



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ABONO OBTENIDO DE POLLINAZA Y CUYINAZA PARA UNA AGRICULTURA
SOSTENIBLE EN *Zea Mays* L. EN EL DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA 2024

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autora:

Huaylla Castillo, Dafny Caroline

Asesor:

Martínez Cabrera, Rubén

ORCID: 0000-0002-4561-8627

Jurado:

Aylas Humareda, María Del Carmen

Altez Rodriguez, José Félix

Aguirre Cordero, Rogelio

Lima - Perú

2025



"ABONO OBTENIDO DE POLLINAZA Y CUYINAZA PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN Zea Mays L. EN EL DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA 2024"

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	www.inia.uy Fuente de Internet	1%
4	orcid.org Fuente de Internet	1%
5	faz.ujed.mx Fuente de Internet	1%
6	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ABONO OBTENIDO DE POLLINAZA Y CUYINAZA PARA UNA AGRICULTURA
SOSTENIBLE EN *Zea Mays* L. EN EL DISTRITO DE PACHACAMAC, LIMA 2024

Línea de Investigación

Biodiversidad, Ecología y Conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autora

Huaylla Castillo, Dafny Caroline

Asesor

Martínez Cabrera, Rubén

ORCID: 0000-0002-4561-8627

Jurado

Aylas Humareda, María Del Carmen

Altez Rodriguez, José Félix

Aguirre Cordero, Rogelio

Lima - Perú

2025

DEDICATORIA

A mis abuelos, Froilán y Juana, por darme la motivación de siempre seguir mi camino profesional.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación, se llevó a cabo gracias a Dios, quien me dio la fuerza de continuar a pesar de los obstáculos.

A mis padres y hermanas, por su incondicional apoyo emocional y estar a mi lado en todo momento.

Expreso mi profunda gratitud a la Dra. Carmen Felipe-Morales Basurto por haberme ofrecido su orientación y conocimiento, así como facilitarme un espacio en la finca Bioagricultura Casa Blanca para el desarrollo de mi tesis.

A mi querida Universidad Nacional Federico Villareal por brindarme una excelente plana docente a lo largo de mi carrera profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción y formulación del problema.....	3
1.1.1 Problema general	5
1.1.2 Problemas específicos.....	5
1.2 Antecedentes	6
1.2.1 Internacionales	6
1.2.2 Nacionales.....	6
1.3 Objetivos	8
1.3.1 General.....	8
1.3.2 Específicos	8
1.4 Justificación.....	8
1.4.1 Justificación Práctica	8
1.4.2 Justificación Teórica	9
1.4.3 Justificación Metodológica	10
1.5 Hipótesis.....	10
1.5.1 Hipótesis principal	10
1.5.2 Hipótesis secundaria	10
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Maíz como forraje	12

2.1.1	Origen	12
2.1.2	Clasificación taxonómica.....	12
2.1.3	Características botánicas	14
2.1.4	Requerimientos del cultivo	15
2.1.5	Influencia de las condiciones en la morfología del forraje	19
2.1.6	Efectos ambientales sobre la calidad forrajera.....	21
2.2	Sistemas de Producción.....	22
2.2.1	Agricultura Tradicional.....	22
2.2.2	Agricultura Sostenible	23
2.3	Abono orgánico	25
a)	Concepto	25
III.	MÉTODO	26
3.1	Tipo de investigación	26
3.2	Ámbito espacial y temporal.....	26
3.3	Variables.....	28
3.4	Población y muestra	28
3.5	Instrumentos	29
3.5.1	Fichas de registro de observación	29
3.5.2	Resultados de laboratorio de fertilidad de suelos	29
3.5.3	Resultados de laboratorio de evaluación nutricional de alimentos.....	29
3.5.4	Resultados de laboratorio de características químicas de los abonos	29

3.5.5 Software	30
3.6 Procedimientos	30
3.6.1 Determinación de las características químicas iniciales del suelo	30
3.6.2 Determinación del efecto de la pollinaza y cuyinaza en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del cultivo de forraje de maíz	30
3.6.3. Determinación de la fertilidad final del suelo	45
3.7. Consideraciones éticas	45
IV. RESULTADOS	47
4.1. Determinación de las características químicas del suelo	47
4.2. Determinación del efecto del abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del forraje de maíz (<i>Zea Mays</i> L.) y su influencia en la agricultura sostenible	48
4.2.1. Cantidad de Plantas	49
4.2.2. Altura de plantas	50
4.2.3. Profundidad y peso de las raíces.....	52
4.2.4. Rendimiento de cultivo.....	53
4.2.5. Evaluación Nutricional de Alimentos.....	55
4.2.6. Influencia de la aplicación de abonos en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del cultivo para fomentar la agricultura sostenible.....	56
4.3. Determinación del efecto de abono obtenido de pollinaza y cuyinaza en la fertilidad del suelo y su influencia a agricultura sostenible	58
4.3.1. Evaluación final de la fertilidad de suelos según tratamiento	58

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	62
VI. CONCLUSIONES.....	66
VII. RECOMENDACIONES	68
VIII. REFERENCIAS.....	69
IX. ANEXOS.....	75
Anexo A. Ficha de registro de observación	75
Anexo B. Resultados de laboratorio de fertilidad de suelos	76
Anexo C. Resultados de laboratorio de evaluación nutricional de alimentos.....	77
Anexo D. Resultados de laboratorio de características químicas de los abonos.....	78
Anexo E. Cronograma de actividades de campo.....	82
Anexo F. Folleto informativo para el cultivo de maíz forrajero (INIA 617 – CHUSKA).....	83
Anexo G. Panel Fotográfico.....	84
Anexo H. Evaluación de Expertos	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica del Zea Mays L.	13
Tabla 2 Efectos de un aumento de la temperatura en la producción de materia seca de forraje de maíz.....	17
Tabla 3 Datos Hidrometeorológicos en la Estación Villa María del Triunfo: Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación en los meses de enero 2024 – marzo 2024.....	33
Tabla 4 Tratamientos de abonos orgánicos aplicados.....	36
Tabla 5 Resultado de laboratorio de las propiedades químicas de los abonos orgánicos.....	37
Tabla 6 Resultado de laboratorio de porcentaje de materia orgánica en los abonos orgánicos	38
Tabla 7 Determinación de cantidades a aplicar por tratamiento.....	40
Tabla 8 Resultado de laboratorio de muestra de suelo del área experimental.....	48
Tabla 9 Cantidad de abono aplicado por subparcela	48
Tabla 10 Cantidad de Plantas por Tratamiento.....	50
Tabla 11 Promedio de altura parcial en cada tratamiento.....	51
Tabla 12 Promedio de altura final en cada tratamiento	51
Tabla 13 Promedio de profundidad y peso de las raíces por tratamiento	53
Tabla 14 Peso del forraje de maíz por tratamiento	53
Tabla 15 Rendimiento del forraje de maíz por tratamiento	55
Tabla 16 Evaluación nutricional del forraje de maíz por tres tratamientos representativos....	56
Tabla 17 Propiedades químicas del suelo después de la aplicación de abonos	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Ubicación de la Finca Bioagricultura Casa Blanca.....	27
Ilustración 2 Tipo de clima en Pachacamac según Warren Thornthwaite.....	32
Ilustración 3 Representación de la distribución de la parcela experimental	35
Ilustración 4 Agricultura sostenible circular.....	58

RESUMEN

La presente investigación evalúa cómo el abono obtenido de pollinaza y cuyinaza en el cultivo de maíz forrajero (*Zea Mays* L.) incide en la agricultura sostenible en Pachacámac, Lima, durante 2024. Estos abonos, derivados de desechos orgánicos de la crianza de pollos y cuyes, se plantean como una alternativa viable y ecológica frente a los fertilizantes químicos, permitiendo optimizar el rendimiento agrícola sin comprometer los recursos naturales. A través de los objetivos específicos, se analizaron las características físicas y nutricionales del forraje de maíz, y la fertilidad del suelo. Bajo un enfoque mixto y diseño experimental de parcelas controladas para aplicar los diferentes tratamientos de abono. Los resultados evidenciaron que las dosis de abono aplicadas, en especial la de 10 tn/ha de abono obtenido de pollinaza (marca Mallki) y cuyinaza, generaron mejoras significativas en la fertilidad del suelo, así como en el desarrollo del cultivo, reflejado en la cantidad de plantas, su altura, enraizamiento, y rendimiento, además de un incremento en su valor nutricional. Esto demuestra que el uso de estos abonos no solo aumenta la productividad agrícola, sino que también contribuye a disminuir la dependencia de insumos químicos, promoviendo un sistema productivo sostenible. En ese sentido, su aplicación representa una alternativa eficaz y accesible para la agricultura familiar y la industria pecuaria, al ofrecer una fuente de fertilización económica, eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Palabras clave: abonos orgánicos, pollinaza, cuyinaza, *Zea Mays* L, agricultura sostenible.

ABSTRACT

This research evaluates how the use of organic fertilizer obtained from poultry manure (pollinaza) and guinea pig manure (cuyinaza) in the cultivation of forage corn (*Zea Mays L.*) influences sustainable agriculture in Pachacámac, Lima, during 2024. These fertilizers, derived from organic waste generated in the raising of chickens and guinea pigs, are proposed as a viable and ecological alternative to chemical fertilizers, enabling the optimization of agricultural yield without compromising natural resources. Through specific objectives, the physical and nutritional characteristics of forage corn and soil fertility were analyzed. The study was conducted under a mixed approach and an experimental design using controlled plots to apply different fertilizer treatments. The results showed that the applied fertilizer doses—especially the 10 t/ha dose of poultry manure (Mallki brand) and guinea pig manure—produced significant improvements in soil fertility as well as in crop development, reflected in plant quantity, height, root formation, and yield, along with an increase in nutritional value. This demonstrates that the use of these fertilizers not only enhances agricultural productivity but also helps reduce dependence on chemical inputs, promoting a sustainable production system. In this regard, their application represents an effective and accessible alternative for family farming and the livestock industry, offering an economical, efficient, and environmentally friendly source of fertilization.

Keywords: organic fertilizers, pollinaza, cuyinaza, *Zea Mays L.*, sustainable agriculture.

I. INTRODUCCIÓN

Existe un creciente interés por la agricultura sostenible en el mundo, ya que es un sistema de producción agraria que conserva los recursos naturales, es ambientalmente sano y económicamente viable (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016). Una de las formas de lograrlo es mediante la aplicación de abonos orgánicos, los cuales se obtienen de la degradación y mineralización de residuos orgánicos de origen animal o vegetal. Estos abonos ofrecen grandes beneficios en la productividad y calidad de los cultivos, sin generar impactos químicos negativos en los recursos naturales circundantes. Además, mejoran la calidad del suelo, estimulan la actividad biológica, reducen la erosión y su costo no repercute de manera significativa en el agricultor (Ramos Agüero y Terry Alfonso, 2014).

Entre los residuos orgánicos que se pueden aprovechar se encuentran los provenientes de la industria avícola y la crianza de cuyes. La industria avícola en el Perú ha experimentado un alza de producción en los últimos años y se considera un sector en constante expansión (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2023). Este crecimiento se debe a la alta demanda de productos avícolas, como carne de pollo y huevos, impulsada por factores como el aumento de la población, el incremento del poder adquisitivo de la clase media y los cambios en los hábitos alimenticios. Consecuentemente, esto genera una mayor cantidad de residuos sólidos orgánicos que componen la pollinaza y pueden ser aprovechados en la agricultura (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2019). Lo que contribuye a reducir el impacto ambiental negativo que producen cuando no se disponen correctamente (Williams, 2013)

De manera similar, la cuyinaza, proveniente de la crianza de cuyes, representa una fuente valiosa como abono orgánico. La crianza de cuyes representó una fuente importante de ingresos para más de 800 mil familias agrícolas en el Perú durante el año 2019, concentradas

principalmente en la sierra. Este tipo de producción ha logrado mantenerse estable en el mercado interno y ha comenzado a expandirse hacia mercados internacionales (MIDAGRI, 2023). El Perú es el mayor exportador de carne de cuy, tiene una participación del 71,3% en el mercado internacional. El valor de mercado al 2018 es cerca de \$13 dólares por kilogramo de carne de cuy (MIDAGRI, 2019). La cuyinaza es rica en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, y su aplicación en la agricultura mejora la estructura del suelo, aumenta su fertilidad y promueve el crecimiento saludable de los cultivos (Montes, 2012). Además, el uso de cuyinaza contribuye a la gestión sostenible de los residuos orgánicos provenientes de la crianza de cuyes, mitigando su impacto ambiental y aportando un valor agregado a esta actividad económica local.

Actualmente, las grandes empresas avícolas y productores de cuyes cuentan con planes de manejo para estos residuos orgánicos, ya sea mediante el procesamiento propio o a través de empresas especializadas. Estos tratamientos resultan en la producción de biogás y diversos tipos de abonos que generan ingresos significativos al ser comercializados tanto en el mercado nacional como internacional, debido a la creciente demanda de cultivos orgánicos (Williams, 2013). Sin embargo, en el Perú existe una tradición agrícola convencional arraigada y una ausencia de estrategias claras por parte del Estado que promuevan la agricultura sostenible (IFOAM EU Group, 2016). Según la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2019 (MIDAGRI, 2022), el 46,7% de los pequeños y medianos productores agrícolas en el Perú, lo que equivale a 1 millón 047 mil 186 agricultores, dependen del uso de fertilizantes químicos. En promedio, estos productores incurren en un gasto de S/ 1 142,50 para la adquisición de dichos fertilizantes.

En este contexto, la agricultura sostenible debería ser difundida y apoyada especialmente en cultivos con grandes extensiones de siembra, como el maíz. Este cereal es uno de los cultivos más importantes a nivel nacional. Según el informe técnico “Evolución de las exportaciones e importaciones” entre junio 2021 - 2022, se registró un incremento del

64.3% en la importación de maíz, siendo uno de los alimentos más importados en la actualidad (INEI, 2022). El maíz también se utiliza como forraje debido a su alto contenido energético, lo que resalta la necesidad de mejorar la calidad y cantidad de su producción (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA], 2018). En el Perú, el maíz forrajero en el año 2023 tuvo un área cosechada de 35,262 hectáreas y se cosecharon 1 754 238 toneladas (MIDAGRI, 2023).

La presente investigación evalúa la aplicación de dos abonos orgánicos, uno derivado de pollinaza y la cuyinaza en el cultivo de forraje de maíz (*Zea Mays* L.) para una agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima, durante el año 2024. Se analiza los efectos en aspectos clave como las características físicas, nutricionales, el rendimiento en el cultivo de maíz forrajero y la mejora de la calidad del suelo. Los resultados obtenidos buscan contribuir al fomento de la agricultura sostenible, promoviendo el uso eficiente y ecológico de recursos orgánicos disponibles. Ofreciendo a los abonos orgánicos como alternativa viable y económica al uso de fertilizantes químicos para los agricultores locales.

1.1 Descripción y formulación del problema

En el mundo, existe una búsqueda creciente por expandir la agricultura sostenible como una respuesta a los problemas globales, tales como la creciente demanda de alimentos y la degradación de los recursos naturales. Para satisfacer la demanda alimentaria de los más de 9 000 millones de personas que poblarán el planeta en 2050, y teniendo en cuenta los probables cambios dietéticos, será necesario aumentar la producción mundial de alimentos en un 60% durante el mismo período (FAO, 2023).

Aunque América Latina cuenta con numerosos países con una sólida tradición agrícola, la región no está exenta de la necesidad de importar alimentos a gran escala. América Latina y el Caribe, como región, mantiene un superávit agropecuario anual de más de 127.000 millones de dólares, equivalente a 200 dólares por habitante, más que cualquier otra región del mundo,

con excepción de Oceanía. Sin embargo, la mayoría de los países de la región enfrentan problemas de producción, comercialización y alzas en los precios de fertilizantes derivados de la guerra en Ucrania. Estos países continúan siendo importadores netos de trigo, maíz y aceites vegetales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2022).

A nivel nacional, existe un incremento en la demanda de maíz, debido a su amplio rango de usos. El maíz es el cereal más versátil, utilizado tanto para consumo humano y animal, como para forraje y en aplicaciones industriales (Ospina, 2015). Además, es un cultivo fundamental para la agricultura familiar, ya que de él se obtienen tanto el grano como el forraje, los cuales son destinados a la alimentación pecuaria y al consumo humano.

Sin embargo, la falta de conocimiento en prácticas agrícolas sostenibles ha llevado a la degradación de los recursos naturales en las zonas agrícolas. Una de las causas principales de esta degradación es la adopción de la agricultura industrial, que en su momento fue vista como una solución. Los fertilizantes sintéticos, los pesticidas químicos y los híbridos de cereales de alto rendimiento prometían reducir el hambre, satisfacer a las poblaciones y estimular la prosperidad económica. Entre 1960 y 2015, la producción agrícola se triplicó, y la agricultura industrial logró una reducción de los precios y evitó la escasez mundial de alimentos. No obstante, a largo plazo, ha generado un impacto negativo considerable en el medio ambiente y la salud humana, lo que ha originado en serias preocupaciones sobre el futuro de la producción de alimentos. Algunas estimaciones indican que la agricultura industrial contribuye significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero, además de contaminar el aire y el agua, impactando de manera negativa a la vida silvestre. Estos daños al medio ambiente se traducen en costos anuales de aproximadamente USD 3 billones, según Nicolas (2021).

La agricultura sostenible ha surgido como una alternativa para abordar estos problemas, permitiendo no solo la preservación del medio ambiente y la salud humana, sino también el incremento del volumen de producción y la mejora de la calidad de los cultivos y los recursos

naturales (FAO, 2016). Asimismo, promueve el reciclaje de residuos orgánicos generados por diversas industrias. Sin duda, esta tendencia está en aumento debido a sus múltiples beneficios y a su bajo costo, haciendo más rentable la producción agrícola para los agricultores.

El fomento de la aplicación de abonos orgánicos derivados de restos orgánicos derivados de la crianza de animales para una agricultura sostenible, representa una solución a los problemas de degradación del recursos naturales y dependencia de insumos químicos.

