S/. 3,270.00
II. COSTOS INDIRECTOS					
1. Imprevisto (5% CD)					S/. 163.50
2. Costos financieros (8% CD)					S/. 261.60
3. Gastos administrativos (5% CD)					S/. 163.50
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					S/. 588.60
TOTAL COSTOS PRODUCCIÓN					S/. 3,858.60

ANEXO 19.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ CHALA POR HECTAREA CON FERTILIZANTE QUÍMICO MÁS ESTIÉRCOL SÓLIDO.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	SUB TOTAL S/.	COSTO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS					
1. Alquiler del terreno					S/. 300.00
terreno	Hectarea	1	S/. 300.00	S/. 300.00	
2. Insumos agrícolas					S/. 1,156.70
SEMILLA				S/. 450.00	
Experimental 5	Kg	25	S/. 18.00	S/. 450.00	
FERTILIZANTES QUÍMICO				S/. 546.70	
Urea	Kg	205	S/. 1.32	S/. 270.60	
Fosfado di amonio	Kg	87	S/. 1.92	S/. 167.04	
Cloruro de potasio	Kg	66.5	S/. 1.64	S/. 109.06	
ABONO ORGÁNICO					
Estiércol Sólido	Kg	6000	S/. 0.05	S/. 300.00	
PESTICIDAS				S/. 160.00	
Atrazina	Lt	1	S/. 40.00	S/. 40.00	
Tifon	Lt	2	S/. 35.00	S/. 70.00	
Granulate	Kg	10	S/. 5.00	S/. 50.00	
3. Labores					S/. 1,850.00
PREPARACIÓN DE TERRENO				S/. 730.00	
Riego machaco	Jornal	1	S/. 30.00	S/. 30.00	
Aradadura y rastra	Hora/máquina	4	S/. 80.00	S/. 320.00	
grado y nivelación	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
Surqueo para siembra	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
tomeo	Jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
SIEMBRA				S/. 120.00	
siembra de maíz	Jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
LABORES CULTURALES				S/. 1,000.00	
Riego cotidiano	Jornal	7	S/. 30.00	S/. 210.00	
Abonamiento	Jornal	7	S/. 30.00	S/. 210.00	
limpieza de malezas	Jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
Aporque maquina	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
control de malezas	Jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
control fitosanitario	Jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
aplicación granulate	Jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
cosecha	Jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					S/. 3,306.70
II. COSTOS INDIRECTOS					
1. Imprevisto (5% CD)					S/. 165.34
2. Costos financieros (8% CD)					S/. 264.54
3. Gastos administrativos (5% CD)					S/. 165.34
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					S/. 595.21
TOTAL COSTOS PRODUCCIÓN					S/. 3,901.91

ANEXO 20.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ CHALA POR HECTAREA CON EL BIOSOL.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	SUB TOTAL S/.	COSTO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS					
1. Alquiler del terreno					S/. 300.00
terreno	Hectarea	1	S/. 300.00	S/. 300.00	
2. Insumos agricolas					S/. 1,650.00
SEMILLA				S/. 450.00	
Experimental 5	Kg	25	S/. 18.00	S/. 450.00	
ABONO ORGÁNICO				S/. 1,040.00	
biosol	Kg	1000	S/. 1.04	S/. 1,040.00	
PESTICIDAS				S/. 160.00	
Atrazina	Lt	1	S/. 40.00	S/. 40.00	
Tifon	Lt	2	S/. 35.00	S/. 70.00	
Granulate	Kg	10	S/. 5.00	S/. 50.00	
3. Labores					S/. 1,730.00
PREPARACIÓN DE TERRENO				S/. 730.00	
Riego machaco	jornal	1	S/. 30.00	S/. 30.00	
Aradadura y rastra	Hora/máquina	4	S/. 80.00	S/. 320.00	
grado y nivelación	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
Surqueo para siembra	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
tomeo	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
SIEMBRA				S/. 120.00	
siembra de maíz	Jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
LABORES CULTURALES				S/. 880.00	
Riego cotidiano	jornal	7	S/. 30.00	S/. 210.00	
Abonamiento	jornal	3	S/. 30.00	S/. 90.00	
limpieza de malezas	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
Aporque maquina	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
control de malezas	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
control fitosanitario	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
aplicación granulate	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
cosecha	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					S/. 3,680.00
II. COSTOS INDIRECTOS					
1. Imprevisto (5% CD)					S/. 184.00
2. Costos financieros (8% CD)					S/. 294.40
3. Gastos administrativos (5% CD)					S/. 184.00
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					S/. 662.40
TOTAL COSTOS PRODUCCIÓN					S/. 4,342.40

ANEXO 21.

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ CHALA POR HECTAREA CON BIOL.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	SUB TOTAL S/.	COSTO TOTAL S/.
I. COSTOS DIRECTOS					
1. Alquiler del terreno					S/. 300.00
terreno	Hectarea	1	S/. 300.00	S/. 300.00	
2. Insumos agrícolas					S/. 646.00
SEMILLA				S/. 450.00	
Experimental 5	Kg	25	S/. 18.00	S/. 450.00	
ABONO ORGÁNICO				S/. 36.00	
biol	Kg	30	S/. 1.20	S/. 36.00	
PESTICIDAS				S/. 160.00	
Atrazina	Lt	1	S/. 40.00	S/. 40.00	
Tifon	Lt	2	S/. 35.00	S/. 70.00	
Granulate	Kg	10	S/. 5.00	S/. 50.00	
3. Labores					S/. 2,030.00
PREPARACIÓN DE TERRENO				S/. 730.00	
Riego machaco	jornal	1	S/. 30.00	S/. 30.00	
Aradadura y rastra	Hora/máquina	4	S/. 80.00	S/. 320.00	
grado y nivelación	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
Surqueo para siembra	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
tomeo	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
SIEMBRA				S/. 120.00	
siembra de maíz	Jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
LABORES CULTURALES				S/. 1,180.00	
Riego cotidiano	jornal	7	S/. 30.00	S/. 210.00	
Abonamiento foliar	jornal	15	S/. 30.00	S/. 450.00	
limpieza de malezas	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
Aporque maquina	Hora/máquina	2	S/. 80.00	S/. 160.00	
control de malezas	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
control fitosanitario	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
aplicación granulate	jornal	2	S/. 30.00	S/. 60.00	
cosecha	jornal	4	S/. 30.00	S/. 120.00	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					S/. 2,976.00
II. COSTOS INDIRECTOS					
1. Imprevisto (5% CD)					S/. 148.80
2. Costos financieros (8% CD)					S/. 238.08
3. Gastos administrativos (5% CD)					S/. 148.80
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					S/. 535.68
TOTAL COSTOS PRODUCCIÓN					S/. 3,511.68