



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje en
condiciones del Valle de Huaura**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autora

Morelia Yesenia Peña Caurino

Asesor

Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

INFORMACIÓN DE METADATOS

| DATOS DEL AUTOR (ES): | | |
|---|------------|------------------------------|
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | FECHA DE SUSTENTACIÓN |
| Morelia Yesenia Peña Caurino | 72570331 | 28/12/2023 |
| | | |
| DATOS DEL ASESOR: | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | CÓDIGO ORCID |
| Dionicio Belisario Luis Olivas | 15651224 | 0000-0002-5367-5285 |
| DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO: | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | CODIGO ORCID |
| Teodosio Celso Quispe Ojeda | 20022994 | 0000-0002-8345-4627 |
| Marco Tulio Sánchez Calle | 02807986 | 0000-0001-9687-2476 |
| Lucero Katherine Castro Tena | 70837735 | 0000-0002-6770-8615 |
| | | |
| | | |

Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje en condiciones del valle de Huaura

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | revistas.lamolina.edu.pe Fuente de Internet | 3% |
| 2 | www.grafiati.com Fuente de Internet | 2% |
| 3 | cdn.www.gob.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | busquedas.elperuano.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.uaaan.mx:8080 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 | rdu.unc.edu.ar Fuente de Internet | <1% |

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ
CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EFFECTO DEL EFLUENTE LÍQUIDO PORCINO EN EL CRECIMIENTO
INICIAL DEL MAÍZ PARA FORRAJE EN CONDICIONES DEL VALLE DE
HUAURA**

JURADO EVALUADOR

**MG. SC. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA
PRESIDENTE**

**DR. MARCO TULIO SÁNCHEZ CALLE
SECRETARIO**

**MG. LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
VOCAL**

Dedicatoria

A nuestro divino creador por guiarme en este caminar.

*A mis padres: Víctor y Ceferina por el apoyo incondicional
que me brindan siempre.*

*A mi hijo Mathías, por ser mi inspiración y mi motivo de
superación día a día.*

*A mis hermanos: Erick, Yonel, Gustavo y Flor por el apoyo
incondicional que me brindaron.*

Agradecimiento

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por contribuir en mi formación profesional y prepararme para mi vida profesional.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por sus sabias enseñanzas.
- A mi asesor Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas por Su apoyo incondicional en la ejecución y culminación de esta investigación.
- A los jurados evaluadores por sus valiosos aportes en la redacción de este documento.
- A la Lic. Lili Mabel Zapata Susanibar por el apoyo incondicional brindada durante la investigación.
- A los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agronómica: Jhonatan Escalante, Kevin Pérez, María Rivera.
- Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

INDICE

| | |
|---|------|
| CARATULA | i |
| TITULO | ii |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| INDICE GENERAL | vii |
| INDICE DE TABLAS | xi |
| INDICE DE FIGURAS RESUMEN | |
| ABSTRACT | xii |
| INTRODUCCIÓN | xiii |
| | |
| CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática..... | 1 |
| 1.2. Formulación del problema | 2 |
| 1.2.1 Problema general | 2 |
| 1.2.2 Problemas específicos | 2 |
| 1.3 Objetivos de la investigación..... | 2 |
| 1.3.1 Objetivo general | 2 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 2 |
| 1.5 Delimitación del estudio | 3 |
| CAPITULO II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 4 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 4 |
| 2.1.2. Antecedentes Nacionales..... | 5 |
| 2.2 Bases teóricas..... | 6 |
| 2.2.1. El cultivo de maíz..... | 6 |
| 2.2.2. Los efluentes líquidos porcinos (ELP) y su potencial uso en la agricultura.... | 7 |

| | | |
|--------------------------------|--|----|
| 2.2.3 | Características químicas de los efluentes líquidos porcinos (ELP)..... | 8 |
| 2.3 | Definición de término básicos | 9 |
| 2.4 | Hipótesis de investigación | 10 |
| 2.4.1 | Hipótesis General | 10 |
| 2.4.2 | Hipótesis Específicas..... | 10 |
| 2.5 | Operacionalización de las variables..... | 11 |
| CAPITULO III. METODOLOGÍA..... | | 12 |
| 3.1 | Gestión del experimento | 12 |
| 3.1.1 | Ubicación..... | 12 |
| 3.1.2 | Materiales, equipos e insumos..... | 13 |
| 3.1.3 | Diseño experimental..... | 13 |
| 3.1.4 | Tratamientos | 14 |
| 3.1.5 | Características del área experimental | 14 |
| 3.1.6 | Croquis del experimento..... | 15 |
| 3.1.7 | Variables a evaluar | 16 |
| 3.1.8 | Conducción del experimento..... | 16 |
| 3.2 | Técnicas para el procesamiento de la información..... | 18 |
| CAPITULO IV. RESULTADOS | | 19 |
| 4.1 | Longitud radicular al 80% del volumen | 19 |
| 4.2 | Longitud radicular total (cm)..... | 20 |
| 4.3 | Altura de planta (cm)..... | 21 |
| 4.4 | Diámetro de tallo (mm)..... | 22 |
| 4.5 | Peso fresco de raíces (g) | 23 |
| 4.6 | Peso fresco de follaje (g)..... | 24 |
| 4.7 | Peso fresco total (g) | 25 |
| 4.8 | Volumen radicular | 26 |
| 4.9 | Peso seco de raíces (g)..... | 27 |

| | | |
|---|--|----|
| 4.10 | Peso seco de follaje (g) | 28 |
| 4.11 | Peso seco total | 29 |
| 4.12 | Distribución de la materia seca (%) | 30 |
| 4.13 | Contenido de nutrientes en el follaje (%)..... | 30 |
| CAPITULO V. DISCUSIÓN | | 31 |
| CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 32 |
| CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 33 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Níveis nutricionais de dietas de crescimento (71-110 dias de idade) realizado por algumas empresas comerciais com mesma matriz nutricional..... | 9 |
| Tabla 2 Operacionalización de las variables | 11 |
| Tabla 3 Características del suelo | 12 |
| Tabla 4 Análisis de varianza..... | 13 |
| Tabla 5 Tratamientos en estudio (Efluentes líquidos porcino)..... | 14 |
| Tabla 6 Análisis del efluente líquido porcino..... | 17 |
| Tabla 7 Análisis de varianza para longitud radicular al 80% del volumen en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 19 |
| Tabla 8 Prueba de Scott-Knott al 5% para longitud radicular al 80% del volumen en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 19 |
| Tabla 9 Análisis de varianza para longitud radicular total (cm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 20 |
| Tabla 10 Prueba de Scott-Knott al 5% para longitud radicular total (cm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 20 |
| Tabla 11 Análisis de varianza para altura de planta (cm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 21 |
| Tabla 12 Prueba de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 21 |
| Tabla 13 Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 22 |
| Tabla 14 Prueba de Scott-Knott al 5% para diámetro de tallo (mm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 22 |
| Tabla 15 Análisis de varianza para peso fresco de raíces (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 23 |
| Tabla 16 Prueba de Scott-Knott al 5% para peso fresco de raíces (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 23 |
| Tabla 17 Análisis de varianza para peso fresco de follaje (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 24 |
| Tabla 18 Prueba de Scott-Knott al 5% para peso fresco de follaje (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 24 |

| | |
|---|----|
| Tabla 19 Análisis de varianza para peso fresco total (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 25 |
| Tabla 20 Prueba de Scott-Knott al 5% para peso fresco total (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 25 |
| Tabla 21 Análisis de varianza para volumen radicular en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 26 |
| Tabla 22 Prueba de Scott-Knott al 5% para volumen radicular en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 26 |
| Tabla 23 Análisis de varianza para peso seco de raíces (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 27 |
| Tabla 24 Prueba de Scott-Knott al 5% para peso seco de raíces (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 27 |
| Tabla 25 Análisis de varianza para peso seco de follaje (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 28 |
| Tabla 26 Prueba de Scott-Knott al 5% para peso seco de follaje (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 28 |
| Tabla 27 Análisis de varianza para peso seco total en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 29 |
| Tabla 28 Prueba de Scott-Knott al 5% para peso seco total en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje” | 29 |
| Tabla 29 Distribución de la materia seca..... | 30 |

RESUMEN

Objetivos: Evaluar el efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje y la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en condiciones del valle de Huaura. **Metodología:** El experimento se condujo bajo el diseño completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos, en base a dosis al efluente líquido porcino fueron: T0: 0; T1: 9,45; T2: 18,90; T3: 28,35; T4: 37,80; y T5: 47,25 m³ ha⁻¹, respectivamente. Se evaluaron longitud radicular, altura de planta, diámetro de tallo, peso fresco de raíces y follaje, volumen radicular, peso seco de raíces y follaje. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Scott-Knott al 5%. **Resultados:** De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que el incremento en las dosis de aplicación del efluente líquido porcino influyó en la obtención de mayores valores para el conjunto de características evaluadas. **Conclusiones:** Se concluye que las aplicaciones del efluente líquido porcino en sus distintas dosis de influyeron en mejores respuestas en el crecimiento inicial del maíz.