1.1.1 Problema general

- ¿Cómo influye el abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en el forraje de *Zea Mays* L. para una agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características químicas del suelo en una parcela del distrito de Pachacamac, Lima 2024?
- ¿Cuál es el efecto del abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del forraje de *Zea Mays* L. para una agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024?
- ¿Cómo influye el abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en la fertilidad del suelo para una agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024?

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

Fortis et al. (2009) en la investigación "Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo" tuvo como objetivo evaluar la influencia del biocompost y vermicompost en el rendimiento y calidad del maíz. La muestra se realizó en el Ejido La Concha, Torreón, Coahuila, utilizando un diseño experimental. Los resultados revelaron que el vermicompost produjo 64.38 Mg ha⁻¹ de forraje verde y 12.87 Mg ha⁻¹ de materia seca, además de incrementar los nitratos en el suelo, lo que permite reducir la necesidad de nitrógeno en ciclos futuros. Las variables de suelo se mantuvieron en rangos óptimos, evidenciando que los abonos orgánicos son una opción viable para mejorar la calidad del maíz

Villanueva (2018) en su tesis de posgrado titulada "Optimización de la fertilización del maíz forrajero (*Zea Mays* L.) en Marcos Castellanos, Michoacán" su objetivo es determinar la dosis óptima de fertilizante NPK para el maíz de temporal en el municipio, maximizando la rentabilidad y la calidad del forraje. Se sigue la metodología de Turrent (1975) en el Plan Puebla 1, seleccionando nueve tratamientos NPK junto con un testigo regional en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones en dos parcelas. Las variables consideradas incluyen altura y diámetro del tallo, rendimiento de grano y forraje, así como un análisis bromatológico y financiero. Los resultados muestran que el tratamiento T4 (NPK 105-35-15) es el más rentable, alcanzando un rendimiento de 5.85 t/ha, una altura de planta de 286.83 cm, un grosor de tallo de 3.25 cm, y una concentración de nitratos de 560 ppm con un contenido de nitrógeno del 1.82%, uno de los más bajos entre los tratamientos.

1.2.2 Nacionales

Pinedo (2018) en su tesis titulada "Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en agroecosistemas del distrito de Chiara, Ayacucho" donde mencionan que el problema será aumentar la producción de alimentos a nivel mundial por lo

que su objetivo general fue evaluar la sostenibilidad de los sistemas de producción de quinua en agroecosistemas del distrito de Chiara, Ayacucho para poder concluir que los sistemas preponderantes son orgánicos y producción limpia; la producción convencional se ha relegado al tercer lugar mientras que, la producción tradicional al cuarto lugar. Por lo cual se demuestra la gran importancia de la investigación y difusión del sistema de producción orgánico para lograr la sostenibilidad.

Rodríguez (2020) en la tesis titulada “Aplicación del biol en el cultivo de la flor de Jamaica para las prácticas agrícolas sostenibles, periodo 2018 – 2019” desarrolló una investigación experimental donde buscaba determinar como la aplicación del biol en el cultivo de la flor de Jamaica fomenta las prácticas agrícolas sostenible utilizando un método experimental, Este estudio se realizó utilizando una serie cronológica con repetición del estímulo. Los resultados mostraron que una concentración del 50% de biol incrementa notablemente el rendimiento y la floración en comparación con el grupo control. Los análisis estadísticos indicaron que la aplicación de biol en la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) produjo, en la semana 10, un número significativamente diferente de capullos. Estos hallazgos respaldan que el uso de biol favorece las prácticas agrícolas sostenibles en el periodo 2018-2019.

Huaman (2021) en su tesis “Aplicación de diferentes dosis de pollinaza en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea Mays* l.) de la variedad marginal 28 tropical en condiciones agroecológicas de tournavista” Tiene como objetivo evaluar los distintos tratamientos de pollinaza, cuatro tratamientos y cuatro bloques, que se realizaron en un cultivo de maíz. De acuerdo a el análisis económico realizado, se tiene como conclusión que de acuerdo que el mayor costo/ beneficio económico, se obtuvo con el T3 (3 t.ha-1) con una relación de C/B de 1,73 seguido por el tratamiento T2 (2 t.ha-1) con un C/B de 1,69, quedando así el elemento testigo (sin abono) como el que menor rendimiento en su desarrollo tuvo.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

- Determinar cómo influye el abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en el forraje de *Zea Mays* L. para una agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024.

1.3.2 Específicos

- Determinar las características químicas del suelo en una parcela del distrito de Pachacamac, Lima 2024.
- Determinar cuál es el efecto del abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del forraje de *Zea Mays* L. para una agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024.
- Determinar cómo influye el abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en la fertilidad del suelo para una agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Práctica

La creciente demanda mundial de alimentos plantea un desafío crítico para la agricultura y la seguridad alimentaria. Aunque la agricultura industrial se ha adoptado como estrategia para incrementar la producción de cultivos a corto plazo, sus prácticas intensivas generan impactos negativos en los recursos naturales, los cultivos y los consumidores. En este contexto, los abonos orgánicos derivados de la crianza de pollos y cuyes representan una alternativa sostenible. Estos abonos no solo son ambientalmente responsables y rentables, sino que también mejoran la estructura y fertilidad del suelo, optimizando diversos cultivos y ofreciendo un producto final inocuo para el consumidor. El análisis del efecto de estos abonos en el forraje de maíz (*Zea Mays* L.), una de las gramíneas más extensamente cultivadas en el

Perú, contribuirá al reconocimiento de la agricultura sostenible, promoviendo un equilibrio ambiental, social y económico en beneficio del medio ambiente y de los agricultores locales.

1.4.2 Justificación Teórica

Kearney (2010) señala que la demanda global de productos orgánicos ha crecido debido al aumento de la preocupación de la población por su salud y a la conciencia ambiental. Y se considera que la compra de estos productos puede impulsar la biodiversidad y la sostenibilidad en las comunidades rurales. Además, destaca que la producción y el consumo de productos orgánicos juegan un papel crucial en esfera económica, social, ambiental y tecnológica.

El uso de desechos orgánicos provenientes de la crianza de animales como cuyes y pollos contribuye a establecer un ciclo de aprovechamiento sostenible, convirtiendo estos residuos en abonos valiosos para la agricultura. Con el crecimiento continuo tanto de la industria como de la crianza familiar de estos animales en el Perú, esta práctica ayuda a reducir la acumulación de desechos y mitiga la emisión de gases de efecto invernadero. Así, transformar estos subproductos en fertilizantes naturales impulsa una economía circular que optimiza recursos y minimiza el impacto ambiental (Williams, 2013).

Los datos presentados por Willer et al. (2024) revelan que durante el año 2022 las ventas globales de productos orgánicos superaron los 135 mil millones de euros, siendo Estados Unidos, Alemania, y China los países con mayores mercados ecológicos. Y como principales exportadores de estos productos orgánicos está Ecuador, seguido de México y Perú.

Perú cuenta con 485,215 hectáreas certificadas para la producción orgánica y 109,094 hectáreas en proceso de certificación, lo que lo convierte en un país con un alto potencial para aprovechar el creciente mercado de productos orgánicos. Además, el 94% de los agricultores dedicados a la producción orgánica en el país pertenece a la agricultura familiar (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA], 2022).

Estas cifras evidencian el potencial y la necesidad de fomentar la producción orgánica a nivel mundial. En este contexto este estudio se alinea con esta tendencia, al explorar cómo la aplicación de abonos orgánicos puede promover la agricultura sostenible mediante la mejora de las características físicas, nutricionales y el rendimiento del forraje de maíz, además de la conservación e incremento de la fertilidad del suelo.

1.4.3 Justificación Metodológica

Esta investigación, de diseño descriptivo y experimental, emplea instrumentos validados, como fichas de observación y análisis de laboratorio, para analizar el impacto del abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en el cultivo de maíz forrajero en Pachacámac. La metodología permite una recolección exhaustiva y precisa de datos sobre las propiedades del suelo y las características del cultivo, apoyándose en software para analizar los resultados. Al adoptar este enfoque mixto, se logra no solo una descripción detallada de los hallazgos, sino también una base sólida para la aplicación de estos métodos en contextos agrícolas similares, fomentando prácticas sostenibles y fortaleciendo la comprensión de las implicancias del uso de abonos orgánicos en la agricultura.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis principal

- El abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en el cultivo de forraje de *Zea Mays* L. fomenta la agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024.

1.5.2 Hipótesis secundaria

- Las características químicas del suelo serán adecuadas para el desarrollo del cultivo de *Zea Mays* L, pero pueden ser optimizadas mediante la aplicación de

abono obtenido de pollinaza y cuyinaza, contribuyendo a una agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024

- El efecto del abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del forraje del *Zea Mays* L fomentará la agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024.
- El efecto del abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en la fertilidad del suelo fomentará la agricultura sostenible en el distrito de Pachacamac, Lima 2024.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Maíz como forraje

2.1.1 Origen

Aunque existen numerosas teorías y estudios sobre el origen del maíz, todavía persisten diferencias en los detalles. Generalmente se acepta que fue una de las primeras plantas cultivadas hace entre 7,000 y 10,000 años (FAO, 2001).

Este cultivo se originó a través de un proceso de domesticación realizado por los antiguos habitantes de Mesoamérica, a partir de los 'teocintles,' unas gramíneas similares al maíz, que crecen de manera natural principalmente en México y algunas zonas de Centroamérica (Villanueva, 2018).

El origen geográfico del maíz no se conoce con exactitud, aunque existen evidencias que lo ubican en México antes del 5000 A.C. Vavilov planteó que su centro primario de origen está en el sur de México y Centroamérica, con un centro secundario de diversidad genética en los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia. El *Zea Mays* L. presenta una amplia distribución en el continente americano, se le encuentra desde las regiones este y sur este de EE.UU., México, América Central, y América del Sur (Caipo, 2016).

2.1.2 Clasificación taxonómica

El maíz presenta la siguiente clasificación taxonómica, según Valladares (2010)

Tabla 1*Clasificación taxonómica del Zea Mays L.*

Orden	Descripción
Reino	Plantae
Sub reino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Sub clase	Commeliniadae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Sub familia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Género	Zea
Especie	Mays
Nombre Científico	<i>Zea Mays L.</i>

Fuente: Taxonomía, botánica y fisiología de los cultivos de grano. Unidad II. Series lecturas obligatorias, Valladares, 2010.

La especie botánica maíz (*Zea Mays L.*) pertenece a la tribu Maydeae, la cual incluye ocho géneros. Cinco de origen asiático (Coix, Schlerachne, Polytoca, Chinonachne y Trilobachne) y tres americanos (*Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena* o Teosintle) (Ospina, 2015). Dentro del género *Zea* tiene además de la especie *Z. mays* (maíz común), existen cuatro especies conocidas como Teosintes (*Z. mexicana*, *Z. luxurians*, *Z. diploperennis* y *Z. perennis*) (Villanueva Reategui y Feliciano Arreteá, 2017).

2.1.3 Características botánicas

En todo el mundo, existen múltiples variedades de maíz, cuyas alturas varían desde 40 a 60 cm hasta tipos gigantes que alcanzan los 8 metros. Su tallo leñoso, compuesto por nudos y entrenudos, sostiene las mazorcas, y su diámetro oscila entre 8 y 25 cm según la altura de la planta, lo cual evita que el peso haga que se incline (Vásquez, 2019)

El maíz es una planta de gran tamaño, con un sistema de raíces fibrosas y abundante follaje, típicamente con un único tallo que llega a tener hasta 30 hojas. Ocasionalmente, se desarrollan yemas laterales en la parte superior de la planta, que concluyen en una inflorescencia femenina, la cual se convierte en una mazorca cubierta de hojas que almacenan nutrientes. La parte superior de la planta culmina en una inflorescencia masculina o panoja, que produce abundantes granos de polen (FAO, 2001).

El sistema radicular del maíz incluye tres tipos de raíces: raíces primarias o seminales, que anclan y proveen nutrientes a la plántula; duran de dos a tres semanas. Las raíces adventicias que surgen de los nudos bajo el suelo y alcanzan hasta 2 m de profundidad; estas constituyen la mayor parte del sistema radicular. Por último, las raíces de sostén o soporte brotan de los nudos cercanos a la superficie del suelo, brindan estabilidad a la planta y reducen los problemas de acame; además tienen la capacidad de realizar fotosíntesis y de absorber fósforo (Villanueva Reategui y Feliciano Arreteá, 2017).

El tallo, compuesto de nudos y entrenudos, es robusto, y puede contener entre 15 y 30 hojas que alcanzan de 4 a 10 cm de ancho y 35 a 50 cm de largo; tienen borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado. El tallo alcanza su máximo desarrollo cuando la panoja ha emergido completamente y se ha iniciado la producción del polen (Villanueva Reategui y Feliciano Arreteá, 2017).

La superficie superior de la hoja es pilosa, adaptada para captar la energía solar, mientras que la cara inferior, sin vellos, contiene numerosas estomas que facilitan el

intercambio de gases. En la unión entre el limbo y la vaina de la hoja, se encuentra una estructura delgada y semitransparente llamada lígula, cuya función es impedir la entrada de agua y reducir las pérdidas por evaporación (Ospina, 2015).

El maíz es una planta monoica, lo que significa que produce flores masculinas y femeninas en órganos separados. Las mazorcas laterales contienen las flores femeninas, mientras que las masculinas emergen en la parte superior y generan gran cantidad de polen. La planta depende de la polinización cruzada y libre, con un metabolismo fotosintético tipo C4, ideal para aprovechar la radiación solar (Villanueva Reategui y Feliciano Arretea, 2017)

2.1.4 Requerimientos del cultivo

El maíz requiere suelos bien estructurados, fértiles y profundos que favorezcan el desarrollo óptimo de sus raíces, permitiendo un uso eficiente de los nutrientes disponibles en el suelo (Vásquez, 2019).

Según el INIA (2018) la composición química y el valor nutritivo de las especies forrajeras pueden variar ampliamente, incluso en condiciones ambientales idénticas, y estas diferencias se reflejan en la calidad nutricional del forraje de maíz, lo que es útil para seleccionar forrajes más nutritivos para la producción ganadera. El maíz también presenta una notable variabilidad genética en términos de rendimiento y calidad en sus materiales vegetativos, lo que permite obtener un rango amplio de biomasa y contenido energético.

El cultivo de *Zea Mays* L. puede sembrarse desde el nivel del mar hasta los 4 000 metros de altitud. Sin embargo, ciertos factores como el exceso de humedad por riego o la exposición a vientos secos y cálidos pueden afectar negativamente la polinización y la formación de mazorcas (Vásquez, 2019).

A. **Clima.** Algunas especies se desarrollan adecuadamente dentro de un amplio rango de condiciones climáticas, incluyendo el maíz, que presenta gran variabilidad genética permitiéndole adaptarse a distintos ambientes (**Ospina, 2015**).

Este cereal puede cultivarse en regiones subtropicales y templadas, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 3,800 m.s.n.m., y en latitudes entre 55° Norte y 40° Sur (Villanueva Reategui y Feliciano Arretea, 2017)

El crecimiento y desarrollo del maíz están fuertemente influenciado por la temperatura, siempre que el nivel de humedad sea adecuado. La temperatura impacta en aspectos como la morfología, la producción, la calidad y el tiempo necesario para que el maíz alcance su madurez (INIA, 2018).

Las temperaturas ideales para sembrar maíz oscilan entre 15 y 30°C. Para obtener un alto rendimiento en materia verde, se recomienda sembrarlo en climas cálidos, lo cual favorece un desarrollo vegetativo más rápido. Durante la siembra, es esencial contar con temperaturas cálidas, y para que el crecimiento vegetativo avance, se requieren temperaturas aún mayores. En la etapa de floración, el maíz se beneficia de un clima más templado (Vásquez, 2019).

Para una buena germinación, el suelo debe tener temperaturas entre 15 y 20°C con suficiente humedad. Durante la fase vegetativa, el maíz necesita bastante luz para una fotosíntesis eficiente; en climas húmedos y nublados, el rendimiento puede disminuir. Aunque el maíz tolera temperaturas mínimas de hasta 8°C y máximas que superen los 30°C, estas condiciones extremas pueden afectar negativamente la absorción de agua y nutrientes (Vásquez, 2019).

Tabla 2

Efectos de un aumento de la temperatura en la producción de materia seca de forraje de maíz

Periodo	Producción de materia seca	Producción de pared celular	Contenido de pared celular	Digestibilidad de la pared celular	Digestibilidad de la materia orgánica
Siembra a 6.5 hojas	++	++	± o +	±	± o -
6.5 hojas a 50 % floración	--	--	±	-	-
50 % floración a comienzo de acumulación linear de materia seca	--	- o ±	+	-	-
Llenado de grano	-	-	+	± o -	-
Todo el ciclo	-	-	+	-	-

Fuente: El cultivo de maíz para la producción de forraje y grano y la influencia del agua, 2018, INIA.

B. **Suelo.** El maíz híbrido es una especie anual que crece bien en suelos con un pH de 6 a 7, aunque también tolera ciertos niveles de acidez o alcalinidad, siempre que el suelo contenga suficiente materia orgánica. Para asegurar un buen crecimiento, es recomendable aplicar una mezcla equilibrada de nitrógeno, fósforo y potasio al momento de la siembra, sin caer en excesos (Villanueva Reategui y Feliciano Arretea, 2017).

La cantidad de plantas por unidad de superficie requerida para alcanzar un índice crítico de área foliar depende del área foliar de cada planta. Sin restricciones ambientales, el rendimiento aumenta proporcionalmente hasta una densidad de 100,000 plantas por hectárea. Densidades inferiores a 100,000 plantas ha⁻¹ tienden a acelerar la madurez del cultivo. En

condiciones menos favorables, la densidad óptima para la producción de maíz para silo es de aproximadamente 85,000 plantas ha⁻¹. Densidades superiores a estos valores suelen reducir la cantidad de mazorcas y la proporción de grano en el total de forraje producido (INIA, 2018).

En la siembra de maíz se sugiere suelos fértiles y que posean adecuadas propiedades físicas (Textura, densidad, aireación, etc.) que permitan el correcto crecimiento radicular. Con una materia orgánica en el suelo entre 2.5% a 4% (Vásquez, 2019).

Entonces se sugiere que para una producción óptima del cultivo de maíz se necesitan suelos con textura franca, con pH entre 6.5 a 7.0, una profundidad mayor a 60 centímetros y una pendiente menor al 15 %; bien drenados y con elevada capacidad de retención para el agua (Villanueva Reategui y Feliciano Arretea, 2017)

Para el cultivo de maíz, existen varios factores del suelo que pueden limitar su rendimiento. Entre ellos, destacan la falta de cobertura, la inclinación del terreno, y condiciones químicas (como salinidad o acidez) y físicas (como capas endurecidas, baja infiltración y escorrentía) que pueden afectar el crecimiento óptimo del cultivo (Ospina, 2015).

C. **Nutrientes.** De acuerdo a Vásquez (2019), el nitrógeno y el fósforo son los macroelementos son esenciales aportantes para lograr rendimientos óptimos de forraje y grano en el maíz. La dosis sugerida en suelos costeros normales es de 160-80-0 kg/hectárea. Estos elementos son cruciales, el nitrógeno es crítico en el desarrollo vegetativo dado que estimula el crecimiento de follaje y el fosforo en la etapa de llenado de grano.

Un cultivo de maíz con rendimiento de 4000 kg/ha de grano requiere unos 100 kg/ha de nitrógeno, 18 kg/ha de fósforo, y 68 kg/ha de potasio. La absorción de nutrientes es continua, pero disminuye hacia la madurez de la planta. (FAO, 2001).

D. Pluviometría. A lo largo de su ciclo de vida, el cultivo de maíz presenta variaciones significativas en sus necesidades de agua, según las etapas fenológicas que atraviesa. Al inicio del crecimiento, los requerimientos hídricos son bajos, pero es esencial mantener una humedad adecuada en el suelo para evitar que las plantas se marchiten. Durante la fase vegetativa, el maíz requiere la mayor cantidad de agua debido a la alta actividad fotosintética que impulsa la formación de tallo y hojas.

La floración es la etapa más crítica, ya que asegurar la humedad en el suelo favorece una polinización eficaz y un cuajado óptimo de las mazorcas. Finalmente, en la fase de maduración, cuando la mazorca ya está completamente formada, se recomienda reducir gradualmente la cantidad de agua. Esta reducción evita que, por el peso acumulado de las mazorcas y la planta, el suelo se vuelva inestable y la planta pueda inclinarse o caer, afectando la producción total (Vásquez, 2019).

2.1.5 Influencia de las condiciones en la morfología del forraje

El El genotipo o idiotipo óptimo de maíz destinado a forraje es aquel que integra las características necesarias para maximizar tanto la productividad como la calidad del forraje, teniendo en cuenta las condiciones climáticas del entorno de producción y las mejores prácticas culturales. En términos productivos, se valoran los siguientes aspectos:

Producción máxima y constante de materia orgánica digestible.

Facilidad en la cosecha y conservación.

Atractivo al paladar, valor nutritivo y capacidad para un alto consumo de materia seca (MS) por parte del ganado.

Eficiencia en el uso por parte del animal.

Estas exigencias se traducen en las siguientes características deseadas:

Rendimiento alto y constante de MS.

Composición celular óptima.

Bajo contenido de fibra en la pared celular.

Alta digestibilidad de la pared celular.

Elevado consumo de MS por rumiantes.

Alto contenido de MS, especialmente en la parte vegetativa.

Nivel moderado de carbohidratos solubles en agua en la parte vegetativa.

Proporción adecuada de mazorca en la MS.

Baja susceptibilidad a enfermedades y plagas.

Tallo robusto y sistema radicular eficiente.

Es fundamental desarrollar cultivares que ofrezcan un mayor rendimiento de follaje y mejor calidad para ensilaje. Los cultivares que presentan múltiples mazorcas y una alta capacidad de macollamiento pueden ser especialmente útiles para este propósito. Se debe prestar atención al rendimiento, porcentaje de MS, relación entre mazorcas, tallos y hojas, así como al porcentaje de fibra cruda y proteína. La digestibilidad, el contenido de MS y el consumo son objetivos clave en el mejoramiento del maíz forrajero. (INIA, 2018).

A. **Índice de cosecha.** El cálculo del índice de cosecha se realiza mediante la relación de grano a parte aérea total, reflejando la proporción de grano en la cantidad cosechado. El índice de cosecha considerado ideal, varía según los diferentes investigadores, debido a los diferentes ambientes en que se realizaron sus estudios, en particular lo que refiere a diferencias en temperatura, largo de día e intensidad de luz (INIA, 2018).

Un mayor porcentaje de grano en el maíz no garantiza automáticamente una mejor calidad del material para ensilaje. Esto se debe a que una planta de baja calidad o una disminución abrupta en la digestibilidad, provocada por un aumento en la lignificación del tallo, puede contrarrestar los beneficios de un mayor rendimiento de grano en la espiga (INIA, 2018).

B. **Área foliar.** El crecimiento de las hojas, que son los órganos vegetativos más importantes, está influenciado principalmente por factores como la temperatura, el fotoperiodo, la intensidad y tipo de luz, así como la disponibilidad de agua. De estos elementos, la temperatura es crucial durante las etapas iniciales del desarrollo de la plántula, ya que afecta el tamaño y forma de las hojas. Temperaturas elevadas tienden a generar hojas más lineales, aumentando la proporción de nervaduras y potencialmente disminuyendo la digestibilidad. Sin embargo, este efecto es menos significativo en hojas más pequeñas (INIA, 2018).

A pesar de que temperaturas altas pueden reducir el tiempo de iniciación del prepanojamiento, también incrementan el número final de hojas, aproximadamente dos por planta por cada aumento de 10 °C. Este incremento se produce en un periodo corto antes de que inicie la inflorescencia masculina y tiene un impacto positivo en la productividad (INIA, 2018).

C. **Tallo.** El tallo puede representar más del 50% de la biomasa total del maíz y contiene una gran proporción de fibra, que tiene menor digestibilidad que el grano. Por esto, el tallo es un objetivo clave para el mejoramiento genético en maíz forrajero.

Características como altura, diámetro y densidad del tallo son fundamentales ya que están correlacionadas con el rendimiento de materia seca (MS).

La altura del tallo depende del número de nudos y el largo medio de los entrenudos, influenciados por factores como el fotoperiodo y las temperaturas previas a la formación de la panoja. Las condiciones del suelo durante el crecimiento inicial también afectan el largo de los entrenudos. Si bien la temperatura influye en este aspecto, su impacto es más notable en el diámetro del tallo. Además, un déficit hídrico puede limitar significativamente su crecimiento en longitud y diámetro. (INIA, 2018).

2.1.6 Efectos ambientales sobre la calidad forrajera

El medio ambiente influye en el potencial genético de las especies de pastos para la producción de forraje de alta calidad. Este entorno abarca no solo el clima, que generalmente

no puede ser controlado por los productores, sino también el manejo agronómico, incluyendo el pastoreo, la frecuencia de siega, la fertilización y las prácticas de saneamiento.

Como especie originaria de regiones subtropicales, el maíz presenta ciertas características fisiológicas que influyen en su calidad forrajera:

- Tiene la capacidad de sintetizar carbohidratos a través del ciclo fotosintético C4, lo que le permite alcanzar una alta eficiencia en la fotosíntesis neta bajo condiciones de alta temperatura e intensa radiación solar.
- Requiere días cortos para la inducción y aparición de sus inflorescencias masculinas y femeninas.
- Es altamente sensible a la sequía, especialmente durante su fase reproductiva. Además de los efectos generales del clima sobre el rendimiento, el contenido de materia seca y la digestibilidad del maíz forrajero, existen influencias específicas que afectan su fisiología y las diferentes etapas de su desarrollo.

2.2 Sistemas de Producción

Actualmente se puede encontrar hasta cuatro sistemas de producción (Pinedo, 2018). los convencionales, que dependen fuertemente de insumos externos, mano de obra y maquinaria; los tradicionales, caracterizados por áreas de cultivo más pequeñas, con baja productividad y orientados a la subsistencia; los sistemas mixtos o alternativos, que promueven un enfoque autosostenible con prácticas productivas que incluyen un uso racional de agroquímicos y el manejo integrado de plagas, buscando equilibrar el medio ambiente; y los sistemas orgánicos, que pertenecen a organizaciones y reciben apoyo técnico para acceder a mercados internacionales.

2.2.1 Agricultura Tradicional

Desde una perspectiva productiva, la agricultura tradicional es practicada por los productores agrícolas de subsistencia, quienes utilizan tecnologías rudimentarias y explotan grandes áreas de tierra, aunque suelen estar al margen de los beneficios del sistema económico. Este tipo de agricultura se enfoca en satisfacer necesidades básicas sin capacidad de generar excedentes significativos debido a la falta de inversión y a relaciones comerciales desfavorables, lo que dificulta la acumulación de capital y mantiene a los productores en una situación de pobreza. En este contexto, la agricultura tradicional considera la naturaleza como un recurso para la producción de alimentos, mientras que la agricultura ecológica tiene un enfoque más respetuoso, imitando los ecosistemas naturales para promover una producción sostenible (Pinedo, 2018).

2.2.2 Agricultura Sostenible

A. Definición

La agricultura sostenible, según Mejía y Gómez (2020), debe cumplir con cuatro condiciones esenciales: ser productiva en la cantidad necesaria; económicamente viable; ecológicamente adecuada, es decir, que conserve los recursos naturales y proteja el ambiente a nivel local, regional y global; y ser cultural y socialmente aceptable.

Según Pacheco (2022), la agricultura sostenible debe reducir al mínimo los impactos negativos sobre el medio ambiente, evitando la contaminación del aire y agua con sustancias dañinas, manteniendo la fertilidad del suelo, protegiendo su salud ecológica y adoptando prácticas para prevenir la erosión. También propone el uso eficiente del agua, permitiendo la recarga de acuíferos, y un manejo integral de los recursos en el agroecosistema, reemplazando el uso de insumos externos y mejorando el ciclo de nutrientes. Asimismo, destaca la importancia de la participación comunitaria, la conservación basada en el conocimiento ecológico y el fomento de la biodiversidad, asegurando el acceso equitativo a prácticas

agrícolas, conocimientos y tecnologías, y promoviendo el control local de los recursos agrícolas.

Para la FAO (2023), para que la agricultura sea sostenible debe satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras, garantizando la rentabilidad, la salud ambiental y la equidad social y económica. La agricultura sostenible juega un papel clave en los cuatro pilares de la seguridad alimentaria—disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad—y en las tres dimensiones de la sostenibilidad—ambiental, social y económica.

B. Indicadores de sostenibilidad

Recientemente, (Zhang *et al.* 2021) publicaron un artículo en el que proponen un conjunto de indicadores para evaluar la sustentabilidad de la agricultura a nivel global. Este estudio presenta una matriz de agricultura sostenible que incluye 18 indicadores distribuidos en tres dimensiones. En el ámbito ambiental, los indicadores incluyen la sostenibilidad del uso de agua para riego, el excedente de nitrógeno y fósforo, la pérdida de áreas boscosas debido a actividades agrícolas, las emisiones totales de gases de efecto invernadero relacionadas con las actividades agrícolas por superficie cosechada, y la erosión del suelo. En la dimensión económica, se consideran indicadores como el Producto Interno Bruto (PIB) agrícola por trabajador, el acceso de los agricultores a financiamiento, la volatilidad de los precios de los cultivos, el gasto público agrícola por trabajador, el porcentaje de las exportaciones agrícolas sobre el PIB agrícola, y el porcentaje de pérdida de alimentos. Para la dimensión social, se proponen indicadores como el índice H de diversidad en la producción de cultivos, la asequibilidad de los alimentos para las personas de bajos ingresos, la prevalencia de la desnutrición, la tasa de pobreza rural, la puntuación en el informe de la brecha de género mundial, y los derechos sobre la tierra.

La selección de indicadores y métricas para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas depende de un análisis adecuado del agroecosistema en cuestión. El uso de

indicadores con valores claros, objetivos y generalizables facilita la operacionalización del concepto de sustentabilidad y apoya la toma de decisiones en los sistemas agropecuarios. Un indicador es una variable seleccionada y cuantificada que permite identificar tendencias que no serían fácilmente perceptibles de otra forma (Pacheco, 2022).

2.3 Abono orgánico

a) Concepto

Ramos y Terry (2014) los abonos orgánicos se obtienen de la descomposición y mineralización de residuos orgánicos de origen animal o vegetal por la acción de microorganismos existentes en el medio. El estiércol de animales es utilizado para distintos tipos de abonos orgánicos, siendo estos uno de los fertilizantes que brindan más nutrientes al suelo. Al utilizar las excretas para generar una mayor producción en la agricultura, estamos reduciendo la cantidad de residuos orgánicos que se destinan normalmente a botaderos y también el impacto ambiental que estos producen por su mala disposición.

Los residuos orgánicos de origen animal, “estiércol”, desde la antigüedad se han utilizado para aprovechar los residuos orgánicos que genera la crianza de animales. Es un excelente fertilizante orgánico debido a su alta cantidad de nutrientes como el nitrógeno, potasio, y fósforo; que son los macronutrientes clave necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, pueden contener otros nutrientes importantes como calcio, magnesio y micronutrientes como zinc, hierro y manganeso. Estos residuos pasan por un proceso de compostaje aerobio o anaerobio y se aplican a los cultivos con el propósito de mejorar sus características químicas, físicas y biológicas.

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

Se emplea un enfoque mixto con un alcance descriptivo y diseño experimental (Hernandez Sampieri y Mendoza, 2018). En el nivel descriptivo se analizaron los resultados de laboratorio del suelo y del forraje de *Zea Mays* L., iniciales y tras la aplicación de abono de pollinaza y cuyinaza.

Además, un estudio con diseño experimental en el que se manipulan causalmente las variables independientes para observar su efecto en la variable dependiente, dentro de un entorno controlado para el investigador (Hernandez Sampieri y Mendoza, 2018). Esto permitió analizar cómo influyen estos abonos orgánicos en la agricultura sostenible, con el objetivo de obtener conclusiones claras que respalden las hipótesis planteadas.

3.2 Ámbito espacial y temporal

La fase experimental del presente estudio se llevó a cabo en la finca “Bioagricultura Casa Blanca” ubicada en la Calle 14 Lt 20 distrito de Pachacamac provincia de Lima, departamento de Lima, Perú.

El ámbito temporal de la fase experimental de la investigación se extiende desde el mes de enero del 2024 hasta abril del 2024. Este período de tiempo se justifica debido a la necesidad de realizar un análisis previo y de los efectos de la aplicación de los abonos en el área de estudio.

La elección de este marco temporal y espacial permitirá una evaluación específica y detallada de cómo la aplicación de abonos orgánicos, tanto del obtenido de pollinaza y la cuyinaza, influyen en la agricultura sostenible de Pachacamac. Este estudio contribuirá a una comprensión más profunda de esta región particular, ofreciendo información valiosa para el desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles.

Ubicación política

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Pachacamac

Posición geográfica

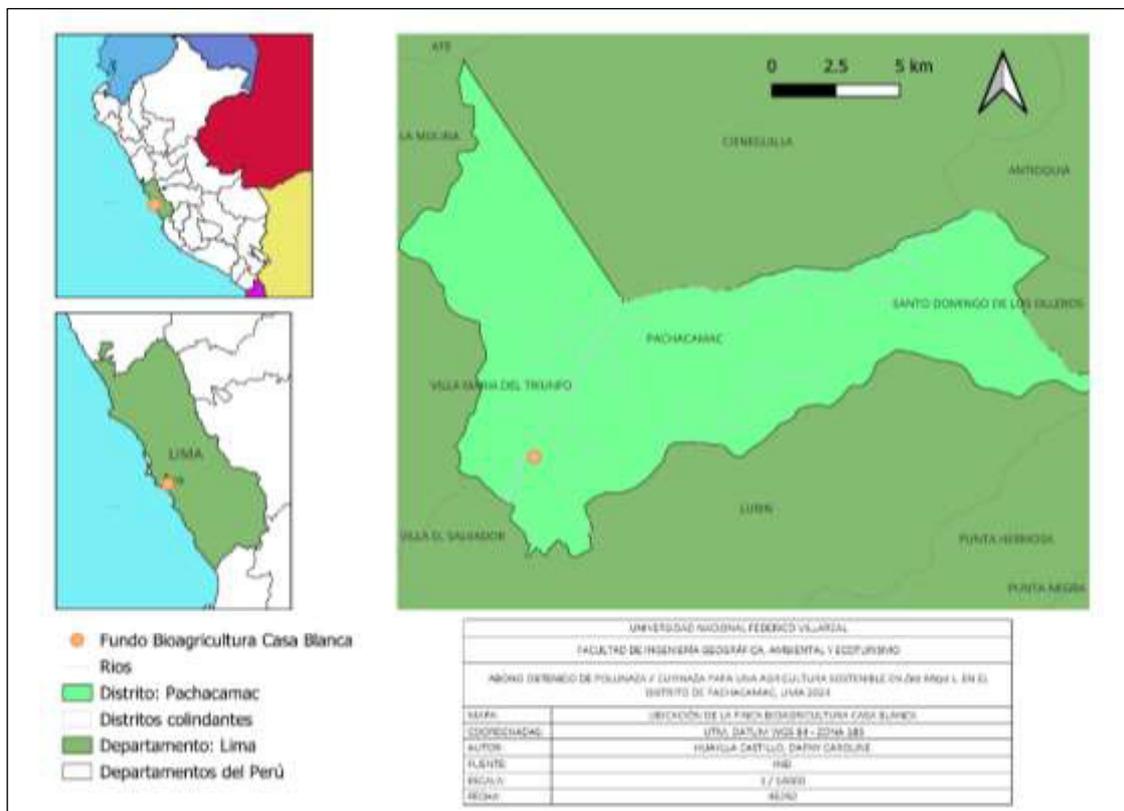
Altitud: 95 m.s.n.m

Latitud Sur: -12.203157

Longitud Oeste: -76.863921

Figura 1

Ubicación de la Finca Bioagricultura Casa Blanca



3.3 Variables

En esta investigación, se definen y describen las variables clave que se analizarán para evaluar la aplicación de los abonos orgánicos en la búsqueda de una agricultura sostenible de forraje de maíz.