Palabras clave: *Zea mays*, efluente líquido porcino, volumen radicular, tasa agronómica.

ABSTRACT

Objectives: Evaluate the effect of swine liquid effluent on the initial growth of corn for forage and the distribution of dry matter and nutrient content under conditions in the Huaura Valley. **Methodology:** The experiment was conducted under a completely randomized design with six treatments and five repetitions. The treatments, based on doses to the porcine liquid effluent, were: T0: 0; T1: 9.45; T2: 18.90; T3: 28.35; T4: 37.80; and T5: 47.25 m³ ha⁻¹, respectively. Root length, plant height, stem diameter, fresh weight of roots and foliage, root volume, dry weight of roots and foliage were evaluated. The Scott-Knott test at 5% was used to compare means. **Results:** According to the results obtained, it was observed that the increase in the application doses of the porcine liquid effluent influenced the obtaining of higher values for the set of characteristics evaluated. **Conclusions:** It is concluded that the applications of porcine liquid effluent in its different doses influenced better responses in the initial growth of corn.

Keywords: *Zea mays*, porcine liquid effluent, root volume, agronomic rate.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Dentro del grupo de las carnes, la carne de cerdo es la más consumida en el mundo, alcanzando para el año 2019 un consumo per cápita mundial de 15,6 kg/hab/año; siendo Hong Kong (82 kg/hab./año), la Unión Europea (41,1 kg/hab/año), China (40 kg/hab/año), Taiwan (39,5 kg/hab/año), Corea del Sur (38,2 kg/hab/año), y Estados Unidos (28,8 kg/hab/año), los países de mayor consumo (Contreras, 2020).

En el Perú, la carne de cerdo es la tercera más consumida después del pollo (50,3 kg/hab/año) y el vacuno (6,1 kg/hab/año). Así, durante el 2019 el consumo per cápita alcanzó los 5,5 kg/hab/año. A nivel nacional, su producción se viene incrementando lentamente, mostrando un crecimiento sostenido a una tasa anual de 3,2%. Este crecimiento se debería principalmente a su mayor consumo, las mejoras en las condiciones de producción, un mejor control de la sanidad de esta especie y posibilidades de colocación en el mercado chino.

En el proceso productivo de este tipo de carne se producen efluentes constituidos por los líquidos procedentes de los lavados de las heces, orina y restos de alimentos de los animales que pueden ocasionar contaminación ambiental afectando la calidad de los suelos y del agua, tanto superficial como subterránea (Carrizo et al., 2014; Canesi, 2019). También es importante mencionar que este efluente es rico en materia orgánica, nitrógeno y fósforo principalmente; y además, provee de micronutrientes, lo que conduce a que pueda ser utilizado como fertilizantes para las plantas, reemplazando así a los fertilizantes sintéticos (Rabasedas et al., 2014).

En ese sentido, resulta relevante desarrollar investigaciones en este tema, por lo que el propósito de la presente investigación es evaluar el efecto de los efluentes líquidos porcinos en el crecimiento inicial del maíz para forraje.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Afectará el efluente líquido porcino el crecimiento inicial del maíz para forraje y la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en condiciones del valle de Huaura?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Afectará el efluente líquido porcino las características de planta en el crecimiento inicial del maíz para forraje en condiciones del valle de Huaura?
- b. ¿Afectará el efluente líquido porcino la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en las plantas de maíz en condiciones del valle de Huaura?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje y la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en condiciones del valle de Huaura.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Comparar el efecto del efluente líquido porcino en las características de planta del maíz para forraje en condiciones del valle de Huaura.
- b. Determinar el efecto del efluente líquido porcino en la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en las plantas de maíz en condiciones del valle de Huaura.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica porque sus resultados favorecerán tanto a los criadores de cerdo como a los productores de maíz para forraje. De esa manera, se reducirá el efecto negativo en el ambiente de esos residuos que actualmente no son aprovechados. Asimismo, permitirá desarrollar otras investigaciones en otras plantas cultivadas.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación Espacial: La investigación se desarrolló en el área experimental de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, perteneciente al distrito de Huacho y provincia de Huaura, región de Lima provincias. Las coordenadas son 11,109 LS y 77,608 LO.

Delimitación Temporal: La duración del experimento fue desde mayo a agosto del 2023.

Delimitación del Universo: La población estuvo constituida por las plantas de maíz proveniente del material genético estudiado.

Delimitación del Contenido: La investigación determinó el efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Renan et al. (2012), para evaluar el comportamiento de las aguas residuales de los cerdos, en cuanto a sus efectos sobre el suelo y la calidad de sus lixiviados, incubaron el suelo con efluentes, utilizando para ello 48 unidades experimentales en total, con dosis de aplicación de 0, 50, 100 y 150 m³ ha⁻¹. Luego de las aplicaciones, observaron que el pH del suelo y el lixiviado permanecieron ácidos y los valores de amoníaco en los argisoles presentaron valores menores que en el suelo control mientras que en Nitosoles hubo un incremento debido a las tasas de aplicación. Así también, la capacidad de intercambio catiónico aumentó con mayor intensidad en los argisoles. Con respecto a la relación carbono/nitrógeno, esta fue baja, evidenciando una rápida mineralización de los residuos orgánicos. Valores de nitrato en el primer lixiviado y fósforo en Nitosoles fueron mayores que en Argisoles, dependiendo de la dosis de aplicación.

Pérez et al. (2015), con la intención de contrarrestar los efectos negativos que causan los residuos de la crianza de cerdos, estudió el efecto de cuatro dosis de excreta líquida de cerdo (ELC) previamente tratada con un biodigestor tipo FAO. Para ello ensayaron los siguientes tratamientos: T1 (100 % ELC y 0 de % agua), T2 (75 % ELC y 25 % de agua), T3 (50 % ELC y 50 % de agua), T4 (25 % ELC y 75 % de agua) y una fertilización química recomendada (250N-200P-300K, kg ha⁻¹) para chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en la región (T5). El experimento lo estableció en invernadero y la dosis de riego se calculó con base al 100 % de la evapotranspiración de referencia estimada con la técnica del tanque evaporímetro tipo A. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones en cada tratamiento. Se evaluó el contenido de humedad del sustrato y las variables de respuesta fueron: potencial hídrico de la hoja (Ψ_h), rendimiento y tamaño de frutos, y distribución de biomasa. La aplicación de excreta líquida de cerdo aumentó la conductividad eléctrica del sustrato y generó un efecto negativo en la condición hídrica de la planta. El crecimiento y rendimiento de frutos de la planta disminuyó cuando se regó con el tratamiento con más ELC (T1), en cambio en las plantas tratadas con menores dosis de ELC (T2, T3 y T4) fueron similares a las tratadas con fertilización inorgánica. A pesar de ser una alternativa para fertilizar el cultivo de chile habanero, el uso comercial de las excretas

líquidas de cerdo aún no es recomendable en Yucatán, porque la biodigestión aquí aplicada no garantiza inocuidad completa de aguas y frutos.