A. Variables independientes

Abono obtenido de pollinaza: Es un abono orgánico procesado de pollinaza (Excrementos de las aves de corral (pollos), restos de alimento, plumas y cama de los criaderos). En esta investigación se utilizó el mejorador de suelos de marca Mallki, proveniente de la empresa San Fernando, aplicándolo en diferentes dosis (5 t/ha, 10 t/ha y 15 t/ha).

Cuyinaza: Son los excrementos de cuyes, restos de alimento, pelos y material de cama. En esta investigación, se utilizó una cuyinaza compuesta casi en su totalidad por excretas de cuy, y se evaluarán los efectos de su aplicación en dosis de 5 tn/ha, 10 tn/ha y 15 tn/ha. En esta investigación se utilizó la cuyinaza proveniente del fundo Bioagricultura Casa Blanca.

B. Variable dependiente

Agricultura sostenible: Es un sistema de producción agrícola que busca mantener la productividad a largo plazo, minimizando el impacto ambiental y promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales.

3.4 Población y muestra

La población está compuesta por 90 000 m² de área sembrada de cultivo de maíz chala, durante el mes de diciembre del año 2020, ubicada en el distrito de Pachacamac, departamento y provincia de Lima (Instituto Tecnológico de Producción del Perú, 2020).

La muestra de la investigación la constituyen 255.5 m² de área sembrada de maíz forrajero en el distrito de Pachacamac, provincia y departamento de Lima.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Fichas de registro de observación

Este instrumento (Anexo A) permite la recolección de datos de campo y fue utilizado para registrar las características físicas de las plantas de forraje de maíz, como la altura, cantidad de plantas por tratamiento y desarrollo de raíces.

También se empleó para registrar el rendimiento del cultivo y el peso del forraje cosechado, además del peso de las raíces por tratamiento.

3.5.2 Resultados de laboratorio de fertilidad de suelos

Este resultado del análisis (Anexo B) incluyó la evaluación de las propiedades químicas del suelo, como el pH, la conductividad eléctrica (C.E), el contenido de materia orgánica (M.O), y los niveles de fósforo (P) y potasio (K), elementos esenciales para determinar la calidad del suelo. Estos análisis fueron realizados en laboratorio para evaluar la capacidad del suelo para soportar una agricultura sostenible.

3.5.3 Resultados de laboratorio de evaluación nutricional de alimentos

Utilizado para determinar las características nutricionales del forraje de maíz. Este análisis (Anexo C) incluyó la medición de parámetros como la proteína total, la grasa, la fibra cruda, la humedad, y otros componentes necesarios para evaluar la calidad del alimento destinado a la pecuaria.

3.5.4 Resultados de laboratorio de características químicas de los abonos

Para este análisis se realizaron pruebas de laboratorio para determinar la composición química de los abonos orgánicos (pollinaza y cuyinaza). Los análisis (Anexo D) incluyeron la medición del pH, la conductividad eléctrica, y el contenido de nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅),

potasio (K₂O), calcio (CaO), magnesio (MgO), y otros elementos necesarios para evaluar la calidad de los abonos aplicados.

3.5.5 Software

Se empleó el software Microsoft Excel para realizar el análisis estadístico de las características físicas de las plantas de maíz forrajero (*Zea Mays* L.) realizando el cálculo de promedios (medias) y la comparación de los diferentes tratamientos de los abonos orgánicos.

3.6 Procedimientos

3.6.1 Determinación de las características químicas iniciales del suelo

Para evaluar la efectividad de la aplicación de abonos orgánicos, se tomó una muestra inicial del suelo en el área experimental mediante un muestreo en zigzag. Esta muestra fue sometida a un análisis detallado de sus propiedades químicas en el Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Agraria La Molina. Los resultados obtenidos permitieron describir la fertilidad inicial del suelo, sirviendo como base para comparar los efectos de los abonos aplicados.

Los parámetros evaluados incluyeron pH, conductividad eléctrica, contenido de nutrientes esenciales (fósforo, potasio, carbonato de calcio), materia orgánica y capacidad de retención de agua, entre otros. Estos análisis fueron fundamentales para determinar la aptitud del suelo para el cultivo de forraje de maíz, asegurando condiciones óptimas para el desarrollo del mismo.

3.6.2 Determinación del efecto de la pollinaza y cuyinaza en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del cultivo de forraje de maíz

Para evaluar el efecto de la pollinaza y cuyinaza en el cultivo de forraje de maíz, se siguieron varias etapas fundamentales, que abarcaron desde la selección y preparación del

terreno experimental hasta la aplicación controlada de abonos orgánicos. Se diseñaron parcelas específicas para cada tratamiento, asegurando una distribución adecuada de los abonos. Los análisis químicos previos permitieron ajustar las cantidades según las necesidades del suelo y del cultivo, favoreciendo un enfoque de agricultura sostenible. Finalmente, se observaron y compararon el desarrollo físico, nutricional y el rendimiento del cultivo de forraje de maíz, para identificar cómo influyeron los diferentes abonos orgánicos.

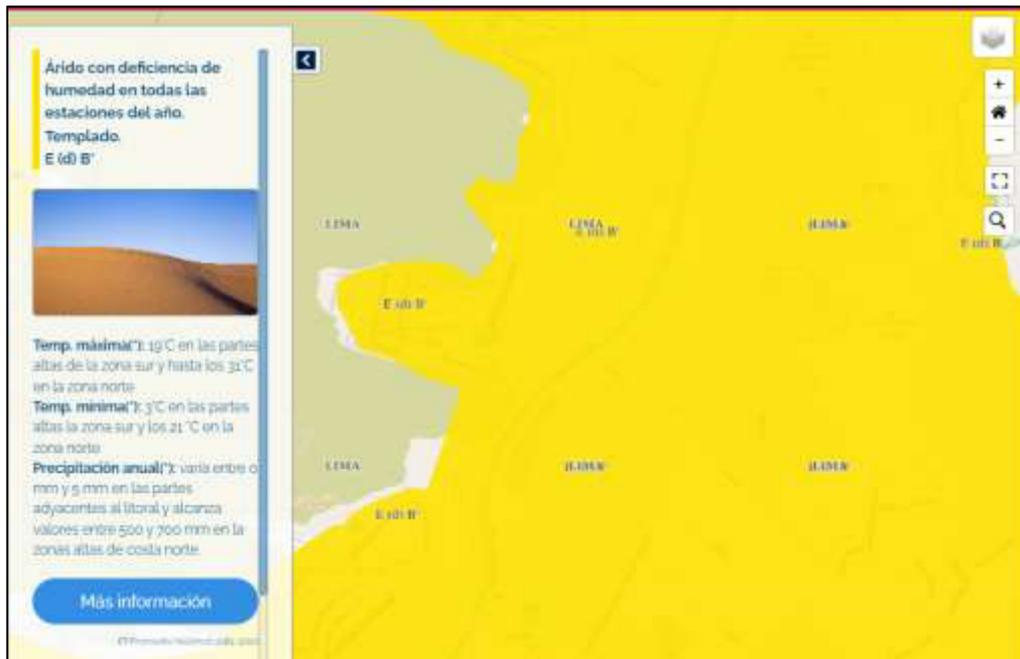
3.6.2.1. Descripción del campo experimental. El campo experimental se llevó a cabo en la finca “Bioagricultura Casa Blanca”, ubicada en el distritito de Pachacamac, provincia y departamento de Lima, Perú. Esta finca posee una gran relevancia en agricultura sostenible para la región e idoneidad para llevar a cabo un estudio detallado sobre la aplicación de abonos orgánicos en la producción sostenible de forraje de maíz.

A. Características climáticas. El clima de Pachacamac pertenece a la región Costa o Chala, según la descripción de Pulgar Vidal. Se distingue por la presencia de nubes estratiformes en su cielo. Durante las mañanas de invierno y, ocasionalmente, hasta el mediodía, es común que haya lloviznas. Durante esta temporada, los cerros de Quebrada Verde en la margen derecha, así como Punta Blanca, Manzano y Pucará en la margen izquierda, se vuelven verdes debido al fenómeno conocido como Lomas (Municipalidad Distrital de Pachacamac, 2021).

Según el Mapa Climático del Perú por el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite – SENAMHI (2020) Pachacamac tiene un clima árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año templado E (d) B'. Se encuentra en la zona de vida del desierto costero.

Figura 2

Tipo de clima en Pachacamac según Warren Thornthwaite



Nota: Imagen obtenida del Mapa Climático del Perú. SENAMHI (2020)

Según los datos meteorológicos tomados por la estación automática ubicada en el distrito colindante al distrito de Pachacamac, Villa María del Triunfo, tenemos principalmente en los meses de enero a marzo del 2024 un clima con:

- Temperatura máxima: 31°C
- Temperatura mínima: 20.5°C
- Precipitación: 0 a 0.3 mm
- Humedad Relativa: 48.4 a 100%

Tabla 3

Datos Hidrometeorológicos en la Estación Villa María del Triunfo: Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación en los meses de enero 2024 – marzo 2024

Meses	Temperatura C°		Humedad Relativa (%)		Precipitación mm	
	T° Min	T° Max	H min	H max	P min	P max
	Enero	19.8	30.7	52.3	100	0
Febrero	21.4	31.6	49.2	100	0	0.4
Marzo	20.3	30.8	43.8	100	0	0.1
Promedio	20.5	31	48.4	100	0	0.3

Fuente: SENAMHI. La estación automática meteorológica se encuentra ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima, departamento de Lima.

3.6.2.2. Diseño de Parcela Experimental.

A. Parcela.

Largo: 35 metros

Ancho: 7.3 metros

Área: 255.5 m²

B. Sub-Parcelas.

Número de sub Parcelas: 21

Largo: 5 metros

Ancho: 2.4 metros

Área total: 12 m²

Área de siembra: 11.15 m²

C. Características de los surcos.

Longitud de surco: 35 m

Ancho de surco: 0.15 m

Distanciamiento entre surcos: 0,74 m

D. Características de siembra.

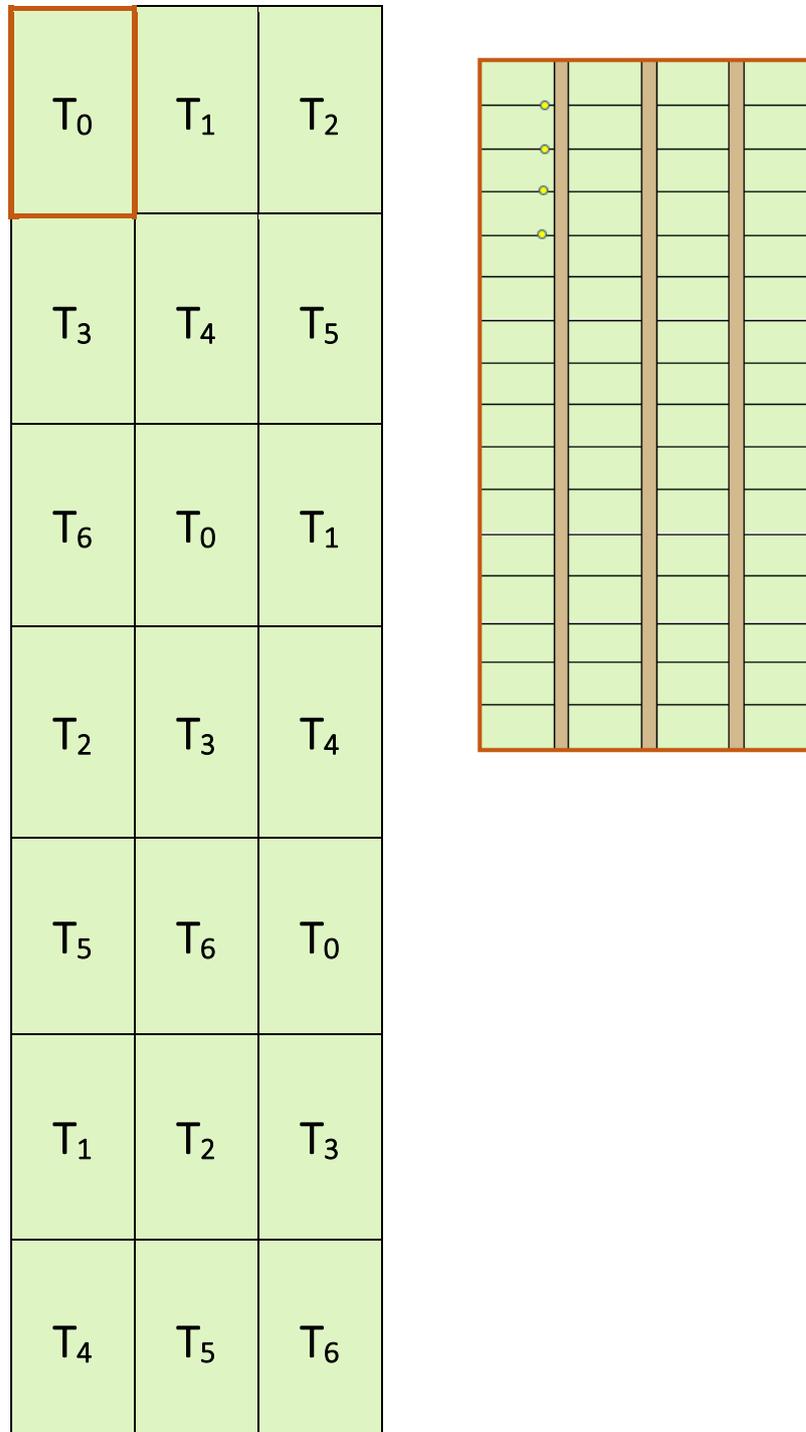
Distanciamiento entre golpe y golpe: 0.25 m

Número de semillas por golpe: 03

Número de semillas por metro lineal: 12 semillas/metro aproximadamente

Figura 3

Representación de la distribución de la parcela experimental



Nota: El croquis representa la distribución de la parcela experimental de acuerdo a los seis tratamientos aplicados en el cultivo de forraje de maíz.

3.6.2.3. Determinación de los tratamientos de los abonos orgánicos. Los tratamientos se calcularon seleccionando dos cantidades de abono próximas a la de 10 Tn/ha, cantidad recomendada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en su folleto informativo para el agricultor, para la semilla INIA 617 – CHUSKA (Anexo F).

Se implementarán seis tratamientos diferentes para evaluar el efecto en el forraje de maíz: tres dosis de abono obtenido de pollinaza, correspondientes a 5 tn/ha (T1), 10 tn/ha (T2), y 15 tn/ha (T3); y tres dosis de cuyinaza, con cantidades de 5 tn/ha (T4), 10 tn/ha (T5), y 15 tn/ha (T6). Este diseño permitirá analizar y comparar el impacto de las distintas concentraciones de abonos orgánicos en las características del cultivo y la fertilidad del suelo.

Además, se incluirá un tratamiento de control, denominado T0, que no recibirá ninguna aplicación de abono. Este tratamiento de control nos permitirá comparar y analizar la eficiencia y efectividad de las diferentes aplicaciones de abonos orgánicos.

Tabla 4

Tratamientos de abonos orgánicos aplicados

Aplicación de abono orgánico	Código	Tratamiento	N° Repeticiones
Sin abono orgánico (testigo)	T0	Sin abono	3
Abono orgánico a base de pollinaza	T1	5 t / ha.	3
Abono orgánico a base de pollinaza	T2	10 t / ha	3
Abono orgánico a base de pollinaza	T3	15 t / ha	3
Abono orgánico a base de cuyinaza	T4	5 t / ha	3
Abono orgánico a base de cuyinaza	T5	10 t / ha	3
Abono orgánico a base de cuyinaza	T6	15 t / ha	3

Nota: Tenemos tres diferentes aplicaciones de los dos tipos de abonos orgánicos, además de una aplicación testigo.

3.6.2.4. Análisis de composición química de abonos orgánicos. Se enviaron muestras de cada abono orgánico (derivado de pollinaza y cuyinaza) a dos laboratorios certificados para determinar sus propiedades químicas.

En el laboratorio LASPAF, se analizó en detalle el contenido de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, pH y la capacidad de retención de humedad, proporcionando información clave sobre el potencial fertilizante de cada abono orgánico.

Los resultados del análisis en la Tabla 5 muestran que la cuyinaza, con un alto contenido de materia orgánica, podría mejorar significativamente la estructura del suelo y proporcionar nutrientes de manera continua para el cultivo de maíz forrajero. Por otro lado, el abono obtenido de pollinaza tiene niveles superiores de calcio, magnesio y una mayor conductividad eléctrica. Lo cual indica que puede ofrecer una liberación rápida de nutrientes esenciales para el crecimiento del maíz. También demuestra que ambos abonos orgánicos suministran nutrientes clave como nitrógeno, fósforo y potasio, fundamentales para el desarrollo del forraje de maíz.

Tabla 5

Resultado de laboratorio de las propiedades químicas de los abonos orgánicos

Tabla 5 Resultado de laboratorio de las propiedades químicas de los abonos orgánicos

Muestra	Propiedades químicas del abono									
	pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	M.O %	N %	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
Abono a base cuyinaza	7.41	12.92	53.40	1.44	2.41	2.38	1.19	0.98	20.73	0.11
Abono a base de pollinaza	7.13	19.00	22.09	1.47	1.95	1.78	3.30	1.13	19.37	0.37

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes (LASPAF) – UNALM.

En el Laboratorio de Certificaciones del Perú (CERPER), se realizó un análisis complementario de materia orgánica. La Tabla 6 muestra que la cuyinaza tiene un contenido de materia orgánica del 61.41%, significativamente superior al 22.37% del abono a base de pollinaza. Este mayor contenido de materia orgánica en la cuyinaza sugiere que logrará proporcionar un efecto más significativo en el cultivo de forraje de maíz y el suelo del área de estudio.