Alvarenga et al. (2022), con el objetivo de demostrar que es posible aplicar todo el P de fondo de forma orgánica (140 kg P₂O₅/ha), complementando el N de forma mineral, con el fin de aportar la misma cantidad total de N y P en todos los tratamientos orgánicos, sin exceso. P, utilizaron estiércol de cerdo, crudo o tratado por separación sólido-líquido y acidificación (pH 5.0), con el fin de evaluar el beneficio de estos tratamientos en el aporte de N y P para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en maceta prueba. Los autores observaron que la aplicación de fertilizantes orgánicos, más ricos en otros nutrientes esenciales, permitió alcanzar un rendimiento en biomasa y crecimiento vegetal (altura y número de hojas) significativamente superior al obtenido con la aplicación de fertilizantes minerales (395 kg N/ha, 62 kg P₂O₅/ ha, 150 kg K₂O/ha), obteniéndose los mejores resultados aplicando el efluente crudo, el efluente acidificado o la fracción líquida del efluente acidificado, demostrando el beneficio de la acidificación en la puesta a disposición de los nutrientes para el cultivo. Asimismo, los autores señalan que, a pesar de que la concentración de P en las hojas y raíces de la planta fue significativamente mayor en el testigo con fertilización mineral, en comparación con los tratamientos orgánicos, la exportación total de P realizada por las plantas fertilizadas con efluentes pecuarios fue, en términos absolutos, superior, o idéntico, al control con fertilización mineral.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Moreno y Cadillo (2018), con el objetivo evaluar las bondades del estiércol porcino sólido como abono orgánico, medido a través del rendimiento forrajero, valor nutricional de la planta, propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha, costo de producción y beneficio neto del maíz chala, plantearon tres tratamientos: fertilizante químico (Control, T1), estiércol sólido (T2) y fertilizante químico + estiércol sólido (T3), dispuestos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Los autores observaron mayores valores con el tratamiento T2, 1,08 kg de peso fresco por planta y 73,8 t ha⁻¹, 5 t más que el tratamiento T1. El mayor valor nutricional de la planta, se obtuvo con el tratamiento T3, 10,5 % proteína cruda, 1,6 % grasa, 25,4 % fibra cruda y 54,8 % fibra detergente neutra. Mejores propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha se obtuvo con el tratamiento T2, 2,56 % materia orgánica, 59,4 ppm fósforo y 230 ppm potasio. La mayor rentabilidad de la producción de

forraje se obtuvo con el tratamiento T2, S/ 3,858.60 de costo de producción y S/ 4,270.40 de beneficio neto por hectárea.

Moreno et al. (2020), con el objetivo de evaluar el efecto de la calidad de abonos orgánicos (estiércol sólido, biosol y biol, elaborados a partir del estiércol líquido porcino) en el rendimiento forrajero, valor nutricional, utilidad neta del cultivo de maíz chala y propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha, implementaron los tratamientos: fertilizante químico (T1, control), estiércol sólido (T2), fertilizante químico + estiércol sólido (T3), biosol (T4) y biol (T5). Los autores obtuvieron como resultados que para el rendimiento forrajero no se apreciaron diferencias significativas ($p > 0,05$): altura planta, peso planta y peso por hectárea respectivamente. Con respecto al valor nutricional, los autores señalan que destacó el T3 (proteína cruda 10,5%, extracto etéreo 1,6 %, fibra cruda 25,4% y fibra detergente neutra 54,8%); y en lo referente al valor energético NDT (62,64%) y ENL (1,41 Mcal/kg) el T1. Refieren además que, mejores propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha se obtuvo con el T2: 2,56% materia orgánica, 59,4 ppm fósforo, 230 ppm potasio, clase textural franco. Finalmente, los autores concluyen que los abonos orgánicos sólidos son una buena alternativa al uso de fertilizantes químicos para el cultivo del maíz chala; mejoran el rendimiento forrajero, valor nutricional de la planta, la utilidad neta por hectárea y las características fisicoquímicas del suelo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. El cultivo de maíz

El maíz es un cultivo de gran importancia socio económica en el Perú debido a que es generadora de fuentes de trabajo directas e indirectas. Sus granos son de alto valor nutricional y es utilizado en la alimentación humana y animal; además es materia prima para la industria. En este sentido, el maíz es uno de los principales cereales cultivados en todo el mundo y presenta grandes necesidades de agua y nutrientes para su pleno desarrollo y obtención de altos índices de productividad (Moraes et al., 2023).

Ante ello, surgen oportunidades para obtener acceso a fuentes nutricionales diferentes a los fertilizantes sintéticos, como es el uso de los efluentes líquidos porcinos. El uso de estos residuos agrícolas son un gran potencial para satisfacer la demanda de nutrientes (macro y

micronutrientes) de manera sostenible, ya que los residuos orgánicos pueden ser una fuente alternativa de fuentes nutricionales, materia orgánica, macro y micronutrientes en complementación o incluso en sustitución de los fertilizantes químicos. (Moraes et al., 2023).

2.2.2. Los efluentes líquidos porcinos (ELP) y su potencial uso en la agricultura

El incremento en la producción de carne de cerdos está generando preocupación respecto a la correcta disposición de los residuos generados por esta actividad. Esta preocupación conduce a encontrar alternativas que sean eficientes en la utilización de estos residuos (Efluentes líquidos porcinos), principalmente orientados hacia actividades que generen retornos financieros. En ese sentido, diversas investigaciones permitieron descubrir que el uso de este residuo en la agricultura sirve como fertilizante de calidad, ya que su composición es rica en materia orgánica y nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que se encargan de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Beltrao, 2021). Así, en suelos de textura arenosa, por ejemplo, la aplicación de estos residuos, además de aportar nutrientes a las plantas, contribuye a través de la materia orgánica, aumentando la capacidad de intercambio catiónico y proporcionando una mejora en la estructura, caracterizándose por disminución de la densidad del suelo, aumento de la porosidad y la tasa de infiltración de agua y mejoras en la distribución del tamaño de los poros del suelo (Moraes et al., 2014). Adicionalmente, fuentes alternativas de fertilizantes, el uso de microorganismos que ayuden en el mejor aprovechamiento de los nutrientes presentes en la solución del suelo, como la fijación del nitrógeno biológico (BNF), por ejemplo, que consiste en la fijación de N atmosférico promovida por la simbiosis de bacterias diazotróficas con varias especies de leguminosas, puede considerarse como una alternativa a la fertilización con fertilizantes minerales (Moura et al., 2017).

Los efluentes líquidos porcinos están constituidos normalmente por las excretas de cerdos y que se presentan mezcladas con otros materiales. Estos materiales adicionales pueden ser el agua fresca suministrada para bebida animal pero no capturada por el cerdo, los residuos arrastrados por el agua de lavado o “flushing”, restos de alimento volcado en el piso, paja o material usado para la “cama” en el sistema túnel, etc. (Renan et al., 2012).

El uso de los efluentes líquidos porcinos en la agricultura es recomendable; sin embargo, requiere de ciertos conocimientos referidas a la Edafología, la Salud Pública y la Hidrología,

a fin de no causar trastornos ambientales. Estudios realizados en diversos países han demostrado que la productividad agrícola mejora significativamente en zonas fertirrigadas con aguas residuales, siempre que se gestionen adecuadamente. A pesar de las ventajas de la utilización de aguas residuales en la agricultura, su uso inadecuado puede ocasionar contaminación microbiológica de los productos agrícolas y de la napa freática, acumulación de elementos tóxicos, desequilibrio de nutrientes, salinización e impermeabilización del suelo (Renan et al., 2012).

2.2.3 Características químicas de los efluentes líquidos porcinos (ELP)

Las características físicas, químicas y biológicas de los ELP están relacionadas con la alimentación, el aprovechamiento de los nutrientes por el sistema digestivo (el cual varía según su estado de crecimiento), así como con la cantidad de agua utilizada en la granja, siendo que buena parte de los nutrientes contenidos en el alimento son eliminados por los animales a través de heces y orina (Canesi, 2021).

Cabe mencionar que es muy común que los residuos contengan gran cantidad de agua, la cual proviene principalmente de las pérdidas en los bebederos, lo que impacta en la calidad del efluente, por lo que su manejo es fundamental, de modo que los residuos se puedan utilizar como fertilizante (Canesi, 2021).

En la siguiente Tabla se muestran las concentraciones de nutrientes presentes necesarias y las aplicadas en la alimentación de los cerdos. Se aprecia que hay un exceso de nutrientes en las raciones, siendo más notorio en el caso del cobre, en la que se aplica 5,7 veces más de lo requerido (Barros et al., 2019).

Tabla 1

Niveles nutricionales de dietas de crecimiento (71-110 días de edad) realizado por algunas empresas comerciales con el mismo requerimiento nutricional

| Nutriente | Uso medio | Exigencia media | Diferencia (usado - exigencia) | |
|--------------------------------------|-----------|-----------------|--------------------------------|--------|
| | | | Unidades | % |
| Calcio (Ca) (%) | 0,741 | 0,631 | 0,110 | 17,47 |
| Fosforo total (P) (%) | 0,581 | 0,524 | 0,057 | 10,93 |
| Fosforo disponible | 0,373 | 0,332 | 0,041 | 12,20 |
| Sodio (Na) (%) | 0,259 | 0,180 | 0,079 | 43,75 |
| Cloro (Cl) (%) | 0,366 | 0,170 | 0,196 | 115,44 |
| Ferro (Fe) (mg.kg ¹) | 75,13 | 64,00 | 11,125 | 17,38 |
| Cobre (Cu) (mg.kg ¹) | 64,63 | 9,60 | 55,025 | 573,18 |
| Manganeso (Mn) (mg.kg ¹) | 47,38 | 32,00 | 15,375 | 48,05 |
| Zinc (Zn) (mg.kg ¹) | 87,88 | 80,00 | 7,875 | 9,84 |
| Yodo (I) (mg.kg ¹) | 1,07 | 0,80 | 0,265 | 33,13 |
| Selenio (Se) (mg.kg ¹) | 0,30 | 0,29 | 0,006 | 2,16 |

¹Media de ocho empresas comerciales.