Tabla 6

Resultado de laboratorio de porcentaje de materia orgánica en los abonos orgánicos

Abonos orgánicos	Materia orgánica
	%
Abono a base cuyinaza	61.41
Abono a base de pollinaza	22.37

Fuente: Laboratorio de Certificaciones del Perú (CERPER)

3.6.2.5. Determinación de las cantidades de abonos orgánicos. De acuerdo con las cantidades en toneladas por hectárea asignadas previamente para cada tratamiento, se calculó la cantidad requerida en kilogramos de los abonos orgánicos, ajustándola al área de cada subparcela. Estos cálculos se adaptaron a la cantidad de materia orgánica y al nivel de humedad de cada abono. El proceso incluyó la aplicación de reglas de tres y conversión de unidades, asegurando así que cada tratamiento recibiera la cantidad precisa de acuerdo a los requisitos del experimento.

A. Tratamientos de cuyinaza.

- ✓ Se realiza el cálculo de la materia orgánica necesaria, de acuerdo al área de 12 m² y al tratamiento asignado de 5 Tn por 1 ha.

$$5 \text{ Tn} \quad - \quad 10\,000 \text{ m}^2$$

$$X \quad - \quad 12 \text{ m}^2$$

$$X = 6 \text{ Kg de materia orgánica necesaria}$$

- ✓ Se calcula la cantidad de cuyinaza, de acuerdo a su porcentaje de materia orgánica.

$$100 \text{ Kg} \quad - \quad 53.4 \text{ Kg M.O}$$

$$X \quad - \quad 6 \text{ Kg M.O}$$

$$X = 11.2 \text{ Kg de cuyinaza sin humedad}$$

- ✓ Se recalcula la cantidad de cuyinaza, restando su porcentaje de humedad.

$$100 \text{ Kg de abono fresco} \quad - \quad 79.27 \text{ Kg de abono seco}$$

$$X \quad - \quad 11.2 \text{ Kg}$$

$$X = 14.1 \text{ Kg de cuyinaza}$$

- ✓ Entonces tenemos las siguientes cantidades en Kg para los tratamientos con cuyinaza:

a) $T1 = 5 \text{ Tn} / \text{Ha}$ - Aplicación de 14 kg por subparcela

b) $T2 = 10 \text{ Tn} / \text{Ha}$ - Aplicación de 28 kg por subparcela

c) $T3 = 15 \text{ Tn} / \text{Ha}$ - Aplicación de 42 kg por subparcela

B. Tratamientos de pollinaza.

- ✓ Se realiza el cálculo de la materia orgánica necesaria, de acuerdo al área de 12 m^2 y al tratamiento asignado de 5 Tn por 1 ha.

$$5 \text{ TN} \quad - \quad 10\,000 \text{ m}^2$$

$$X \quad - \quad 12 \text{ m}^2$$

Abono a base cuyinaza	0 kg	42 kg	84 kg	126 kg	-	-	-
Abono a base de pollinaza	0 kg	-	-	-	102 kg	204 kg	306 kg

Nota: Cantidad total aplicada de los abonos orgánicos para los seis tratamientos para las tres repeticiones.

3.6.2.6. Preparación del terreno. Antes de proceder con la siembra, se realizaron actividades esenciales para la preparación del terreno. Primero, se efectuó el volteado del suelo, lo cual mejoró su aireación y estructura, además de eliminar malezas, proporcionando un espacio libre de competencia para el nuevo cultivo. El terreno había sido previamente utilizado para el cultivo de *Phaseolus vulgaris* (frijol común), cumpliendo así con la recomendación de rotación con leguminosas según el folleto informativo del INIA (Anexo F). Posteriormente, se realizó el arado con una yunta, formando doce surcos, distribuidos en cuatro por subparcela.

3.6.2.7. Riego previo a la siembra. Se realizaron dos riegos previos a la siembra utilizando la técnica de sifón. Lo que permitió asegurar un adecuado nivel de humedad para la aplicación de materia orgánica. Esta práctica es esencial para promover la germinación uniforme de las semillas.

3.6.2.8. Aplicación de abonos. La aplicación de los abonos orgánicos se realizó ocho días antes de la siembra para optimizar las condiciones del suelo en el área experimental. Se utilizó el método de abonado en bandas, distribuyendo los abonos de manera uniforme en los surcos y cubriéndolos con tierra del mismo suelo para facilitar su descomposición y absorción de nutrientes.

Se pesaron cuidadosamente las cantidades exactas de abono para los seis tratamientos, que incluían dosis específicas del abono derivado de pollinaza y la cuyinaza, además de un tratamiento control (T0) sin abono. Cada tratamiento contó con tres repeticiones: nueve

subparcelas recibieron abono obtenido de pollinaza (Mallki), nueve subparcelas recibieron cuyinaza, y tres subparcelas fueron destinadas al control sin abono.

- a) T1 = 5 Tn / Ha - Aplicación de 14 kg por subparcela
- b) T2 = 10 Tn / Ha - Aplicación de 28 kg por subparcela
- c) T3 = 15 Tn / Ha - Aplicación de 42 kg por subparcela
- d) T4 = 5 Tn / Ha - Aplicación de 34 kg por subparcela
- e) T5 = 10 Tn / Ha - Aplicación de 68 kg por subparcela
- f) T6 = 15 Tn / Ha - Aplicación de 102 kg por subparcela

3.6.2.9. Lavado de las semillas. Las semillas de maíz híbrido INIA617 CHUSKA fueron sometidas a un lavado, previo a la siembra, con el propósito de eliminar cualquier residuo de productos químicos con los que vienen tratadas en el saco de origen. Este paso es necesario para asegurar un ambiente de crecimiento más natural y libre de interferencias externas.

3.6.2.10. Siembra. La siembra se llevó a cabo en la parcela experimental distribuyendo tres semillas por golpe, con una distancia aproximada de 0.25 metros entre cada golpe. Se sembraron e 2.8 semillas por cada metro lineal aproximadamente, siguiendo las técnicas recomendadas para el cultivo de forraje de maíz.

3.6.2.11. Control de maleza. Al inicio y durante el ciclo de cultivo de maíz forrajero, se realizó el control de malezas, eliminando especies indeseadas como *Digitaria Sanguinalis* (pata de gallina), *Cyperus rotundus* (coquito) y *Oxalis latifolia* (trébol oxalis). Este control fue fundamental para reducir la competencia de nutrientes con el cultivo de maíz forrajero, garantizando un mejor desarrollo del cultivo.

3.6.2.12. Delimitación de subparcelas. Se procedió implementar la delimitación de las veintiún subparcelas (12 m² cada una), para lograr una mayor visibilidad y control de las mismas. Se utilizó rafia amarilla y carteles para diferenciar los bloques de tratamiento en el área experimental.

3.6.2.13. Control de plagas. Como medida preventiva contra las aves, se instalaron cintas de video alrededor del perímetro del terreno. Asimismo, para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizó dos aplicaciones de ceniza en las hojas afectadas de cada planta, una técnica utilizada comúnmente en agricultura familiar orgánica para la gestión de plagas.

3.6.2.14. Riego. A lo largo del ciclo de crecimiento del maíz, se realizaron cinco riegos utilizando nuevamente la técnica de sifón. Asegurando así un adecuado suministro de agua para el desarrollo del cultivo, el cronograma de las actividades durante la labor experimental podemos observarlos en el Anexo E.

3.6.2.15. Aporque del cultivo. Se efectuó el aporque del cultivo, que consistió en acumular tierra en la base de las plantas. Esta práctica permitió proporcionar mayor estabilidad a las plantas y favorecer la retención de humedad en el suelo.

3.6.2.16. Determinación de la cantidad de plantas. Se realizó un conteo de todas las plantas presentes en el área experimental en la ficha de observación. Este proceso fue esencial para observar la efectividad de los abonos orgánicos.

3.6.2.17. Determinación de la altura de plantas. Se realizó la medición de las plantas más representativas de cada subparcela, centrándose en los dos surcos centrales de cada una. Estos surcos fueron seleccionados por ser menos susceptibles a posibles alteraciones debidas a los tratamientos aplicados en las subparcelas aledañas. Además, la parcela experimental está rodeada de árboles, lo que hace que las plantas en los surcos centrales tengan mayor exposición solar. En la ficha de observación, se registró la altura de la planta más alta de cada golpe, midiendo desde la base del suelo hasta el nudo más alto.

La segunda medición de las plantas incluyó cinco plantas representativas por cada subparcela de los tratamientos T0, T2 y T5, siendo estos los más representativos. En esta ocasión, se tomó la altura total, tomada desde la base del suelo hasta el punto donde comienza la ramificación de la espiga.

3.6.2.18. Determinación de peso y profundidad de raíces. Se realizó una excavación cuidadosa alrededor de las plantas seleccionadas para facilitar la extracción completa de las raíces. Se tomaron cinco plantas representativas por cada subparcela de los tratamientos T0, T2 y T5. Las raíces fueron lavadas para remover el exceso de tierra y, posteriormente, se midió su longitud y peso. Este procedimiento se realizó con el objetivo de analizar el impacto de cada tratamiento en el desarrollo del sistema radicular y obtener una evaluación comparativa de los efectos de los abonos orgánicos.

3.6.2.19. Rendimiento del cultivo. Primero se realizó el pesaje de las plantas de forraje de maíz utilizando los dos surcos centrales de cada subparcela para todos los tratamientos. Luego para calcular el rendimiento usaremos la unidad de toneladas por hectárea. Teniendo en cuenta que el área de cada subparcela es de 11.15 m², se tomará como dato al área cosechada, que es 0.00056 ha por subparcela.

3.6.2.20. Evaluación Nutricional de Alimentos. Se tomaron muestras de tallos y hojas de las plantas de maíz forrajero, representativas de los tratamientos T0, T2 y T5. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio LENA de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) para la evaluación de parámetros nutricionales como humedad, proteína total, grasa, fibra cruda y cenizas, utilizando métodos estandarizados por la AOAC.

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05

3.6.3. Determinación de la fertilidad final del suelo

Se tomaron muestras de cada tratamiento. Las muestras fueron obtenidas de cada subparcela mediante un muestreo en zigzag utilizando un tubo muestreador de suelos. Posteriormente, fueron enviadas al laboratorio LASPAF de la UNALM para su análisis. Permitiendo realizar un análisis del impacto en sus propiedades químicas y desarrollar una comparativa.

3.7. Consideraciones éticas

En esta sección, se detallan las consideraciones éticas que guiaron la realización de la investigación:

- A. Buenas Prácticas Agrícolas

Durante todas las etapas del estudio, especialmente en la fase experimental, se implementarán buenas prácticas agrícolas para asegurar un uso responsable de los recursos naturales y minimizar el impacto ambiental.

B. Ética en la Investigación

Las actividades de investigación se realizarán conforme a principios éticos fundamentales, incluyendo la integridad en el manejo de datos, la honestidad en la presentación de resultados y el adecuado reconocimiento de fuentes y colaboraciones, respetando la autoría de otros investigadores.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación de las características químicas del suelo

Los resultados del análisis de laboratorio inicial del suelo del área experimental en Pachacámac. Revelaron condiciones adecuadas, aunque con espacio para mejoras mediante la aplicación de abonos orgánicos.

El suelo presentó un pH promedio de 7.49, ligeramente alcalino, lo que es favorable para el cultivo de maíz, dado que este cereal prefiere suelos entre ligeramente ácidos a neutros. La conductividad eléctrica (C.E) fue de 0.56 dS/m, lo cual indica baja salinidad, una condición propicia para el crecimiento saludable del maíz.

En cuanto al contenido de materia orgánica (M.O), se registró un 1.80%, valor considerado bajo, sugiriendo la necesidad de mejorar este aspecto para aumentar la capacidad del suelo de retener nutrientes y agua.

Los niveles de fósforo (P) y potasio (K) fueron de 98.1 ppm y 343 ppm, respectivamente, ambos clasificados dentro de rangos adecuados para el desarrollo del maíz. Estos resultados evidencian que el suelo, si bien es apto para el cultivo, se beneficiaría enormemente de la adición de abonos orgánicos que optimicen su fertilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Estos hallazgos confirman la hipótesis de que las características químicas del suelo en la parcela de estudio son adecuadas para el cultivo de *Zea mays* L., pero pueden ser optimizadas mediante la aplicación de abonos orgánicos, como la pollinaza y la cuyinaza. La baja materia orgánica identificada resalta la necesidad de mejorar la fertilidad del suelo, lo que respalda la importancia del uso de enmiendas orgánicas para fomentar una agricultura sostenible en la zona.

Tabla 8

Resultado de laboratorio de muestra de suelo del área experimental

Propiedades químicas del suelo							
Muestra	pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO³ %	M.O %	P ppm	K ppm	Al⁺³ + H⁺ meq/100
Suelo	7.49	0.56	0.63	1.80	98.1	343	0.00

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes (LASPAF) – UNALM (Anexo B).

4.2. Determinación del efecto del abono obtenido de pollinaza y la cuyinaza en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del forraje de maíz (*Zea Mays L.*) y su influencia en la agricultura sostenible.

Se realizaron diversos procedimientos fundamentales para determinar el efecto de los abonos orgánicos en el cultivo y su influencia en la agricultura sostenible. Primero, la descripción del campo experimental permitió establecer el contexto y las condiciones del área de estudio, mientras que el diseño de la parcela experimental facilitó una adecuada distribución de los tratamientos, permitiendo un control preciso de las variables.

Se definieron los tratamientos tomando las cantidades próximas a la que recomienda el INIA. También se realizó un análisis detallado de la composición química de los abonos orgánicos, para conocer las propiedades de fertilización de cada uno. Además, se calcularon las cantidades exactas de aplicación de los abonos orgánicos para el área de cada subparcela (Tabla 9), de acuerdo a la cantidad de materia orgánica y al porcentaje de humedad.

Tabla 9

Cantidad de abono aplicado por subparcela

Tratamiento	Abono	Número de repeticiones	Aplicación asignada	Peso exacto por subparcela
--------------------	--------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------------------------

T0	Sin abono	3	0 Tn/Ha	0 kg
T1	Pollinaza	3	5 Tn/Ha	14 kg
T2	Pollinaza	3	10 Tn/Ha	28 kg
T3	Pollinaza	3	15 Tn/Ha	42 kg
T4	Cuyinaza	3	5 Tn/Ha	34 kg
T5	Cuyinaza	3	10 Tn/Ha	68 kg
T6	Cuyinaza	3	15 Tn/Ha	102 kg

Nota: Cantidad aplicada de los abonos orgánicos para los seis tratamientos en cada repetición.

En la preparación del terreno se realizó el volteado de terreno y la eliminación de malezas. Además luego de la siembra, se llevaron a cabo los cuidados agrícolas para el cultivo, incluyendo la aplicación de abonos, aporque, control de malezas y manejo de plagas, utilizando practicas sostenibles. Favoreciendo un entorno óptimo para el desarrollo del forraje de maíz sin recurrir a productos químicos. Estas actividades fueron acompañadas de un manejo adecuado de los riegos. Las fechas de ejecución de cada actividad del procedimiento del cultivo, se encuentra documentado en el Anexo E, asegurando la transparencia y organización de los procedimientos seguidos en esta investigación.

Finalmente, estas actividades promovieron un desarrollo óptimo del cultivo de maíz forrajero. La culminación del ciclo de cultivo nos permitirá recopilar datos sobre las características físicas y el rendimiento del maíz forrajero en nuestra ficha de observación. Esto facilitará la comparación entre el tratamiento de control y las diferentes dosis de abono obtenido de pollinaza y cuyinaza. Esta comparativa será fundamental para evaluar la efectividad de los abonos orgánicos en el cultivo y promover su uso en futuras siembras, lo que, a su vez, contribuirá a fomentar prácticas de agricultura sostenible.

4.2.1. Cantidad de Plantas

Los resultados indicaron que los tratamientos T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha) y T6 (cuyinaza en 15 tn/ha) fueron los que obtuvieron la mayor cantidad de plantas

germinadas, con un total de 453 y 444 plantas, respectivamente. Este incremento en la cantidad de plantas refleja el impacto positivo de la aplicación de abonos orgánicos en la germinación, contribuyendo a un mayor aprovechamiento del terreno y optimizando la producción agrícola sin recurrir a fertilizantes sintéticos.

Tabla 10

Cantidad de Plantas por Tratamiento

Tratamientos	Repeticiones			Total por tratamiento
	°1	°2	°3	
T0	156	142	127	425
T1	149	132	145	426
T2	160	149	144	453
T3	153	154	134	441
T4	150	150	128	428
T5	142	154	129	425
T6	151	148	145	444
	Total			3042

Nota: Cantidad de plantas en los seis tratamientos y el tratamiento testigo por cada repetición realizada.

4.2.2. Altura de plantas

Para calcular el promedio de altura del forraje de maíz, se seleccionaron las dos repeticiones con valores más cercanos para obtener un promedio representativo de cada tratamiento. Esto se debe a que algunas subparcelas colindantes a árboles, tuvieron menor exposición solar, afectando su crecimiento y generando sesgo.

En la Tabla 11, se presentan los datos de altura del forraje de maíz en los siete tratamientos y sus tres repeticiones, tomados aproximadamente un mes después de la siembra. Se observa que los tratamientos T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha) y T5 (cuyinaza en 10 tn/ha) obtuvieron las mayores alturas promedio, con 110.83 cm y 102.23 cm, respectivamente. En contraste, el tratamiento T0 (sin abono) mostró la menor altura promedio,

con 70.12 cm, lo que indica una mejora significativa en el crecimiento cuando se aplican abonos orgánicos, en especial la pollinaza.

Tabla 11

Promedio de altura parcial en cada tratamiento

Tratamientos	Subparcelas			Promedio parcial
	1°	2°	3°	
T0	63.77	76.46	110.07	70.12
T1	91.48	74.82	81.8	78.31
T2	103.83	117.83	76.77	110.83
T3	89.88	95.88	108.25	92.88
T4	88.07	78.62	84.5	86.29
T5	108.82	95.64	61.25	102.23
T6	96.61	113.6	100.06	98.34
Promedio total				91.28

Nota: Promedio de la altura de las plantas en los seis tratamientos y el tratamiento testigo por cada repetición realizada.

En la tabla 12, que refleja las alturas finales del tratamiento T0, T2 y T5, al momento de la cosecha, se observa que el tratamiento T5 (cuyinaza en 10 tn/ha) alcanzó la mayor altura promedio con 334 cm, seguido de cerca por T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha) con 318 cm. Nuevamente, el tratamiento T0 (sin abono) mostró un menor crecimiento con 304 cm, reforzando la idea de que los abonos orgánicos mejoran considerablemente el desarrollo del forraje.

Tabla 12

Promedio de altura final en cada tratamiento

Tratamientos	Subparcelas			Promedio
	1°	2°	3°	
T0	267	294	314	304
T2	309	326	297	318
T5	318	349	294	334
Promedio total				318.7

Nota: Promedio final de la altura de las plantas en tres tratamientos representativos y el tratamiento testigo por cada repetición realizada.

La mayor altura de las plantas de forraje de maíz indica que el abono orgánico aplicado ha proporcionado nutrientes esenciales que favorecen un crecimiento robusto. Esta característica no solo refleja la eficiencia del abono en promover el desarrollo de la planta, sino que también implica un mayor volumen de forraje disponible para cosecha. Al tener plantas más altas, se maximiza la producción de biomasa, lo cual es beneficioso para los agricultores, ya que incrementa la cantidad de alimento disponible para el ganado, promoviendo así una agricultura más eficiente y sostenible.

4.2.3. Profundidad y peso de las raíces

Para el cálculo del promedio de profundidad y peso de las raíces del forraje de maíz, se seleccionaron, al igual que en el cálculo de altura, las dos repeticiones con valores más cercanos para mitigar el sesgo. En la Tabla 13 se presentan los resultados de profundidad y peso de las raíces para los tratamientos T0 (sin abono), T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha) y T5 (cuyinaza en 10 tn/ha).

El tratamiento T5 (cuyinaza en 10 t/ha) presentó la mayor profundidad promedio de 0.50 cm y un peso de 23.87 g. Sin embargo, este valor no mostró una diferencia significativa con T0 (sin abono), que registró una profundidad promedio de 0.49 cm y un peso de 23.5 g. En contraste, el tratamiento T2 (pollinaza en 10 t/ha) mostró la menor profundidad promedio de 0.40 cm y un peso de 23.63 g, lo que indica que la aplicación de pollinaza pudo haber influido en un menor desarrollo radicular en comparación con los otros tratamientos.

La profundidad y el peso de las raíces en el cultivo de forraje de maíz son indicadores importantes de su desarrollo y salud. Una mayor profundidad permite que las raíces accedan a nutrientes y agua en capas más profundas del suelo, favoreciendo la resiliencia de la planta ante

condiciones de sequía o escasez de nutrientes en la superficie. Asimismo, un peso mayor refleja un sistema radicular más robusto, que proporciona mayor estabilidad y capacidad de absorción, mejorando así el rendimiento general del cultivo y la calidad del forraje.

Tabla 13

Promedio de profundidad y peso de las raíces por tratamiento

Tratamientos	Subparcelas						Promedio	
	Cm	Gr	Cm	Gr	Cm	Gr	Cm	Gr
T0	0.36	22.4	0.48	23.20	0.62	24.90	0.49	23.5
T2	0.41	22.9	0.54	25.6	0.25	22.4	0.40	23.63
T5	0.56	25	0.76	25.2	0.19	21.4	0.50	23.87

Nota: Promedio de la medida de la profundidad de las raíces en tres tratamientos representativos y el tratamiento testigo por cada repetición realizada.

4.2.4. Rendimiento de cultivo

Se obtuvo los pesos y rendimientos de cada repetición de los tratamientos del forraje de maíz también. Luego se realizó el promedio de los datos más cercanos, esto para obtener los datos más representativos.

En la Tabla 14 vemos que los tratamientos T6 (cuyinaza en 15 tn/ha), T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha) y T3 (abono obtenido de pollinaza en 15 tn/ha) se destacaron con los mayores pesos, produciendo 128,84 kg, 129.59 kg y 131.27 kg de forraje respectivamente. Estos resultados reflejan la capacidad de los abonos orgánicos para mejorar significativamente la productividad del cultivo.

Tabla 14

Peso del forraje de maíz por tratamiento

Tratamientos	Peso del forraje (Kg)			Promedio	Total
	1°	2°	3°		
T0	25.5	37.05	47.76	42.41	110.31

T1	39.06	35.3	28.74	37.18	103.1
T2	48.05	48.45	33.09	48.25	129.59
T3	35.82	48.37	47.08	47.73	131.27
T4	37.84	38.56	35.48	38.20	111.88
T5	42.39	47.94	11.18	45.17	101.51
T6	37.28	48.01	43.55	45.78	128.84
Total					816.50

Nota: Peso total de las plantas de los dos surcos centrales en los seis tratamientos y el tratamiento testigo por cada repetición realizada.

En la Tabla 15 donde vemos la evaluación de los rendimientos (tn/ha) del forraje de maíz (*Zea Mays L.*), se observaron diferencias entre los tratamientos. El tratamiento T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha) presentó el mayor rendimiento con 86.16 tn/ha, seguido por el tratamiento T3 (abono obtenido de pollinaza en 15 tn/ha) con 85.22 tn/ha, lo que sugiere que las dosis más altas de pollinaza tienen un impacto positivo considerable en el rendimiento del cultivo.

Por otro lado, el tratamiento T6 (abono orgánico a base de cuyinaza en 15 tn/ha) también destacó con un rendimiento de 81.75 tn/ha, lo cual evidencia que tanto la cuyinaza como la pollinaza mejoran significativamente la producción en comparación con el testigo. Estos resultados resaltan la efectividad de los abonos orgánicos, siendo la pollinaza en dosis más altas la que mostró el mayor beneficio para el cultivo de forraje de maíz.

La mejora en el rendimiento no solo optimiza la cantidad de forraje disponible, sino que también genera beneficios económicos para los agricultores al incrementar la producción sin requerir insumos externos costosos, como los fertilizantes químicos. Además, al utilizar productos económicos que no dañan los recursos naturales, se promueve una agricultura más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Tabla 15*Rendimiento del forraje de maíz por tratamiento*

Tratamientos	Rendimiento (Tn/ha)			Promedio
	1°	2°	3°	
T0	45.54	66.16	85.29	75.72
T1	69.75	63.04	51.32	66.39
T2	85.80	86.52	59.09	86.16
T3	63.96	86.38	84.07	85.22
T4	67.57	68.86	63.36	68.21
T5	75.70	85.61	19.96	80.65
T6	66.57	85.73	77.77	81.75
Total				

Nota: Rendimiento del cultivo *Zea Mays* L. para los seis tratamientos y el tratamiento testigo por cada repetición realizada.

4.2.5. Evaluación Nutricional de Alimentos

Los resultados de la evaluación nutricional del forraje de maíz en los tratamientos T2, T5 y T0 muestran mejoras significativas en los valores nutricionales con la aplicación de abonos orgánicos. El tratamiento T5 (cuyinaza en 10 t/ha) sobresale con el mayor contenido de proteína (3.10%) y grasa (0.63%), lo cual favorece la nutrición animal, proporcionando proteínas esenciales y energía fácilmente asimilable. Este tratamiento también presentó el menor contenido de fibra cruda (5.79%), lo que mejora la digestibilidad del forraje, haciendo que los nutrientes sean más accesibles para el ganado.

En comparación, el tratamiento T2 (pollinaza en 10 t/ha) mostró el valor más alto de extracto libre de nitrógeno (12.25%), lo cual sugiere un mayor contenido de carbohidratos de fácil digestión, cruciales para el crecimiento animal. Por otro lado, el tratamiento control T0, que no recibió abono, mostró los valores más bajos en proteína y grasa, con un mayor contenido de fibra cruda, lo que indica un forraje menos nutritivo y menos digestible.

Estos resultados ofrecen beneficios significativos tanto para el ganado como para los agricultores. Al mejorar la calidad nutricional del forraje, los animales que se alimenten de este

forraje podrán obtener proteínas de mejor calidad y energía fácilmente disponible, lo cual favorece su desarrollo y producción. Además, una alimentación más rica y digestible puede traducirse en un mejor rendimiento productivo, ya sea en términos de carne o leche, lo cual es ventajoso para la producción pecuaria.

Tabla 16

Evaluación nutricional del forraje de maíz por tres tratamientos representativos.

Muestra	T0	T2	T5
Humedad %	75.42	74.94	75.89
Proteína total (N x 6.25) %	2.73	2.90	3.10
Grasa %	0.58	0.56	0.63
Fibra Cruda %	6.81	6.78	5.79
Ceniza %	2.71	2.57	2.68
Extracto libre de nitrógeno %	11.75	12.25	11.91

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) – UNALM.

4.2.6. Influencia de la aplicación de abonos en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del cultivo para fomentar la agricultura sostenible

La influencia de los abonos orgánicos obtenidos de pollinaza y cuyinaza en las características físicas, nutricionales y el rendimiento del forraje de maíz es fundamental para fomentar prácticas agrícolas sostenibles. En términos de características físicas, estos abonos mejoran notablemente la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y permitiendo un desarrollo radicular más profundo y resistente. Esto no solo beneficia el crecimiento de las plantas, sino que también mejora la resiliencia del cultivo ante condiciones de sequía, optimizando el uso del agua y promoviendo un sistema agrícola más adaptable y sustentable.

En cuanto a los beneficios nutricionales, el uso de estos abonos incrementa el contenido de proteínas, grasas y carbohidratos fácilmente asimilables, lo cual resulta altamente beneficioso para la alimentación animal. El ganado que consume este forraje más nutritivo experimenta un mejor desarrollo y rendimiento productivo, lo cual no solo favorece la salud de los animales, sino que también incrementa el valor de la producción pecuaria para los agricultores.

El incremento en el rendimiento del forraje de maíz debido a la aplicación de estos abonos orgánicos ofrece ventajas económicas significativas. Los agricultores pueden obtener una mayor cantidad de forraje por hectárea sin la necesidad de costosos fertilizantes químicos. Además, el uso de abonos orgánicos no solo representa un ahorro en el gasto de fertilizantes, sino que también permite aprovechar los residuos de la crianza de animales como cuyes o pollos, fomentando un ciclo productivo sostenible. Esto contribuye a una economía circular en la que los desechos pecuarios se convierten en insumos agrícolas, optimizando los recursos y generando ingresos adicionales.

En este sentido, los resultados obtenidos respaldan la hipótesis planteada, ya que la aplicación de pollinaza y cuyinaza mejoró significativamente las características físicas, nutricionales y el rendimiento del *Zea mays* L., promoviendo la sostenibilidad agrícola en Pachacámac. Desde un enfoque ambiental, el uso de estos abonos reduce la contaminación del suelo y el agua al minimizar la dependencia de fertilizantes sintéticos. En el aspecto económico, el incremento del rendimiento sin recurrir a insumos externos disminuye los costos de producción y mejora la rentabilidad de los agricultores. A nivel social, un forraje de mayor calidad fortalece la producción pecuaria local, favoreciendo la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible de la comunidad.

Figura 4*Agricultura sostenible circular*

4.3. Determinación del efecto de abono obtenido de pollinaza y cuyinaza en la fertilidad del suelo y su influencia a agricultura sostenible

La aplicación de abonos orgánicos como de pollinaza y cuyinaza en el suelo tiene un impacto directo en la mejora de su fertilidad, al incrementar el contenido de nutrientes esenciales, como el nitrógeno, fósforo y materia orgánica. Estos abonos mejoran la estructura del suelo, aumentan su capacidad de retención de agua y facilitan el desarrollo de microorganismos beneficiosos.

4.3.1. Evaluación final de la fertilidad de suelos según tratamiento

De acuerdo al resultado de laboratorio según los requerimientos del INIA para la semilla INIA 617 - CHUSKA.

- PH: El pH del suelo es un factor determinante para la disponibilidad de nutrientes y la salud general de las plantas. El rango óptimo de pH para el cultivo de forraje de maíz se sitúa entre 6.0 y 7.5, donde los nutrientes son más fácilmente absorbidos. En este estudio, el pH de los suelos tratados con diferentes abonos orgánicos osciló entre 7.31 y 7.59, manteniéndose dentro del rango ideal. El tratamiento T5 (cuyinaza en 10 tn/ha) presentó el valor más bajo (7.31), lo cual favorece la absorción de nutrientes esenciales, como el fósforo y el potasio, optimizando el crecimiento del forraje de maíz.
- C.E: El cultivo de maíz con base en los trabajos de Mass y Hoffman (1977) se han desarrollado tablas de tolerancia y producción potencial. Para lo cual el desarrollo máximo del maíz se obtiene con 1.7 dS/m considerado óptimo para un buen crecimiento sin riesgos de salinidad. En este estudio, la C.E varió entre 0.56 dS/m (suelo inicial) y 1.57 dS/m en el tratamiento T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha). Este valor está dentro de un rango favorable, permitiendo un buen desarrollo del cultivo sin afectar la absorción de agua y nutrientes.
- CaCO₃: El carbonato de calcio (CaCO₃) en el suelo ayuda a regular el pH y mejora la estructura del suelo, favoreciendo la penetración de las raíces y el movimiento de los nutrientes. En suelos agrícolas, se considera que niveles de menos de 1% de CaCO₃ son óptimos para la producción de forraje de maíz. Los valores obtenidos en esta investigación oscilan entre 0.63% y 0.89%, donde el tratamiento T3 (abono obtenido de pollinaza en 15 tn/ha) registró el valor más alto de 0.89%, lo que indica un suelo con suficiente cal para estabilizar el pH y mejorar las condiciones de crecimiento del cultivo.
- M.O: La materia orgánica es vital para la fertilidad del suelo, ya que mejora su estructura, aumenta la retención de agua y proporciona nutrientes esenciales a las plantas. Para el forraje de maíz, se recomienda un contenido de materia orgánica entre

3% y 5%. En este estudio, los valores de M.O varían entre 1.80% en el suelo inicial y 2.42% en los tratamientos T3 (abono obtenido de pollinaza en 15 tn/ha), T4 (cuyinaza en 5 tn/ha), y T6 (cuyinaza en 15 tn/ha). Estos valores cercanos o dentro del rango óptimo indican un suelo suficientemente rico en materia orgánica, lo cual es clave para la agricultura sostenible y el crecimiento saludable del forraje de maíz.

- P: El fósforo es esencial para el desarrollo de las raíces y la maduración del forraje de maíz. Los suelos óptimos para el cultivo de forraje deben tener entre 30 a 50 ppm de fósforo disponible. En este estudio, toda la parcela se clasificó como rica en fósforo, con el tratamiento T3 (abono obtenido de pollinaza en 15 tn/ha) presentando el mayor valor de 194.1 ppm, superando significativamente el rango óptimo. Este exceso de fósforo es beneficioso para el cultivo, ya que contribuye a un mejor desarrollo radicular, mayor resistencia a enfermedades y una mayor productividad.
- K: El potasio es crucial para la fotosíntesis, la regulación del agua y la formación de proteínas. Para que el forraje de maíz crezca de manera óptima, el suelo debe contener entre 150 a 300 ppm de potasio. En esta investigación, el suelo enriquecido con T3 (abono obtenido de pollinaza en 15 tn/ha) mostró un valor elevado de 960 ppm, muy por encima del rango ideal, lo que asegura una planta más resistente y productiva. Esta alta disponibilidad de potasio ayuda a mejorar la calidad del forraje, asegurando un crecimiento robusto y una mejor tolerancia a factores de estrés.

Tabla 17

Propiedades químicas del suelo después de la aplicación de abonos

Propiedades químicas del suelo							
Muestra	pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO³ %	M.O %	P ppm	K ppm	Al⁺³ + H⁺ meq/100

Suelo inicial	7.49	0.56	0.63	1.80	98.1	343	0.00
T0	7.59	0.80	0.63	2.02	131.4	610	0.00
T1	7.45	1.20	0.72	2.02	146.4	720	0.00
T2	7.50	1.57	0.80	2.15	164.9	840	0.00
T3	7.54	1.50	0.89	2.42	194.1	960	0.00
T4	7.45	1.06	0.80	2.42	157.9	750	0.00
T5	7.31	1.04	0.80	2.28	142.9	820	0.00
T6	7.36	1.04	0.80	2.42	157.9	850	0.00

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes (LASPAF) – UNALM.

Los resultados confirman la hipótesis, ya que el uso de pollinaza y cuyinaza mejoró la fertilidad del suelo, impulsando la agricultura sostenible en Pachacámac. En la dimensión ambiental, el aumento de materia orgánica y el equilibrio de nutrientes fortalecieron la salud del suelo, reduciendo su degradación. Económicamente, estos abonos ofrecen una alternativa accesible, disminuyendo costos frente a fertilizantes sintéticos. Socialmente, la mejora del suelo garantiza su uso a largo plazo, beneficiando a las comunidades agrícolas. Así, los abonos orgánicos se consolidan como una estrategia clave para una producción sostenible y resiliente.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al analizar las características químicas del suelo antes y después de la aplicación de abonos orgánicos, se observa una mejora significativa, validando la hipótesis planteada. En el análisis inicial, el suelo de Pachacámac presentó un pH de 7.49, ligeramente alcalino, adecuado para el desarrollo del maíz, que prefiere suelos entre ligeramente ácidos a neutros (pH entre 6.0 y 7.5). Tras la aplicación de los abonos, el pH osciló entre 7.31 y 7.59 en los tratamientos con pollinaza y cuyinaza, manteniéndose dentro del rango óptimo para el cultivo. En comparación, la investigación "Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo" reportó un pH de 7.81 al inicio y 8.41 al final del ciclo en el tratamiento con biocompost, un valor algo elevado que podría afectar la absorción de nutrientes.

Respecto a la Conductividad Eléctrica (C.E.), el suelo en Pachacámac inicialmente registró un valor bajo de 0.56 dS/m, lo cual indica baja salinidad. Después de la aplicación de abonos, el tratamiento T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha) alcanzó un valor de 1.57 dS/m, aún dentro del rango aceptable para el cultivo de maíz, que tolera hasta 2 dS/m sin efectos adversos. En la investigación comparada, los valores iniciales fueron similares (1.46 mS/cm), pero al final del ciclo el biocompost mostró una mayor concentración de sales con 2.85 mS/cm. Esta comparación sugiere que los abonos utilizados en Pachacámac no incrementaron excesivamente la salinidad, lo cual es favorable para la agricultura sostenible al evitar la degradación del suelo.