Fuente: Barros et al. (2019)

Según Barros et al. (2019), anualmente cada hembra alojada en la granja produce como excreción 85,70; 49,60 y 46,90 kg año⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente.

2.3 Definición de término básicos

Metales pesados: Corresponde a un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. En general son tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua están el mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo (Facsá, 2017).

Abono orgánico: Un abono en general se considera aquel material que se aplica al suelo y estimula el crecimiento de las plantas de manera indirecta, a través de la mejora de las propiedades físicas del suelo. Se considera orgánicos cuando estos son provenientes de residuos orgánicos, como los estiércoles de diferentes especies de animales, los biosólidos, los residuos de cosecha y las compostas pueden considerarse como abonos y también como fertilizantes orgánicos (Salazar et al., 2003).

Textura: Se refiere a la proporción de partículas minerales del suelo menores de 2 mm, y se analiza como porcentaje de arena, limo y arcilla que contiene un suelo (Salazar et al., 2003).

Permeabilidad: Es la velocidad con que el agua se mueve a través del perfil del suelo. Esta característica depende de la cantidad, tamaño, forma y arreglo de los poros del suelo. Propiedades como pedregosidad, estructura, materia orgánica y capas endurecidas del suelo influyen en el grado de permeabilidad del suelo (Salazar et al., 2003).

Biosólido: Es el subproducto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su reaprovechamiento como acondicionador del suelo. No son biosólidos las cenizas producto de la incineración de lodos (El Peruano, 2017).

Reaprovechamiento: Es el proceso a través del cual se vuelve a obtener un beneficio del biosólido, permitiendo su reutilización para otros fines (El Peruano, 2017).

Tasa agronómica: Es la tasa de aplicación de biosólido al suelo, considerando la provisión de nutrientes como nitrógeno, fósforo o micronutrientes requeridos para el cultivo o vegetación, evitando generar impactos negativos de contaminación al suelo, a las aguas superficiales y subterráneas (El Peruano, 2017).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis General

No existe efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje y la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en condiciones del valle de Huaura

2.4.2 Hipótesis Específicas

- a. No existe efecto del efluente líquido porcino en las características de planta del maíz para forraje en condiciones del valle de Huaura
- b. No existe efecto del efluente líquido porcino en la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en las plantas de maíz en condiciones del valle de Huaura.

2.5 Operacionalización de las variables

La construcción de la operacionalización de las variables siguió el formato establecido por Espinoza (2019).

Tabla 2
Operacionalización de las variables

| Concepto | Dimensión | Variables | Indicadores | |
|---|--|-----------------------|------------------------|-----------------|
| Crecimiento del maíz y distribución de materia seca | Crecimiento del maíz | Longitud radicular | cm | |
| | | Altura de planta | cm | |
| | | Diámetro de tallo | mm | |
| | | Peso fresco de raíces | g | |
| | Distribución de materia seca y contenido de nutrientes | | Peso fresco de follaje | g |
| | | | Peso fresco total | g |
| | | | Volumen radicular | cm ³ |
| | | | Peso seco de raíces | g, % |
| | | | Peso seco de follaje | g, % |
| | | | Peso seco total | g, % |
| | | N, P y K | % | |

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, perteneciente al distrito de Huacho y provincia de Huara, región de Lima provincias, y localizada en las coordenadas 11,1093 LS y 77,6086 LO, a 25 msnm, durante los meses de mayo hasta agosto del 2023.

Con respecto al suelo utilizado, ésta presentó las siguientes características (Tabla 3):

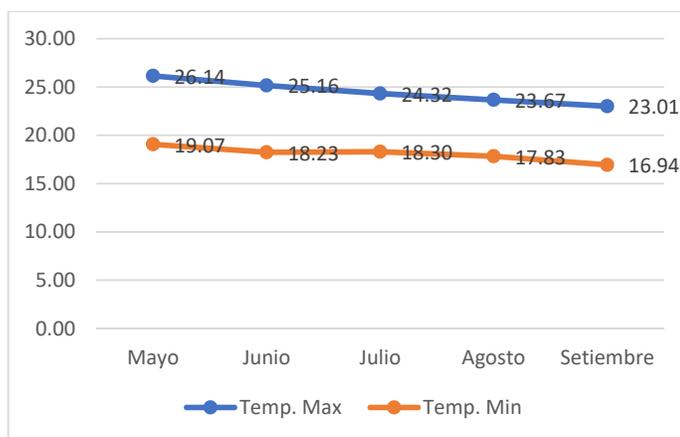
Tabla 3
Características del suelo

| Textura | CE (mS/m) | pH | MO (%) | N (%) | P (mg kg ⁻¹) | K (mg kg ⁻¹) | CaCO ₃ (%) |
|---------|-----------|------|--------|-------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Arenoso | 13,50 | 8,70 | 1,40 | 0,02 | 13,69 | 86,16 | 4,42 |

Fuente: Laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Según los resultados, el suelo es alcalino, libre de sales, bajo en materia orgánica, alto en fósforo, y bajo en potasio.

Con relación al clima, en la figura 1 se aprecia que hay un descenso tanto en la temperatura máxima como en la mínima. Así, en mayo la máxima fue de 26,14 °C con una mínima de 19,07 °C; en tanto que en setiembre fue de 23,01 °C y 16,94 °C, respectivamente.



Fuente: Estación meteorológica UNJFSC

Figura 1. Datos meteorológicos

3.1.2 Materiales, equipos e insumos

Materiales:

- Macetas de 4 L de capacidad
- Tierra agrícola
- Jarra de 3 L

Equipos:

- Balanza con aproximación de 0,01 g
- Molino para triturar tejidos vegetales
- Estufa con circulación de aire
- Espectrofotómetro

Insumos:

- Semillas de maíz
- Efluente líquido porcino
- Fertilizantes inorgánicos (Urea, FDA y Cloruro de potasio)
- Insecticidas
- Fungicidas

3.1.3 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos y cinco repeticiones. El esquema de análisis de varianza fue la siguiente:

Tabla 4
Análisis de varianza

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | Fcalc. |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| Tratamiento | 5 | SCTrat | CMTrat | |
| Error | 24 | SCe | CMe | |
| Total | 30 | SCtotal | - | |

3.1.4 Tratamientos

Tabla 5

Tratamientos en estudio (Efluentes líquidos porcino)

| Clave | Nº de golpes ha ⁻¹ | L golpe ⁻¹ | Tratamientos (m ³ ha ⁻¹) |
|-------|-------------------------------|-----------------------|---|
| T0 | 37 800 | 0,00 | 0 (Testigo) |
| T1 | 37 800 | 0,25 | 9,45 |
| T2 | 37 800 | 0,50 | 18,90 |
| T3 | 37 800 | 0,75 | 28,35 |
| T4 | 37 800 | 1,00 | 37,80 |
| T5 | 37 800 | 1,25 | 47,25 |

3.1.5 Características del área experimental

Características de la unidad experimental:

- La unidad experimental estuvo constituida por tres macetas, de capacidad de 3 L de sustrato.

Características del tratamiento:

- Cada tratamiento constó de cinco unidades experimentales

3.1.6 Croquis del experimento

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| T0 | T2 | T5 | T1 | T5 |
| T3 | T1 | T4 | T3 | T0 |
| T2 | T5 | T4 | T2 | T1 |
| T0 | T3 | T1 | T4 | T3 |
| T5 | T4 | T0 | T1 | T2 |
| T2 | T5 | T4 | T3 | T0 |

Leyenda:

| Clave | Tratamientos (m ³ ha ⁻¹) |
|-------|---|
| T0 | 0 (Testigo) |
| T1 | 9,45 |
| T2 | 18,90 |
| T3 | 28,35 |
| T4 | 37,80 |
| T5 | 47,25 |

3.1.7 Variables a evaluar

En cada unidad experimental las plantas fueron separadas por órganos formados y luego fueron llevados a la estufa para su secado a 70°C por 72 horas, hasta alcanzar peso contante.

Se evaluaron las siguientes variables:

- a) Longitud radicular
- b) Altura de planta
- c) Diámetro de tallo
- d) Peso fresco de raíces
- e) Peso fresco de follaje
- f) Peso fresco total
- g) Volumen radicular
- h) Peso seco de raíces
- i) Peso seco de follaje
- j) Peso seco total

Posteriormente, la materia seca de las raíces y follajes fueron enviados al Laboratorio de análisis de plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para el análisis de las siguientes características:

- a) N
- b) P
- c) K

3.1.8 Conducción del experimento

Recojo del efluente líquido porcino

Se procedió al recojo del efluente líquido porcino de las instalaciones de la granja porcina de la Escuela de Ingeniería Zootécnica, de la UNJFSC, y se envió al laboratorio del Instituto Nacional de Investigación Agraria-Donoso-Huaral, para el análisis respectivo.

Los resultados del análisis del efluente líquido porcino se muestran en la Tabla 6:

Tabla 6
Análisis del efluente líquido porcino

| Ensayo | Unidad | LC | Resultados |
|-------------------------------|---------------|-----------|-------------------|
| pH | unid. pH | -- | 6,3 |
| Conductividad eléctrica | dS/m | -- | 8,4 |
| Solidos Totales | g/L | | 42,06 |
| Materia orgánica | g/L | -- | 6,75 |
| N | mg/L | -- | 741,03 |
| P ₂ O ₅ | mg/L | -- | 148,15 |
| K ₂ O | mg/L | -- | 459,23 |
| CaO | mg/L | -- | 1850,43 |
| MgO | mg/L | -- | 617,63 |
| C/N | s.u. | -- | 5,28 |

Recojo de sustrato

El sustrato que fue utilizado procedió de un terreno eriazo incorporado a la agricultura. Asimismo, se envió la muestra al laboratorio del Instituto Nacional de Investigación Agraria-Donoso-Huaral, para su respectivo análisis (Tabla 3).

Siembra

Previo a la siembra, la semilla se desinfectó con vencetho para prevenir el ataque de insectos en el suelo. Posteriormente se sembró en cada maceta colocando cinco semillas. 15 días después se procedió al desahije dejando solo tres plantas por maceta. Se trabajó con una densidad de siembra de 37 800 golpes por cada hectárea, considerándose 3 plantas por cada golpe.

Riego

La frecuencia de riego fue interdiaria y se aplicó 500 mL de agua en cada maceta

Control de malezas

El control de las malezas fue de forma manual.

Aplicación de los tratamientos

La aplicación del ELP se realizó a los 21 días después de la siembra. Las cantidades aplicadas fueron de acuerdo a los tratamientos establecidos y se siguió el siguiente procedimiento:

- Se estableció un volumen de solución estándar de aplicación de 1,50 L
- Para cada tratamiento se le adicionó agua hasta completar el volumen de solución estándar. Así, por ejemplo: a 0,25 L de ELP se le adicionó 1,25 L de agua; a 0,50 L de ELP se le adicionó 1,0 L de agua; y así sucesivamente.
- Las aplicaciones se realizaron en dos momentos e interdiarias.
-

Control fitosanitario

La principal plaga que se observó durante el experimento fue el cogollero (*Spodotera frugiperda*). Para su control se hicieron tres aplicaciones químicas a base de Clorpirifos.

Evaluación de características

Las evaluaciones se realizaron a los 60 días después de la siembra y para ello se procedió a retirar las plantas de las macetas agregándose chorros de agua a fin de no ocasionar roturas de las raíces. Posteriormente, las plantas fueron llevadas al laboratorio para las mediciones respectivas; y finalmente, fueron secadas en la estufa con circulación de aire a 70°C por 72 horas hasta alcanzar peso constante.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos recopilados en el campo fueron procesados a través del software estadístico Infostat versión estudiantil y el SISVAR versión 5.6.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Longitud radicular al 80% del volumen

En el análisis de varianza para longitud radicular al 80% del volumen radicular (Tabla 7) se encuentra que se han presentado diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 18,10 cm con un coeficiente de variabilidad de 14,65%, valor considerado como medio y aceptable de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 7

Análisis de varianza para longitud radicular al 80% del volumen en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 123,90 | 5 | 24,78 | 3,52 * | 0,0157 |
| Tratamiento | 123,90 | 5 | 24,78 | 3,52 * | 0,0157 |
| Error | 168,80 | 24 | 7,03 | | |
| Total | 292,70 | 29 | | | |

*: significativo al 5% de probabilidad

C.V.: 14,65%

\bar{x} : 18,10 cm

Comparando los promedios para longitud radicular al 80% del volumen radicular (Tabla 8), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que los tratamientos T5, T4, T3 y T2 alcanzaron longitudes similares y fueron superiores significativamente a los tratamientos T1 y T0. Los tratamientos T1 y T0 fueron similares entre sí.

Tabla 8

Prueba de Scott-Knott al 5% para longitud radicular al 80% del volumen en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Longitud radicular (cm) | Significación |
|-------------|-------------------------|---------------|
| T5 | 21,20 | a |
| T4 | 19,40 | a |
| T3 | 18,60 | a |
| T2 | 18,20 | a |
| T1 | 16,20 | b |
| T0 | 15,00 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.2 Longitud radicular total (cm)

En el análisis de varianza para longitud radicular total (Tabla 9) se encuentra que se han presentado diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 45,33 cm con un coeficiente de variabilidad de 10,08%, valor considerado como medio y aceptable de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 9

Análisis de varianza para longitud radicular total (cm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 327,07 | 5 | 65,41 | 3,13 * | 0,0258 |
| Tratamiento | 327,07 | 5 | 65,41 | 3,13 * | 0,0258 |
| Error | 501,60 | 24 | 20,90 | | |
| Total | 821,67 | 29 | | | |

*: significativo al 5% de probabilidad

C.V.: 10,08%

\bar{x} : 45,33 cm

Comparando los promedios para longitud radicular total (Tabla 10), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T2, T3, T5, T1 y T4, pues alcanzaron longitudes similares y fueron superiores significativamente al tratamiento T0, que alcanzó una longitud de 39,20 cm.

Tabla 10

Prueba de Scott-Knott al 5% para longitud radicular total (cm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Longitud radicular (cm) | Significación |
|-------------|-------------------------|---------------|
| T2 | 50,20 | a |
| T3 | 46,40 | a |
| T5 | 46,20 | a |
| T1 | 46,00 | a |
| T4 | 44,00 | a |
| T0 | 39,20 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.3 Altura de planta (cm)

En el análisis de varianza para altura de planta (Tabla 11) se encuentra que se han presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 57,79 cm con un coeficiente de variabilidad de 6,04%, valor considerado como bajo y aceptable de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 11

Análisis de varianza para altura de planta (cm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|----------|---------|
| Modelo | 2195,40 | 5 | 439,08 | 36,03 ** | <0,0001 |
| Tratamiento | 2195,40 | 5 | 439,08 | 36,03 ** | <0,0001 |
| Error | 292,49 | 24 | 12,19 | | |
| Total | 2487,89 | 29 | | | |

** : significativo al 1% de probabilidad

C.V.: 6,04%

\bar{X} : 57,79 cm

Comparando los promedios para altura de planta (Tabla 12), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T5, T4 y T3, pues alcanzaron alturas similares y fueron superiores significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T2 y T1 no hubo diferencias significativas. La menor altura de planta fue obtenida por el tratamiento T0, que alcanzó un valor de 42,10 cm.

Tabla 12

Prueba de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Altura de planta (cm) | Significación |
|-------------|-----------------------|---------------|
| T5 | 67,93 | a |
| T4 | 64,87 | a |
| T3 | 62,13 | a |
| T2 | 56,30 | b |
| T1 | 53,43 | b |
| T0 | 42,10 | c |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.4 Diámetro de tallo (mm)

En el análisis de varianza para diámetro de tallo (Tabla 13) se encuentra que se ha presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 14,60 mm con un coeficiente de variabilidad de 9,38%, valor considerado como bajo y aceptable de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 13

Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|----------|---------|
| Modelo | 128,93 | 5 | 25,79 | 13,74 ** | <0,0001 |
| Tratamiento | 128,93 | 5 | 25,79 | 13,74 ** | <0,0001 |
| Error | 45,03 | 24 | 1,88 | | |
| Total | 173,96 | 29 | | | |

** : significativo al 1% de probabilidad

C.V.: 9,38%

\bar{x} : 14,60 mm

Comparando los promedios para diámetro de tallo (Tabla 14), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T5 y T4, pues alcanzaron diámetros similares y fueron superiores significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T3 y T2 no hubo diferencias significativas. El menor diámetro de tallo fue obtenido por el tratamiento T0, que alcanzó un valor de 10,88 mm.

Tabla 14

Prueba de Scott-Knott al 5% para diámetro de tallo (mm) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Diámetro de tallo (mm) | Significación |
|-------------|------------------------|---------------|
| T5 | 17,33 | a |
| T4 | 16,36 | a |
| T3 | 14,89 | b |
| T2 | 14,67 | b |
| T1 | 13,46 | c |
| T0 | 10,88 | d |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.5 Peso fresco de raíces (g)

En el análisis de varianza para peso fresco de raíces (Tabla 15) se encuentra que se han presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 54,58 g con un coeficiente de variabilidad de 32,81%, valor considerado como alto de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 15

Análisis de varianza para peso fresco de raíces (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|---------|---------|
| Modelo | 9915,61 | 5 | 1983,12 | 6,19 ** | 0,0008 |
| Tratamiento | 9915,61 | 5 | 1983,12 | 6,19 ** | 0,0008 |
| Error | 7694,48 | 24 | 320,6 | | |
| Total | 17610,09 | 29 | | | |

** : significativo al 1% de probabilidad

C.V.: 32,81%

\bar{x} : 54,58 g

Comparando los promedios para peso fresco de raíces (Tabla 16), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T2, T5 y T4, pues alcanzaron peso fresco de raíces similares y fueron superiores significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T3, T1 y T0 no hubo diferencias significativas.

Tabla 16

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso fresco de raíces (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Peso fresco de raíces (g) | Significación |
|-------------|---------------------------|---------------|
| T2 | 74,12 | a |
| T5 | 70,34 | a |
| T4 | 67,76 | a |
| T3 | 49,57 | b |
| T1 | 43,07 | b |
| T0 | 22,62 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6 Peso fresco de follaje (g)

En el análisis de varianza para peso fresco de follaje (Tabla 17) se encuentra que se han presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 43,45 g con un coeficiente de variabilidad de 17,57%, valor considerado como medio y aceptable de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 17

Análisis de varianza para peso fresco de follaje (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|---------|----------|---------|
| Modelo | 7165,06 | 5 | 1433,01 | 24,59 ** | <0,0001 |
| Tratamiento | 7165,06 | 5 | 1433,01 | 24,59 ** | <0,0001 |
| Error | 1398,69 | 24 | 58,28 | | |
| Total | 8563,74 | 29 | | | |

** : significativo al 1% de probabilidad

C.V.: 17,57%

\bar{x} : 43,45 g

Comparando los promedios para peso fresco de follaje (Tabla 18), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T5 y T4, pues alcanzaron peso fresco de follaje similares y fueron superiores significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T3 y T2 no hubo diferencias significativas. El menor valor para peso fresco de follaje fue obtenido por el tratamiento T0, que alcanzó un valor de 18,43 mm.

Tabla 18

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso fresco de follaje (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Peso fresco de follaje (g) | Significación |
|-------------|----------------------------|---------------|
| T5 | 62,53 | a |
| T4 | 60,26 | a |
| T3 | 46,11 | b |
| T2 | 42,26 | b |
| T1 | 31,11 | c |
| T0 | 18,43 | d |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.7 Peso fresco total (g)

En el análisis de varianza para peso fresco (Tabla 19) se encuentra que se ha presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 98,03 g con un coeficiente de variabilidad de 23,07%, valor considerado como bajo y aceptable de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 19

Análisis de varianza para peso fresco total (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|----------|---------|
| Modelo | 31350,91 | 5 | 6270,18 | 11,62 ** | <0,0001 |
| Tratamiento | 31350,91 | 5 | 6270,18 | 11,62 ** | <0,0001 |
| Error | 12950,94 | 24 | 539,62 | | |
| Total | 44301,84 | 29 | | | |

** : significativo al 1% de probabilidad

C.V.: 23,07%

\bar{x} : 98,03 g

Comparando los promedios para peso fresco total (Tabla 20), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T5, T4, T2 y T3 pues alcanzaron valores similares y fueron superiores significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T1 y T0 no hubo diferencias significativas.

Tabla 20

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso fresco total (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Peso fresco total (g) | Significación |
|-------------|-----------------------|---------------|
| T5 | 132,86 | a |
| T4 | 128,02 | a |
| T2 | 116,38 | a |
| T3 | 95,68 | a |
| T1 | 74,18 | b |
| T0 | 41,05 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.8 Volumen radicular

En el análisis de varianza para volumen radicular (Tabla 21) se encuentra que se ha presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 53,00 cm³ con un coeficiente de variabilidad de 25,68%, valor considerado como bajo y aceptable de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 21

Análisis de varianza para volumen radicular en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 7741,21 | 5 | 1548,24 | 8,36 ** | 0,0001 |
| Tratamiento | 7741,21 | 5 | 1548,24 | 8,36 ** | 0,0001 |
| Error | 4444,17 | 24 | 185,17 | | |
| Total | 12185,38 | 29 | | | |

** : significativo al 1% de probabilidad

C.V.: 25,68%

\bar{x} : 53,00 cm³

Comparando los promedios para volumen radicular (Tabla 22), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T5, T4, T2 y T3 pues alcanzaron valores similares y fueron superiores significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T1 y T0 no hubo diferencias significativas.

Tabla 22

Prueba de Scott-Knott al 5% para volumen radicular en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Volumen radicular (cm³) | Significación |
|--------------------|---|----------------------|
| T5 | 70,67 | a |
| T4 | 68,00 | a |
| T2 | 60,00 | a |
| T3 | 52,00 | a |
| T1 | 44,00 | b |
| T0 | 23,33 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.9 Peso seco de raíces (g)

En el análisis de varianza para peso seco de raíces (Tabla 23) se encuentra que se ha presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 7,78 g con un coeficiente de variabilidad de 25,68%, valor considerado como alto de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990).

Tabla 23

Análisis de varianza para peso seco de raíces (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 83,69 | 5 | 16,74 | 3,63 * | 0,0138 |
| Tratamiento | 83,69 | 5 | 16,74 | 3,63 * | 0,0138 |
| Error | 110,73 | 24 | 4,61 | | |
| Total | 194,41 | 29 | | | |

*: significativo al 5% de probabilidad

C.V.: 25,68%

\bar{x} : 7,78 g

Comparando los promedios para peso seco de raíces (Tabla 24), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T5, T4, T2, T1 y T3 pues alcanzaron pesos similares y fueron superiores significativamente a los demás tratamientos. El menor valor para peso seco de raíces fue obtenido por el tratamiento T0, que alcanzó un valor de 4,13 g.

Tabla 24

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso seco de raíces (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Peso seco de raíces (g) | Significación |
|-------------|-------------------------|---------------|
| T5 | 9,09 | a |
| T4 | 8,74 | a |
| T2 | 8,55 | a |
| T1 | 8,22 | a |
| T3 | 7,97 | a |
| T0 | 4,13 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.10 Peso seco de follaje (g)

En el análisis de varianza para peso seco de follaje (Tabla 25) se encuentra que se ha presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 7,46 g con un coeficiente de variabilidad de 22,84%, valor considerado como bajo y aceptable de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990)

Tabla 25

Análisis de varianza para peso seco de follaje (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 134,51 | 5 | 26,9 | 9,26 ** | 0,0001 |
| Tratamiento | 134,51 | 5 | 26,9 | 9,26 ** | 0,0001 |
| Error | 69,69 | 24 | 2,9 | | |
| Total | 204,19 | 29 | | | |

** : significativo al 1% de probabilidad

C.V.: 22,84%

\bar{x} : 7,46 g

Comparando los promedios para peso seco de follaje (Tabla 26), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T4, T5, T3 y T2 pues alcanzaron pesos similares y fueron superiores significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T1 y T0 no hubo diferencias significativas.

Tabla 26

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso seco de follaje (g) en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Peso seco de follaje (g) | Significación |
|--------------------|---------------------------------|----------------------|
| T4 | 9,96 | a |
| T5 | 9,69 | a |
| T3 | 7,94 | a |
| T2 | 7,6 | a |
| T1 | 5,53 | b |
| T0 | 4,04 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.11 Peso seco total

En el análisis de varianza para peso seco total (Tabla 27) se encuentra que se ha presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos.

El promedio general observado fue de 15,24 g. con un coeficiente de variabilidad de 20,73%, valor considerado como alto de acuerdo a lo planteado por Pimentel (1990)

Tabla 27

Análisis de varianza para peso seco total en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|---------|---------|
| Modelo | 389,31 | 5 | 77,86 | 7,79 ** | 0,0002 |
| Tratamiento | 389,31 | 5 | 77,86 | 7,79 ** | 0,0002 |
| Error | 239,75 | 24 | 9,99 | | |
| Total | 629,05 | 29 | | | |

** : significativo al 1% de probabilidad

C.V.: 20,73%

\bar{x} : 15,24 g

Comparando los promedios para peso seco total (Tabla 28), según la prueba estadística de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% se encuentra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T5, T4, T2, T3 y T1 pues alcanzaron pesos similares y fueron superiores significativamente al testigo (T0). El menor valor para peso seco total fue obtenido por el tratamiento T0, que alcanzó un valor de 8,18 g.

Tabla 28

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso seco total en “Efecto del efluente líquido porcino en el crecimiento inicial del maíz para forraje”

| Tratamiento | Peso seco total (g) | Significación |
|-------------|---------------------|---------------|
| T5 | 18,78 | a |
| T4 | 18,70 | a |
| T2 | 16,15 | a |
| T3 | 15,91 | a |
| T1 | 13,75 | a |
| T0 | 8,18 | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.12 Distribución de la materia seca (%)

En la Tabla 29 se puede observar que en la medida en que se aumenta la cantidad aplicada del efluente líquido porcina, el mayor porcentaje del peso se concentra en las raíces. Esto es de importancia porque cuando el sistema radicular presenta mayor desarrollo, significa que va a tener capacidad de absorber mayor cantidad de nutrientes del suelo, la que favorecerá a una mayor producción de biomasa vegetal.

Tabla 29
Distribución de la materia seca

| Tratamiento | % Follaje | % Raíces |
|-------------|-----------|----------|
| T0 | 50,87 | 49,13 |
| T1 | 58,30 | 41,70 |
| T2 | 53,40 | 46,60 |
| T3 | 49,55 | 50,45 |
| T4 | 46,92 | 53,08 |
| T5 | 48,46 | 51,54 |

4.13 Contenido de nutrientes en el follaje (%)

En la figura 2 se aprecia que cuando se aumenta la cantidad aplicada del efluente líquido porcina, también se incrementa el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en el follaje. Esto ocurre porque se aumenta la cantidad y disponibilidad de estos nutrientes procedentes del efluente líquido porcino, las cuales son absorbidos por el sistema radicular y dirigidos hacia el follaje.

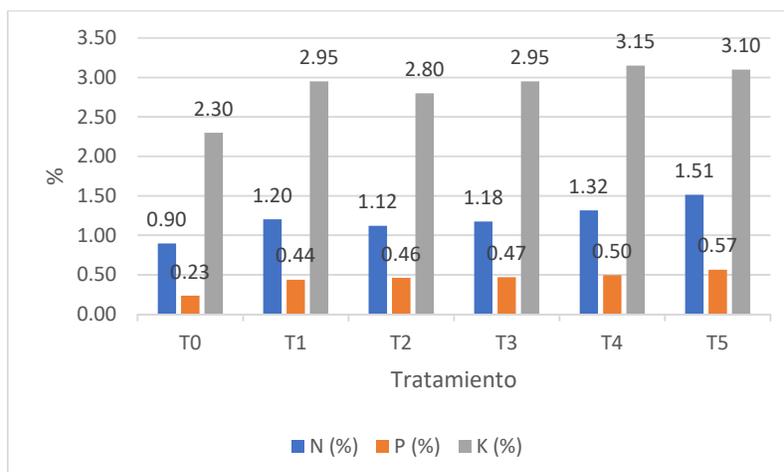


Figura 2. Contenido de nutrientes (%)

CAPITULO V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se aprecia que la aplicación de dosis creciente del efluente líquido porcino influye directamente en el crecimiento inicial de la planta de maíz, alcanzando mayores valores para las distintas características evaluadas.

Esa respuesta encontrada se explica porque el efluente líquido porcino contiene cantidades considerables de nutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y potasio. Embrapa (2019) refiere que una gran parte de los nutrientes presentes en las raciones alimenticias de los porcinos son eliminados en forma de heces y orina, excretándose entre 40 a 60% del nitrógeno, 50 a 80% de calcio y fósforo, y de 70 a 95% de K, Na, Mg, Cu, Zn, Mn y Fe.

Embrapa (2019), comparando la producción de maíz en diferentes años y fertilizados con fuentes orgánicas, entre ellas el efluente líquido porcino, y la fertilización mineral, reportaron que no observaron diferencias en el rendimiento.

Del mismo modo, Alvarenga (2022) encontró que las aplicaciones del estiércol de cerdo favorecieron a una mayor producción de biomasa en el cultivo de maíz, resultado similar a lo encontrado en la presente investigación.

Por otra parte, Silva et al. (2015) encontraron que las aplicaciones de los efluentes líquidos porcinos mejoraron la productividad y la calidad del pasto *Brachiaria decumbens*. Asimismo, observaron mayores contenidos de nutrientes en la planta como es en el caso del nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, coincidiendo estos resultados con los encontrados en la presente investigación.

Scherer (2005) reporta que las aplicaciones de los efluentes líquidos porcinos son más eficientes que las aplicaciones en sólidos, debido a que existe mayor concentración de nitrógeno en la forma amoniacal y que cuando son aplicadas al cultivo, éstas rápidamente son aprovechadas. El mismo autor (2011) menciona que los efluentes líquidos porcinos promovieron mayores rendimientos en el maíz y no en el frijol.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Como resultado de la investigación se concluye que:

- a) las aplicaciones de las dosis crecientes del efluente líquido porcino influyeron en el crecimiento inicial del maíz para forraje y la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en condiciones del valle de Huaura.
- b) las aplicaciones de las dosis crecientes del efluente líquido porcino influyeron en el en las características de planta del maíz para forraje en condiciones del valle de Huaura, observándose incremento de los valores para las variables evaluadas en la medida en que se incrementaban las dosis.
- c) las aplicaciones de las dosis crecientes del efluente líquido porcino influyeron en la distribución de la materia seca y contenido de nutrientes en las plantas de maíz en condiciones del valle de Huaura.

6.2 Recomendaciones

Como resultado de la investigación se sugieren las siguientes recomendaciones:

- a) Incrementar las dosis de aplicación del efluente líquido porcino hasta encontrar la dosis óptima.
- b) Incrementar el número de aplicaciones del efluente líquido porcino, considerando la fenología del cultivo.
- c) Repetir el experimento utilizando otras texturas de suelo.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarenga, P., Araújo., M., Prado., J., Ribeiro, H., & Fangueiro, D. (2022). Efeitos da utilização de chorume de suíno bruto ou tratado na substituição da adubação fosfatada de fundo na cultura do milho. *Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal*, 45(4), 361-364. <https://doi.org/10.19084/rca.28490>
- Barros, E. C.; Nicoloso, R. da S.; Oliveira, P. A. V. de; Correa, J. C. (2019). Potencial agronômico dos dejetos de suínos. *Concórdia: Embrapa Suínos e Aves., Cartilha*. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207427/1/final9052.pdf>
- Beltrão, F. (2021). Utilização de resíduo líquido da suinocultura na produção de fitomassa de aveia branca para cobertura vegetal (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27102/3/residuosuinoculturaaveiabranca.pdf>
- Canesi, C. (2019). *A aplicação de dejetos de suínos no solo como insumo agronômico e os seus impactos ambientais* (tesis de maestria) Recuperado de https://ceteb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2021/08/Camila-Canesi-Morino_TCC-T2-2021-versao-final.pdf
- Carrizo, M., E., Alesso, C., A., Girello, G., Capeletti, M., Michelloud, H., y Imhoff, S. (2014). Rendimiento de maíz y cambios en propiedades edáficas luego de la aplicación de efluentes líquidos porcinos. *Fave. Sección ciencias agrarios*. 13(1), 51-62. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1666-77192014000100005#:~:text=La%20aplicaci%C3%B3n%20de%20efluentes%20porcinos,producci%C3%B3n%20ni%20en%20el%20suelo
- Contreras, S. (2020). *Panorama y perspectivas de la producción de carne de cerdo en el Perú*. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566516/Panorama_y_persp_produc_carne_cerdo.pdf
- De Moura, A. (2017). Produtividade de feijão-caupi com aplicação de água residual da suinocultura. IV Innovagi International Meeting XXVI CONIRO-Congresso Nacional de Irrigação e drenagem – III SBS – Simpósio Brasileiro de Salinidade. Recuperado de <https://web.archive.org/web/20180721082232/http://www.inovagri.org/anais/TC1640333.pdf>

- El Peruano (2017). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para el reaprovechamiento de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales Decreto Supremo N° 015-2017-Vivienda*. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-015-2017-VIVIENDA.pdf>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2019). *Potencial agrônomo dos dejetos de suínos*. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117243/potencial-agronomico-dos-dejetos-de-suinos>
- Espinoza, E. E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Revista Conrado*, 15(69), 171-180. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039
- FACSA (2017). *Metales pesados*. Recuperado de <https://www.facsa.com/metales-pesados/>
- Moraes, J., Rodrigues, F., Lobo, C. L., Batista, M., Matias, D. K., Furtado, N. (2023). Análise econômica da cultura do milho em diferentes manejos de adubação com água residuária de suinocultura. *Brazilian Journal of Science*, 2(3), 6-13 <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i3.254>
- Moreno, L., Cadillo, J., & Chura, J. (2020). Calidad de abonos orgánicos elaborados a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala. *Anales Científicos*, 81(1), 243–253. <https://doi.org/10.21704/ac.v81i1.1635>
- Moreno, L., y Cadillo, J. (2018). Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. *Anales Científicos*, 79(2), 415-419. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.914>
- Nitrogênio para milho no sistema plantio direto1*. Recuperado de https://legacy.agroecologiaemrede.org.br/acervo/arquivos/p138_2005-07-11_120616_069.pdf
- Pérez, A., Dzul, Carlos R., Borges, L., Latournerie, L., Ruiz, E., & Ayora, G. (2015). Uso potencial de aguas residuales de criaderos de cerdo en la producción de Capsicum chinense. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(4), 383-387. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000400006&lng=es&tlng=es
- Pimentel, F. (1990). *Curso de Estatística Experimental*. Recuperado de <https://doceru.com/doc/xcl5snc>
- Rabasedas, A., Venturelli, L., Ferraguti, F., Salvaggiotti, F., y Huerga, L. (2014). Respuesta a la aplicación de efluentes de lavado de corrales de cerdos en maíz de siembra tardía. *Congreso Nacional de maíz*. Argentina. Recuperado de

<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Respuesta%20a%20la%20aplicacion%20de%20efluentes%20de%20lavado%20de%20corrales%20de%20cerdos%20en%20maiz%20de%20siembra%20tardia.pdf>

- Renan, H., Lopes, D. y Rogério, S. (2012). Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura no solo e na qualidade dos seus lixiviados. *Engenharia Sanitária Ambiental*, 17(4), 385-392. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/esa/a/D69jdh4TdWwYhsPBwpZLyVs/?lang=pt&format=pdf>
- Salazar, E., Fortis, M., Vásquez, A., Vásquez, C. (2003). *Abonos Orgánicos y Plasticultura*. Recuperado de https://www.smesmx.org/files/books/abonos_org.pdf
- Scherer, E. E. (2005). *Eficiência do esterco de suínos no suprimento de*
- Scherer, E. E. (2011). Efeitos de fontes de esterco e composto orgânico na produção de milho e feijão no sistema orgânico sob plantio direto. *Agropecuaria Catarinense*, 24(2), 60-64. Recuperado de <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/download/691/591/4507>
- Tuzzin, M., Arnuti, F., Rodrigues, V., Ferreira, R., Basso, C. J., Da Ross, O. (2014). Dejetos líquidos de suínos como alternativa a adubação mineral na cultura do milho. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 35(6), 2945-2954. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p2945>

ANEXOS

Tabla 30

Datos de campo

| Tratamiento | Repetición | LR1 (cm) | LR2 (cm) | AP aé (cm) | DT (mm) | PFR (g) | PFF (g) | PFT (g) | VR (ml) | PSR (g) | PSF (g) | PSTot |
|-----------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| T0 | 1 | 15 | 41 | 40,00 | 9,12 | 22,23 | 13,09 | 35,32 | 20,00 | 3,81 | 2,72 | 6,53 |
| T0 | 2 | 14 | 44 | 45,17 | 12,62 | 26,66 | 23,40 | 50,06 | 26,67 | 5,11 | 5,07 | 10,18 |
| T0 | 3 | 14 | 37 | 41,00 | 10,06 | 20,52 | 18,00 | 38,51 | 23,33 | 4,17 | 4,23 | 8,40 |
| T0 | 4 | 16 | 42 | 43,17 | 11 | 24,16 | 18,24 | 42,40 | 23,33 | 3,65 | 3,85 | 7,51 |
| T0 | 5 | 16 | 32 | 41,17 | 11,60 | 19,52 | 19,44 | 38,96 | 23,33 | 3,93 | 4,34 | 8,27 |
| T1 | 1 | 14 | 46 | 52,00 | 13,6 | 60,30 | 34,02 | 94,31 | 56,67 | 15,16 | 6,33 | 21,49 |
| T1 | 2 | 18 | 43 | 59,33 | 13,49 | 38,30 | 31,52 | 69,82 | 40,00 | 7,38 | 6,40 | 13,78 |
| T1 | 3 | 15 | 38 | 56,00 | 15,97 | 41,26 | 37,12 | 78,38 | 46,67 | 5,81 | 5,77 | 11,58 |
| T1 | 4 | 16 | 43 | 46,17 | 12,06 | 39,21 | 21,26 | 60,47 | 40,00 | 6,97 | 3,40 | 10,38 |
| T1 | 5 | 18 | 50 | 53,67 | 12,17 | 36,27 | 31,64 | 67,91 | 36,67 | 5,76 | 5,76 | 11,52 |
| T2 | 1 | 17 | 45 | 61,17 | 17,26 | 121,44 | 57,96 | 179,40 | 73,33 | 8,77 | 10,72 | 19,49 |
| T2 | 2 | 17 | 57 | 52,83 | 13,73 | 48,97 | 38,60 | 87,57 | 46,67 | 9,98 | 6,45 | 16,43 |
| T2 | 3 | 16 | 49 | 55,67 | 13,87 | 68,85 | 37,88 | 106,73 | 60,00 | 6,91 | 6,69 | 13,60 |
| T2 | 4 | 20 | 47 | 55,33 | 13,7 | 47,44 | 36,46 | 83,90 | 46,67 | 8,31 | 5,55 | 13,86 |
| T2 | 5 | 21 | 53 | 56,50 | 14,79 | 83,91 | 40,39 | 124,30 | 73,33 | 8,78 | 8,60 | 17,37 |
| T3 | 1 | 20 | 54 | 66,33 | 14,18 | 35,50 | 47,21 | 82,71 | 36,67 | 5,40 | 8,03 | 13,43 |
| T3 | 2 | 17 | 49 | 59,33 | 14,63 | 54,52 | 43,42 | 97,94 | 53,33 | 7,68 | 7,51 | 15,20 |
| T3 | 3 | 20 | 41 | 56,63 | 15,79 | 47,91 | 46,07 | 93,98 | 63,33 | 10,20 | 8,81 | 19,01 |
| T3 | 4 | 19 | 46 | 67,67 | 15,75 | 61,25 | 54,12 | 115,37 | 60,00 | 10,01 | 8,90 | 18,91 |
| T3 | 5 | 17 | 42 | 60,67 | 14,1 | 48,66 | 39,73 | 88,39 | 46,67 | 6,56 | 6,45 | 13,01 |
| T4 | 1 | 18 | 44 | 69,50 | 17,60 | 103,76 | 73,19 | 176,95 | 100,00 | 11,19 | 12,03 | 23,22 |
| T4 | 2 | 21 | 46 | 66,50 | 15,13 | 58,47 | 59,41 | 117,87 | 60,00 | 9,04 | 10,16 | 19,19 |
| T4 | 3 | 19 | 45 | 63,33 | 15,91 | 70,27 | 72,22 | 142,49 | 73,33 | 8,10 | 12,96 | 21,06 |
| T4 | 4 | 17 | 43 | 63,00 | 18,51 | 61,57 | 53,92 | 115,49 | 60,00 | 9,95 | 8,69 | 18,64 |
| T4 | 5 | 22 | 53 | 62,00 | 14,67 | 44,74 | 42,54 | 87,28 | 46,67 | 5,40 | 5,97 | 11,37 |
| T5 | 1 | 17 | 41 | 68,33 | 17,06 | 81,83 | 55,09 | 136,92 | 80,00 | 10,71 | 8,08 | 18,79 |
| T5 | 2 | 20 | 43 | 69,17 | 19,29 | 51,93 | 65,55 | 117,47 | 53,33 | 9,75 | 11,59 | 21,34 |
| T5 | 3 | 18 | 48 | 64,50 | 17,10 | 54,42 | 62,33 | 116,75 | 53,33 | 8,11 | 9,76 | 17,87 |
| T5 | 4 | 21 | 47 | 69,17 | 16,74 | 93,29 | 60,82 | 154,10 | 96,67 | 8,88 | 10,61 | 19,49 |
| T5 | 5 | 30 | 51 | 68,50 | 16,45 | 70,21 | 68,86 | 139,06 | 70,00 | 7,99 | 8,43 | 16,42 |
| Promedio | | 18,10 | 45,33 | 57,79 | 14,60 | 54,58 | 43,45 | 98,03 | 53,00 | 7,78 | 7,46 | 15,24 |