Un aspecto relevante es la materia orgánica (M.O.). El suelo en Pachacámac presentó inicialmente un 1.80% de M.O., considerado bajo para un cultivo óptimo. Sin embargo, tras la aplicación de pollinaza y cuyinaza, el tratamiento T3 (abono obtenido de pollinaza en 15 tn/ha) y T6 (cuyinaza en 15 tn/ha) elevaron la M.O. a 2.42%. En la investigación comparativa, los mayores incrementos se lograron con biocompost (0.94%) y fertilizante químico (0.78%), muy por debajo de los valores obtenidos en Pachacámac. Un mayor contenido de materia orgánica

en el suelo es clave para mejorar la capacidad de retención de agua y nutrientes, contribuyendo así a una agricultura más sostenible.

Adicionalmente, los niveles de fósforo (P) y potasio (K) también se incrementaron considerablemente. En Pachacámac, el tratamiento T3 (pollinaza en 15 tn/ha) alcanzó 194.1 ppm de fósforo y 960 ppm de potasio, muy por encima de los 38.21 mg/kg de fósforo y 260 mg/kg de potasio registrados en la investigación comparativa. Estos valores más altos garantizan un suelo más fértil y productivo, lo que refuerza la importancia de utilizar abonos orgánicos como alternativa sostenible para mejorar la fertilidad del suelo.

El rendimiento del forraje de maíz tras la aplicación de los abonos orgánicos mostró un aumento considerable, lo que confirma esta hipótesis. Los tratamientos T2 (abono obtenido de pollinaza en 10 tn/ha) y T3 (pollinaza en 15 tn/ha) destacaron con rendimientos de 86.16 tn/ha y 85.22 tn/ha, respectivamente en promedio por subparcela. Estos resultados superan ampliamente los obtenidos en la investigación comparada, donde el tratamiento con vermicompost alcanzó 64 Mg/ha, y el biocompost logró un rendimiento de 56 Mg/ha. Las mayores dosis de abono orgánico aplicadas en Pachacámac permitieron obtener un forraje más abundante, optimizando el uso de los recursos del suelo y favoreciendo la sostenibilidad del sistema agrícola.

Además de los incrementos en el rendimiento, las características nutricionales del forraje también mejoraron. El tratamiento T5 (cuyinaza en 10 tn/ha) destacó por su mayor contenido de proteína total (3.10%) en comparación con T0 (2.73%). Esta mejora es clave para la nutrición del ganado, ya que un forraje con mayor contenido proteico promueve un mejor desarrollo y producción en los animales. En la investigación comparativa, el tratamiento con fertilización química alcanzó 12.68% de proteína cruda, pero con un impacto negativo en la sostenibilidad, al depender de insumos no orgánicos.

El contenido de fibra cruda fue menor en el tratamiento T5 (5.79%), lo que implica un forraje más digestible para el ganado. En la investigación comparativa, este aspecto no fue evaluado, lo que impide una comparación directa. Sin embargo, el forraje obtenido en Pachacámac con una menor cantidad de fibra cruda mejora la eficiencia de la alimentación animal, lo que, a su vez, beneficia económicamente al agricultor y promueve un manejo más sostenible al reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos.

La aplicación de abonos orgánicos como la pollinaza y cuyinaza tuvo un impacto positivo y directo en la fertilidad del suelo, lo que valida la hipótesis planteada. Los tratamientos T3 (abono obtenido de pollinaza en 15 tn/ha) y T6 (cuyinaza en 15 tn/ha) registraron un aumento significativo en los niveles de fósforo y potasio, alcanzando 194.1 ppm de fósforo y 960 ppm de potasio, respectivamente. En comparación, los valores máximos en la investigación de "Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo" fueron de 38.21 mg/kg de fósforo y 260 mg/kg de potasio. Estas diferencias reflejan la efectividad de los abonos aplicados en Pachacámac para mejorar la fertilidad del suelo de manera más significativa.

El incremento en la materia orgánica del suelo, alcanzando valores de 2.42% en algunos tratamientos, fue superior a los obtenidos en la investigación comparativa, donde el mayor valor fue de 0.94%. Esta mejora en la materia orgánica es esencial para la agricultura sostenible, ya que no solo enriquece el suelo, sino que también contribuye a la retención de agua y al fomento de la biodiversidad en el suelo.

La investigación de referencia refuerza la idea de que los abonos orgánicos, especialmente en dosis adecuadas, mejoran tanto la productividad como la sostenibilidad del suelo. Los resultados obtenidos en Pachacámac demuestran que, además de mejorar la calidad del suelo, se pueden obtener mayores rendimientos sin comprometer el medio ambiente. El uso de abonos orgánicos reduce la necesidad de insumos químicos, promueve la biodiversidad en

el suelo y mejora la capacidad de los suelos para mantenerse productivos a largo plazo, lo que es un componente esencial de la agricultura sostenible.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. El análisis químico inicial del suelo en Pachacámac reveló que, aunque presenta condiciones básicas adecuadas para el cultivo de maíz, su fertilidad podría mejorarse mediante la adición de abonos orgánicos. Con un pH ligeramente alcalino y bajos niveles de materia orgánica, el suelo es apto para el crecimiento de *Zea mays* L.; sin embargo, incrementar su capacidad de retención de nutrientes y agua fortalecería su productividad a largo plazo. Este diagnóstico inicial establece una base fundamental para la implementación de prácticas de fertilización orgánica, promoviendo una agricultura más sostenible que reduzca la dependencia de insumos químicos, minimice el impacto ambiental y favorezca la resiliencia de los ecosistemas agrícolas.
- 6.2. La aplicación de abonos orgánicos derivados de pollinaza y cuyinaza tuvo un impacto positivo en las características físicas, nutricionales y en el rendimiento del forraje de maíz. Los tratamientos con estos abonos mostraron mejoras en la altura, el desarrollo radicular y el contenido nutricional del forraje, lo que incrementa su valor para la alimentación animal. En particular, la cuyinaza mejoró el contenido de proteínas, mientras que la pollinaza aumentó el rendimiento de carbohidratos de fácil digestión. Estos resultados evidencian que el uso de abonos orgánicos no solo optimiza la cantidad y calidad de la biomasa generada, sino que también promueve un sistema agrícola más sostenible al reducir el uso de fertilizantes sintéticos, generar productos más nutritivos y mejorar la rentabilidad de los agricultores.
- 6.3. Los abonos orgánicos incrementaron la materia orgánica y los niveles de nutrientes esenciales como fósforo y potasio, lo que resultó en un suelo más fértil y con mejor estructura. Estas mejoras favorecen la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes, fortaleciendo la sostenibilidad ambiental del sistema agrícola. Además,

la mayor fertilidad del suelo contribuye a la reducción de costos para los agricultores, al disminuir la necesidad de fertilizantes químicos y mejorar la eficiencia productiva en el largo plazo. Así, la implementación de abonos orgánicos representa una estrategia clave para la sostenibilidad del agroecosistema, beneficiando tanto la conservación de los suelos como la viabilidad económica de la actividad agrícola.

6.4. Los resultados de esta investigación demuestran que el uso de abonos obtenidos de pollinaza y cuyinaza es una alternativa viable y beneficiosa para el cultivo sostenible de *Zea mays* L. en Pachacámac. Más allá de mejorar la productividad y calidad nutricional del forraje, estos abonos favorecen la regeneración de los suelos y promueven un modelo de producción más sostenible, basado en la reutilización de residuos agropecuarios. Este enfoque permite reducir el impacto ambiental de la actividad agrícola, disminuir costos para los productores y fortalecer la seguridad alimentaria mediante la producción de forraje de alta calidad. En conjunto, estas acciones contribuyen a la construcción de sistemas agrícolas más resilientes, que equilibran las dimensiones ambiental, social y económica de la sostenibilidad.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Para mejorar la fertilidad del suelo de manera sostenible, se recomienda la aplicación continua de abonos orgánicos como Mallki (pollinaza) y cuyinaza, que incrementan el contenido de nutrientes esenciales y mejoran la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y nutrientes. Además, a diferencia de los fertilizantes químicos, estos abonos orgánicos no contaminan los recursos naturales, como el agua y el suelo, a largo plazo, lo que los convierte en una opción ideal para una agricultura responsable y sostenible.
- 7.2. Dado que el tratamiento con Mallki (pollinaza en 10 tn/ha) y cuyinaza en 10 tn/ha mostraron los mejores resultados en cuanto a altura y calidad nutricional del forraje, se recomienda que los agricultores prioricen estos tratamientos en futuras siembras. Además, para maximizar el crecimiento del maíz, es fundamental evitar la siembra en áreas con sombra, ya que la exposición solar directa ha demostrado ser clave para el desarrollo óptimo de las plantas.
- 7.3. La mejora observada en la fertilidad del suelo tras la aplicación de abonos orgánicos, en comparación con las condiciones iniciales, sugiere que estos tratamientos enriquecen significativamente el contenido de nutrientes. Esto proporcionará una base sólida para futuras siembras, manteniendo la fertilidad del suelo y favoreciendo una agricultura más sostenible.
- 7.4. Se recomienda fomentar el uso de abonos orgánicos como Mallki y cuyinaza en la agricultura familiar y la industria pecuaria, aprovechando los residuos generados en ambos contextos para la creación de abonos naturales. Esta práctica promueve un modelo de economía circular en el que los desechos se convierten en insumos agrícolas, contribuyendo a una producción agrícola autosuficiente y ambientalmente responsable.

VIII. REFERENCIAS

- Caipo, Y. (2016). *Efecto de la aplicación del fertilizante orgánico Fulvex en forma foliar al maíz (Zea mays L.) var. marginal 28t utilizado como chala*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional UPAO. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2422>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *Hacia una seguridad alimentaria y nutricional sostenible en América Latina y el Caribe en respuesta a la crisis mundial alimentaria*. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/d13f2eef-1881-4738-a8b5-9b9f168d0b70>
- Fortis, M., Leos, J., Preciado, P., Orona, I., García, J., García, J. y Orozco, J. (2009). Aplicación de Abonos Orgánicos en la Producción de Maíz Forrajero con Riego por Goteo. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 329-336. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57313040007>
- Hernandez, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education. doi:10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6
- Huaman, G. (2021). *Aplicación de Diferentes Dosis de Pollinaza en el Cultivo de Maíz Amarillo Duro (Zea Mays L.) de la Variedad Marginal 28 Tropical en Condiciones Agroecológicas de Tournavista*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/2b3d5e99-9c81-471a-a8c6-7e268edf66db>
- IFOAM EU Group. (2016). Growth trends in European organic food and farming. (I. E. Group, Ed.) *Organic in Europe*, 20-48. https://orgprints.org/34109/1/ifoameu_organic_in_europe_2016.pdf

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Evaluación de las exportaciones e importaciones Junio 2022*. Informe Técnico N° 8. <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/3336499-evolucion-de-las-exportaciones-e-importaciones-junio-2022>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2023). *Producción Nacional Diciembre 2022*. Informe Técnico N° 2. <https://m.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/produccion-nacional/3/#lista>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2018). *El cultivo de maiz para la producción de forraje y grano y la influencia del agua*. Serie Técnica 239. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8897/1/st-239-2018.pdf>
- Instituto Tecnológico de Producción del Perú. (2020). *Los principales indicadores económicos y sectoriales del Perú*. [https://data-peru.itp.gob.pe/profile/geo/pachacamac#:~:text=Din%C3%A1mica%20agr%C3%ADcola&text=En%20diciembre%20de%202020%2C%20los,y%20Pimiento%20\(5%20ha\)](https://data-peru.itp.gob.pe/profile/geo/pachacamac#:~:text=Din%C3%A1mica%20agr%C3%ADcola&text=En%20diciembre%20de%202020%2C%20los,y%20Pimiento%20(5%20ha))
- Kearney, J. (2010). Food Consumption Trends and Drivers. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*, 365(1554), 2793-2807. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2010.0149>
- Mass, E. y Hoffman, J. (1977). Crop salt tolerance current assessment (Vol. 103). California: American Society of Civil Engineers for publication. https://www.waterboards.ca.gov/waterrights/water_issues/programs/bay_delta/sds_srf/sds/hist_exhibits/1977bdh_p2ex1.pdf
- Mejía, R. y Gomez, L. (2020). Sostenibilidad de las unidades de producción de cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en las provincias de Yungay - Huaylas Región Ancash.

Ciencia e Investigación, 5(1), 64-74.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7372774>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (3 de Abril de 2019). *El cuy genera oportunidades de negocio para familias rurales.*

<https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/27158-el-cuy-genera-oportunidades-de-negocio-para-familias-rurales>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2019). *Panoramas y perspectivas de la producción de carne de pollo en el Perú.* Nota Técnica N° 03.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/696596/panorama-carne_de_pollo.pdf

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022). *Panorama nacional e internacional del mercado de fertilizantes inorgánicos.* Obtenido de

<https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/1226>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (Enero 2023). *Boletín estadístico mensual: El Agro en cifras Enero.*

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4306677/Bolet%C3%ADn%20Mensual%20%22El%20Agro%20en%20Cifras%22%20-%20Enero%202023.pdf?v=1709065142>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). *Cadena Productiva de Cuy.*

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4061856/Cadena%20productiva%20de%20cuy.pdf>

Montes, T. (2012). *Guía Técnica: Asistencia Técnica Dirigida en Crianza Tecnificada de*

Cuyes. Cajamarca: Agrobanco. https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/ASISTENCIA_TECNICA_EN_CRIANZA_TECNIFICADA_DE_CUYES.pdf

Municipalidad Distrital de Pachacamac. (2021). *Exposición y Motivos: Presupuesto Internacional de Apertura*.

Nicolas, M. (2021). *La Agricultura Tropical de América Latina y el Caribe en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre los Sistemas Alimentarios*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/19615/BVE22028426e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2001). *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción*. Roma, Italia.
<https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Agricultura Sostenible, Una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6dc91118-81ae-49b8-9b58-839f9486ce52/content>

Ospina, J. (2015). *Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas sostenibles*.
<https://searchworks.stanford.edu/view/11744749>

Pacheco, J. (2022). *Innovaciones agroecológicas y su contribución al desarrollo sostenible de Toacaso, Cotopaxi, Ecuador*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/57fc1a6c-cc70-4996-a233-fb943f17a76e>

Pinedo, R. (2018). *Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en agroecosistemas*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM..
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/eb1d1f90-fa59-46fb-8680-2f00abaf1872>

- Ramos, D. y Terry, H. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000400007&script=sci_abstract
- Rodríguez, B. (2020). *Aplicación del biol en el cultivo de la flor de Jamaica para las prácticas agrícolas sostenibles, periodo 2018 - 2019*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/5015>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (4 de Noviembre de 2022). El 94% de productores dedicados a la producción orgánica pertenecen a la agricultura familiar. *SENASA Contigo*. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/el-94-de-productores-dedicados-a-la-produccion-organica-pertenecen-a-la-agricultura-familiar/>
- Soto, G. (2020). El continuo crecimiento de la agricultura orgánica: Orgánico 3.0. *Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci)*, 54(1), 215-226. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-38962020000100215
- Valladares, C. (2010). *Taxonomía, botánica y fisiología de los cultivos de grano. Unidad II. Series lecturas obligatorias*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. <https://curlacavunah.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/04/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf>
- Vásquez, J. (2019). *Adaptación de tres variedades de maíz amarillo (Zea mays L.) para forraje en condiciones de la localidad de la Molina*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional UNALM.. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/46274a52-150e-4671-b3df-fe897b232d56>
- Villanueva, J., y Feliciano, C. (2017). Niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de la chala forrajera (Zea Mays L.) variedad chuska bajo las condiciones

edafoclimáticas de Cauhuayna. *Revista Investigación Agraria*, 1(1), 26-32.

<https://doi.org/10.47840/ReInA20193>

Villanueva, J. (2018). *Optimización de la fertilización del maíz forrajero (Zea mays L.) en Marcos Castellanos*. [Tesis de Maestría]. Instituto Politécnico Nacional.

Willer, H., Trávníček, J., y Schlatter, B. (2024). *The world of organic agriculture. Statics and emerging trends*. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL); IFOAM - Organics International. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1747-organic-world-2024_light.pdf

Williams, C. (2013). *Gestión de residuos de aves de corral en los países en desarrollo. Revisión del Desarrollo Avícola*, 48-52. <https://www.fao.org/4/a1718s/a1718s00.pdf>

Zhang, X., Yao, G., Vishwakarma, S., Dalin, C., Komarek, A., Kanter, D., . . . Davidson, E. (2021). Quantitative assessment of agricultural sustainability reveals divergent priorities among nations. *One Earth*, 1262-1277. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.08.015>

Anexo B. Resultados de laboratorio de fertilidad de suelos

INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : CARMEN FELIPE - MORALES
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ PACHACAMAC
 REFERENCIA : H.R. 81326
 FACTURA : 10750
 FECHA : 01/12/2023

Número Muestra		pH	CE _(1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Al ³⁺ + H ⁺
Lab	Claves	(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	meq/100
150		7.49	0.56	0.63	1.80	98.1	343	0.00

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio

INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : CARMEN FELIPE - MORALES
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ PACHACAMAC/ BIOAGRICULTURA CASA BLANCA
 REFERENCIA : H.R. 82423
 FACTURA : 11236
 FECHA : 19/04/2024

Número Muestra		pH	CE _(1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Al ³⁺ + H ⁺
Lab	Claves	(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	meq/100
056	T0	7.59	0.80	0.63	2.02	131.4	610	0.00
057	T1	7.45	1.20	0.72	2.02	146.4	720	0.00
058	T2	7.50	1.57	0.80	2.15	164.9	840	0.00
059	T3	7.54	1.50	0.89	2.42	194.1	960	0.00
060	T4	7.45	1.06	0.80	2.42	157.9	750	0.00
061	T5	7.31	1.04	0.80	2.28	142.9	820	0.00
062	T6	7.38	1.04	0.80	2.42	157.9	850	0.00

Dra. Lily Tello Peramás
Jefa del Laboratorio

Anexo C. Resultados de laboratorio de evaluación nutricional de alimentos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0324/2024

SOLICITANTE : DAFNY HUAYLLA CASTILLO
 NOMBRE DEL PRODUCTO : 03 MUESTRAS DE FORRAJE
 FECHA DE RECEPCION : 27/03/2024
 IDENTIFICACION : AQ24 - 0324

RESULTADOS DE ANALISIS

CODIGO	AQ24 - 0324		
	T0: Tratamiento Testigo	T2: Aplicación de abono de pollo (Mallki) 10Tn/ha	T5: Tratamiento 10Tn/ha de abono de cuy
a.- HUMEDAD, %	75.42	74.94	75.89
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	2.73	2.90	3.10
c.- GRASA, %	0.58	0.56	0.63
d.- FIBRA CRUDA, %	6.81	6.78	5.79
e.- CENIZA, %	2.71	2.57	2.68
f.- EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO, %	11.75	12.25	11.91

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05

Atentamente,



La Molina, 15 de Abril del 2024

PhD Carlos Alfredo Gómez Bravo
 Jefe del Laboratorio de Evaluación
 Nutricional de Alimentos

Anexo D. Resultados de laboratorio de características químicas de los abonos

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : CARMEN FELIPE MORALES
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ PACHACAMAC
 MUESTRA DE : GUANO DE CUY
 REFERENCIA : H.R. 81327
 FACTURA : 10750
 FECHA : 30/11/2023

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
821		7.41	12.92	53.40	1.44	2.41	2.38

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
821		1.19	0.98	20.73	0.11

M.O. por oxidación.

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio



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



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : DAFNY CAROLINE HUAYLLA CASTILLO
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ CHANCAY
 MUESTRA DE : ABONO MALLKI
 REFERENCIA : H.R. 81433
 BOLETA : 6205
 FECHA : 15/12/2023

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
900		7.13	19.00	22.09	1.47	1.95	1.78

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
900		3.30	1.13	19.37	0.37

M.O. por oxidación.



Dr. Constantino Calderón Mendoza
 Jefe de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO N° 1-00711/24

Pág. 1/1

DATOS DEL CLIENTE ^(M)	
Cliente	HJAYLLA CASTILLO DAFNY CAROLINE
Domicilio legal	Manzana A2 Lote 4 Urb. Grumete Medina – Ate – Lima – Lima
DATOS DE LA MUESTRA	
Producto declarado ^(M)	ABONO DERIVADO DE GUANO DE POLLO
Procedencia de la muestra	Proporcionada por el solicitante y/o cliente
Cantidad de muestra para el ensayo	1 muestra x 1 Kg
Presentación y condición de recepción	En bolsa de plástico, cerrada y conservada a temperatura ambiente.
Identificación y descripción ^(M)	Marca Malki San Fernando
Fecha de recepción	2024 - 01 - 17
Fecha de inicio del ensayo	2024 - 01 - 18
Fecha de término del ensayo	2024 - 01 - 22
Ensayo realizado en	Laboratorio Ambiental
Identificado con	EXAG-00763-2024-001
Validez del documento	Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	Unidad	Resultado
Materia Orgánica	g/100g	22,37
<i>*Base Seca</i>		

^(M) Datos proporcionados por el solicitante y/o cliente. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el solicitante y/o cliente pueda afectar la validez de los resultados.

MÉTODO

Materia Orgánica: Gobierno de Chile. Protocolo de Métodos de Análisis para Suelos y Lodos, Universidad de Concepción, Elaborado con la participación de la Comisión de Normalización y Acreditación de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo por encargo del Servicio Agrícola y Ganadero, 2007, Método 6.1 Materia Orgánica. Calcineación a 550°C (todos y suelos) (VALIDADO).

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 26 de enero de 2024
 SP

Firmado Digitalmente
 CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

 ING. SONIA GARCIA CARBALES
 C.F. 33422
 INTERVENCIÓN DEL SERVIDOR DE INFORMACIÓN

"Este documento sin firma digital carece de validez"

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores – Arequipa
 T. (054) 265572

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
 T. (511) 319 9000

info@cerper.com – www.cerper.com



DATOS DEL CLIENTE ^(A)	
Ciente	: HUAYLLA CASTILLO DAFNY CAROLINE
Domicilio legal	: Manzana A2 Lote 4 Urb. Grumete Medina – Ate – Lima – Lima
DATOS DE LA MUESTRA	
Producto declarado ^(A)	: ABONO DERIVADO DE GUANO DE CUY
Procedencia de la muestra	: Proporcionada por el solicitante y/o cliente
Cantidad de muestra para el ensayo	: 1 muestra x 530 g
Presentación y condición de recepción	: En bolsa de plástico, cerrada y conservada a temperatura ambiente.
Identificación y descripción ^(A)	: Procedencia: Fundo Casablanca
Fecha de recepción	: 2024 - 01 - 17
Fecha de inicio del ensayo	: 2024 - 01 - 18
Fecha de término del ensayo	: 2024 - 01 - 22
Ensayo realizado en	: Laboratorio Ambiental
Identificado con	: EXAG-00763-2024-001
Validez del documento	: Este documento es válido sólo para la muestra descrita.

Ensayo	Unidad	Resultado
Materia Orgánica	g/100g	61.41

*Base Seca

^(A) Datos proporcionados por el solicitante y/o cliente. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el solicitante y/o cliente pueda afectar la validez de los resultados.

METODO

Materia Orgánica: Gobierno de Chile. Protocolo de Métodos de Análisis para Suelos y Lodos. Universidad de Concepción. Elaborado con la participación de la Comisión de Normalización y Acreditación de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo por encargo del Servicio Agrícola y Ganadero. 2007. Método 6.1 Materia Orgánica. Calcineración a 550°C (lodos y suelos) (VALIDADO).

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 26 de enero de 2024
 SP

Firmado Digitalmente
 CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

 ING. SCHUBERT GARCIA CANALES
 C.P. 33422
 COORDINADOR DEL AREA DE SERVICIOS DE INFORMES

"Este documento sin firma digital carece de validez"

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores – Arequipa
 T. (054) 265572

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
 T. (511) 319 9000

info@cerper.com – www.cerper.com



Anexo E. Cronograma de actividades de campo

Fecha	Actividad
01 de enero 2024	Volteado del terreno y eliminación de malezas
08 de enero 2024	Riego previo a la siembra
15 de enero 2024	Aplicación de abonos
17 de enero 2024	Aplicación de abonos y 2° riego previo a la siembra
23 de enero 2024	Siembra y riego
31 de enero 2024	Control de malezas y riego
02 de febrero 2024	Delimitación de subparcelas
05 y 12 de febrero 2024	Control de malezas
13 de febrero 2024	Control de plagas
14 de febrero 2024	Riego
15 de febrero 2024	Conteo de plantas
21 de febrero 2024	Aporque de maíz
24 y 25 de febrero 2024	Riego
27 de febrero 2024	Medición de altura de plantas
7 y 14 de marzo 2024	Riego
20 y 22 de marzo 2024	Cosecha de maíz chala Pesaje de forraje de maíz
25 de marzo 2024	Pesaje de forraje de maíz, Medición de raíces y Recojo de muestra de suelo para análisis de fertilidad
27 de marzo 2024	Recojo de muestra del forraje de maíz para evaluación nutricional de alimentos
29 de marzo 2024	Segunda medición de altura de plantas

Anexo F. Folleto informativo para el cultivo de maíz forrajero (INIA 617 – CHUSKA)



**MAÍZ FORRAJERO
INIA 617 - CHUSKA**

FOTOGRAFÍA EXPERIMENTAL ANAGRA UNTE FLORES, CHICLAYO

MAÍZ FORRAJERO INIA 617 - CHUSKA

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de cultivares de maíz amarillo duro con aptitud forrajera en el Perú se encuentra en una etapa primaria. En Estados Unidos, Argentina, Brasil y Uruguay, el forraje de maíz es el principal insumo para la producción de ganado. El uso de forraje permite bajar los costos de producción de las proteínas y vitaminas de origen animal que constituyen la carne y la leche.

En el Perú es frecuente la alimentación del ganado vacuno utilizando productos balanceados y forraje verde que proviene de la alfalfa y de variedades de maíz en su mayoría genéticamente mejoradas, con baja productividad, que contribuyen a elevar los costos y no permite que los ganaderos sean competitivos, afectando el consumo promedio de carne y leche. El consumo per cápita de carne en el Perú es de 10 kilogramos/año, con referencia a Argentina y Brasil que es de 40 y 80 kilogramos, respectivamente.

En tal sentido el Instituto Nacional de Promoción Agraria - INIA, a través del Programa Nacional de Innovación en Maíz, pone a disposición de los ganaderos, la variedad híbrida con aptitud forrajera, **INIA 617-Chuska** de amplia adaptación en la costa norte.

En los resultados de evaluaciones en 12 localidades de la costa, se han obtenido rendimientos promedio de forraje de 95 t/ha, con época de corte de 93 días en verano y 170 días en invierno.

El cultivo de esta nueva variedad de maíz forrajero permitirá obtener mayores volúmenes de forraje y por lo tanto aumentar la rentabilidad de los ganaderos.

ORIGEN

INIA 617-Chuska es una variedad híbrida de maíz forraje conformada por 9 líneas con alto nivel de endogamia generadas en el Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz, que fueron recombinadas entre ellas.



ADAPTACIÓN

Costa y zona del país.

DESCRIPCIÓN DEL CULTIVAR

Características morfológicas

- Altura de planta : 2,80 m
- Altura de mazorca : 1,20 m
- Número de mazorcas/planta : 1,3
- Reflexión granitosa : 83/17
- Color de grano : Amarillo naranja
- Tipo de grano : Semibastardo

Características agronómicas

- Ciclo vegetativo : Semiprecoz
- Estabilidad de producción : Excelente
- Resistencia potencial : 95 t/ha

La selección efectuada durante el desarrollo de la variedad permite ajustes a mayor o alta densidad y cosecha mecanizada.

Comportamiento frente a factores abióticos

Reacción al azarce : Tolera

MANEJO DEL CULTIVO

Preparación del terreno

Se debe efectuar el análisis de suelo antes de preparar el terreno. Posteriormente, aplicar al suelo materia orgánica, en forma de compost o guano descompuesto a razón de 10 t/ha.

De igual manera se recomienda utilizar terrenos que hayan sido sembrados con leguminosas.

Los suelos deben ser profundos, con buen drenaje y de textura no extrema, pH neutro y baja cantidad de sales.

Siembra

Usar la siembra con insecticidas a base de Thiodicarb a una dosis de 250 ml/bolsa, agregar un bioestimulante a razón de 100 ml/bolsa y pesticidas recomendados para proteger la semilla de gusarros de tierra y hongos del suelo.

Densidad de siembra

La densidad óptima de siembra en verano e invierno, es de 90 000 plantas/ha (0,60 m entre surcos y 0,25 m entre golpes) colocando 2 semillas por golpe.

En siembra mecánica, utilizar distanciamientos de 0,60 m entre surcos y 0,13 m entre golpes. 01 planta por golpe. Se aplica en promedio 35 kg de semilla/ha.

Riegos

Aplicar riegos durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

Los riegos deben ser frecuentes desde el inicio de la floración hasta el estado lechoso del grano (R6), efectuar riegos pesados para tener un buen rendimiento de forraje. No se recomienda regar el cultivo antes de cortar el forraje, para evitar la selección del chocco por insectos.

Control de malezas

El cultivo se debe mantener libre de malezas en las primeras fases de crecimiento. Para el control de malezas de hoja ancha aplicar herbicidas a base de glifosato hasta 3 días antes de que emerja el maíz y para malezas de hoja estrecha aplicar en emergencia temprana, en suelo húmedo, herbicidas a base de atrazina, en dosis recomendadas.

Control de plagas

Antes de realizar el control de plagas se debe cuantificar el daño. Los gusarros de tierra se controlan cuando la muerte de plantas es mayor a 5 %, con una aplicación dirigida al suelo de la planta. Para el control del gusarros cogollero, en la primera fase de crecimiento del cultivo aplicar insecticidas líquidos y en fase de cogollo aplicar productos granulados en dosis recomendadas.

Fertilización

La dosis de fertilización recomendada para lograr altos rendimientos en forraje, es la siguiente:

N	P	K	S
140	60	80	50

Primera fertilización

En siembra manual, fertilizar cuando la planta tiene 4 hojas extendidas. En siembra a máquina la fertilización se realiza en el momento de la siembra. Aplicar las siguientes cantidades:

Fertilizante	Nº de bolsas
Sulfato de amonio	3
Urea	1
Fosfato diamónico	2
SulpoMag	2

Segunda fertilización

Se realiza cuando la planta tiene 6 hojas extendidas. Aplicar las siguientes cantidades:

Fertilizante	Nº de bolsas
Sulfato de amonio	4
Urea	2

Recomienda amigo agricultor

Mayores rendimientos de forraje se consiguen cuando el chocco se encuentra en estado lechoso (R6). La mayor cantidad de proteína se logra cuando el grano del maíz se encuentra en estado pastoso (R4), que es la fase recomendada para utilizarlo en establos.



RECONOCIMIENTO

La variedad de maíz forraje **INIA 617-Chuska**, es el resultado de los trabajos de investigación desarrollados por los investigadores y técnicos del Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz de las Estaciones Experimentales Agraria Vía Floresta Chiclayo y El Porvenir Tarapoto del Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Dirección de Investigación Agraria
Subdirector de Investigación de Cultivos
Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz
Comisión Ejecutiva Agraria Vía Floresta-Chiclayo
Av. 5 Camino Chiclayo - Tarapoto
Teléfono: 051 0512001 - Tarapoto 051 0512006
E-mail: innovacion@inia.gob.pe - chiclayo@inia.gob.pe
Rta. Vía Floresta Chiclayo

Anexo G. Panel Fotográfico**Fotografía 1: Riego por sifón****Fotografía 2: Pesaje de los abonos**



Fotografía 3: Aplicación de abonos orgánicos



Fotografía 4: Aplicación de abonos orgánicos



Fotografía 5: Siembra del forraje de maíz



Fotografía 6: Primera semana del desarrollo del cultivo



Fotografía 7: Delimitación de tratamientos



Fotografía 8: Delimitación de tratamientos



Fotografía 9: Observación de plaga



Fotografía 10: Control de plaga con ceniza



Fotografía 11: Conteo de plantas



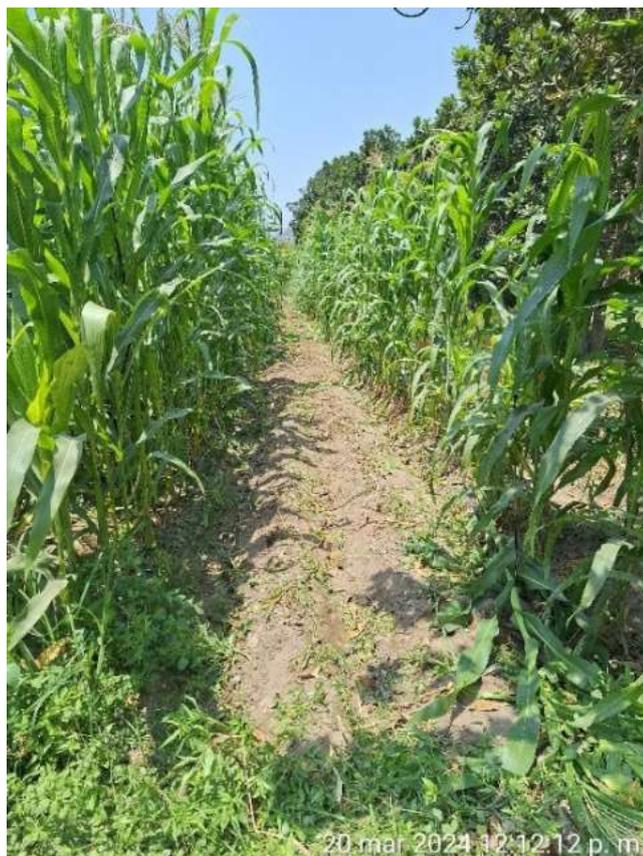
Fotografía 12: Medición de altura



Fotografía 13: Extracción de raíces



Fotografía 14: Medición de tamaño, altura y peso de raíces



Fotografía 15: Corte de plantas de surcos centrales



Fotografía 16: Pesaje de forraje de maíz



Fotografía 17: Muestras del forraje de maíz



Fotografía 18: Muestreo final de suelo por cada tratamiento



Fotografía 19: Muestras finales de suelo por cada tratamiento

Anexo H. Evaluación de Expertos

Universidad Nacional Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Ambiental, Geográfica y Ecoturismo

FICHA DE LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y nombres del experto:** Carmen Felipe-Morales Basurto
 1.2 **Grado académico:** Dra. en Ciencias Agronómicas
 1.3 **Cargo e institución donde labora:** Docente del Post Grado de la UNALM
 1.4 **DNI:** 07854552
 1.5 **Celular:** 999185490
 1.6 **Correo:** biocasablanca@gmail.com
 1.7 **Título de la investigación:** "Abono Obtenido de Pollinaza y Cuyinaza para una Agricultura Sostenible en Zea Mays L. en el Distrito de Pachacamac, Lima 2024"
 1.8 **Autor del instrumento:** Dafny Caroline Huaylla Castillo
 1.9 **Bachiller en:** Ingeniería Ambiental
 1.10 **Nombre del instrumento:** Ficha de Registro de Observación

II. Ficha de Validación

Indicadores	Criterios cualitativos/cuantitativos	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.					90%
Objetividad	Está expresado en datos observables.					90%
Actualidad	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.					90%
Organización	Existe una organización lógica.					90%
Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					90%
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					90%
Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio.					90%
Coherencia	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.					90%
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio.					90%
Conveniencia	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					90%
Promedio						90%

Opinión de Aplicabilidad: Evaluar el efecto de los abonos orgánicos usados, en otros cultivos

Lugar y fecha de validación: Pachacamac, 26 de Octubre del 2024

Firma:

