

Universidad Católica de Santa María

Escuela de Postgrado

Maestría en Proyectos de Inversión



**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CHALA FORRAJERA
MEDIANTE EL USO DE BIOFERTILIZANTE PRODUCIDO CON LACTO
SUERO DE LA PLANTA DE DERIVADOS LÁCTEOS MÁS ESTIÉRCOL DE
VACUNOS DE LOS SOCIOS DE LA CAL ASPAM – AREQUIPA.**

Tesis presentada por el bachiller:

Del Carpio Salas, Miguel Angel

Para optar por el Grado Académico de:

Maestro en Proyectos de Inversión

Asesor:

Dr. Delgado Nieto, John

Arequipa- Perú

2020

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA DE POSTGRADO
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 30 de Octubre del 2019

Dictamen: 000233-C-EPG-2019

Visto el borrador de tesis del expediente 000233, presentado por:

2017007631 - DEL CARPIO SALAS MIGUEL ANGEL

Titulado:

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CHALA FORRAJERA MEDIANTE EL USO DE
BIOFERTILIZANTE PRODUCIDO CON LACTO SUERO DE LA PLANTA DE DERIVADOS LÁCTEOS
MÁS ESTIÉRCOL DE VACUNOS DE LOS SOCIOS DE LA CAL ASPAM - AREQUIPA.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

2301 - DELGADO NIETO JOHN ALEX
DICTAMINADOR

6096 - BEJAR ZEA EDWIN VICTOR
DICTAMINADOR

6605 - SALAZAR CHURATA IRINA ELIZAROVA
DICTAMINADOR





CONSTANCIA

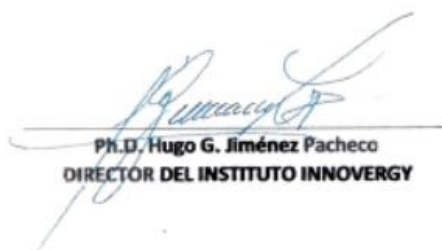
El que suscribe, Ph. D. Hugo Jiménez Pacheco, identificado con DNI N° 29366739, Director del Instituto de Investigación e Innovación en Energías Renovables y Medio Ambiente – INNOVERGY, perteneciente al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica de Santa María e investigador principal del proyecto titulado "Incremento de la productividad de la chala forrajera mediante el uso de biofertilizante producido con lacto suero de la planta de derivados lácteos más estiércol de vacunos de los socios de la CAL ASPAM – Arequipa" con código PNIA-ADP20170123, el mismo que es financiado por el Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA), hace constar que el Sr.:

MIGUEL ANGEL DEL CARPIO SALAS

Tesista de posgrado del proyecto en mención, posee como título de tesis el mismo nombre que lleva el proyecto de investigación, aclarando que dicha coincidencia de título es de mi conocimiento; cabe señalar que las actividades realizadas para el desarrollo de su tesis comprende el trabajo experimental realizado en campo, el mismo que se avocó específicamente a realizar un comparativo de distintas dosis del biofertilizante elaborado en las instalaciones de la CAL- ASPAM, a partir de lactosuero y estiércol de ganado vacuno, con la finalidad de incrementar la productividad del cultivo de maíz; así como evaluar los indicadores de productividad del cultivo durante su ciclo fenológico según tratamiento, desarrollar las correlaciones entre indicadores de productividad del cultivo y realizar un análisis económico comparativo.

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines consiguientes.

Arequipa, 12 de noviembre del 2019



PH.D. Hugo G. Jiménez Pacheco
DIRECTOR DEL INSTITUTO INNOVERGY

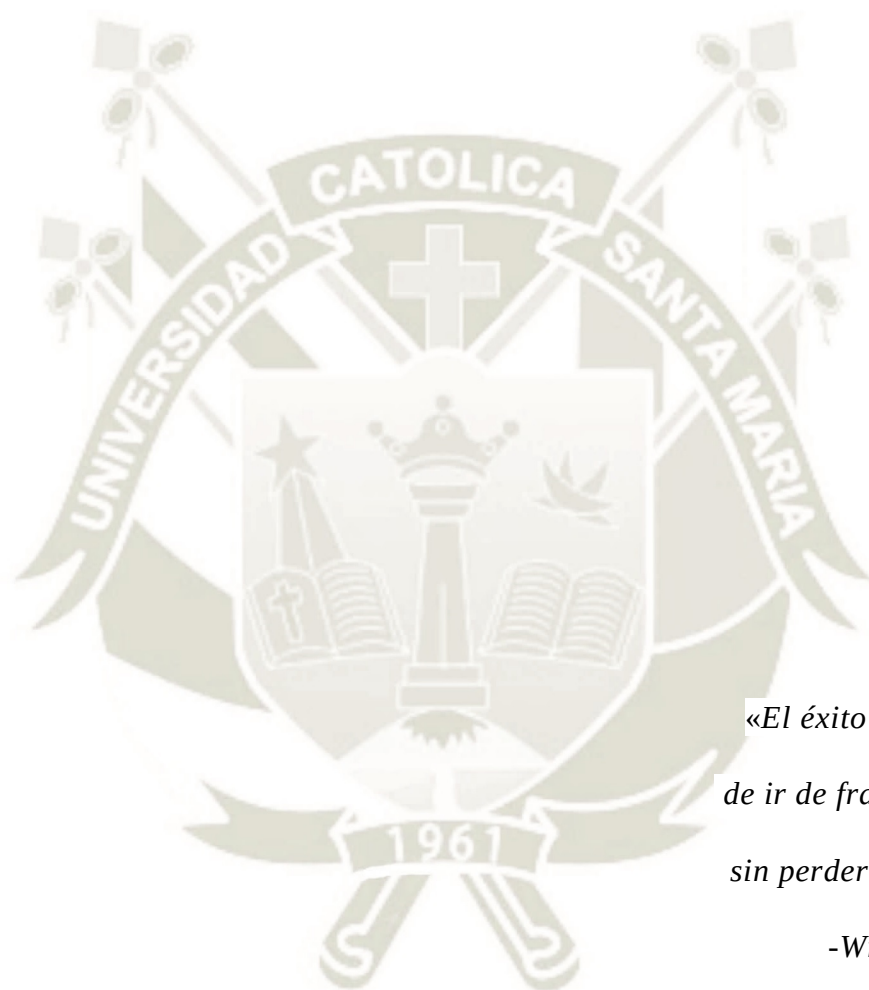
DEDICATORIA

A Dios y la Virgen de Chapi, máxima representación de mi fe.

A mis padres y hermanas, mi refugio en tiempos difíciles; mi crisol de valores y principios; mi principio y mi fin.

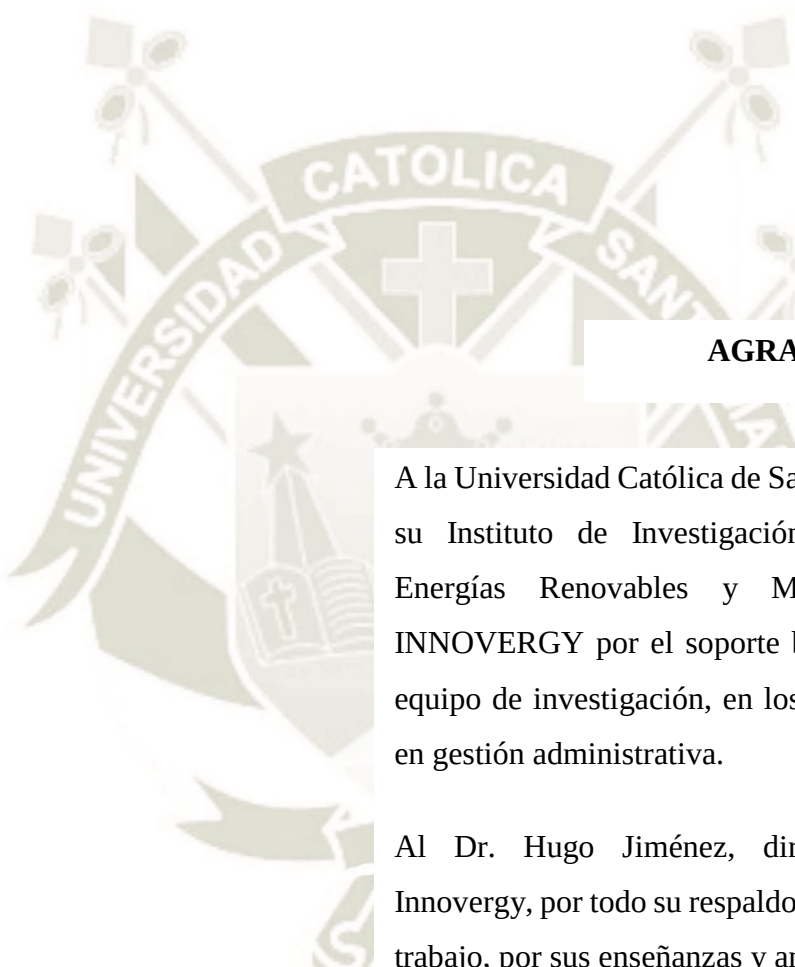
A Cielo y Luciana, por enseñarme que el amor es lo único que nunca se agota.

La vida transcurre entre hechos, no se detiene por instrucciones y avanza dejando lecciones. Se escoge la fe como guía, porque es bueno creer.



*«El éxito es la capacidad
de ir de fracaso en fracaso
sin perder el entusiasmo.»*

-Winston Churchill

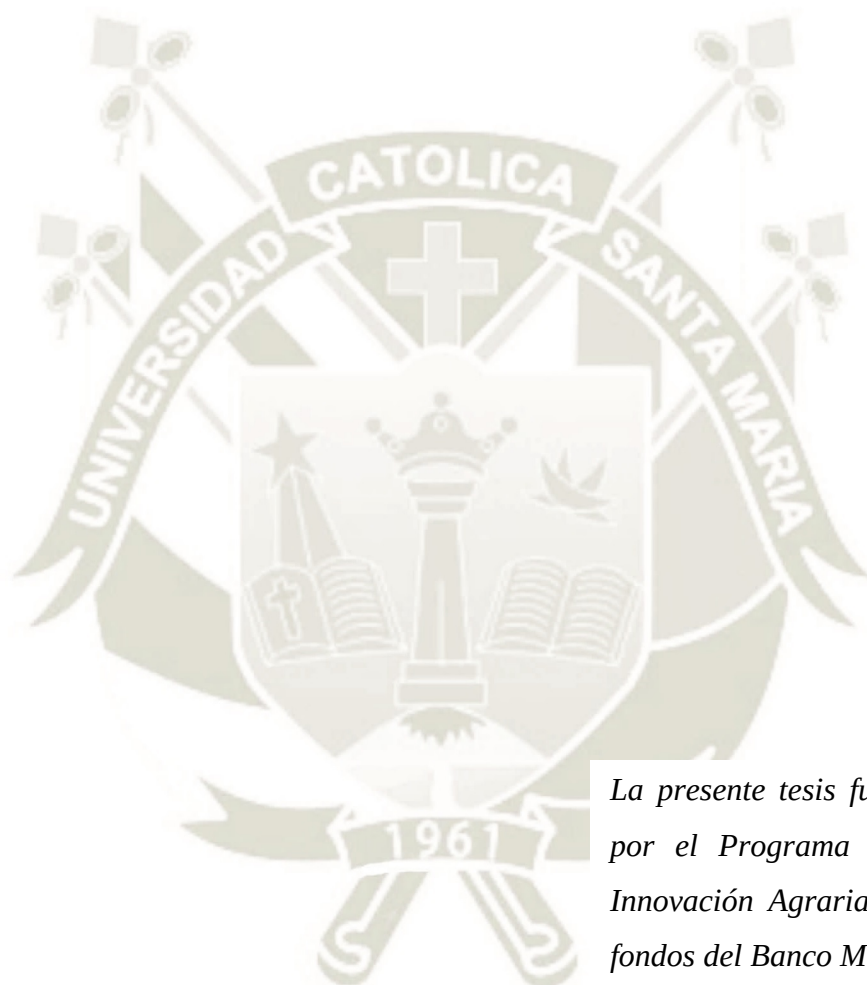


AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Católica de Santa María a través de su Instituto de Investigación e Innovación en Energías Renovables y Medio Ambiente – INNOVERGY por el soporte brindado por todo el equipo de investigación, en los aspectos técnicos y en gestión administrativa.

Al Dr. Hugo Jiménez, director del Instituto Innovergy, por todo su respaldo y su confianza en mi trabajo, por sus enseñanzas y amistad.

A mis auténticos amigos, aquellos que, por distintos medios, demostraron su incalculable valía y me enseñaron el significado de la amistad.

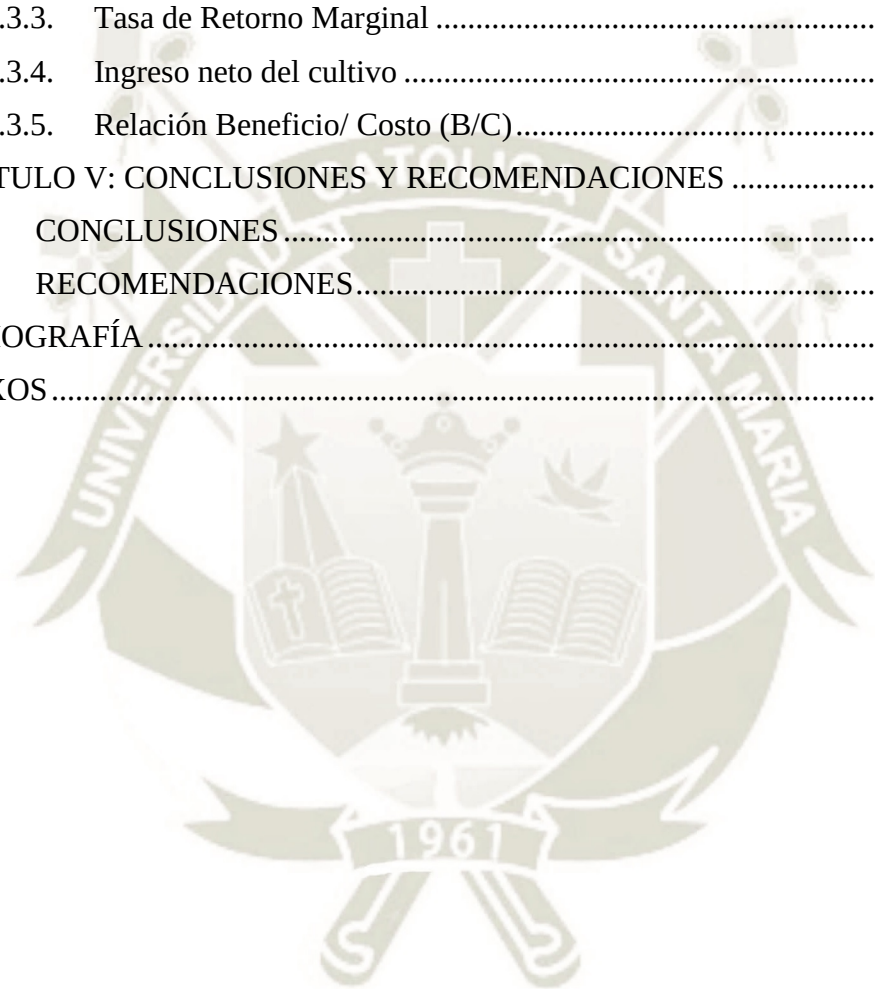


*La presente tesis fue financiada
por el Programa Nacional de
Innovación Agraria (PNIA) con
fondos del Banco Mundial.*

Contenido

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Hipótesis	3
1.2. Objetivos.....	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Ganadería y Medio Ambiente.....	4
2.1.1. Ganadería vacuna del Perú	4
2.1.2. Industria Láctea en el Perú	6
2.1.3. Residuos de la Industria.....	8
2.1.4. Importancia de la chala forrajera.....	11
2.1.5. Impacto Ambiental de la Industria.....	13
2.2. Abonos orgánicos	16
2.2.1. Biofertilizantes líquidos.....	16
2.2.2. Beneficios de los biofertilizantes.....	17
2.2.3. Aplicaciones en los cultivos	18
2.2.4. Tipos de biofertilizantes	19
2.2.5. Marco legal	19
2.3. Insumos del biofertilizante.....	25
2.3.1. Estiércol de ganado vacuno	25
2.3.2. Lactosuero	26
2.3.3. Melaza	28
2.3.4. Biolac.....	29
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	30
3.1. Evaluación de los indicadores de productividad del cultivo de maíz	30
3.1.1. Materiales	30
3.1.2. Historial del campo experimental.....	31
3.1.3. Desarrollo del ensayo experimental	36
3.1.4. Evaluaciones de los indicadores de productividad	42
3.2. Desarrollo de las correlaciones entre indicadores de productividad.....	46

3.3. Realizar un análisis económico comparativo.....	46
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Evaluación de los indicadores de productividad del cultivo de maíz	48
4.2. Desarrollo de las correlaciones entre indicadores de productividad.....	61
4.3. Realizar un análisis económico comparativo.....	64
4.3.1. Ingreso bruto.....	64
4.3.2. Beneficio Neto.....	65
4.3.3. Tasa de Retorno Marginal	65
4.3.4. Ingreso neto del cultivo	66
4.3.5. Relación Beneficio/ Costo (B/C).....	66
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1. CONCLUSIONES	67
5.2. RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	76



ÍNDICE DE TABLAS

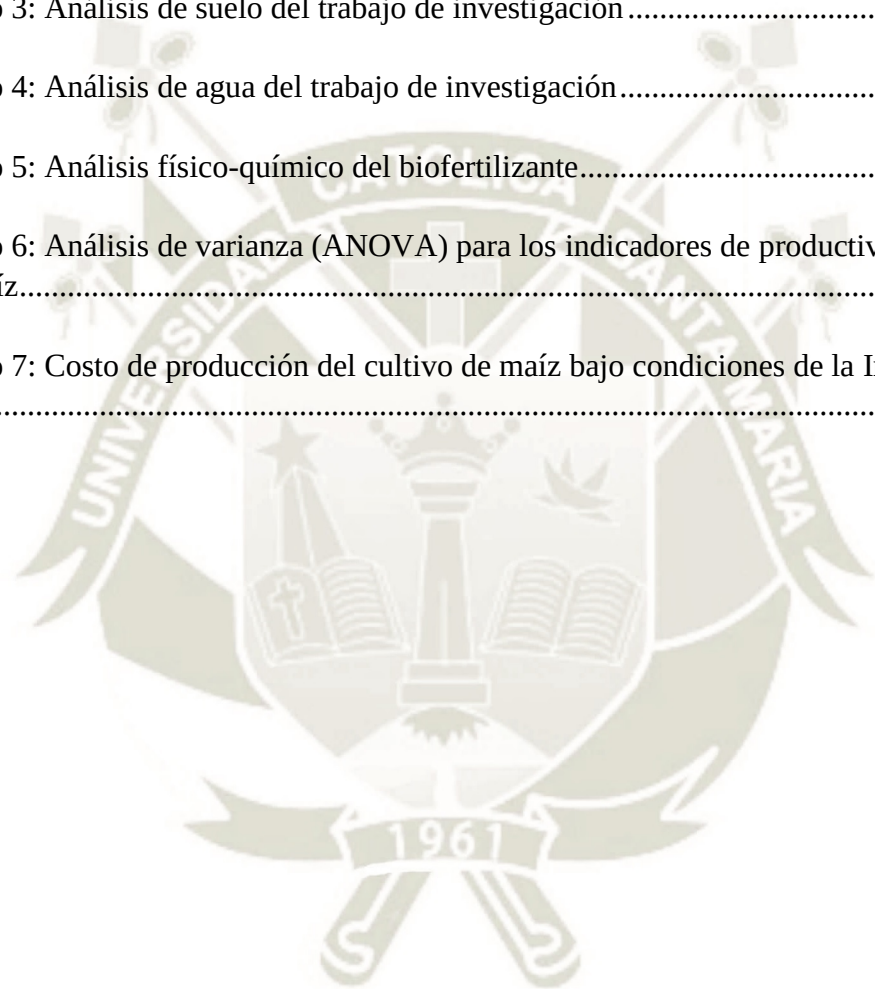
Tabla 1. Ingesta, Retención y Excreción (kg/año) de Nitrógeno y Fosforo en Bovinos Lecheros.....	9
Tabla 2. Componentes de Lactosuero dulce y ácido.	11
Tabla 3. Contenido de N, P y Ca en los abonos orgánicos.....	26
Tabla 4. Composición de suero de leche dulce y suero de leche ácido	27
Tabla 5. Composición de la melaza de caña de azúcar.	28
Tabla 6. Análisis microbiológico del Biolac.	29
Tabla 7. Análisis de Suelo Parcela 60 Asentamiento B3.	34
Tabla 8. Análisis de Agua de Riego. Irrigación Majes.....	35
Tabla 9: Comparaciones múltiples para el número de hojas por planta.....	50
Tabla 10: Comparaciones múltiples para la altura de planta (cm)	52
Tabla 11: Comparaciones múltiples para el calibre basal de tallo (cm).....	54
Tabla 12: Estadísticos descriptivos para diámetro de mazorca final (cm)	55
Tabla 13: Estadísticos descriptivos para número de mazorcas por plantas.	56
Tabla 14: Estadísticos descriptivos para rendimiento (Tn/Ha)	58
Tabla 15: Comparaciones múltiples para Clorofila Total (mg/cm ²).....	61
Tabla 16: Correlaciones entre indicadores productivos y rendimiento.	62
Tabla 17. Ingreso bruto.....	64
Tabla 18. Beneficio neto.....	65
Tabla 19. Tasa de retorno marginal.	65
Tabla 20. Ingreso neto del cultivo.	66
Tabla 21. Relación Beneficio/ Costo (B/C).....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Procesos para la Elaboración de Quesos; Ingresos y salidas.....	15
Figura 2. Ubicación del perímetro total del lugar de experimentación.	31
Figura 3. Resumen de datos meteorológicos del periodo octubre-febrero	33
Figura 4. Campo experimental.	36
Figura 5. Marcado de campo.	37
Figura 6. Siembra de chala.	38
Figura 7. Riego del cultivo.	39
Figura 8. Control fitosanitario.	39
Figura 9. Muestra de biofertilizante	40
Figura 10. Aplicación del biofertilizante.....	41
Figura 11. Cosecha del maíz.	41
Figura 12. Altura de la planta.	42
Figura 13. Número de hojas.	43
Figura 14. Calibre basal de tallo.....	43
Figura 15. Medición de la clorofila.	44
Figura 16. Medición del diámetro de mazorca.	45
Figura 17. Conteo del número de mazorcas.	45
Figura 18. Pesado de la chala forrajera.	46
Figura 19: Gráfica de perfiles del número de hojas por planta	49
Figura 20: Gráfica de perfiles para la altura de planta (cm).....	51
Figura 21: Gráfica de perfiles para el calibre basal de tallo (cm)	53
Figura 22: Gráfico de barras de los promedios de diámetro de mazorca.....	56
Figura 23: Gráfico de barras para número de mazorcas por plantas	57
Figura 24: Gráfico de barras para rendimiento (Tn/Ha)	59
Figura 25: Gráfica de perfiles para clorofila total (mg/cm ²)	59
Figura 26: Gráfica de correlación entre indicadores productivos del cultivo de maíz y rendimiento.....	63

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia	76
Anexo 2: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes Periodo de Octubre- Febrero (2018-2019)	77
Anexo 3: Análisis de suelo del trabajo de investigación	82
Anexo 4: Análisis de agua del trabajo de investigación.....	83
Anexo 5: Análisis físico-químico del biofertilizante.....	84
Anexo 6: Análisis de varianza (ANOVA) para los indicadores de productividad del cultivo de maíz.....	85
Anexo 7: Costo de producción del cultivo de maíz bajo condiciones de la Irrigación Majes.	97



LISTA DE ABREVIATURAS

B/C: Relación beneficio costo.

CH₄: Metano.

CO₂: Dióxido de carbono.

D.S.: Decreto supremo.

DBCA: Diseño de bloques completamente al azar.

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno.

dS/m: Decisiemens por metro

g/Kg: Gramos por kilo.

g/l: Gramos por litro.

H₂O: Agua.

Kg: Kilos

l/cil: Litros por cilindro.

mg/l: Miligramos por litro

N₂O: Óxido nitroso.

ppm: Partes por millón.

T/Ha: Toneladas por hectárea.

UFC/ml: Unidades formadoras de colonia por mililitro.

μS/cm: MicroSiemens por centímetro.

RESUMEN

El proyecto de investigación se desarrolló en la Asociación CAL ASPAM, distrito de Majes, provincia de Caylloma, región Arequipa; la fase experimental se realizó entre el mes de octubre del 2018 y febrero del 2019, con el objetivo de cuantificar el incremento de la productividad de la chala forrajera mediante el uso de distintas dosis de biofertilizante producido con lacto suero de la planta de derivados lácteos más estiércol de vacunos de los socios de la CAL ASPAM. Los tratamientos fueron las siguientes dosis: T1 (6 litros/200 litros vía drench), T2, (9 litros/200 vía drench), T3 (12 litros/200 litros vía drench), T4 (12 litros/200 litros vía foliar) y T5 (testigo). Se empleó el diseño de Bloques Completos al Azar con 5 tratamientos y tres repeticiones.

Se procedió a evaluar los indicadores de productividad del cultivo de maíz durante su ciclo fenológico según tratamiento (altura de planta, número de hojas, calibre basal de tallo, contenido total de clorofila, número de mazorcas, diámetro de mazorcas y peso de la chala forrajera); resaltando el T4 en todas las evaluaciones, alcanzando una altura de 205.65+/- 3.91 cm en la semana 9 y logrando una diferencia significativa; en lo que respecta a el calibre basal de tallo, se identificó una diferencia significativa a un 95% de confianza del tratamiento T4 a partir de la semana 2; para rendimiento, se identificó una diferencia de hasta 33% entre el tratamiento 4 y el testigo, observando una diferencia significativa del tratamiento 4 frente a los demás tratamientos. Posteriormente, se desarrolló las correlaciones entre indicadores de productividad del cultivo de maíz, observando una correlación positiva y significativa con el rendimiento obtenido por hectárea, en el orden de mayor a menor de altura de planta, calibre basal de tallo, número de mazorca, número de hojas, y diámetro de mazorca. Finalmente, se realizó un análisis económico comparativo, el costo de producción del cultivo de maíz para 1 Ha. bajo las condiciones de la Irrigación Majes asciende a S/. 12,807.37 soles; en el análisis económico, los mejores resultados se lograron con el T4 con un beneficio neto de S/. 15,963.39 soles, una tasa de retorno marginal de 124.64 %, un ingreso neto de S/. 15,963.39 y una relación beneficio costo (B/C) de 1.25.

Palabras clave: Biofertilizante, lactosuero, estiércol vacuno, productividad

ABSTRACT

The research project was developed in the Association CAL ASPAM, district of Majes, province of Caylloma, region Arequipa; The experimental phase was carried out between October 2018 and February 2019, with the objective of quantifying the increase in the productivity of the forage chala by using different doses of biofertilizer produced with the whey of the dairy plant plus cow dung from the partners of the CAL ASPAM. The treatments were the following doses: T1 (6 liters / 200 liters drench application), T2, (9 liters / 200 drench application), T3 (12 liters / 200 liters drench application), T4 (12 liters / 200 liters foliar application) and T5 (witness). The design of Random Complete Blocks with 5 treatments and three repetitions was used.

The productivity indicators of the corn crop were evaluated during its phenological cycle according to treatment (plant height, number of leaves, basal stem size, total chlorophyll content, number of ears, ears diameter and weight of the forage shed); highlighting the T4 in all evaluations, reaching a height of 205.65 +/- 3.91 cm in week 9 and achieving a significant difference; With respect to the basal stem size, a significant difference was identified at 95% confidence in the T4 treatment as of week 2; for performance, a difference of up to 33% was identified between treatment 4 and the control, observing a significant difference of treatment 4 compared to the other treatments. Subsequently, the correlations between corn crop productivity indicators were developed, observing a positive and significant correlation with the yield obtained per hectare, in the order of highest to lowest plant height, basal stem caliber, ear number, number of leaves, and cob diameter. Finally, a comparative economic analysis was performed, the production cost of the corn crop for 1 Ha. Under the conditions of the Irrigation Majes amounts to S /. 12,807.37 soles; In the economic analysis, the best results were achieved with T4 with a net benefit of S /. 15,963.39 soles, a marginal return rate of 124.64%, a net income of S /. 15,963.39 and a cost benefit (B / C) ratio of 1.25.

Keywords: Biofertilizer, whey, cattle manure, productivity

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes químicos se remonta desde 1850 aproximadamente, con la síntesis del primer abono químico sulfato amónico, desde esa fecha los fertilizantes químicos han tenido un gran auge en el mercado mundial siendo utilizados en diversos cultivos. Estos aportan grandes cantidades de macronutrientes y micronutrientes que contribuye a la germinación de semillas, a la productividad, proporcionan buenas características físicas a los cultivos y éstos tienen un mejor desarrollo, pero con el transcurrir de los años se han comprobado que por más efectivos que sean para los cultivos provocan efectos negativos a los suelos, a las personas que consumen cultivos con fertilizantes químicos, al medio ambiente; ya que se conoce que el exceso de fertilizantes químicos ocasiona una deshidratación del suelo logrando la acidificación y la desintegración del suelo, además de que el Nitrógeno es un compuesto que no se desintegra y por el riego puede llegar a aguas subterráneas contaminándolas y almacenando grandes cantidades de Nitrógeno en ellas. Otro de los grandes efectos negativos es que puede contaminar por completo el cultivo y llegar a la mesa de los comensales con grandes cantidades de amoníaco debido a que los fertilizantes químicos lo utilizan porque permite el acoplamiento de los macronutrientes. Contribuye al desgaste ambiental debido a las partículas volátiles contaminantes o el exceso de nutrientes que pueden llegar a la capa freática.

Según (Guo, Zhang, Zhou, Wang, & Peng, 2019), en donde compara el uso de fertilizantes químicos, con abonos de estiércol vacuno o de ganado por un periodo de 34 años, afirma que el uso de estiércol vacuno tuvo mejor resultado respecto al carbono orgánico del suelo que los vertisoles comerciales.

Desde la antigüedad se han probado distintos residuos para la fertilización natural de los suelos, como por ejemplo el lactosuero que es usado como fuente para la fermentación láctica. El lactosuero es uno de los principales residuos y el más abundante de la industria láctea; es una corriente secundaria generada durante el proceso de coagulado de leche obtenido después de cuajar y filtrar la leche. su disposición en el ambiente ocasiona varios inconvenientes, El agua es el principal componente que va del 90 al 92%, lactosa 4-5%, proteínas de suero 0.6-0.8% y lípidos 0.4 – 0.5% y otros componentes mínimos como minerales y vitaminas (Khaire & Gogate, 2018). Tienen una alta concentración de nutrientes, demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y contenido

orgánico e inorgánico. Además, pueden contener diferentes agentes esterilizantes y una amplia gama de detergentes ácidos y alcalinos. La contaminación debida a la industria láctea afecta la calidad del aire, suelo y agua (Ahmad et al., 2019). Se conoce que anualmente se liberan al medio ambiente aproximadamente de 4 – 11 millones de toneladas de residuos lácteos, representando un grave peligro para la biodiversidad. Los efectos que causan las descargas de aguas residuales sin tratar de la industria láctea son; el agotamiento del oxígeno disuelto, en caso de las grasas la formación de una película sobre las cuencas hidrológicas dificultando la transferencia de oxígeno, que a su vez ocasiona difíciles condiciones de supervivencia en plantas acuáticas y animales marinos (Ahmad et al., 2019).

Debido a la problemática que presentan los residuos de la industria láctea, los altos efectos contaminantes de los fertilizantes químicos y su alta demanda en los últimos años, es que se quiere mejorar la producción de los biofertilizantes resultantes de digestión anaeróbica, dándole una valorización a los residuos ganaderos generados en las zonas rurales; entre ellos estiércol de cerdo, estiércol de vaca, estiércol de oveja, estiércol de aves de corral, por su alto contenido de bacterias anaeróbicas, altos niveles de humedad y buena digestibilidad y aprovechar los residuos de la industria láctea, adicionalmente del biofertilizante se puede obtener biogás (Michalopoulos et al., 2017). El aumento de la materia orgánica y la optimización del balance de nutrientes a través de la activación de enzimas del suelo logran el buen funcionamiento de un digestor y garantizan la producción de un biofertilizante altamente efectivo, logrando un efecto positivo en la fertilidad del suelo. El biosol, que es la parte sólida del fertilizante, es capaz de aumentar la estabilidad del suelo y las tasas de humificación, mientras que el biol, la parte líquida, se pueden usar en lugar del agua dulce para el riego de cultivos, lo que representa un beneficio para el medio ambiente (Muscolo et al., 2017).

La utilización de biofertilizantes reduce notablemente el impacto ambiental de las emisiones de CO₂ y CH₄ provenientes del proceso de producción de fertilizantes industriales (Muscolo et al., 2017).

1.1.Hipótesis

Dado que el biofertilizante producido con lacto suero de la planta de derivados lácteos más estiércol de vacunos posee gran cantidad de nutrientes, es probable que con su aplicación se incremente la productividad de la chala forrajera de los socios de la Cal Asпам – Arequipa.

1.2.Objetivos

- **Objetivo General**

1. Incrementar la productividad de la chala forrajera mediante el uso de biofertilizante producido con lacto suero de la planta de derivados lácteos más estiércol de vacunos de los socios de la Cal Asпам – Arequipa.

- **Objetivos Específicos**

1. Evaluar los indicadores de productividad del cultivo de maíz durante su ciclo fenológico según tratamiento.
2. Desarrollar las correlaciones entre indicadores de productividad del cultivo de maíz.
3. Realizar un análisis económico comparativo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Ganadería y Medio Ambiente

En España durante las primeras etapas históricas, el bovino estuvo relacionado a la agricultura para luego convertirse en el animal doméstico más importante de la ganadería (Coaquira, 2016). Progresivamente fue formando parte de la economía global y hoy en día es una actividad muy rentable a nivel mundial (Gamarra, 2001), a su vez la sostenibilidad de los sistemas ganaderos es ampliamente debatida debido a su impacto negativo en el medio ambiente, el agua, calidad del suelo y del aire, biodiversidad y emisiones de gases de efecto invernadero (Ryschawy et al., 2019).

2.1.1. Ganadería vacuna del Perú

En Perú, el número y la composición de la población ganadera estuvo constituida por la crianza de alpacas y llamas y, en forma silvestre, las vicuñas y guanacos a partir del siglo XVI se convirtió en una ganadería autóctona con la introducción de rumiantes domésticos (bovino, ovino y caprino). Los bovinos que se encuentran en el Perú provienen directamente de las razas autóctonas localizadas al Sur de España, los cuales lograron adaptarse a las condiciones de la geografía peruana. (Coaquira, 2016)

Siendo en la actualidad un sector de gran importancia en el Perú, ya que actualmente representa cerca del 40% del Valor Bruto de Producción Agropecuaria, según el Ministerio de Agricultura y Riego menciona que alrededor de 824 mil productores agropecuarios poseen al menos un ovino, de los cuales el 31% se encuentran en pobreza y el 13% en extrema pobreza. Más del 50% de bovinos se crían en unidades agropecuarias menores a 5 hectáreas. “La producción de bovinos en peso vivo fue de 387 toneladas y alcanzó un rendimiento promedio de 281 kg/unidad, siendo Cajamarca la ciudad con mayor producción registrada y la ciudad con mayor rendimiento Moquegua” (DGPA, 2017).

La ganadería bovina incluye una inmensa variedad de sistemas productivos manejados por distintas etnias y grupos sociales con variados niveles de inserción a la economía de mercado, situados en distintos biomas terrestres y por lo tanto enmarcados en diferentes regímenes climáticos, tipos de suelos y formaciones vegetales (Murgueitio & Calle, 1998).

Esta es una actividad de vital importancia económica y social, debido a que genera productos para la venta (animales en pie) o el autoconsumo (leche), este proporciona una fuerza de labranza y el estiércol puede ser utilizado como abono natural para sus cultivos.

En el Perú, la ganadería bovina se realiza en costa, sierra y selva, los cuales presentan diferentes características productivas en cada tipo de crianza, por lo cual la ganadería debe desarrollarse en base a las potencialidades que ofrece cada región, y hacer uso de modernas tecnologías de crianza con el objetivo de contar con una ganadería competitiva dentro de una economía regional, nacional y global, caracterizada por el manejo de hatos pequeños y de manera individual con elevados costos de producción debido a la fragmentación de la propiedad.

2.1.1.1.Modalidades de Ganadería en el Perú.

Según La Dirección General de Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura y Riego, en nuestro país se desarrolla básicamente bajo tres modalidades con sus respectivas características:

a) Ganadería Comercial

- Ubicada principalmente en la costa del Perú.
- Caracterizada por crianzas modernas intensivas con ganado de raza.
- Especialización en la producción de leche y carne.
- Productores con alto nivel de instrucción educativa que se encuentran fuertemente organizados.
- Poseen acceso a diferentes tipos de crédito e información y un mayor nivel asociativo vinculado al mercado.

b) Pequeña y Mediana Ganadería

- Esta se da a nivel nacional, costa, sierra y selva.
- Caracterizada por explotaciones semi intensivas y extensivas con ganado criollo y criollo mejorado.
- Representan un alto porcentaje de la población rural.
- Productores con nivel de instrucción educativa intermedia que se encuentran débilmente organizados.
- Poseen una vinculación semi desarrollada con el mercado.
- Producción orientada al mercado local y regional.

c) Ganadería con Producción de Subsistencia.

- Esta se da a nivel nacional, en la costa, sierra y selva.
- Caracterizada por tener pocas cabezas de ganado, en su totalidad ganado criollo, complementando su actividad con cultivos.
- Poseen reducida superficie agrícola y de pastos naturales manejados.
- Productores con bajos niveles de instrucción educativa con organización predominantemente territorial sin organizaciones gremiales.
- Poseen una débil articulación con el mercado.
- Agrupa la mayoría de los productores a nivel nacional. (DGPA, 2017)

2.1.2. Industria Láctea en el Perú

“La industria láctea utiliza como materia prima la leche cruda del ganado vacuno y a través de diversos procesos se logra su transformación en productos como; leche fresca, leche evaporada, leche pasteurizada” (Kareb & Aïder, 2018).

El ciclo de producción se origina en las haciendas ganaderas en donde por medio del ordeño se obtiene la leche, esta es trasladada a centros de acopio o de industrialización, a continuación, los procesos se diversifican y actividades auxiliares para la obtención de yogurt, queso, mantequilla, dulce de leche, entre otros. (Cáceres, 2012)

Se estima que para el año 2050, la población mundial bordeará cerca los 9.7 mil millones de habitantes, en donde tendrá que enfrentar enormes desafíos para alimentar, albergar y proporcionar los requisitos básicos de vida para la creciente población. “Los alimentos de origen lácteo son una fuente nutritiva de proteínas, grasas, micronutrientes, prebióticos y probióticos” (Costa et al., 2019). “Los lácteos tienen un impacto positivo en la masa ósea, la salud cardiovascular y el microbioma gastrointestinal, además de demostrarse que su consumo en bebés y niños reduce el retraso en su crecimiento” (Garcia, Osburn, & Cullor, 2019).

“Los principales procesos que producen mayor cantidad de residuos contaminantes son la producción de quesos, cremas y mantequilla” (Bedoya & Sousa, 2009).

En los últimos quince años, en el Perú la producción de leche representó un gran crecimiento en diferentes regiones andinas, la misma que no hubiera sido posible sin el desarrollo de vías de comunicación y las actividades de transporte; este a su vez

respondió al crecimiento de demanda interna y a la estabilidad del precio al productor agropecuario, debido a la protección del mercado frente a las importaciones (C. Aubron & Cochet, 2009).

“La leche fresca de vaca viene presentando una producción levemente creciente con 1.90 millones de toneladas en el año 2015, con un rendimiento de 5.85 kg/vaca ordeño/día” (DGPA, 2017).

En los últimos 15 años, la producción de leche fresca de vaca ha crecido a una tasa anual de 4.75% debido al incremento del número de vacas en ordeño que aumentó 3.21% promedio anual, a nivel regional, las tres regiones con mayor producción de leche fresca de vaca son Cajamarca, Lima y Arequipa (DGPA, 2017).

El mercado peruano de los lácteos está caracterizado por su dualidad: el tipo industrial constituida por empresas transnacionales como son: Nestlé, Gloria y Laive, que funcionan en conjunto con los proveedores de leche definiéndolo como una cadena industrial y una cadena artesanal que incorpora a numerosos pequeños productores no especializados, quienes auto consumen una parte de su producción y venden el restante a través de circuitos de comercialización a menudo informales. (C. J. D. A. Aubron, 2006)

Ambas cadenas productivas proveen de leche fresca y derivados de esta, como quesos, yogurt y otros.

2.1.2.1. Producción de Quesos

Los procesos de la industria láctea se resumen en la recepción de la leche, la pasteurización aquí es donde se obtiene la leche entera lista para el consumo, y está será el punto de inicio para los diferentes tipos de productos que elabora la industria láctea.

Para la elaboración de quesos se necesita realizar una coagulación con la adición de fermentos iniciadores permitiendo la acidificación y la coagulación en donde se separan los componentes sólidos (cuajada) de los componentes líquidos (suero de leche) además que la acidificación inhibe el crecimiento de patógenos o microorganismos no deseados este influirá en la maduración, luego se realiza el escurrido, en donde se termina de extraer todo el suero de leche para que quede solo

la cuajada para luego prensarlo adoptando la forma deseada en moldes, en esta etapa se obtiene como principal residuo el suero de leche y para finalizar se deja madurar por un tiempo determinado según sea el tipo de quesos, para ciertos tipos de quesos se necesita de la adición de consorcios bacterianos, entre otros aditivos (Truchero, 2013).

2.1.3. Residuos de la Industria.

2.1.3.1. Residuos de la Industria Ganadera Bovina.

Los residuos de la industria ganadera bovina son el estiércol y los purines provenientes de los bovinos, que son desechados a cuencas de ríos, suelos, etc. Las características de estos residuos dependerán de los siguientes factores:

- Tipo de ganado: Debido a que cada especie tiene un metabolismo diferente, lo cual varía los componentes de sus excretas.
- Alimentación: La dieta que se suministra al ganado depende del tipo de ganado y de la disposición final de este. La dieta varía para un animal destinado al engorde o para un animal que tiene como finalidad el ordeño.
- Condiciones ambientales: las emisiones de purín en épocas de invierno se incrementan.
- El tipo de establo: Dependerá de las condiciones del terreno, si es un establo tecnificado con suelos de concreto y declives para la recuperación de excretas y purines, o si es un suelo arenoso lo cual evitará que se recupere cantidades menores de estos residuos (Maison, 1998).

a) Estiércol:

El estiércol generado en los sistemas ganaderos puede ocasionar impactos ambientales perjudiciales si no existe un control en el almacenamiento, transporte o aplicación, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, y la acumulación de micro y macronutrientes en el suelo y en los cuerpos hídricos superficiales. Según ASABE (2005), “los volúmenes promedio de estiércol fresco generados cada día de acuerdo con los bovinos son 22 kg/ bovino de engorde, 38 kg/vaca seca y 68 kg/vacas lactantes”.

Algunos estudios muestran la composición del estiércol e incluyen la ingesta, retención y excreción de nitrógeno y fósforo, así como la excreción de otros nutrientes al suelo, como se muestra en la Tabla 1 donde comparan las excretas

de bovinos lecheros de sistemas tecnificados y bovinos lecheros de sistemas de baja productividad.

Tabla 1. Ingesta, Retención y Excreción (kg/año) de Nitrógeno y Fosforo en Bovinos Lecheros.

BOVINOS LECHEROS	CONSUMO		RETENCIÓN		EXCRECIÓN	
	N	P	N	P	N	P
Sistemas Tecnificados	163.7	22.6	34.1	5.9	129.6	16.7
Sistemas con baja Productividad	39.1	6.7	3.2	0.6	35.9	6.1

Fuente: Adaptado de (Pinos-Rodríguez et al., 2012)

b) Purines:

La composición del purín puede variar de unas granjas a otras, este es un material heterogéneo de distintas fases, que poseen una abundante cantidad de materia orgánica cuyo componente principal es el nitrógeno. El nitrógeno orgánico es bastante constante y se presenta en la fase sólida del purín mientras que el nitrógeno inorgánico es bastante variable se presenta en la fase líquida del purín, el nitrógeno inorgánico se encuentre fundamentalmente en forma amoniacal y en una mínima parte como nitritos y nitratos.

Los purines son ricos en potasio y calcio, pero pobres en fósforo inorgánico contienen también cantidades variables de sulfuros, sulfatos y cloruros y cantidades más o menos importantes de oligoelementos y metales pesados. Los componentes que se encuentran en mayor proporción son el hierro, magnesio, zinc y cobre (Maison, 1998).

2.1.3.2. Residuos de la Industria Láctea

Como toda industria, existen diversos desechos como aguas residuales, emisiones y residuos sólidos.

- “Las aguas residuales emitidas contienen una gran cantidad de grasa de la leche, proteínas, lactosa, ácido láctico y suero de leche a su vez

contiene detergentes, ácidos, agentes limpiadores” (Kurnianto, Cahyono, & Budhijanto, 2019).

Se estima que el residuo de suero de leche de los procesos de elaboración de quesos posee una DBO del orden de 40000 a 50000 mg/L. Las aguas residuales de las industrias lácteas son de pH neutro o con inclinación a alcalino, estas se pueden volver ácidas muy rápidamente, debido a la fermentación microbiana de los azúcares. (Bedoya & Sousa, 2009)

Se estima que el suero de leche emitido aproximadamente el 47% se desecha en cuerpos de agua o se descarga en los suelos a lo largo de todo el mundo y sus características lo convierten en un residuo altamente contaminante por si solo cuando se descarga sin ningún tratamiento previo al medio ambiente. (Conde-Báez, Castro-Rosas, Villagómez-Ibarra, Páez-Lerma, & Gómez-Aldapa, 2017)

- Las emisiones son producidas por los calderos para la pasteurización y las emisiones de partículas de polvo del suero de leche o la leche en polvo.
- “Los residuos sólidos son los lodos, productos malogrados o vencidos. El desperdicio de estos alimentos es un reservorio de carbohidratos complejos, proteínas, lípidos y nutraceuticos, estos en conjunto pueden ser reutilizados como materias primas para metabolitos o producción de cepas microbiológicas nativas” (Ravindran & Jaiswal, 2016).

a) Suero de leche

Se estima que para la producción de queso se necesita 10 litros de leche de vaca para obtener de 1 a 2 kilos de queso y de 8 a 9 kilos de suero de leche representando el 90% del volumen de leche utilizada.

Se estima que el suero de leche emitido aproximadamente el 47% se desecha en cuerpos de agua o se descarga en los suelos a lo largo de todo el mundo y sus características lo convierten en un residuo altamente contaminante por si solo cuando se descarga sin ningún tratamiento previo al medio ambiente. (Conde-Báez et al., 2017)

La industria láctea produce tres tipos de suero de leche:

- Suero de leche dulce: que se obtiene a partir de la fabricación de quesos donde la coagulación enzimática se usa un pH de 5,6.
- Suero de leche ácido que se produce cuando la coagulación es por acidificación a un pH menor de 5.
- Suero de cuajada: este es el resultante de la producción de cuajada con un pH de 6.5 (Conde-Báez et al., 2017).

La composición de suero de leche es variable, normalmente está compuesta por 93.1% de agua, 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas, 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles. En la Tabla 2 se muestra la composición de dos tipos de suero de leche en función de gramos por litro de suero.

Tabla 2. Componentes de Lactosuero dulce y ácido.

Componentes	Lactosuero dulce (g/kg de lactosuero)	Lactosuero ácido (g/kg de lactosuero)
Sólidos totales	55 – 75	63.0 – 70.0
Lactosa	40 – 50	44.0 – 46.0
Grasa Bruta	0 – 5	0.0 – 5.0
Proteína	9 – 14	7 – 12
Calcio	0.4 – 0.6	1.2 – 1.4
Fosforo	0.4 – 0.7	0.5 – 0.8
Potasio	1.4 – 1.6	1.4 – 1.6
Cloruros	2.0 – 2.2	2.0 – 2.2
Ácido Láctico	0 – 0.3	7 - 8

Fuente: Adaptado de (Callejas Hernández, Prieto García, Reyes Cruz, Marmolejo Santillán, & Méndez Marzo, 2012)

2.1.4. Importancia de la chala forrajera.

“El maíz es originario de México, y este fue llevado hacia el sur de América. En América se encuentran más del 90% de todas las razas de maíz, de las cuales se han descrito cerca de 260” (Pinedo, Collado, Arias, & Shagarodsky, 2009).

El cultivo de maíz es uno de los más diversificados en todo el mundo, siendo utilizado para la alimentación de humanos y animales de todo tipo como aves, vacunos ya sean para consumo de carne o para la producción de leche.

En los sistemas tradicionales los agricultores del Perú manejan una gran diversidad de cultivos, dentro de los cuales destaca *Zea mays* (maíz). “Las variedades nativas tienen importancia cultural y socioeconómica por sus atributos culinarios, se han reportado cerca de 49 variedades de maíz” (Pinedo et al., 2009).

La producción de forraje y su composición química va a depender de una serie de factores, el más importante la genética del maíz, que tendrá que ver con la adaptación al medio, su producción de forraje. “El período de cosecha es el principal factor que afecta la calidad nutritiva del maíz que variarán de la temporada en la que se cosechó; distintas investigaciones reportan que en las épocas de primavera – verano, presentaron características aceptables para la conservación de la chala” (Domínguez, Ronquillo, Cedeño, Vara, & González, 2009).

El cultivo de maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40 a 95 t/ha en un corto tiempo, y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentre el cultivo en el momento de la cosecha. El contenido de materia seca varía de 15% a 25% en la planta verde y la composición química es de 4 a 11% de proteína cruda, 1 a 3,5% de extracto etéreo, 27 a 35% de fibra cruda, 34 a 55% de extracto libre de nitrógeno y de 7% a 10% de cenizas, en materia seca. “Se estima una digestibilidad media de 60%, con valores mínimos de 40% en cultivos muy maduros, y valores máximos de 71% en los cultivos jóvenes” (Amador & Boschini, 2000).

2.1.4.1. Métodos de Conservación de la Chala Forrajera.

El maíz, además de utilizar los granos para la alimentación de ganado vacuno, encuentra un amplio uso como forraje verde y ensilado, el cultivo de esta planta para forraje estaba extendida debido principalmente a la antigua y amplia cultura del cultivo de maíz para la producción de granos. (Amador & Boschini, 2000)

El rastrojo de maíz, residuos de cosecha y otros subproductos son destinados de forma fresca para la alimentación de animales domésticos, la preservación de estos residuos para utilizarlos en un futuro, asegurando el alimento de los animales en

tiempos de escasez. “El valor nutricional dependerá del estado de madurez, los procesos mecánicos, y el tamaño de corte, su uso está condicionado al nivel de infestación del forraje, el método de conservación, el contenido en pared celular y degradabilidad de esta” (Domínguez et al., 2009). Existen tres tipos de conservación de forrajes:

a) Henificación:

La henificación del maíz consiste en el picado de los residuos y su secado hasta la evaporación del 80% - 90% del agua, logrando su posterior almacenaje, con la finalidad de evitar el enmohecimiento. “Para lograr mayor cantidad de materia seca de calidad, se debe dar prioridad al corte de los residuos de la cosecha del maíz, donde las hojas poseen mayor calidad nutritiva y mantienen esta calidad por más tiempo nutritiva a diferencia de los tallos”. (Domínguez et al., 2009)

b) Ensilaje

El silaje de maíz es uno de los forrajes que se usa ampliamente por los altos rendimientos de materia seca, no requiere de ningún tratamiento previo para su ensilado, pero posee una baja proporción de proteína bruta y minerales. Es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas, la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismo, siendo el oxígeno perjudicial para este método ya que habilita microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO_2 y H_2O . “Este tipo de alimento se emplea para manejar ganado en forma intensiva, semi intensiva o estabulada” (Custodio, Gallardo, & Ordoñez, 2016).

2.1.5. Impacto Ambiental de la Industria.

2.1.5.1. Impacto ambiental de la Industria Ganadera Bovina.

Los bovinos poseen un sistema digestivo que tiene la capacidad de aprovechar y convertir material fibroso con altos contenidos de carbohidratos estructurales, en alimentos de alta calidad nutritiva, la carne y la leche. “Este sistema digestivo también produce metano, por lo que es considerado un potente gas de efecto invernadero que contribuye con aproximadamente el 18% del calentamiento global” (Carmona, Bolívar, & Giraldo, 2005). “Debido a que es responsable del 18% de emisiones de gases de efecto invernadero, además de la producción del

37% de metano (CH_4) y del 65% de las emisiones de óxido nitroso (N_2O)” (González et al., 2015).

En los últimos años la producción de metano debido a la producción animal toma una gran relevancia debido a los efectos negativos que ocasionan en el medio ambiente, en Latinoamérica, la producción ganadera de carne, leche y doble propósito es una de las principales actividades agrícolas dejan una importante huella ambiental.

Los estudios comparativos de impacto ambiental entre sistemas de producción animal extensivos y tecnificados son escasos, sugieren que los sistemas de producción de leche de tipo orgánico impactan menos al agua y al suelo, pero emiten gases de efecto invernadero, comparados con los sistemas de producción de leche convencionales.

2.1.5.2. Impacto ambiental de la Industria Láctea.

En la industria láctea dedicada a la producción de quesos se elimina casi el 90 % de la leche utilizada en forma de lactosuero, el cual es uno de los subproductos más contaminantes que existen en la industria alimentaria. Este contiene el 55 % de nutrientes como lactosa, proteínas, materia grasa y sales minerales (Guerra, Castro, & Tovar, 2013).

En el caso de lactosuero, provenientes de la industria de productos lácteos, este genera un grave problema medio ambiental, afectando física y químicamente la estructura del suelo, ocasionando un bajo rendimiento de los cultivos agrícolas, en caso de corrientes de agua reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto. Por cada 100 kg de lactosuero producido los valores de DBO_5 y DQO pueden llegar a 5 kg y 10 kg respectivamente. Lo que quiere decir que al transformar cerca de 100.000 litros de leche en la industria quesera genera una contaminación equivalente a una población de 55.000 a 65.000 habitantes (Cáceres, 2012).

Los principales efectos al medio ambiente son generados en los procesos de elaboración de quesos, estos se ven incrementados con las operaciones auxiliares utilizadas para garantizar la calidad del producto como detergentes y desinfectantes para mantener las condiciones higiénicas de los equipos, aportando energía y cantidades excesivas de agua. (Cáceres, 2012)

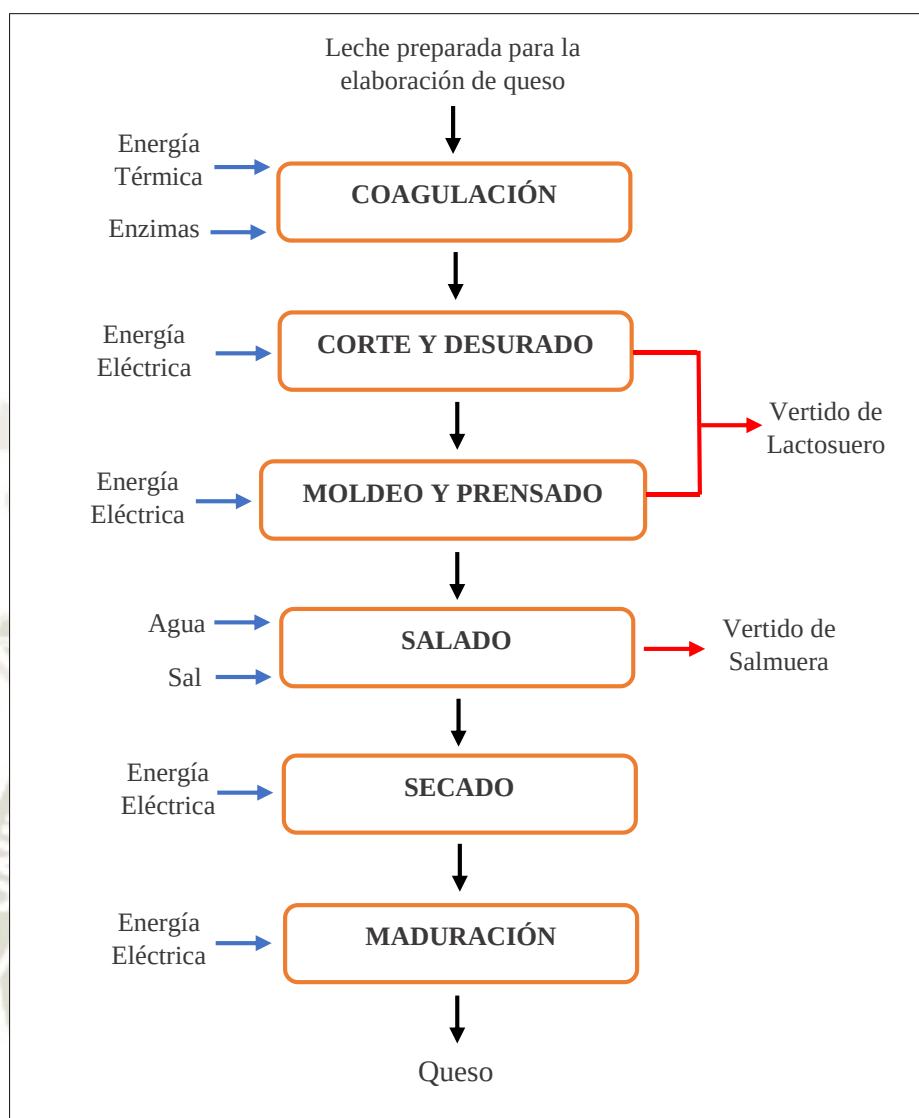


Figura 1. Diagrama de Procesos para la Elaboración de Quesos; Ingresos y salidas.

Fuente: Elaboración propia basada en (CAR/PL, 2002)

En la Figura 1 se identifican los procesos y los desechos que estos dejan; el lactosuero y el vertido de salmuera que también contiene lactosuero representan los residuos líquidos más contaminantes de esta industria.

Con la implementación de plantas de tratamiento han logrado reducir el impacto ambiental de los residuos líquidos de la industria láctea, pero esta representa un costo elevado de inversión para su funcionamiento y mantenimiento, es por ello que se ha planteado el tema del aprovechamiento del residuo, en este caso el lactosuero posee una variedad extensa de reaprovechamiento, se emplea para productos alimenticios, como bebidas, cremas para untar, mantequilla, concentrado proteico, lactosa,

proteínas en polvo, suero en polvo desmineralizado y quesos como el quesillo, basándose en el aprovechamiento de los nutrientes que posee el lactosuero dándole un valor agregado a los residuos (Cury, Aguas, Martínez, Olivero, & Ch, 2017).

2.2. Abonos orgánicos

2.2.1. Biofertilizantes líquidos

Los biofertilizantes son usados como abonos orgánicos por sus propiedades, fitorreguladores, fitosanitarios y fitonutrientes. Su calidad tiene una variación de un digestor a otro, de una época de preparación a otra, etc., dependiendo de la composición microbiológica y bioquímica de sus ingredientes, especialmente de los estiércoles que se emplearon para su elaboración. (Restrepo, 2007)

Son el resultado de la fermentación o descomposición por la acción de microorganismos de materia orgánica disuelta en agua, transformando elementos que no podrían ser aprovechados directamente por las plantas en sustancias fácilmente asimilables por las mismas, como por ejemplo el estiércol o los minerales, ya que estos promueven una mejor nutrición de la planta y, a partir de la misma, su resistencia a los ataques de insectos y enfermedades. (IPES/ FAO 2010)

Dentro de los compuestos orgánicos tenemos a los biofertilizantes líquidos que son uno de los más utilizados porque aporta nutrientes esenciales para las plantas. “Puede ser utilizado de diversas maneras, siendo que, el método más eficiente es la aplicación es de pulverizaciones foliares, porque promueven un efecto más rápido en la absorción de los nutrientes” (Medeiros y Lopes, 2006). “El uso constante del biofertilizante promueve un efecto natural de repelencia, principalmente porque posee olores y aromas no atractivos para los insectos-plagas” (Pinedo Panduro, M., et al. 2018).

Los biofertilizantes basados en microorganismos rizosféricos son una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la productividad de los agrosistemas sostenibles, entre los microorganismos que habitan en la rizósfera, varias especies bacterianas, conocidas como rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas, pueden promover el crecimiento de las raíces y las plantas; sus mecanismos de acción son directos o indirectos; y cada uno puede actuar de forma independiente, con la

capacidad de promover respuestas fisiológicas específicas en las células vegetales y controlar las funciones (González-Díaz, A., et al. 2019)

2.2.2. Beneficios de los biofertilizantes

Los biofertilizantes favorecen en la fijación de nitrógeno y a la solubilización de otros nutrientes como el fósforo y potasio, que pueden reducir los costos de producción, coadyuvar al incremento de los rendimientos y favorecer los factores ecológicos en todos los agroecosistemas. (Carcaño-Montiel et al., 2006)

Actualmente, el incremento de la concientización por el cuidado del medio ambiente y la clara evidencia del daño ambiental que es causada por los agroquímicos a hecho que los agricultores, vean como una interesante alternativa el uso de los biofertilizantes; así como el aumento de microempresas productoras de abonos orgánicos que incluyen los biofertilizantes y la producción de estos insumos por los propios productores, que los introducen a un manejo más sustentable del suelo, estas prácticas van en aumento tanto en la agricultura tradicional como orgánica siendo una tecnología agrícola más avanzada, también se está incluyendo estrategias de suministro de nutrientes a los cultivos (hortalizas y cultivos de grano), integrando una sinergia de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes y humus de lombriz; todo ello dentro del marco de la sustentabilidad, para disminuir los daños provocados al ambiente, a la calidad de vida de las personas y los animales por los métodos irracionales que se han venido empleando en los últimos años (Fundación Produce, 2006).

La mayor demanda de los biofertilizantes por los productores agrícolas vienen siendo los fermentados líquidos (compostas líquidas y biofertilizantes líquidos) que al aplicarse al suelo tienen importantes beneficios entre los que destacan, el aumento en los nutrientes, el mejoramiento de la capacidad del suelo para retener agua; mejores condiciones físicas para el desarrollo de las raíces y el laboreo del suelo; control de algunas enfermedades del suelo que causan la pudrición de raíces, y un aumento en la actividad microbiana. (Bojórquez, A. D. A., et al. 2010)

Así, la elaboración de biofertilizantes fortalece la autogestión campesina ya que esto significa una vía fundamental para fomentar la investigación participativa y la creatividad de los productores agropecuarios en sus propios campos. (Pacheco, 2006)

2.2.3. Aplicaciones en los cultivos

El uso de biofertilizantes comprende una práctica de manejo primordial en la rehabilitación de la capacidad productiva de aquellos suelos que han sido degradados por las malas prácticas realizadas por los propios productores agropecuarios. La incorporación de residuos vegetales o estiércol incrementa la actividad y cantidad de la biomasa microbiana del suelo, que en los cultivados varía de 100 a 600 mg kg⁻¹, una importante alternativa de mejorar el manejo del estiércol para contrarrestar la pérdida de nutrientes es separarlo en sus fracciones líquida y sólida, e incorporar el compost o inyectar la fracción líquida al suelo o a cualquier otro sustrato en distintos sistemas de producción de tal forma que el éxito de estos productos radica en la forma de elaboración, calidad del compost, tipos de microorganismos identificados en el proceso de fermentación, en la forma como se almacenen los biopreparados y el método de aplicación. (Fortis-Hernández, M., et al. 2009).

El uso de biofertilizantes en cultivos básicos ha dado resultados satisfactorios en muchas regiones, ya que al inocularlos a las semillas favorecen la velocidad de captación de nutrimentos de las plantas por efecto directo en las raíces, así como hacer más eficiente la absorción de los mismos, Además, permiten reducir hasta la mitad el uso de fertilizantes sintéticos, fundamentalmente el nitrógeno, fósforo y potasio. Al reducir la fertilización química disminuye también los costos de producción de maíz, se aprovecha el fósforo y potasio nativo del suelo, y se reduce el efecto acidificante de los fertilizantes nitrogenados amoniacales, al aplicar biofertilizantes, el incremento en los componentes de rendimiento de cultivos de maíz se debe al suministro de nitrógeno que se aporta a través de los distintos biofertilizantes aplicados, lo que ayuda a la incorporación de nitrógeno a la planta. También se puede señalar que la eficiencia del fósforo aplicado como fertilizante químico es menor a 20%, sobre todo en suelos con pH ácidos o alcalinos, en los que 80% de fósforo restante se fija al suelo en poco tiempo y no puede ser utilizado por el cultivo. De acuerdo al autor se muestra que los biofertilizantes incrementan sus rendimientos de sus cultivos de maíz por efecto de la aplicación de microorganismos benéficos. (Reyes, L. M., et al. 2018).

En el caso de la fruticultura es recomendable aplicar los biofertilizantes en periodos quincenales o mensuales, dependiendo del estado fenológico del cultivo y así mismo, cabe señalar que no se debe aplicar el biofertilizante cuando las plantas se encuentren en la etapa de floración para evitar repeler a los agentes polinizadores. En relación a la fertilización

foliar con biofertilizantes en plantas frutales los estudios son escasos. En tal sentido, urge la necesidad de generar e innovar tecnologías de fertilización orgánica para el pequeño productor y asegurar el éxito de la agricultura familiar en suelos fragmentados y con muy baja carga orgánica, los mismos que podrían ser enriquecidos con biofertilizantes elaborados a partir de sus propios agroresiduos (Pinedo Panduro, M., 2018).

Por otro lado, la aplicación de estiércol orgánico y biofertilizantes mostró grandes ventajas en materia seca, rendimiento y contenido de nutrientes en el grano ya que cuenta con el potencial de disminuir el uso de los fertilizantes químicos sin causar algún tipo de merma en el rendimiento de granos. Sin embargo, hay literatura limitada disponible sobre cómo el estiércol orgánico o enmiendas de estiércol de granja y biofertilizantes combinados con fertilizantes químicos reducidos puede aumentar el rendimiento de grano y los componentes de rendimiento en el trigo de invierno. (Cisse, A., et al. 2019).

2.2.4. Tipos de biofertilizantes

Existen dos tipos de biofertilizantes, los aeróbicos que se producen en presencia de oxígeno y los anaeróbicos que se elaboran en ausencia del mismo. Así mismo, también se encuentran los biofertilizantes enriquecidos, cuando se les añaden compuestos o elementos minerales para tener un producto más completo que aporte más nutrientes a las plantas. Dentro de la rama de biofertilizantes enriquecidos, se puede encontrar a los biofertilizantes acelerados, estos son producidos a partir de materias orgánicas que pasan por un proceso de fermentación anaeróbica, en este caso una fermentación láctica, con la participación de un consorcio microbiano de bacterias ácido lácticas, estas bacterias aceleran el proceso de biodegradación, obteniendo como resultado un biofertilizante acelerado libre de bacterias patógenas y con altos niveles de nutrientes, los mismos que son altamente beneficiosos para las plantas. (López Sánchez, 2018).

2.2.5. Marco legal

Actualmente, existe una ineficiente política ambiental que monitoree, fiscalice y sancione un manejo inadecuado en la gestión de los residuos sólidos agropecuarios que se generan en la industria cárnica, porcina o quesera. Pero se tiene una base en la cual cada industria mencionada puede guiarse y basarse en realizar una gestión de sus residuos sólidos (PWI, 2015).

Este marco legal incluye normas referidas a la institucionalidad ambiental de gestión de residuos sólidos agropecuarios, mediante las cuales se establecen las competencias de cada

ente para decidir o actuar en relación a una serie de materias que le son atribuidas para su gestión (PWI, 2015).

Ley N° 26842, ley general de Salud (Congreso de la Republica, 1997)

o Artículo 103°: La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tiene la obligación de mantenerlo dentro de los estándares para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

o Artículo 104°: Toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

Reglamento Tecnológico de Carnes (D.S N ° 22- 95- AG) (MINAGRI, 1995)

o Artículo 08°: las instalaciones mínimas del camal. □ Desagües: Deberán contar con sistemas de colectores que garanticen el flujo de aguas servidas y con canales de buena pendiente, contarán con tratamiento primario de sólidos suspendidos y con lechos de secado; el efluente resultante sólo será evacuado al colector público previo tratamiento según el reglamento 14 de Control Sanitario para la Apertura y Funcionamiento de Plantas Industriales (D. S. 029-65-DGS). □ Equipos de desnaturalización: Instalaciones para desnaturalizar y destruir los decomisos y condenas. Comprenden equipos tales como biodigestores, incinerador o crematorio y autoclaves.

Reglamento del sistema sanitario porcino. D.S N°002-2010-AG (MINAGRI, 2010)

o Artículo 24.- Manejo de cerdos muertos y sus desechos: las granjas tecnificadas y semitecnificada deberán contar con silos o instalaciones adecuadas para disponer de los animales muertos, fetos, placentas u otros, para minimizar el riesgo sanitario. o Anexo 2.- Medias de bioseguridad para establecimiento de porcinos en crianza tecnificada y semitecnificada.

□ De los desechos de origen animal.

El establecimiento deberá poseer un lugar apropiado, destinado a la eliminación de todos los cadáveres y desechos animales, aislados y separados de cerdos, limitado por un cerco que impida el acceso de roedores y aves.

☐ De los efluentes y excretas

El establecimiento con cerdos en crianza tecnificada, debe contar con un sistema de tratamiento de todos los desechos (líquidos y sólidos), de modo tal que no produzcan un impacto negativo en el medio ambiente que afecte a zonas urbanas, la napa freática o cursos de agua.

Reglamento de manejo de los residuos sólidos del sector agrario. D.S N° 0162012-AG. (MINAGRI, 2012)

o Artículo 1.- Objetivos del Reglamento: Regular la gestión y manejo de los residuos sólidos generados en el Sector Agrario, en forma sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de prevención y minimización de riesgos ambientales, así como la protección de la salud y el bienestar de la persona humana, contribuyendo al desarrollo del país.

Objetivos específicos de este reglamento son: ☐ Asegurar el cumplimiento de las disposiciones legales para el manejo de residuos sólidos con la finalidad de prevenir riesgos sanitarios, proteger la calidad ambiental, la salud y bienestar de las personas, estableciendo las acciones necesarias para dar un adecuado tratamiento técnico a los residuos de las actividades de competencia del Sector Agrario. ☐ Regular la minimización de residuos, segregación en la fuente, reaprovechamiento, valorización, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos derivados de las actividades agropecuarias y agroindustriales. ☐ Promover, regular e incentivar la participación de la inversión privada en las diversas etapas de la gestión de los residuos sólidos, promoviendo, en particular, el reaprovechamiento ecoeficiente de los recursos que puedan ser generados a partir de los residuos sólidos no peligrosos agropecuarios y agroindustriales.

o Artículo 9.- Plan de manejo de residuos sólidos: El Plan de Residuos Sólidos, deberá formar parte del Plan de Manejo Ambiental contenido en el instrumento de Gestión Ambiental que corresponda.

Para aquellos proyectos, actividades y/u obras que no les corresponden instrumentos de gestión ambiental, deben desarrollar su respectivo Plan de Manejo de Residuos, el cual debe ser presentado ante la autoridad ambiental competente del sector Agrario para su respectiva aprobación.

Cada plan de manejo incluirá los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para lograr una adecuada gestión de los residuos sólidos.

Conjuntamente con la Declaración de Manejo de Residuos Sólidos del año anterior, el generador debe presentar en formato digital e impreso ante la autoridad ambiental competente del Sector Agrario, el respectivo Plan de Manejo de Residuos Sólidos que va a ejecutar en el siguiente año, dicho plan deberá ser refrendado por la empresa operadora de residuos sólidos.

o Artículo 10.- Contenido del plan de manejo residuos sólidos: El Plan de Manejo de Residuos sólidos deberá cumplir con los objetivos del presente Reglamento y debe considerar lo siguiente:

Datos generales de la actividad:

☐ El Plan de manejo de residuos sólidos deberá estar sellado y firmado por el titular del proyecto o de la actividad y un profesional colegiado con especialización y experiencia en gestión y manejo de residuos sólidos. ☐ Describir la actividad que desarrolla, incluyendo el flujo de insumos e identificando los puntos en que se generan los residuos sólidos.

Características de los residuos:

☐ Caracterizar los residuos sólidos tanto peligrosos y no peligrosos, estimando los volúmenes.

Manejo de residuos sólidos generados.

- ☐ Determinar medidas alternativas de minimización y valoración de residuos sólidos.
- ☐ Determinar procedimientos internos de recojo, segregación, almacenamiento, reciclaje y traslado de residuos sólidos.
- ☐ Definir los equipos, rutas, calendarios y señalización que deberán emplearse para el manejo interno de los residuos sólidos. (adjuntando un plano con la infraestructura básica).
- ☐ Determinar un plan de contingencia ante un evento inesperado que genere derrame, incendio o exposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.
- ☐ Elaborar un formato de registro de residuos sólidos, considerando cantidad, peso, volumen, identificación, peligrosidad y otras características.

☐ Otros que pudieran ser considerados y aprobados por la normatividad vigente. Educación Ambiental en manejo de residuos.

☐ Elaborar un programa de capacitación para el personal responsable de la generación y manejo de los residuos sólidos de la actividad.

☐ Diseñar actividades de difusión y educación ambiental en la gestión del manejo de residuos sólidos con sus trabajadores, usuarios, instituciones y/u otros grupos de interés haciendo uso de los diversos medios de comunicación. Todo lo que se consigue en el Plan de manejo de residuos sólidos será exigible desde su aprobación.

Educación ambiental en manejo de residuos:

☐ Elaborar un programa de capacitación para personas responsables de la generación y manejo de los residuos sólidos de la actividad.

☐ Diseñar actividades de difusión y educación ambiental en la gestión del manejo de residuos sólidos con sus trabajadores, usuarios, instituciones y/o otros grupos de interés haciendo uso de diversos medios de comunicación.

o Artículo 24.- Tratamiento de residuos orgánicos: Los residuos orgánicos, que se generen en las actividades del Sector Agrario, deben recibir tratamiento con la finalidad de reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contienen, recuperar materia o sustancias valorizadas, facilitar su uso como fuente de energía, favorecer la disposición del rechazo y en general, mejorar la gestión del proceso de valorización.

El tratamiento de los residuos peligrosos puede ser realizado por el generador y de no contar con un sistema de tratamiento, deberá utilizar los servicios de una EPS- RS autorizados para tal fin.

o Artículo 25.- Residuos de limpieza de cursos o cuerpos de agua: El manejo de los sedimentos o lodos provenientes del dragado de cursos o cuerpos de aguas continentales, que se realiza con fines de limpieza, se ejecuta con la autorización de la Autoridad nacional del Agua, previo opinión técnica favorable de la autoridad de salud, indicando: ☐ Las características físicas, químicas y biológicas del material a retirar ☐ La metodología de extracción ☐ La tecnología de tratamientos o disposición final.

o Artículo 32.- Del transporte de residuos:

☐ 32.1.- El traslado de los residuos dentro de las instalaciones del generador puede ser realizado con cualquier vehículo apropiado para este fin. Toda operación de transporte de residuo fuera de las instalaciones del generador debe ser realizada por una EPS-RS o EC.RS.

☐ Tratándose del transporte de residuos sólidos peligrosos, el transporte se hará a través de la empresa autorizada por el Sector Transporte y Comunicaciones de acuerdo con lo dispuesto por la Ley N° 28256, Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y su reglamento, aprobado mediante el D.S N° 0.21-2088- MTC.

El transporte de residuos peligrosos debe cumplir con las condiciones de manejo señaladas en el título VI del presente Reglamento.

o Artículo 33.- Obligaciones y responsabilidades del generador: Los generadores de residuos sólidos tienen el deber de:

☐ Manejar los residuos generados de acuerdo a las disposiciones del presente reglamento o de la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

☐ Clasificar los residuos a generar o que genera, diferenciando los residuos peligrosos de los no peligrosos

☐ Contar con áreas o instalaciones apropiadas para el acopio, transporte y almacenamiento de los residuos, en condiciones tales que eviten la contaminación del lugar o la exposición de su personal o terceros, a riesgos relacionados con su salud y seguridad. De ser necesario, el generador dispondrá de áreas o instalaciones para el acopio y almacenamiento intermedio y central de residuos, las cuales deben cumplir con estándares de manejo similares, de acuerdo a la normativa vigente.

☐ Acondicionar en las infraestructuras debidamente construidas, aprobadas y/o autorizadas, de conformidad con la legislación vigente, espacios para el acopio, tratamiento, transporte interno y disposición final a los residuos sólidos que generen.

☐ Conducir un registro centralizado y permanente actualizado con datos por los menos mensualizados, sobre la generación y manejo de los residuos en las instalaciones bajo su responsabilidad, dando cuenta de lo siguiente. o Caracterización de residuos o Número y localización de las áreas e infraestructura de manejo de residuos habilitadas. o Número y localización de contenedores diferenciados por tipo de residuos. o Movimientos de entrada

y salida de residuos sólidos peligrosos. o Tipo y cantidad de residuos reaprovechados y lugar de reaprovechamiento o Tipo y cantidad de residuos entregados a EPS- RS y EC- RS, y el lugar de destino

o Datos de la EPS-RS y EC-RS

- ☐ Verificar la vigencia y alcance de las autorizaciones y licencias otorgadas a la EPS-RS y EC-RS que hubieren sido contratadas.
- ☐ Presentar la declaración de manejo de residuos sólidos dentro de los quince primeros días hábiles de cada año, por cada tipo de residuo, ante la autoridad ambiental del Sector Agrario.
- ☐ Presentar para su aprobación, el plan de manejo de residuos sólidos, ante la autoridad ambiental del Sector Agrario.
- ☐ Presentar en los quince primeros días de cada mes, los documentos originales del manifiesto de manejo de residuos sólidos peligrosos acumulados del mes anterior ante la autoridad ambiental del Sector Agrario.
- ☐ Presentar para su aprobación, el plan de contingencias y aplicarlo ante situaciones de emergencia.
- ☐ Brindar facilidades necesarias para que la autoridad de salud, la autoridad ambiental del Sector Agrario pueda cumplir con las funciones establecidas en la Ley general, reglamento de la ley y el presente reglamento.
- ☐ Conservar la información que sustenta las declaraciones e informes remitidos ante las autoridades competentes, durante un plazo no menor de 5 años y tenerla a disposición para facilitarla a los supervisores correspondientes, a su requerimiento.
- ☐ Cumplir con los otros requerimientos previstos en el presente reglamento y otras disposiciones en materia de residuos sólidos vigentes.

2.3.Insumos del biofertilizante

2.3.1. Estiércol de ganado vacuno

La dosis de aplicación de estiércoles y composta depende de múltiples factores tales como el tipo de suelo, de cultivo y de las características del abono orgánico, también se muestra que los abonos orgánicos son una alternativa efectiva para suplir la fertilización inorgánica. Esto debido a que los abonos orgánicos abastecen al suelo de nutrientes importantes como

el N y los demás elementos esenciales que contiene la composta, como se puede observar en la siguiente tabla (Tabla 3).

Tabla 3. Contenido de N, P y Ca en los abonos orgánicos.

	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Calcio (%)
Bovino	1.8	0.14	2.5
Caprino	2.0	0.14	2.4
Composta	1.5	0.11	3.5
Gallinaza	2.8	0.90	5.2

Fuente: Mtz, J. D. L., et al. 2001.

La aplicación de estiércol orgánico y biofertilizantes mostró grandes ventajas en materia seca, rendimiento de granos de maíz y contenido de nutrientes en el grano, y tenía el potencial de reducir los fertilizantes químicos sin disminuir el rendimiento de granos.

Se han dedicado esfuerzos para elaborar biofertilizantes con enmiendas de estiércol orgánico y biofertilizantes que se consideran formas factibles de lograr este objetivo sin mermar los rendimientos de cultivos de granos de maíz. La utilización de estiércol orgánico puede mejorar la fertilidad del suelo, incrementar el carbono del suelo y obtener resultados interesantes en cuestión a su rendimiento en comparación con la utilización de fertilizantes inorgánicos (Cisse, A., et al. 2019).

2.3.2. Lactosuero

El lactosuero o también llamado suero lácteo o suero de queso es un líquido que se disgrega de la leche cuando esta se coagula para la producción del queso, son todos los componentes de la leche que no se integran en la coagulación de la caseína. Se sabe que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede elaborar de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de suero. Al comprender cerca del 90% del volumen de la leche, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche. La composición varía de acuerdo al origen de la leche y el tipo de queso producido, pero en términos generales el contenido es de 93.1% de agua, 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas (minerales), 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles aproximadamente. Al rededor del 70% de la proteína cruda que se encuentra en el suero corresponde a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína, como son inmunoglobulinas, alfa-lactoglobulina, beta-lactoglobulina, enzimas nativas y proteosa-peptonas. Según su acidez, el suero se puede

dividir en dulce (pH mayor de 8), medio ácido (pH 5-5.8) y ácido (pH menor a 5). En México, el suero que se elabora es dulce y medio ácido. (Valencia y Ramírez, 2009).

El suero de leche comprende el residuo líquido principal de la producción de quesos y caseína, es una de las mayores reservas de proteínas alimentarias que se encuentran aún fuera de los canales del consumo humano. En la actualidad, se sigue desperdiciando una gran proporción de los litros totales que se generan día a día. En muchas partes del mundo, se considera al suero como un componente de escaso interés, no deseable y de un alto costo de eliminación (Schaller, 2009).

Los tipos más comunes de suero de leche viene a ser dos: el dulce y el ácido. El suero dulce se consigue de la fabricación del queso a través del uso de enzimas proteolíticas o cuajo, las cuales actúan sobre las caseínas de la leche y las dividen, provocando que éstas se desestabilicen y se precipiten, todo ello bajo condiciones específicas de temperatura, aproximadamente entre 15-50 °C, con un pH levemente ácido. Por otro lado, el suero ácido se produce a través de la precipitación ácida de la caseína, la cual se logra a partir de la disminución del pH de la leche a un valor de 4.5 o 4.6. A este pH se alcanza el punto isoeléctrico de la mayoría de las caseínas presentes en este punto, la carga eléctrica neta de la proteína es igual a cero, lo cual provoca que la micela de caseína se desestabilice y precipite, quedando en solución solo las proteínas de tipo séricas. (Hernández-Rojas, et al. 2014).

En la Tabla 1 se puede observar la composición detallada de los sueros de leche dulce y ácida, identificándose que el dulce cuenta con una mayor concentración de lactosa y proteína, en comparación al ácido. Sin embargo, el suero de leche ácido contiene una mayor cantidad de fósforo y calcio con respecto al suero de leche dulce. (Hernández-Rojas, et al. 2014).

Tabla 4. Composición de suero de leche dulce y suero de leche ácido

Componente (g/L)	Suero de leche dulce	Suero de leche ácido
Sólidos totales	63.0-70.0	63.0-70.0
Lactosa	46.0-52.0	44.0-46.0
Grasa	0.0-5.0	0.0-5.0
Proteína	6.0-10.0	6.0-8.0
Calcio	0.4-0.6	1.2-1.6
Fósforo	0.4-0.7	0.5-0.8
Potasio	1.4-1.6	1.4-1.6
Cloruros	2.0-2.2	2.0-2.2

Fuente: (Hernández-Rojas, et al. 2014).

El suero de quesería cuenta con una alta capacidad contaminante, con una DBO5 que varía entre 30 000 y 50 000 mg/l además de la cantidad de ácido láctico presente, variará en forma significativa los procesos biológicos que se desarrollan en las plantas de tratamiento, como consecuencia de esto, se producirá un incremento en los costos (Valencia y Ramírez, 2009).

2.3.3. Melaza

La melaza, un subproducto de las actividades agroindustriales, proviene de la cristalización del jugo concentrado de la caña de azúcar. Una porción de esta es utilizada para la alimentación animal y otra se usa en la producción de alcohol carburante para su exportación, para la elaboración de lácteos y múltiples productos biotecnológicos. Los principales elementos de la melaza son el agua y los carbohidratos. Los valores promedio de los componentes de la melaza se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Composición de la melaza de caña de azúcar.

Componente	Composición (%)
Agua	20
Sacarosa	35
Glucosa	7
Levulosa	9
Otras sustancias reductoras	3
Otros carbohidratos	4.1
Cenizas	12
Compuestos nitrogenados	4.5
Compuestos no nitrogenados	5
Ceras, esteroides y esterofosfolípidos	0.4

Fuente: Elaboración propia basada en (Vega-Baudrit, J., et al. 2007).

La miel o melaza “blackstrap”, han sido usados para el cultivo de bacterias ácido lácticas a nivel industrial por lo que es un líquido viscoso de color oscuro, denso, y que además posee sales y otros elementos solubles en álcali; es un producto final de la fabricación o refinación de la sacarosa, glucosa y fructosa que provienen del cultivo de caña de azúcar; así mismo, contienen sustancias no fermentables y melanoidinas (a base de nitrógeno), derivados a partir de la condensación del azúcar y amino compuestos, este subproducto es mayormente destinado para la elaboración de alimentos concentrados de animales y como un suplemento alimenticio para el hombre, a pesar que, actualmente su costo es dependiente de factores adicionales, como el tema de biocombustibles, por ejemplo. Ello hace necesario analizar las condiciones que suministra el sustrato a estos microorganismos (Ossa, J. et al. 2010).

“En pruebas de fermentación aporta con la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, para que el proceso se potencialice, además de aportar minerales y aminoácidos” (Restrepo, 2007).

2.3.4. Biolac

Es un producto comercial de inocuidad microbiológica, al estar compuesto por *Lactobacillus* y haber ausencia relativa de mohos, coliformes fecales y coliformes totales en su composición (Guccione, 2009), debido al pH ácido de 3.5 que ellos mismos producen y que cuentan con la capacidad de tolerar, se mantienen estables por largos periodos de tiempo (Román, 2012). Su uso en la elaboración de biofertilizantes convierte las excretas del ganado en un producto inocuo, ya que activa y desarrolla la fermentación homoláctica (Román, 2012). Por otro lado, se usa en ganadería y agricultura para la disminución de olores poco agradables y como una enmienda orgánica, respectivamente.

Como se puede observar en la tabla 6 las levaduras presentes en el Biolac realizan la fermentación de azúcares, produciendo alcohol o ácido láctico (Gordón 2013), y a pesar que se encuentran junto con las bacterias ácido lácticas, éstas no son perjudiciales (García, 2008). El Biolac también posee bacterias mesófilas viables (3.3×10^4 UFC/ml) con capacidad de desarrollarse en ambientes a 30°C , las cuales toleran ambientes con pH ácido, a comparación del resto de bacterias, además son mesófitas, aunque son capaces de vivir en un rango de 5°C a 45°C , teniendo como temperatura óptima un rango entre 25°C y 35°C (Martin, 2002).

Tabla 6. Análisis microbiológico del Biolac.

Análisis Microbiológico	Resultado
Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/ml)	7×10^7
Recuento de levaduras (UFC/ml)	2.5×10^5
Recuento de mohos (UFC/ml)	<10 (Ausente)
Recuento de bacterias mesófitas viables (UFC/ml)	3.3×10^4
Recuento de coliformes totales (NMP/ml)	<3 (Ausente)
Recuento de coliformes fecales (NMP/ml)	<3 (Ausente)

Fuente: Elaboración propia basada en (García, 2008).

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Evaluación de los indicadores de productividad del cultivo de maíz

3.1.1. Materiales

3.1.1.1. Material de campo

- Biofertilizante líquido (En base a lactosuero, estiércol, azúcar y biolac)
- Sistema de riego por goteo
- Equipo de riego (“Cabezal” o Centro de Control)
- Fertilizantes químicos
- Herramientas
- Libreta de campo
- Mochila fumigadora
- Estacas y letreros
- Planillas
- Tractor
- Cinta métrica
- Clorofilómetro

3.1.1.2. Material Biológico

- Semillas de maíz forrajero Atlas 777.

3.1.1.3. Laboratorio

- Balanza de precisión
- Regla
- Bisturí
- Vernier
- Papel toalla
- Bandejas

3.1.1.4. Material de Escritorio

- Computador personal

- Útiles de escritorio
- Calculadora
- Papelería en general
- Impresora y escáner

3.1.2. Historial del campo experimental

3.1.2.1. Ubicación geográfica

Este trabajo de investigación se instaló en el campo de la asociada de la CAL ASPAM, Justa Quispe, ubicado en la parcela 60 del Asentamiento B3 de la Irrigación Majes, ubicada a una Latitud $16^{\circ}20'51.87''$ S, Longitud $72^{\circ}16'53.39''$ O, a 1276 msnm, en el distrito de Majes, provincia de Caylloma, en la región Arequipa.

El campo en su totalidad contaba con un área de $12,269.73 \text{ m}^2$ y un perímetro de 444.33 m.



Fuente: Google Earth (2019)

Figura 2. Ubicación del perímetro total del lugar de experimentación.

3.1.2.2. Ubicación temporal

El trabajo de investigación inició con la preparación del terreno y siembra en el mes de octubre del año 2018 y culminó con la cosecha del cultivo en el mes de febrero del año

2019; todo ese periodo conllevó a la etapa experimental, siguiendo una etapa de análisis y procesamiento de datos.

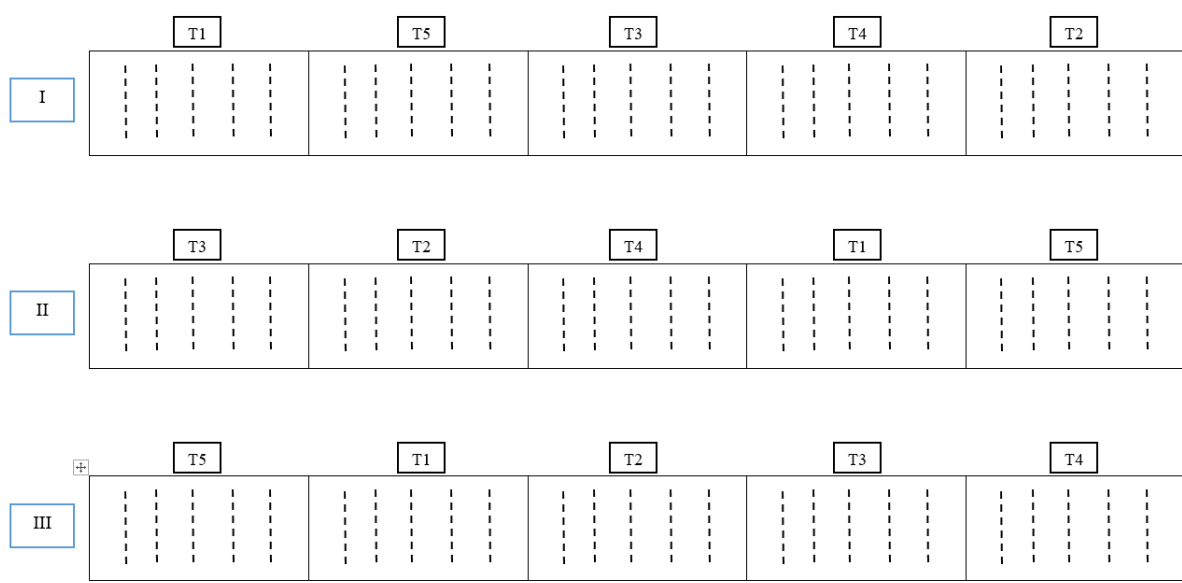
3.1.2.3. Unidades de estudio

La parcela demostrativa, que corresponde al trabajo de investigación, comprende un área aproximada de 0.5 Has, representada por un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), compuesto por 5 tratamientos con 3 repeticiones, haciendo un total de 15 unidades experimentales de 80 m² cada una.

El tratamiento 1, representa una dosis de 6 litros/200 litros aplicado al suelo; el tratamiento 2, representa una dosis de 9 litros/200 litros aplicado al suelo; el tratamiento 3, representa una dosis de 12 litros/200 litros aplicado al suelo; el tratamiento 4, representa una dosis de 12 aplicado vía foliar y el tratamiento 5, representa al testigo.

El trabajo de investigación fue de tipo experimental y de campo, a través de la instalación de una parcela demostrativa la misma que fue analizada con un análisis de varianza y su respectiva prueba de significación estadística. Para mayor detalle, se puede revisar el anexo 1, donde se encontrará la matriz de consistencia. El procesamiento de datos se realizará a través del software estadístico SPSS 21.

3.1.2.4. Croquis del diseño experimental

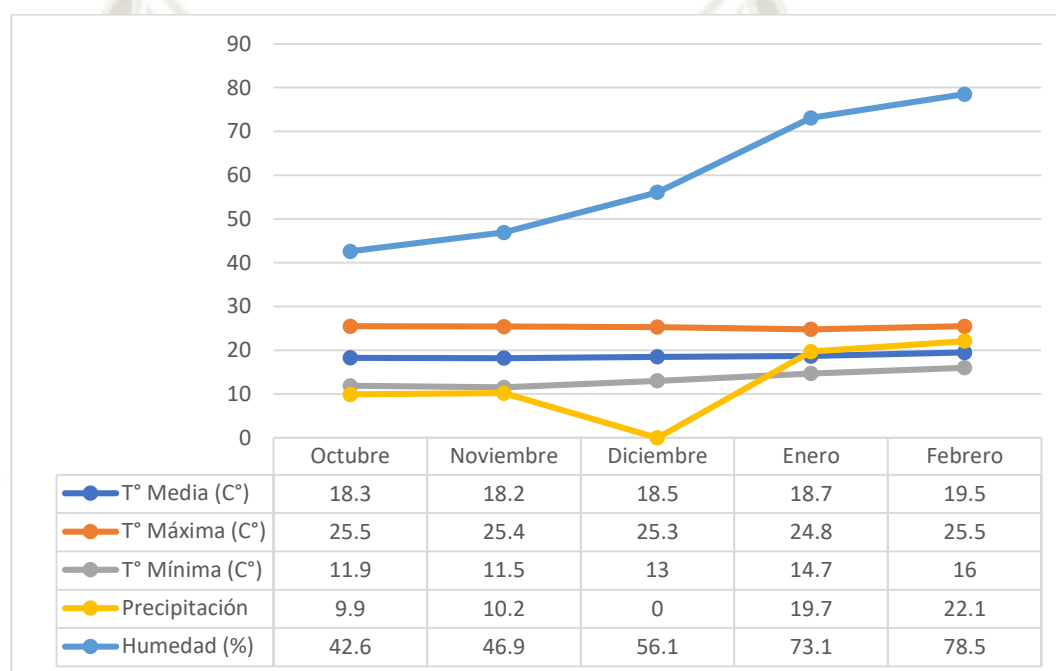


Fuente: Elaboración propia basada.

3.1.2.5.Climatología

Los datos climatológicos se obtuvieron de la Estación EMA Pampa de Majes – 4729E39A, perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI); la Estación Meteorológica es de tipo Automática – Sutron. Se encuentra ubicada a una latitud de 16 20'8.35" S y una longitud de 72 9'9.56" W.

Para hacer una revisión a mayor detalle, se puede revisar el anexo 2 y la representación gráfica de los datos meteorológicos en el Gráfico 1, para los meses de octubre, noviembre, diciembre del 2018, enero y febrero del 2019.



Fuente: Elaboración propia basada en Estación Senamhi EMA Pampa de Majes (2019).

Figura 3. Resumen de datos meteorológicos del periodo octubre-febrero

El análisis de suelo realizado a la zona de investigación se encuentra en el anexo 3, donde se muestra que son suelos de textura moderadamente gruesa, deficiente en retención de humedad, buena capacidad de aireación del suelo.

Es un suelo con reacción moderadamente alcalina en pH (7.85), muy salino en conductividad eléctrica (3.96 dS/m), bajo en contenido de materia orgánica (3.02 %) y normal en nitrógeno (0.15 %), muy alto en concentración de fósforo (30.99 ppm) y alto en potasio (437.66 ppm).

Tabla 7. Análisis de Suelo Parcela 60 Asentamiento B3.

Parámetro	Unidad	Valor
Análisis físico		
Arena	%	74.0
Arcilla	%	6.8
Limo	%	15.2
Textura		Franco arenoso
Porosidad	%	38.0
Capacidad de campo	%	11.3
Punto de Marchitez	%	3.4
Agua disponible	%	7.9
Análisis químico		
Materia Orgánica	%	3.02
Nitrógeno	%	0.15
Fósforo	ppm	30.99
Potasio	ppm	437.66
CO ₃ Ca	%	0.20
Conductividad Eléctrica	dS/m	3.96
pH		7.85
Capacidad de intercambio catiónico CIC (meq/100gr de suelo)		
Ca	meq/100gr	79.200
Mg	meq/100gr	4.000
Sodio	meq/100gr	0.478
Potasio	meq/100gr	0.923
CIC	meq/100gr	84.601
Suma de bases	meq/100gr	84.601
PSI	meq/100gr	0.565

Fuente: Elaboración propia basada en Laboratorio de Análisis de suelos, aguas y semillas. INIA-Arequipa (2018)

3.1.2.6. Recurso agua

Las aguas que abastecen a la Irrigación Majes, provienen del Río Sigwas (Bocatoma de Pitay), luego de ser trasvasadas del Río Colca, a través de 100 Km. entre túneles

y canales. Las muestras de agua han sido obtenidas en el desarenador terminal, y que abastecen a toda la irrigación.

El análisis de esta muestra se indica en el Cuadro 3, donde podemos verificar que para la conductividad eléctrica arrojó un resultado de 782 $\mu\text{S}/\text{cm}$. a 25°C, lo que indica conductividad baja; para una mayor comprensión podemos encontrar el análisis de agua en el anexo 4. En cuanto al pH, es de reacción alcalina al presentar 8,10.

Tabla 8. Análisis de Agua de Riego. Irrigación Majes.

Determinación	Símbolo	Unidad de Medida	Resultado
Conductividad eléctrica	C.E.	$\mu\text{S}/\text{cm}$. a 25°C	782
Reacción	pH	pH	8,10
Cationes			
Calcio	Ca^{++}	meq/l	2.36
Magnesio	Mg^{++}	meq/l	0.98
Sodio	Na	meq/l	4.39
Potasio	K^{+}	meq/l	0.25
Aniones			
Alcalinidad		meq/l	1.35
Cloruros	Cl	meq/l	2.90
Nitratos	NO_3^-	meq/l	<0.16
Sulfatos	SO_4	meq/l	1.94
Metales Totales			
Hierro	Fe	mg/l	0.27
Manganeso	Mn	mg/l	<0.05
Zinc	Zn	mg/l	<0.05
Metales Solubles en ácido			
Boro	B	mg/l	0.71
Cobre	Cu	mg/l	<0.05

Fuente: Elaboración propia basada en Laboratorio AGQ Perú S.A.C. (2016)

3.1.3. Desarrollo del ensayo experimental

3.1.3.1. Preparación del terreno

El campo seleccionado para realizar el trabajo de tesis proveniente del proyecto de investigación promovido por el Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) pertenece a la Sra. Justa Quispe, terreno que se encuentra ubicado en la parcela 60, en el asentamiento B-3 de la Irrigación Majes, provincia de Caylloma, en la región Arequipa.

Se procedió a realizar un riego pesado en el campo destinado a la investigación para estimular la germinación de semillas de arvenses; posteriormente, se hizo uso de maquinaria agrícola para limpiar malezas y demás residuos provenientes del cultivo anterior, el cultivo de papa. Adicionalmente, se incorporó 5 TN de estiércol de ganado vacuno parcialmente descompuesto, esto como una enmienda orgánica para el suelo agrícola.

Finalmente, se procedió a la roturación del suelo con el uso del arado de discos, rígidos, nivelación y para concluir, se surcó el terreno con un distanciamiento de 0.75 m y se extendió las cintas de riego por goteo por todo el campo experimental.



Figura 4. Campo experimental. Elaboración propia.

3.1.3.2. Marcado del campo

Posterior a las labores de labranza de suelo, se procedió a demarcar el terreno de acuerdo al diseño experimental planteado; esto, para una mejor diferenciación de las unidades experimentales. Dicha actividad se realizó con cinta métrica, estacas, rafia, letreros y el croquis del diseño experimental. Se contó con 15 unidades

experimentales, de 80 m² cada una, lo que representa a 5 tratamientos replicados en tres bloques.



Figura 5. Marcado de campo. Elaboración propia.

3.1.3.3. Siembra

Para la siembra, se utilizó la semilla de maíz Atlas 777 de la empresa Interoc, una semilla de maíz híbrido con excelente elasticidad al cambio del ambiente y el manejo, con porte medio y un vigor excelente, follaje verde, hojas anchas y semi erectas, con raíces adventicias profundas. Dicha actividad se llevó a cabo, de acuerdo a lo programado en el proyecto, el día 02 de octubre del 2018.

Para poder diferenciar con mayor claridad las unidades experimentales, estas estaban compuestas de 12 surcos dobles, seguidos de una calle de aproximadamente 2 metros de largo, lo que facilitaba realizar las evaluaciones de campo y las labores agrícolas con mayor comodidad. Por cada golpe, se sembraron de 2 a 3 semillas de maíz Atlas 777 a una profundidad de 3 cm, con un distanciamiento entre plantas de 20 cm y de 0.75 m entre hileras.

Para contrarrestar el efecto borde, se sembró semillas de maíz Atlas 777 alrededor del área de investigación para que de esta manera se puedan eliminar algunos efectos negativos sobre el trabajo de investigación.



Figura 6. Siembra de chala. Elaboración propia.

3.1.3.4. Control de malezas

Dado el uso del sistema de riego por goteo, la presencia de plantas arvenses fue muy escasa a lo largo de todo el periodo vegetativo; sin embargo, se realizó la aplicación de un herbicida del grupo de la triazinas para contrarrestar su presencia. Para esta labor cultural, se hizo uso de la motofumigadora, el herbicida y un cilindro para realizar la mezcla.

3.1.3.5. Fertilización

Dicha labor cultural se realizó a través de la fórmula de fertilización 200-100-100, utilizando los siguientes fertilizantes: nitrato de amonio, fosfato di amónico, úrea, sulfato de magnesio, fosfato monoamónico y cloruro de potasio. Las aplicaciones de fertilizante se realizaron periódicamente cada 3 días mediante el sistema de riego.

3.1.3.6. Riego

En el capo experimental se contó con el sistema de riego por goteo, el mismo que cuenta con muchas ventajas y que está totalmente extendido por la Irrigación Majes, siguiéndole en orden de importancia el riego por aspersión, utilizado básicamente para el riego de los cultivos de alfalfa. El consumo de agua total para el cultivo de maíz es de 6.125 m³ por Ha, menor al consumo tradicional de 7.500 m³ en sistemas por aspersión. Esto implica un ahorro aproximado del 20% en el consumo de agua (Agrobanco, 2012).

La producción de 1 Kg de maíz necesita entre 420 y 460 litros de agua. El sistema de riego por goteo permite un control mayor de dosis y tiempos, aumentando la productividad. También reduce la lixiviación del nitrógeno por lo que nos ofrece ventajas medioambientales (Agrobanco, 2012).



Figura 7. Riego del cultivo. Elaboración propia.

3.1.3.7. Control fitosanitario

Se llevó un riguroso control de las plagas y enfermedades en el cultivo de maíz; en ese sentido, cabe señalar que en la zona de la irrigación Majes, la plaga que causa mayores daños en el cultivo de maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).



Figura 8. Control fitosanitario. Elaboración propia.

3.1.3.8. Producción del biofertilizante

La producción se llevó a cabo en el bioreactor tipo Batch instalado en la planta de procesamiento lácteos de la CAL ASPAM, en la Irrigación Majes, provincia de Caylloma, región Arequipa.

Como insumos para su preparación, se utilizó estiércol de ganado vacuno, lactosuero, biolac y azúcar; el proceso duró aproximadamente 32 días y las cantidades

determinadas para los insumos de la mezcla para el biodigestor de 1000 litros son las siguientes: estiércol de ganado vacuno (340 kilos), lactosuero (410 litros), biolac (10 litros) y sacarosa (240 kilos).

Al culminar su proceso, se procedió a analizar una muestra del biofertilizante, arrojando la siguiente información: pH (3.68), CE (11.12 dS/m), densidad (1.13 g/ml), nitrógeno (900 mg/L), potasio (1323 mg/L), fósforo (175.85 mg/L), calcio (698.5 mg/L) y magnesio (222.3 mg/L); para mayores detalles, se podrá observar el anexo 5, con los resultados del análisis.



Figura 9. Muestra de biofertilizante. Elaboración propia.

3.1.3.9. Aplicación del biofertilizante

El trabajo de investigación constó de 5 tratamientos: el T1, comprendía la dosis de 6 l/cil al suelo; el T2, comprendía la dosis de 9 l/cil al suelo; el T3, comprendía la dosis de 12 l/cil al suelo; el T4, comprendía la dosis 12 l/cil por vía foliar; y, el T5, que representaba al testigo como manejo tradicional del agricultor de la zona, sin aplicación de biofertilizante. Cabe señalar que todas las aplicaciones del biofertilizante se realizaron a través de una mezcla, disolviendo la dosis del biofertilizante en 200 litros de agua.

Se realizaron 6 aplicaciones a lo largo del periodo del cultivo de maíz, las mismas que fueron realizadas semanalmente en las siguientes fechas: 2/11/2018, 9/11/2018, 16/11/2018, 23/11/2018, 1/12/2018 y 7/12/2018.

Esta actividad se realizó con la ayuda de una motobomba para fumigación, un cilindro para la mezcla del biofertilizante, un pHmetro para regular la acidez y con

el biofertilizante producido a través del proyecto del Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA).



Figura 10. Aplicación del biofertilizante. Elaboración propia.

3.1.3.10. Cosecha

De acuerdo al ciclo fenológico del cultivo, la cosecha se realizó el día 21 de febrero del 2019, teniendo un periodo total de 142 días desde la fecha de siembra.

Finalmente, se procedió a realizar una cosecha manual para llevar un control mucho más riguroso del rendimiento de las unidades experimentales. Se seleccionó un área representativa de cada subparcela (16 m^2) para proceder a su cosecha a través del uso de segadera, costales, libreta de apuntes, lapicero y balanza electrónica.

Posteriormente, se realizaron las evaluaciones de campo de acuerdo a las actividades programadas dentro del proyecto, haciendo lo propio según unidad experimental.



Figura 11. Cosecha del maíz. Elaboración propia.

3.1.4. Evaluaciones de los indicadores de productividad

3.1.4.1. Altura de planta

Es la distancia comprendida entre el cuello de planta y su parte más alta; se tomaron 10 muestras por tratamiento; realizándose mediciones semanales hasta llegar al estado fenológico de la floración, momento en el que las plantas dejan de crecer. Para esta evaluación se hizo uso del croquis del diseño experimental, cinta métrica, lapicero y libreta de apuntes. Los datos fueron expresados en centímetros.



Figura 12. Altura de la planta. Elaboración propia.

3.1.4.2. Número de hojas

Dicha evaluación es un indicador visual del vigor de la planta, por esa razón se procedió a tomar 10 muestras, realizando las evaluaciones durante 9 semanas consecutivas, hasta llegar a la etapa fenológica de floración, momento en el que la planta cesa su crecimiento, dicha evaluación se realizó con la ayuda del croquis del diseño experimental, lapicero y libreta de apuntes. Los datos fueron expresados en unidades de hojas por planta.



Figura 13. Número de hojas. Elaboración propia.

3.1.4.3. Calibre basal de tallo

Dicha evaluación se realizó en la base de los tallos de las plantas de maíz durante 9 semanas consecutivas, hasta llegar a la etapa de floración; se tomaron 10 muestras por evaluación para su análisis, dicha actividad se realizó con la aplicación de un vernier, lapicero, croquis experimental y libreta de apuntes. Los datos fueron expresados en centímetros.



Figura 14. Calibre basal de tallo. Elaboración propia.

3.1.4.4. Medición de clorofila

Dicha evaluación se realizó para constatar el contenido de clorofila según dosis de aplicación en 5 muestras con 3 repeticiones por cada una de ellas, esto se realizó en 3 puntos, en la primera, cuarta y séptima semana de evaluación. Para realizar esta labor, se utilizó un clorofilómetro de mano, lapicero, croquis del diseño experimental y libreta de apuntes; los resultados están expresados en mg/cm^2 .



Figura 15. Medición de la clorofila. Elaboración propia.

3.1.4.5. Diámetro de mazorca

Dicha evaluación se realizó al momento de la cosecha, se seleccionaron 10 muestras de mazorca por unidad experimental y se procedió a realizar la medición de sus diámetros a través del uso de un vernier, cinta métrica, croquis del diseño experimental, lapicero y libreta de apuntes. Los datos se encuentran expresados en centímetros.



Figura 16. Medición del diámetro de mazorca. Elaboración propia.

3.1.4.6. Número de mazorcas

Dicha evaluación se llevó a cabo una semana antes a la cosecha, realizando un conteo de mazorcas por planta en 10 muestras tomadas de cada unidad experimental; labor que fue realizada a través del uso del croquis del diseño experimental lapicero y libreta de apuntes. Los datos fueron expresados en unidades de mazorcas por planta.



Figura 17. Conteo del número de mazorcas. Elaboración propia.

3.1.4.7. Peso de la chala forrajera

Después de la cosecha manual de las unidades experimentales, se realizó el pesado de cada una de ellas, las plantas cosechadas fueron puestas en sacos para luego ser pesados en una balanza electrónica, también se hizo uso del croquis del diseño experimental, lapicero y libreta de apuntes. Los resultados finales se encuentran expresados en toneladas por hectárea.



Figura 18. Pesado de la chala forrajera. Elaboración propia.

3.2. Desarrollo de las correlaciones entre indicadores de productividad

La correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas. Para este caso, dada la gran cantidad de evaluaciones realizadas a lo largo de todo el periodo vegetativo del cultivo y después de este, se procedió a realizar la prueba de correlación de Pearson para poder identificar algún grado de relación entre evaluaciones finales.

3.3. Realizar un análisis económico comparativo.

- **Ingreso o Beneficio Bruto.** El beneficio Bruto es el resultado de los rendimientos promedios ajustados por el precio del cultivo que tiene en el mercado.

$$BB = R * P$$

Dónde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento (Kg/ha)

P = Precio (Bs/kg)

- **Beneficio Neto.** La estimación de los Beneficios Netos se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$BN = BB - CT$$

Dónde:

BN = Beneficio Neto

BB = Beneficio Bruto (Bs/ha)

CT = Costo total (Bs/ha)

- **Tasa de Retorno Marginal.** La Tasa de Retorno Marginal se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$TRM = BM / CM * 100\%$$

Dónde:

TRM = Tasa de Retorno Marginal

BM = Beneficio Marginal o Ingreso Bruto (beneficio superior próximo inferior) (Bs/ha)

CM = Costo Marginal o Producción (Bs/ha)

- **Ingreso neto del cultivo**

$$IN = IB - CP$$

Dónde:

IB= Ingreso Bruto

CP=Costo de producción

- **Relación beneficio/costo**

$$B/C = IB / CP$$

Dónde:

B=Beneficio

C=Costo

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de los indicadores de productividad del cultivo de maíz

Para la evaluación de las dosis de aplicación de biofertilizante, se midieron indicadores de productividad del cultivo de maíz, tales como: número de hojas, altura de planta, calibre basal de tallo, diámetro de mazorca, número de mazorcas por planta, contenido total de clorofila y rendimiento.

La aplicación del biofertilizante se realizó semanalmente por el periodo de seis semanas; sin embargo, las mediciones del número de hojas, altura de planta y calibre basal del tallo se siguieron realizando en las tres semanas posteriores a la última aplicación, coincidiendo la última evaluación con el inicio de la etapa de floración en el cultivo de maíz.

La evolución para el indicador número de hojas se muestra en la Figura 19, en la cual las curvas de evolución para cada tratamiento se muestran en colores: azul para el tratamiento 1 correspondiente a 6L/200L al suelo, en verde el tratamiento 2 de 9L/200L al suelo, en amarillo el tratamiento 3 con 12L/200L al suelo, en morado tratamiento 4 con 12L/200L vía foliar y en rojo el tratamiento testigo sin aplicación del biofertilizante.

- **Número de hojas**

Se puede observar que todos los tratamientos tienen similar perfil de evolución sin embargo el tratamiento 4 (12L/200L vía foliar) al finalizar la campaña presentó entre 12 a 13 hojas, mientras que el testigo presentó aproximadamente 11 hojas.

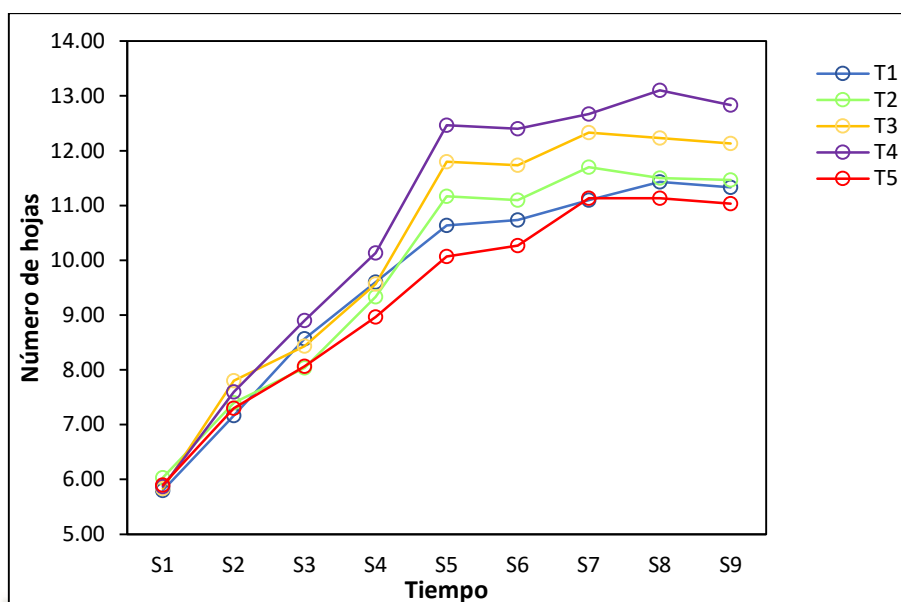


Figura 19: Gráfica de perfiles del número de hojas por planta

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Para identificar diferencias significativas entre los tratamientos según cada semana se realizó el test de Kruskal-Wallis por ser datos continuos discretos, sin embargo, a manera de evidenciar diferencias numéricas se muestra en la tabla 9 los promedios del número de hojas. En la Tabla 9 se muestra los promedios y su comparación mediante el test de Dunn-Bonferroni, se observa que solo para la semana 1 no existe diferencias estadísticamente significativas a un 95% de confianza entre los tratamientos 1,2,3,4 y 5; a partir de la segunda semana todos los tratamientos evidencian diferencias estadísticas (valor-p <0.05). Así mismo, se muestra que desde la semana tres el tratamiento 4 muestra un número de hojas significativamente mayor a comparación de los demás tratamientos hasta el final de la campaña; por su parte el tratamiento testigo muestra un comportamiento similar al tratamiento 1 (6L/200L) en cuanto al número de hojas reportado a partir de la semana 7 en adelante, así como también no existe diferencias estadísticamente significativas a un 95% de confianza entre el testigo, tratamiento 1 y tratamiento 2 en la semana 8 y 9.

Tabla 9: Comparaciones múltiples para el número de hojas por planta

Tratamientos	Semana			
	S1	S2	S3	S4
Valor-p*	0.8384	0.0030	0.0000	0.0014
T1	5.8+/-0.28 ^a	7.17+/-0.22 ^a	8.57+/-0.35 ^{ab}	9.6+/-0.33 ^{ab}
T2	6.03+/-0.3 ^a	7.4+/-0.21 ^{ab}	8.03+/-0.3 ^a	9.33+/-0.4 ^a
T3	5.83+/-0.3 ^a	7.8+/-0.25 ^b	8.43+/-0.23 ^{ab}	9.57+/-0.4 ^{ab}
T4	5.87+/-0.29 ^a	7.6+/-0.27 ^{ab}	8.9+/-0.3 ^b	10.13+/-0.42 ^b
T5	5.9+/-0.28 ^a	7.3+/-0.2 ^a	8.07+/-0.28 ^a	8.97+/-0.37 ^a

Tratamientos	Semana				
	S5	S6	S7	S8	S9
Valor-p*	0.0000	0.0000	0.000	0.0030	0.0000
T1	10.63+/-0.29 ^{ab}	10.73+/-0.29 ^{ab}	11.1+/-0.25 ^a	11.43+/-0.23 ^a	11.33+/-0.27 ^a
T2	11.17+/-0.33 ^b	11.1+/-0.27 ^b	11.7+/-0.24 ^b	11.5+/-0.24 ^a	11.47+/-0.31 ^a
T3	11.8+/-0.28 ^c	11.73+/-0.35 ^c	12.33+/-0.23 ^c	12.23+/-0.25 ^b	12.13+/-0.27 ^b
T4	12.47+/-0.27 ^d	12.4+/-0.21 ^d	12.67+/-0.34 ^d	13.1+/-0.23 ^c	12.83+/-0.37 ^c
T5	10.07+/-0.37 ^a	10.27+/-0.34 ^a	11.13+/-0.23 ^a	11.13+/-0.29 ^a	11.03+/-0.32 ^a

*Valor-p correspondiente al test de Kruskal-Wallis

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

En la Figura 20. se muestra la gráfica de perfiles para la evolución de la altura de planta a través del tiempo en la cual se observa que el tratamiento 4 mostró al final de la campaña una altura de 205.65+/-3.91 cm mientras que el testigo llegó a alcanzar una altura de 157.07+/-5.3 aproximadamente 50 cm menos que el T4.

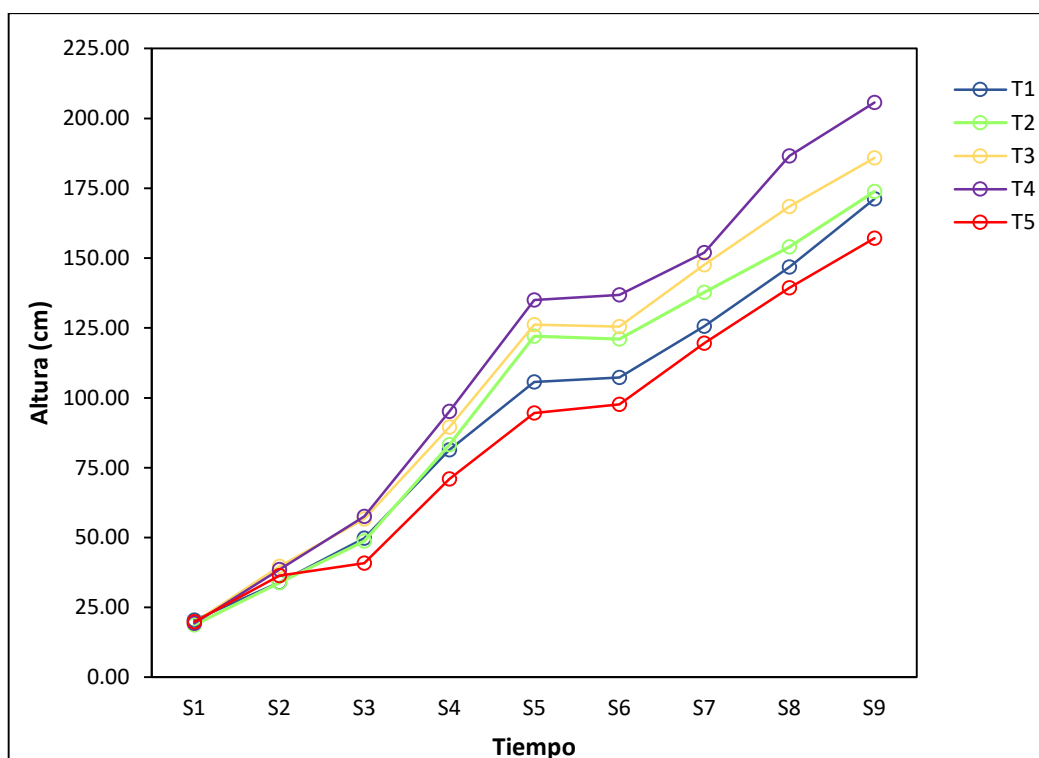


Figura 20: Gráfica de perfiles para la altura de planta (cm)

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

- **Altura de planta**

Para identificar diferencias significativas entre los tratamientos según semana, se realizó el Análisis de varianza (ANOVA) respectivo con su posterior prueba de Tukey con la finalidad de identificar diferencias estadísticamente significativas.

En la tabla 10, de comparaciones múltiples para altura de planta, no se observan diferencias significativas a un 95% de confianza para la primera semana de evaluación; sin embargo, a partir de la semana 4 de evaluación se observa una clara significancia del tratamiento T4 frente a los demás, alcanzando una altura de 205.65 $\pm$ 3.91 cm en la semana 9.

Tabla 10: Comparaciones múltiples para la altura de planta (cm)

Tratamientos	Semana			
	S1	S2	S3	S4
Valor-p*	0.5983	0.0000	0.0000	0.0000
T1	20.44+/-2.35 ^a	34.01+/-2.55 ^a	49.75+/-6.11 ^b	81.45+/-3.96 ^b
T2	18.67+/-2.35 ^a	33.84+/-2.55 ^a	48.74+/-6.11 ^b	83.18+/-3.96 ^b
T3	19.67+/-2.35 ^a	39.67+/-2.55 ^b	56.65+/-6.11 ^c	89.52+/-3.96 ^c
T4	19.29+/-2.35 ^a	38.53+/-2.55 ^b	57.6+/-6.11 ^c	95.18+/-3.96 ^d
T5	19.92+/-2.35 ^a	36.42+/-2.55 ^{ab}	40.78+/-6.11 ^a	71+/-3.96 ^a

Tratamientos	Semana				
	S5	S6	S7	S8	S9
Valor-p*	0.0000	0.0000	0.000	0.0030	0.0000
T1	105.69+/-	107.24+/-	125.57+/-	146.84+/-2.87 ^b	171.21+/-3.6 ^b
	2.38 ^b	3.15 ^b	3.8 ^a		
T2	121.74+/-	120.98+/-	137.76+/-	154.01+/-3.26 ^c	173.81+/-5 ^b
	2.38 ^c	3.15 ^c	2.75 ^a		
T3	126.16+/-	125.46+/-	147.65+/-	168.45+/-4.47 ^d	185.86+/-
	2.38 ^d	3.15 ^c	3.75 ^c		
T4	134.95+/-	136.84+/-	151.91+/-	186.61+/-3.63 ^e	205.65+/-
	2.38 ^e	3.15 ^d	2.64 ^c		
T5	93.4+/-2.38 ^a	97.63+/-	119.55+/-	139.36+/-3.01 ^a	157.07+/-5.3 ^a
		3.15 ^a	3.63 ^a		

*Valor-p correspondiente al Análisis de Varianza (ANOVA)

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

• Calibre basal de tallo

En la figura 21, se puede observar el comportamiento para el calibre basal de tallos de cada uno de los tratamientos evaluados a lo largo de las 9 semanas consecutivas de análisis; en lo que se evidencia que a pesar de que hasta la semana dos se observan resultados parejos, a

partir de la semana tres ya se pueden identificar una mayor diferencia entre tratamientos. A partir de la semana 3, se puede observar el tratamiento 4 como el más resaltante, alcanzando una diferencia significativa frente a los demás en la mayoría de semanas. Para la semana 9, alcanza un calibre basal de tallo de 3.42 cm frente a un 2.5 cm del testigo, logrando una diferencia de 0.92 cm aproximadamente.

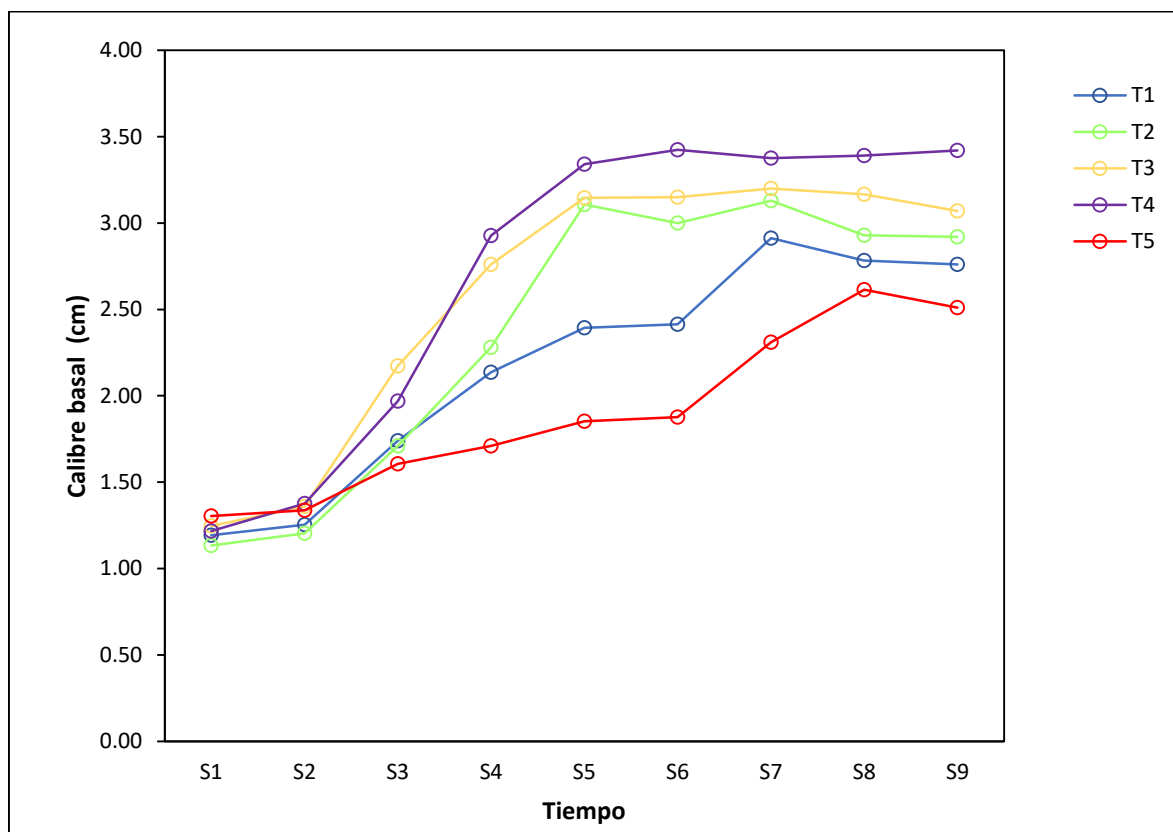


Figura 21: Gráfica de perfiles para el calibre basal de tallo (cm)

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Para identificar diferencias significativas entre los tratamientos según semana, se realizó el Análisis de varianza (ANOVA) respectivo con su posterior prueba de Tukey con la finalidad de identificar diferencias estadísticamente significativas.

En la Tabla 11, de comparaciones múltiples para el calibre basal del tallo, se puede observar una diferencia significativa a un 95% de confianza del tratamiento T4 a partir de la semana 2 de evaluación frente a los demás tratamientos evaluados.

Tabla 11: Comparaciones múltiples para el calibre basal de tallo (cm)

Tratamientos	Semana			
	S1	S2	S3	S4
Valor-p*	0.0015	0.0002	0.0000	0.0000
T1	1.2+/-0.06 ^{AB}	1.25+/-0.06 ^{AB}	1.74+/-0.09 ^A	2.13+/-0.08 ^B
T2	1.13+/-0.06 ^A	1.2+/-0.06 ^A	1.71+/-0.09 ^A	2.28+/-0.08 ^B
T3	1.18+/-0.06 ^A	1.36+/-0.06 ^{BC}	2.17+/-0.09 ^C	2.76+/-0.08 ^C
T4	1.22+/-0.06 ^{AB}	1.38+/-0.06 ^C	1.97+/-0.09 ^B	2.93+/-0.08 ^D
T5	1.3+/-0.06 ^B	1.34+/-0.06 ^{BC}	1.61+/-0.09 ^A	1.71+/-0.08 ^A

Tratamientos	Semana				
	S5	S6	S7	S8	S9
Valor-p*	0.0000	0.0000	0.000	0.0030	0.0000
T1	2.39+/-0.08 ^B	2.41+/-0.08 ^B	2.92+/-0.08 ^B	2.79+/-0.1 ^B	2.76+/-0.08 ^B
T2	3.1+/-0.08 ^C	3+/-0.08 ^C	3.13+/-0.09 ^C	2.93+/-0.08 ^B	2.92+/-0.09 ^C
T3	3.15+/-0.08 ^C	3.15+/-0.08 ^C	3.2+/-0.11 ^C	3.16+/-0.07 ^C	3.07+/-0.06 ^C
T4	3.34+/-0.08 ^D	3.42+/-0.08 ^D	3.38+/-0.08 ^D	3.39+/-0.07 ^D	3.42+/-0.08 ^D
T5	1.86+/-0.08 ^A	1.88+/-0.08 ^A	2.31+/-0.04 ^A	2.61+/-0.1 ^A	2.5+/-0.09 ^A

*Valor-p correspondiente al Análisis de Varianza (ANOVA)

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

• Diámetro de mazorca

Por su parte se evaluó el diámetro de mazorca finalizada la campaña, por ello en la Tabla 12 se muestra los valores de diámetro final alcanzado por las mazorcas según los tratamientos T1, T2, T3, T4 y el testigo (T5), siendo estos 14.39+/-0.85, 14.5+/-0.74, 13.46+/-1.11, 15.55+/-0.73 y 13.23+/-0.94 respectivamente; todas las mediciones presentaron una

distribución normal evidenciada por los valores de sesgo estandarizado el cual se encuentra entre el intervalo de -2 y +2. Para poder identificar diferencias estadísticamente significativas se procedió a realizar el Análisis de varianza (ANOVA) respectivo (Anexo 6) el cual mostró un valor-p de 0.0016. En la Figura 22 correspondiente al gráfico de barras de los promedios de diámetro de mazorca final se incluyen los resultados de la prueba post hoc según Tuckey la cual muestra que nuevamente el tratamiento 4 (12L/200L vía foliar) fue el que alcanzó mayor diámetro de mazorca (15.55+/-0.73); seguido del tratamiento 1 y 2 sin diferencia estadísticamente significativa entre ellos, y finalmente con menor diámetro de 13.46+/-1.11 y 13.23+/-0.94 el tratamiento 4 y el tratamiento 5 testigo.

Tabla 12: Estadísticos descriptivos para diámetro de mazorca final (cm)

	T1	T2	T3	T4	T5
Recuento	30	30	30	30	30
Promedio	14.39+/- 0.85 ^{ab}	14.5+/- 0.74 ^{ab}	13.46+/- 1.11 ^a	15.55+/- 0.73 ^b	13.23+/- 0.94 ^a
Desviación Estándar	2.2730	1.9900	2.9694	1.9599	2.5216
Coefficiente de Variación	15.79%	13.72%	12.07%	12.60%	19.06%
Mínimo	11.3	11.1	8.2	11.8	8.9
Máximo	18.2	19.6	18.9	19.4	18.6
Rango	6.9	8.5	10.7	7.6	9.7
Sesgo Estandarizado	0.546896	1.22049	0.834381	-0.535555	0.904236

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

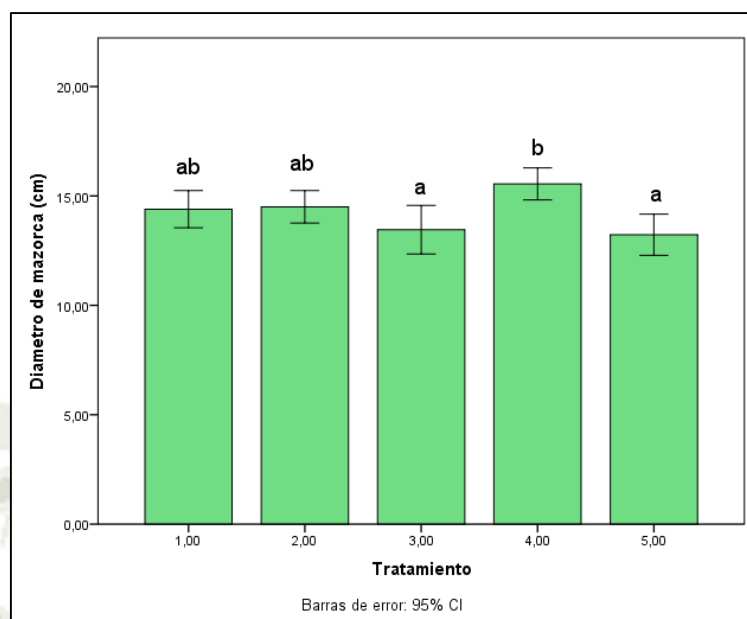


Figura 22: Gráfico de barras de los promedios de diámetro de mazorca

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

- **Número de mazorcas por planta**

Por otro lado, se evaluó el número de mazorcas por plantas, previo a la realización de la cosecha, para lo cual podemos ver en la tabla 13 los valores alcanzados según los tratamientos T1, T2, T3, T4 y el testigo(T5), siendo estos 1.7, 2.1, 2.53, 2.7 y 1.47 respectivamente; para identificar diferencias significativas entre los tratamientos según cada semana se realizó el test de Kruskal-Wallis por ser datos continuos discretos. En la figura 23 se puede identificar con mayor claridad la diferencia significativa del tratamiento T4 frente a los demás tratamientos evaluados.

Tabla 13: Estadísticos descriptivos para número de mazorcas por plantas.

	T1	T2	T3	T4	T5
Recuento	30	30	30	30	30
Promedio	1.7	2.1	2.53	2.7	1.47
Mediana	1- 2.0	2.0	2.5	3.0	1.5
Moda	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Desviación Estándar	0.794377	0.803012	0.860366	0.83666	0.681445
Sesgo Estandarizado	0.375756	-2.33575	0.142978	0.575524	-0.496613

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

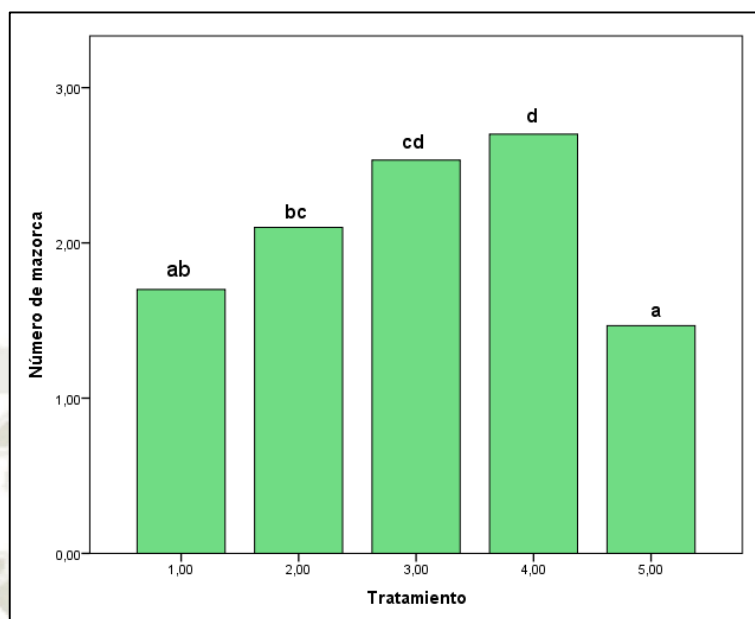


Figura 23: Gráfico de barras para número de mazorcas por plantas

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

- **Rendimiento**

Una vez realizada la cosecha, se procedió al pesado de las unidades experimentales para lo cual podemos ver en la tabla 14 los valores alcanzados según los tratamientos T1, T2, T3, T4 y el testigo(T5), siendo estos 72.95, 75.62, 79.29, 97.59 y 67.01 toneladas por hectárea. Identificando una diferencia de hasta 33% entre el tratamiento 4 y el testigo. Para poder identificar diferencias estadísticamente significativas se procedió a realizar el Análisis de varianza (ANOVA) respectivo (anexo 6) el cual mostró un valor-p de 0.0000. Aquí también se observa una diferencia significativa del tratamiento 4 frente a los demás tratamientos, el de la dosis de 12 litros de biofertilizante/200 litros aplicados vía foliar. En la figura 23, se comprueba que el tratamiento T4 sobresale con una diferencia significativa de 95% de confianza.

Al respecto, Dineshkumar, R., et al. (2019), menciona que el tratamiento de microalgas mezclado con estiércol de vaca aumentó del crecimiento de la altura de la planta, caracteres de rendimiento, bioquímica componentes cal y minerales, así como la germinabilidad de las semillas producidas. Estiércol de vaca + *S. platensis* o vaca estiércol + *C. vulgaris* demostró ser el mejor tratamiento para mejorar el crecimiento de las plantas de maíz durante las primeras etapas, hasta 51.1% después de 60 días de siembra.

Por otro lado, Egamberdieva, D., et al. (2016), comenta que el uso de biofertilizantes microbianos formulados podrían ser útiles para mejorar el crecimiento y rendimiento de plantas de cultivo bajo condiciones hostiles ambientales y para mejorar suelos degradados determinando la viabilidad utilizando biofertilizantes microbianos bajo estrés en ambientes con severas condiciones, supervivencia y estudiar la efectividad de sus propiedades beneficiosas para las plantas.

Así mismo, Quintero Rodriguez, E., et al. (2018), evaluaron diferentes bioestimulantes sobre el incremento de los indicadores morfofisiológicos y productivos del frijol común como los Microorganismos Eficientes (ME-50), ME-Agitado y LEBAME, Fitomas E, Biobras-16® y un control (sin aplicación). Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro del tallo, número hojas por planta, materia seca, granos por vaina, masa de 100 de granos y rendimiento. Los resultados mostraron que la aplicación foliar de los diferentes bioestimulantes incrementan los indicadores morfofisiológicos y de rendimiento evaluados. Los rendimientos son superiores cuando se aplican los bioestimulantes ME-50 y Biobras-16®, con 2,01 y 2,00 t ha⁻¹ respectivamente

Tabla 14: Estadísticos descriptivos para rendimiento (Tn/Ha)

	T1	T2	T3	T4	T5
Recuento	3	3	3	3	3
Promedio	72.95+/- 5.04	75.62+/- 10.23	79.29+/- 7.33	97.59+/-7.4	65.01+/- 3.86
Desviación Estándar	2.03077	4.1201	2.95204	2.97799	1.55491
Coefficiente de Variación	2.78%	5.45%	3.72%	3.05%	2.39%
Mínimo	70.75	71	77.08	95.06	63.78
Máximo	74.75	78.92	82.64	100.87	66.76
Rango	4	7.92	5.56	5.81	2.98
Sesgo Estandarizado	-0.611647	-0.911234	1.0495	0.756301	0.935998

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

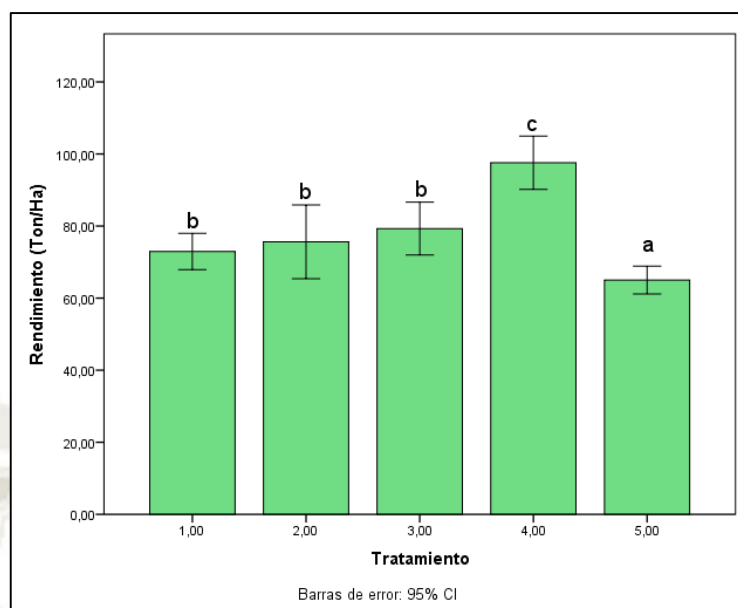


Figura 24: Gráfico de barras para rendimiento (Tn/Ha)

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

- **Contenido total de clorofila**

La evaluación se llevó a cabo en tres puntos distintos de la etapa fenológica del cultivo, distribuidos estratégicamente para identificar la evolución del contenido total de clorofila en cada uno de los tratamientos evaluados. En la figura 25, se puede identificar claramente que el tratamiento 4 sobresale entre los demás a lo largo de las 3 evaluaciones realizadas

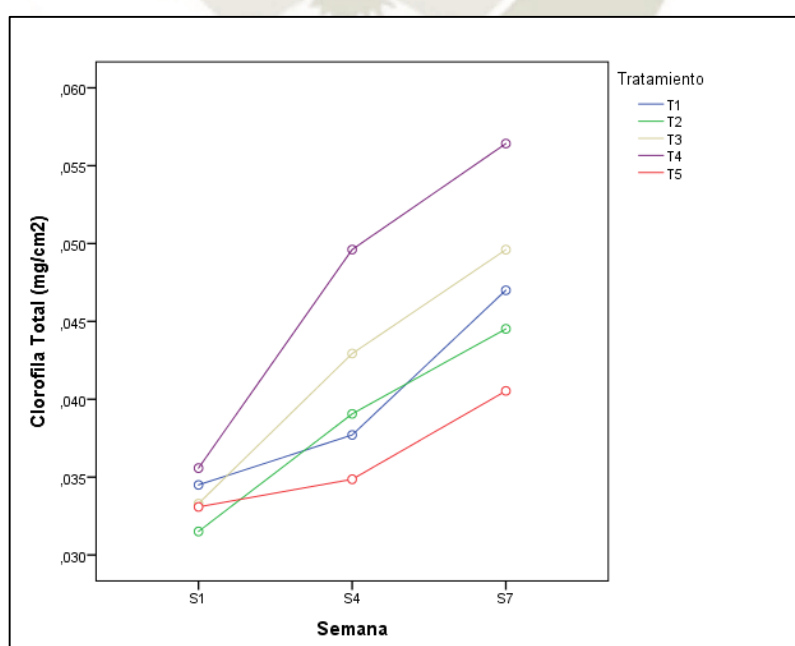


Figura 25: Gráfica de perfiles para clorofila total (mg/cm²)

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Para identificar diferencias significativas entre los tratamientos según semana, se realizó el Análisis de varianza (ANOVA) respectivo con su posterior prueba de Tukey con la finalidad de identificar diferencias estadísticamente significativas.

En la tabla 15, de comparaciones múltiples para la evaluación de contenido total de clorofila, se observa que para la semana 7 se obtuvo un 0.0564 ± 0.0032 mg/cm² para el tratamiento 4, mientras que para el testigo se obtuvo un 0.0405 ± 0.0035 . Observando que aquí también existe una diferencia significativa del tratamiento T4 frente a los demás tratamientos.

Doni, F., et al. (2018), determinó la capacidad de Trichoderma como biofertilizante (TBF) para mejorar el crecimiento, los rasgos fisiológicos y el rendimiento del arroz bajo la gestión del Sistema de Intensificación del Arroz (SRI), muestra los resultados con un potencial significativo para que el TBF aumente el crecimiento, los rasgos fisiológicos y la productividad de un cultivo de arroz, mostrando significativamente mayor altura de la planta, la tasa de fotosíntesis, la clorofila a y b de contenido, la conductancia estomática y los números de caña de timón y de la panícula.

En ese sentido, Mahanty, T., et al. (2017), informó que la combinación de tres biofertilizantes bacterianos, a saber, Pseudomonades , Bacillus lentus y A. brasilense, aumentó la expresión de enzimas antioxidantes y aumentó el contenido de clorofila en las hojas bajo estrés ,que dio como resultado la formación de una maquinaria fotosintética desarrollada de la planta. Por lo tanto, el biofertilizante puede aumentar la actividad fotosintética de la planta, lo que ayuda a que la planta crezca bien incluso en condiciones de estrés.

Tabla 15: Comparaciones múltiples para Clorofila Total (mg/cm²)

Tratamientos	Semana		
	S1	S4	S7
Valor-p*	0.3637	0.0000	0.0000
T1	0.0345+/-0.0038 ^a	0.0377+/-0.0037 ^{ab}	0.047+/-0.0033 ^b
T2	0.0315+/-0.0023 ^a	0.0391+/-0.0036 ^{ab}	0.0445+/-0.0034 ^{ab}
T3	0.0333+/-0.0029 ^a	0.0429+/-0.003 ^b	0.0496+/-0.0028 ^b
T4	0.0356+/-0.0019 ^a	0.0496+/-0.0028 ^c	0.0564+/-0.0032 ^c
T5	0.0331+/-0.0041 ^a	0.0349+/-0.0019 ^a	0.0405+/-0.0035 ^a

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

4.2.Desarrollo de las correlaciones entre indicadores de productividad

Para identificar correlaciones entre los indicadores productivos y el rendimiento obtenido por hectárea se realizó la correlación de Pearson mostrada en la Tabla 16, Se observa que el indicador diámetro basal de tallo, número de mazorca, número de hojas, altura de planta, contenido total de clorofila y calibre de mazorca, tienen una correlación positiva y significativa con el rendimiento obtenido por hectárea, en el orden de mayor a menor de altura de planta, calibre basal de tallo, número de mazorca, número de hojas, y diámetro de mazorca.

Así mismo, se identifica una correlación positiva entre diámetro basal de tallo y la altura de planta con una significancia de 0.025.

Tabla 16: Correlaciones entre indicadores productivos y rendimiento.

		Diámetro basal de tallo	Número de Mazorcas	Número de Hojas	Altura	Calibre	Clorofila	Rendimie nto
Diámetro basal de tallo	Correlación de	1	,330	,471	,575*	,506	,423	,568*
	Pearson							
	Sig. (bilateral)		,230	,077	,025	,054	,116	,027
	N	15	15	15	15	15	15	15
Número de Mazorcas	Correlación de	,330	1	,762**	,899**	,922**	,833**	,868**
	Pearson							
	Sig. (bilateral)	,230		,001	,000	,000	,000	,000
	N	15	15	15	15	15	15	15
Número de Hojas	Correlación de	,471	,762**	1	,897**	,889**	,728**	,842**
	Pearson							
	Sig. (bilateral)	,077	,001		,000	,000	,002	,000
	N	15	15	15	15	15	15	15
Altura de planta	Correlación de	,575*	,899**	,897**	1	,971**	,899**	,955**
	Pearson							
	Sig. (bilateral)	,025	,000	,000		,000	,000	,000
	N	15	15	15	15	15	15	15
Diámetro de mazorca	Correlación de	,506	,922**	,889**	,971**	1	,853**	,937**
	Pearson							
	Sig. (bilateral)	,054	,000	,000	,000		,000	,000
	N	15	15	15	15	15	15	15
Clorofila	Correlación de	,423	,833**	,728**	,899**	,853**	1	,922**
	Pearson							
	Sig. (bilateral)	,116	,000	,002	,000	,000		,000
	N	15	15	15	15	15	15	15
Rendimien to	Correlación de	,568*	,868**	,842**	,955**	,937**	,922**	1
	Pearson							
	Sig. (bilateral)	,027	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	15	15	15	15	15	15	15

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

En la figura 26, se muestran las gráficas de dispersión en las cuales se muestran los indicadores número de hojas, altura de planta, calibre basal de tallo, contenido total de clorofila, diámetro de mazorca y número de mazorca según el rendimiento obtenido.

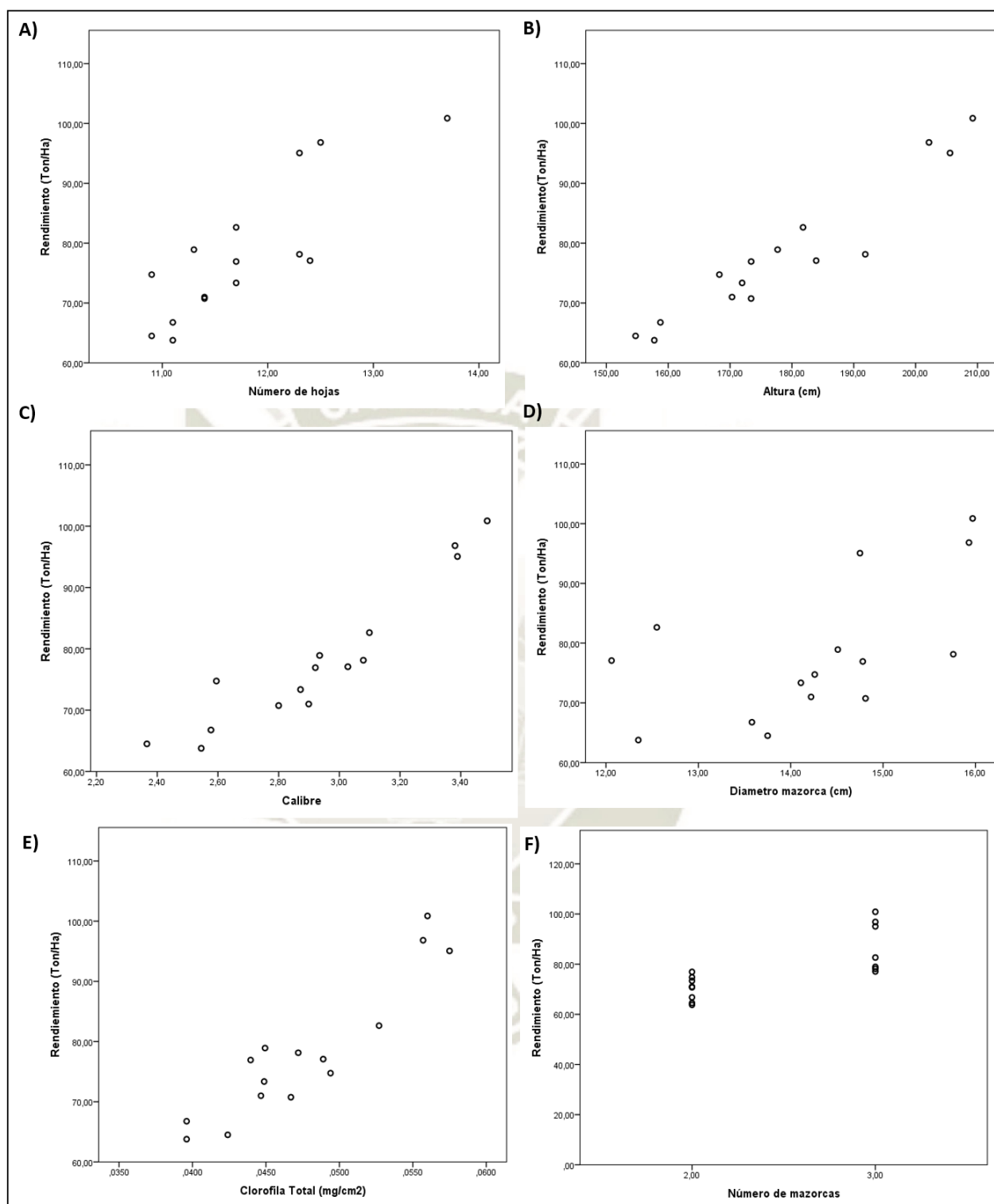


Figura 26: Gráfica de correlación entre indicadores productivos del cultivo de maíz y rendimiento

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

4.3. Realizar un análisis económico comparativo.

El costo de producción del cultivo de maíz para 1 Ha. Bajo las condiciones de la Irrigación Majes asciende a S/. 12,807.37 soles; mientras que el mayor beneficio neto se obtiene con el Tratamiento T4, el de la dosis de 12 L/ 200 L por vía foliar, con S/. 15,963.39 soles. La mayor tasa de retorno marginal se logró con el Tratamiento T4, alcanzando un 124.64 %; en cuanto al ingreso neto del cultivo de maíz, se observa que el Tratamiento T4, con S/. 15,963.39 presenta el mejor resultado.

Finalmente, la relación Beneficio (B/C) más alta es en el Tratamiento T4, con un 1.25.

4.3.1. Ingreso bruto

Tabla 17. Ingreso bruto.

	Trat.	Tn/ha	Precio	Ingreso Bruto
Dosis 6 l/cil (al suelo)	T1	67.62	S/. 300.00	S/. 20,287.04
Dosis 9 l/cil (al suelo)	T2	72.33	S/. 300.00	S/. 21,697.67
Dosis 12 l/cil (al suelo)	T3	77.68	S/. 300.00	S/. 23,303.83
Dosis 12 l/cil (foliar)	T4	95.90	S/. 300.00	S/. 28,770.75
Testigo	T5	59.39	S/. 300.00	S/. 17,816.67

Fuente: Elaboración propia basada en MS Excel 2016.

4.3.2. Beneficio Neto

Tabla 18. Beneficio neto.

	Trat.	Beneficio bruto S/.	Costo total S/.	Beneficio Neto S/.
Dosis 6 l/cil (al suelo)	T1	S/. 20,287.04	S/. 12,807.37	S/. 7,479.68
Dosis 9 l/cil (al suelo)	T2	S/. 21,697.67	S/. 12,807.37	S/. 8,890.30
Dosis 12 l/cil (al suelo)	T3	S/. 23,303.83	S/. 12,807.37	S/. 10,496.47
Dosis 12 l/cil (foliar)	T4	S/. 28,770.75	S/. 12,807.37	S/. 15,963.39
Testigo	T5	S/. 17,816.67	S/. 12,807.37	S/. 5,009.30

Fuente: Elaboración propia basada en MS Excel 2016.

4.3.3. Tasa de Retorno Marginal

Tabla 19. Tasa de retorno marginal.

	Trat.	Beneficio Neto S/.	Costo de producción S/.	Tasa de retorno marginal %
Dosis 6 l/cil (al suelo)	T1	S/. 7,479.68	S/. 12,807.37	58.40
Dosis 9 l/cil (al suelo)	T2	S/. 8,890.30	S/. 12,807.37	69.42
Dosis 12 l/cil (al suelo)	T3	S/. 10,496.47	S/. 12,807.37	81.96
Dosis 12 l/cil (foliar)	T4	S/. 15,963.39	S/. 12,807.37	124.64
Testigo	T5	S/. 5,009.30	S/. 12,807.37	39.11

Fuente: Elaboración propia basada en MS Excel 2016.

4.3.4. Ingreso neto del cultivo

Tabla 20. Ingreso neto del cultivo.

	Trat.	Ingreso Bruto S/.	Costo de producción	Ingreso Neto S/.
Dosis 6 l/cil (al suelo)	T1	S/. 20,287.04	S/. 12,807.37	S/. 7,479.68
Dosis 9 l/cil (al suelo)	T2	S/. 21,697.67	S/. 12,807.37	S/. 8,890.30
Dosis 12 l/cil (al suelo)	T3	S/. 23,303.83	S/. 12,807.37	S/. 10,496.47
Dosis 12 l/cil (foliar)	T4	S/. 28,770.75	S/. 12,807.37	S/. 15,963.39
Testigo	T5	S/. 17,816.67	S/. 12,807.37	S/. 5,009.30

Fuente: Elaboración propia basada en MS Excel 2016.

4.3.5. Relación Beneficio/ Costo (B/C)

Tabla 21. Relación Beneficio/ Costo (B/C).

	Trat.	Beneficio S/.	Costo de Producción	B/C
Dosis 6 l/cil (al suelo)	T1	S/. 7,479.68	S/. 12,807.37	0.58
Dosis 9 l/cil (al suelo)	T2	S/. 8,890.30	S/. 12,807.37	0.69
Dosis 12 l/cil (al suelo)	T3	S/. 10,496.47	S/. 12,807.37	0.82
Dosis 12 l/cil (foliar)	T4	S/. 15,963.39	S/. 12,807.37	1.25
Testigo	T5	S/. 5,009.30	S/. 12,807.37	0.39

Fuente: Elaboración propia basada en MS Excel 2016.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

1. Se comprueba que el tratamiento T4, que comprende la aplicación foliar con una dosis de 12 litros/ 200 litros, durante 6 semanas consecutivas de aplicación, representan la mejor alternativa para los socios de la CAL ASPAM y demás clientes que deseen acceder a este importante biofertilizante para la aplicación en el cultivo de maíz forrajero. Después de analizar las pruebas estadísticas para cada una de las evaluaciones se concluye que cuenta con una importante diferencia significativa con un 95% de confiabilidad para las evaluaciones de altura de planta, número de hojas, diámetro basal de tallo, contenido total de clorofila, diámetro de mazorca, número de mazorcas por planta y rendimiento; alcanzando más de 30% de aumento sobre el tratamiento T5 (testigo), siendo esta una de las características más sobresalientes de la aplicación del biofertilizante.
2. Se observa que el indicador diámetro basal de tallo, número de mazorca, número de hojas, altura de planta, contenido total de clorofila y calibre de mazorca, tienen una correlación positiva y significativa con el rendimiento obtenido por hectárea, en el orden de mayor a menor de altura de planta, calibre basal de tallo, número de mazorca, número de hojas, y diámetro de mazorca. Así mismo, se identifica una correlación positiva entre diámetro basal de tallo y la altura de planta con una significancia de 0.025.
3. El costo de producción del cultivo de maíz para 1 Ha. Bajo las condiciones de la Irrigación Majes asciende a S/. 12,807.37 soles; mientras que el mayor beneficio neto se obtiene con el Tratamiento T4, el de la dosis de 12 L/ 200 L por vía foliar, con S/. 15,963.39 soles. La mayor tasa de retorno marginal se logró con el Tratamiento T4, alcanzando un 124.64 %; en cuanto al ingreso neto del cultivo de maíz, se observa que el Tratamiento T4, con S/. 15,963.39 presenta el mejor resultado. Finalmente, la relación Beneficio (B/C) más alta es en el Tratamiento T4, con un 1.25.

5.2.RECOMENDACIONES

1. Replicar el trabajo de investigación para otros cultivos de importancia comercial en la zona de la Irrigación Majes, pues cuenta con una enorme potencialidad que debería de ser aprovechada al máximo.
2. Hacer uso de herramientas tecnológicas para la realización de las evaluaciones en trabajos de investigación futuros, para que de esta forma se puedan identificar los datos con mayor precisión, así como la medición de otros componentes mucho más complejos.
3. Realizar pruebas con una mayor proporción de lactosuero en la elaboración del biofertilizante, las mismas que luego de su producción sean probadas en campo para comparar su respuesta.

BIBLIOGRAFÍA

Agrobanco. (2012). Riego tecnificado en el cultivo de maíz amarillo duro. Guía Técnica. Perú

Ahmad, T., Aadil, R. M., Ahmed, H., ur Rahman, U., Soares, B. C., Souza, S. L., . . . Esmerino, E. A. (2019). Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. Trends in Food Science & Technology.

Amador, A. L., & Boschini, C. J. A. M. (2000). Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. 11(1), 171-177.

Aubron, C. J. D. A. (2006). Productores andinos de queso artesanal y liberalización del mercado de los lácteos en el Perú. 40(41), 119-140.

Aubron, C., & Cochet, H. J. A. a. e. (2009). Producción lechera en los Andes peruanos: ¿Integración al mercado interno o marginación económica? (6-7).

Bedoya, O. A., & Sousa, L. S. (2009). Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistemas anaerobios tipo uasb. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 7(2), 24-31.

Bojórquez, A. D. A., Gutiérrez, C. G., Báez, J. R. C., Sánchez, M. Á. A., Montoya, L. G., & Pérez, E. N. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible, 6(1), 51-56.

Callejas Hernández, J., Prieto García, F., Reyes Cruz, V. E., Marmolejo Santillán, Y., &

Carmona, J. C., Bolívar, D. M., & Giraldo, L. A. J. R. C. d. C. P. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. 18(1), 49-63.

Cisse, A., Arshad, A., Wang, X., Yattara, F., & Hu, Y. (2019). Contrasting Impacts of Long-Term Application of Biofertilizers and Organic Manure on Grain Yield of Winter Wheat in North China Plain. Agronomy, 9(6), 312.

Coaquira, J. E. Q. J. R. d. I. A.-J. o. H. A. R. (2016). El bovino criollo del altiplano peruano: Origen, producción y perspectivas. 18(3), 257-270.

- Conde-Báez, L., Castro-Rosas, J., Villagómez-Ibarra, J., Páez-Lerma, J., & Gómez-Aldapa, C. (2017). Evaluation of waste of the cheese industry for the production of aroma of roses (phenylethyl alcohol). *Waste and biomass valorization*, 8(4), 1343-1350.
- Costa, A., Lopez-Villalobos, N., Sneddon, N., Shalloo, L., Franzoi, M., De Marchi, M., & Penasa, M. (2019). Invited review: Milk lactose—Current status and future challenges in dairy cattle. *Journal of dairy science*.
- Cury, K., Aguas, Y., Martinez, A., Olivero, R., & Ch, L. C. J. R. C. d. C. A.-R. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. 122-132.
- Custodio, M. A. C., Gallardo, Z. E. L., & Ordoñez, G. M. J. S. (2016). CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS DEL ENSILAJE MIXTO DE MAÍZ CHALA (*Zea mays* L.) Y BROZA DE ESPARRAGO (*Asparagus officinalis*) CON MELAZA-UREA E INÓCULO BACTERIAL COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO PARA CABRAS EN MANEJO SEMI EXTENSIVO. 17(2).
- Cáceres, M. J. M. p. (2012). Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. 8(1), 16-32.
- Carcaño-Montiel, M.G., Ferrera-Cerrato, R., Pérez-Moreno, J., Molina-Galán, J.D., & Bashan. Y. (2006). Actividad nitrogenasa, producción de fitohormonas, sideróforos y antibiosis en cepas de *Azospirillum* y *Klebsiella* aisladas de maíz y teocintle. *Terra Latinoamericana*, 24, 493-502.
- CAR/PL (2002). Plan de acción para el Mediterráneo: Prevención de la contaminación de la industria láctea. Centro de Actividad Regional para Producción Limpia. Estudio. Barcelona, España.
- DGPA, D. G. d. P. A.-. (2017). Diagnóstico de Crianzas Priorizadas para el Plan Ganadero 2017 - 2021.
- Dineshkumar, R., Subramanian, J., Gopalsamy, J., Jayasingam, P., Arumugam, A., Kannadasan, S., & Sampathkumar, P. (2019). The impact of using microalgae as biofertilizer in maize (*Zea mays* L.). *Waste and Biomass Valorization*, 10(5), 1101-1110.
- Domínguez, M. A., Ronquillo, M. G., Cedeño, S. G., Vara, I. A. D., & González, C. A. J. R. M. d. C. P. (2009). Rendimiento y producción de gas in vitro de maíces híbridos conservados por ensilaje o henificado. 47(4), 413-423.

Doni, F., Zain, C. R. C. M., Isahak, A., Fathurrahman, F., Anhar, A., Mohamad, W. N. A. /W., ... & Uphoff, N. (2018). A simple, efficient, and farmer-friendly Trichoderma-based biofertilizer evaluated with the SRI Rice Management System. *Organic Agriculture*, 8(3), 207-223.

Egamberdieva, D., & Adesemoye, A. O. (2016). Improvement of crop protection and yield in hostile agroecological conditions with PGPR-based biofertilizer formulations. In *Bioformulations: For sustainable agriculture* (pp. 199-211). Springer, New Delhi.

Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J. A., Preciado-Rangel, P., Orona-Castillo, I., García-Salazar, J. A., García-Hernández, J. L., & Orozco-Vidal, J. A. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 329-336.

Fundación Produce. (2006). Memoria Agricultura orgánica. Memorias del curso Eco Agro - de la Agricultura Orgánica. Fundación Produce Sinaloa. Guamúchil, Sinaloa, México. Pp. 7-9.

Gamarra, M. J. R. d. I. V. d. P. (2001). Situación actual y perspectivas de la ganadería lechera en la cuenca de Lima. 12(2), 01-13.

Garcia, S. N., Osburn, B. I., & Cullor, J. S. (2019). A one health perspective on dairy production and dairy food safety. *One Health*, 100086.

García, L. (2008). Uso de bacterias probióticas en el ensilado de pescado. Tesis de Biólogo. Biblioteca Agrícola Nacional, código: Q52 G2-T.UNALM. Lima-Perú. 79 y 86 p

González, R., Sánchez, M. S., Chirinda, N., Arango, J., Bolívar, D. M., Escobar, D., . . . Rosales, R. B. J. L. R. f. R. D. (2015). Limitaciones para la implementación de acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en sistemas ganaderos en Latinoamérica. 12.

González-Díaz, A., Ojeda-Morales, M. E., Hernández-Rivera, M. A., Córdova-Bautista, Y., Díaz-Flores, L. L., López-Lázaro, J. D. L. S., & Álvarez-Ramírez, J. G. (2019). Effect of biofertilizers application on the growth of *Eucalyptus grandis* seedlings under greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 1-17.

Gordón, V. (2013). Utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol). Tesis de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario. Universidad Politécnica

Estatad del Carchi. Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales. Tulcán-Ecuador. 150 p.

Guccione, L. 2009. Tratamiento de Residuos orgánicos del comedor universitario de la UNALM para su uso como alimento para cerdos en crecimiento. Tesis para optar el título de Ing. Ambiental, Lima, Perú. UNALM. 122P

Guerra, Á. V. A., Castro, L. M. M., & Tovar, A. L. Q. J. R. (2013). Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. 4(2), 55-65.

Guo, Z., Zhang, Z., Zhou, H., Wang, D., & Peng, X. (2019). The effect of 34-year continuous fertilization on the SOC physical fractions and its chemical composition in a Vertisol. Scientific reports, 9(1), 2505.

Hernández-Rojas, M., & Vélez-Ruiz, J. F. (2014). Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. Temas selectos de ingeniería de alimentos, 8(2), 13-22.

Ipes / FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana Primera Edición, noviembre de 2010. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>

Kareb, O., & Aider, M. (2018). Whey and its derivatives for probiotics, prebiotics, synbiotics, and functional foods: a critical review. Probiotics and antimicrobial proteins, 1-22.

Khaire, R. A., & Gogate, P. R. (2018). Intensified recovery of lactose from whey using thermal, ultrasonic and thermosonication pretreatments. Journal of food engineering, 237, 240-248.

Kurnianto, R. W., Cahyono, R. B., & Budhijanto, W. (2019). Evaluation of inoculum source and saponification pre-treatment in anaerobic digestion of dissolved air flotation waste from dairy industry. Paper presented at the AIP Conference Proceedings.

López Sánchez, C. L. J. (2018). Biofertilizante acelerado de excretas porcinas, sangre bovina y suero lácteo hidrolizados enzimáticamente y estabilizado con bacterias ácido lácticas.

Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(4), 3315-3335.

Maison, E. M. (1998). Generación de residuos de ganadería vacuna (purines) en Asturias: problemática y tratamiento: Universidad de Oviedo.

Martin, A. (2002). Capacidad antagonista frente a *Listeria monocytogenes* de dos sustancias tipo bacteriocinas utilizadas en combinación con NaCl y CO₂. Universidad Austral de Chile. Valdivia - Chile. Pág. 7-18.

Medeiros, B.M.; Lopes, S.J. (2006). Biofertilizantes líquidos e sustentabilidad e agrícola. *Bahia Agricola* 7(3): 24-32

Michalopoulos, I., Chatzikonstantinou, D., Mathioudakis, D., Vaiopoulos, I., Tremouli, A., Georgiopoulou, M., . . . Lyberatos, G. (2017). Valorization of the liquid fraction of a mixture of livestock waste and cheese whey for biogas production through high-rate anaerobic co-digestion and for electricity production in a microbial fuel cell (MFC). *Waste and biomass valorization*, 8(5), 1759-1769.

Ministerio de Agricultura (MINAGRI), 1995 Decreto Supremo N° 022-1995-AG Aprueban Reglamento Tecnológico De Carnes, Lima, Peru 8p

Ministerio de Agricultura (MINAGRI), 2010 Decreto Supremo N° 002-2010-AG Aprueban Reglamento del sistema sanitario porcino, Lima, Perú. 29p. 30.

Ministerio de Agricultura (MINAGRI), 2012 Decreto Supremo N° 016-2012-AG Aprueban Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario, Lima, Perú. 10p.

Mtz, J. D. L., Estrada, A. D., Rubin, E. M., & Cepeda, R. D. V. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra latinoamericana*, 19(4), 293-299.

Murgueitio, E., & Calle, Z. (1998). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Paper presented at the Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.

Muscolo, A., Settineri, G., Papalia, T., Attinà, E., Basile, C., & Panuccio, M. R. (2017). Anaerobic co-digestion of recalcitrant agricultural wastes: Characterizing of biochemical

parameters of digestate and its impacts on soil ecosystem. *Science of the Total Environment*, 586, 746-752.

Méndez Marzo, M. A. J. A. U. (2012). Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. 22(1).

Ossa, J. A., Vanegas, M. C., & Badillo, Á. M. (2010). Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum*. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 13(1), 97-104.

Pacheco, F. (2006). Lactofermentos. Una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados. Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica. Santa Bárbara de Guanacaste. Costa Rica. Págs. 1-10.

Pinedo Panduro, M., Abanto-Rodríguez, C., Oroche Amias, D., Paredes Dávila, E., Bardales-Lozano, R. M., Alves Chagas, E., ... & Vargas Fasabi, J. (2018). Mejoramiento de las características agronómicas y rendimiento de fruto de camu-camu con el uso de biofertilizantes en Loreto, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 527-533.

Pinedo, R., Collado, L., Arias, L., & Shagarodsky, T. J. C. c. l. a. s. s. e. e. t. h. d. C., México y Perú. (2009). Importancia del maíz, frijol, pallar y chile en agroecosistemas tradicionales del trópico húmedo de Cuba, México y Perú. 31-45.

Pinos-Rodríguez, J. M., García-López, J. C., Peña-Avelino, L. Y., Rendón-Huerta, J. A., González-González, C., & Tristán-Patiño, F. J. A. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. 46(4), 359-370.

Quintero Rodriguez, E., Calero Hurtado, A., Perez Diaz, Y., & Enriquez Gomez, L. (2018). Effect of different biostimulants in the yields of common beans. *Centro Agrícola*, 73-80.

Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of food industry waste for high-value products. *Trends in Biotechnology*, 34(1), 58-69.

Restrepo, J. (2007). Biofertilizantes preparados y fermentados a base de excretas de vaca. Manual práctico. Primera edición. Volumen 2. Cali- Colombia. Págs. 17-18, 53-60.

Reyes, L. M., Jiménez, C. E. A., Montiel, M. G. C., Galdámez, J. G., Cabrera, J. A. M., Aguilar, F. B. M., ... & Padilla, E. G. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores, Chiapas, México. *Siembra*, 5(1), 026-037.

Román, C. (2012). Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. Tesis Ingeniero Ambiental. Biblioteca Agrícola Nacional, código: F04R758-T. UNALM. Lima- Perú. Pág. 120-141

Ryschawy, J., Dumont, B., Therond, O., Donnars, C., Hendrickson, J., Benoit, M., & Duru, M. J. a. (2019). An integrated graphical tool for analysing impacts and services provided by livestock farming. 13(8), 1760-1772.

Schaller, A. (2009). Sueros de lechería. Dirección Nacional de Agroindustria, Alimentos Argentinos, Cadenas Alimentarias, Buenos Aires, Argentina.

Truchero, G. R. (2013). Alimentacion e identidad territorial en la produccion de queso Idiazabal. Lurralde: Investigación y espacio (36), 15-30.

Valencia y E. Y Ramírez M. 2009. La industria de la leche y la contaminación del agua. 27-31 p

Vega-Baudrit, J., Delgado-Montero, K., Sibaja-Ballester, M., & Alvarado-Aguilar, P. (2007). Uso alternativo de la melaza de la caña de azúcar residual para la síntesis de espuma rígidas de poliuretano (ERP) de uso industrial. Tecnología, Ciencia, Educación, 22(2), 101-107.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL ¿Incrementará la productividad de la chala forrajera mediante el uso de biofertilizante producido con lacto suero de la planta de derivados lácteos más estiércol de vacunos de los socios de la Cal Aspam – Arequipa? PROBLEMAS ESPECÍFICOS • ¿Cuál será el comportamiento de los indicadores de productividad del cultivo de maíz durante su ciclo fenológico según tratamiento? • ¿Existirá relación entre indicadores de productividad del cultivo de maíz? • ¿Cuál será la diferencia económica entre los tratamientos?	OBJETIVO GENERAL 1. Incrementar la productividad de la chala forrajera mediante el uso de biofertilizante producido con lacto suero de la planta de derivados lácteos más estiércol de vacunos de los socios de la Cal Aspam – Arequipa. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1. Evaluar los indicadores de productividad del cultivo de maíz durante su ciclo fenológico según tratamiento. 2. Desarrollar las correlaciones entre indicadores de productividad del cultivo de maíz. 3. Realizar un análisis económico comparativo.	Dado que el biofertilizante producido con lacto suero de la planta de derivados lácteos más estiércol de vacunos posee gran cantidad de nutrientes, es probable que con su aplicación se incremente la productividad de la chala forrajera de los socios de la Cal Aspam – Arequipa.	VARIABLES DE ESTUDIO VARIABLE INDEPENDIENTE Biofertilizante INDICADORES • Medición de altura de planta • Número de hojas • Contenido de clorofila • Número de mazorcas por planta • Diámetro basal del tallo • Diámetro de mazorca por planta • Rendimiento de forraje verde • Análisis económico VARIABLE DEPENDIENTE Productividad Agrícola INDICADORES • Dosis

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes Periodo de Octubre- Febrero (2018-2019)

Octubre								
Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presion (mb)	Velocidad del Viento (m/s)	Direccion del Viento
	Prom	Max	Min					
1/10/2018	18.53	27.2	10.5	26.33	0	850.74	2.18	27
2/10/2018	18.95	27.7	11.2	29.83	0	850.02	2.67	190
3/10/2018	18.38	26.3	11.4	27.38	0	850.3	2.57	215
4/10/2018	18.3	26	10.7	23.79	305.5	852.13	1.84	211
5/10/2018	19.78	26.5	14.4	23.58	0	851.37	1.82	354
6/10/2018	19.78	26.8	14.1	25.4	0	815.77	1.81	214
7/10/2018	20.32	26.9	14.2	32.42	0	851.76	2.52	198
8/10/2018	23.75	25.3	14.3	32.42	0	698.19	2.67	213
9/10/2018	20.11	26.7	14.5	36.63	0	852.18	3.04	11
10/10/2018	18.83	25.9	13.3	39	0	851.69	2.99	226
11/10/2018	17.1	26.3	11.1	51.5	0	852.52	2.31	6
12/10/2018	15.42	23.1	10.7	68	0	853.18	1.69	210
13/10/2018	14.68	21.5	9.5	78	0	853.09	1.67	23
14/10/2018	16.55	22.9	11.9	68.92	0	851.6	1.67	328
15/10/2018	18.81	26	13.7	52.83	0	851.53	1.81	231
16/10/2018	18.81	23.8	12.3	52.83	0	815.77	1.83	213
17/10/2018	17.56	25.3	11.4	48.13	0	850.94	1.85	163
18/10/2018	18.1	26.5	10.9	48.21	0	851.03	1.71	33
19/10/2018	18.81	25.8	12.8	42.42	0	851.04	1.94	171
20/10/2018	16.73	24.9	11.2	48.54	0	850.81	1.4	222
21/10/2018	15.6	23.1	10.2	57.63	0	850.28	1.7	37
22/10/2018	17.49	24.8	11	42.58	0	850.79	2	348
23/10/2018	18.53	26.3	12.3	39.08	0	851.92	2.51	212
24/10/2018	18.16	24.6	13	45.75	0	852.57	2.59	5
25/10/2018	18.16	24.7	13	45.75	0	739.12	2.52	46
26/10/2018	18.6	25.5	11	37.25	0	850.33	2.35	35
27/10/2018	18.77	27.3	11.7	37.71	0	850.23	1.9	170
28/10/2018	18.53	25.9	10.9	40.17	0	850.56	2.05	243
29/10/2018	18.18	25.8	10.5	41.54	0	850.19	1.88	182
30/10/2018	17.92	25.1	10.7	36.75	0	851.7	1.75	356
31/10/2018	17.94	25.4	10.7	41.21	0	851.68	1.5	211

Fuente: Senamhi (2019).

Noviembre

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presión (mb)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento
	Prom	Max	Min					
1/11/2018	18.65	26.6	10.5	42.79	0	850.41	1.65	334
2/11/2018	18.87	25.9	13.3	33.5	0	851.43	1.95	245
3/11/2018	17.47	24.6	10.4	46.67	0	852.23	1.96	211
4/11/2018	17.68	25.7	11	50.92	0	852.03	1.92	205
5/11/2018	18.11	25.1	11.9	51.63	0	851.93	2.35	205
6/11/2018	18.48	26.5	12	52.42	0	851.25	1.8	346
7/11/2018	19.55	27.5	12.6	47.25	0	849.1	2.1	210
8/11/2018	22.65	29.2	13.4	33.5	0	772.15	2.1	223
9/11/2018	18.36	24.8	11.5	40.71	0	850.46	2.2	4
10/11/2018	18.17	26.3	12.2	43.88	0	849.74	1.81	349
11/11/2018	17.61	23.1	12.3	38.74	0	850.27	1.94	214
12/11/2018	17.48	22.9	12.3	59.42	0	851.54	2.28	23
13/11/2018	17.01	24.4	8.6	65.42	0	851.1	1.86	189
14/11/2018	17.74	25.3	11.2	59.71	0	850.67	2.01	200
15/11/2018	18.2	24.5	11.3	42.17	0	850.5	1.85	32
16/11/2018	18.35	25.5	12.3	34.17	0	850.78	2.4	6
17/11/2018	18.71	27.5	12.3	40.17	0	850.33	1.82	200
18/11/2018	18.73	26.5	11.3	45.58	305.5	850.34	1.91	211
19/11/2018	18.35	25.6	12.3	48.79	0	850.68	1.85	7
20/11/2018	18.13	25.7	10.9	42.92	0	851.33	1.67	24
21/11/2018	17.84	25.8	11	43.81	0	774.57	1.67	207
22/11/2018	18.08	25	11.2	46.63	0	851.76	1.73	43
23/11/2018	18.24	25.3	11	45.83	0	850.9	2.04	216
24/11/2018	17.55	24.4	11.2	42.46	0	850.34	2.15	357
25/11/2018	18.05	24.8	11.3	48.96	0	850.34	1.84	219
26/11/2018	17.96	24.4	12.3	52.58	0	851.4	1.67	355
27/11/2018	17.45	24.6	10.4	57.5	0	851.28	1.89	326
28/11/2018	17.94	24.3	12.1	45.25	0	774.35	1.89	208
29/11/2018	17.94	24.3	12.1	49.67	0	852.18	2.39	212
30/11/2018	17.15	25.4	7.8	55.17	0	851.67	1.6	86

Fuente: Senamhi (2019).

Diciembre

Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presion (mb)	Velocidad del Viento (m/s)	Direccion del Viento
	Prom	Max	Min					
1/12/2018	16.56	22.9	10.8	64.38	0	851.98	1.7	194
2/12/2018	16.71	25.4	11.1	57.3	0	815.75	1.71	18
3/12/2018	16.82	25.1	10.8	54.7	0	774.23	1.71	218
4/12/2018	16.62	23.8	10.3	60.63	0	851.15	1.71	346
5/12/2018	16.32	23.8	10.1	66.21	0	851.25	1.78	227
6/12/2018	17.56	25	10.4	57.04	0	852.52	2.14	6
7/12/2018	18.91	26.5	11.4	48.71	0	853.01	2.22	12
8/12/2018	19.53	27	13.3	44.38	0	852.26	2.22	15
9/12/2018	19.34	25.9	14.3	51.75	0	850.57	2.31	15
10/12/2018	18.13	24.1	13.7	55.58	0	851.8	2.58	355
11/12/2018	18.42	25.9	12.6	55.38	0	852.2	1.85	219
12/12/2018	18.57	25.8	12.9	53.29	0	851.2	2.01	227
13/12/2018	18.58	25.1	13.7	53.42	0	851.86	2.54	227
14/12/2018	18.62	21.8	13.4	51.4	0	772.51	2.54	228
15/12/2018	19.13	25.1	13.9	48.25	0	852.31	2.21	16
16/12/2018	19.11	26.9	13.7	49.2	0	774.8	2.21	218
17/12/2018	20.13	26.9	13.7	49.38	0	851.55	1.7	3
18/12/2018	20.07	26.3	15	56.75	0	851.66	1.98	21
19/12/2018	19.03	25.6	13.8	65.58	0	851.76	1.8	212
20/12/2018	16.55	23.3	11.8	81.29	0.1	851.02	1.31	220
21/12/2018	18.01	22.8	13.3	67.04	0	851.16	1.85	224
22/12/2018	19.16	26.1	13.6	56.29	0	851.76	1.94	203
23/12/2018	18.83	25.8	12.9	60.83	0	850.23	1.95	221
24/12/2018	18.89	26.2	12.8	55.33	0	849.1	1.87	6
25/12/2018	17.75	25.9	12.5	56.4	0	771.62	1.87	134
26/12/2018	18.65	26.5	12.4	51.6	0	813.84	1.97	134
27/12/2018	20.05	26.3	16.1	48.65	0	848.78	1.97	196
28/12/2018	20.02	25.9	15.5	44.25	0	849.55	2.05	213
29/12/2018	20.16	26.3	14.6	49.8	0	814.74	2.05	197
30/12/2018	19.37	25.3	13.9	57.21	0	849.33	1.76	358
31/12/2018	18.83	25.3	14.5	66.21	0	848.43	1.4	211

Fuente: Senamhi (2019).

Enero

Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presion (mb)	Velocidad del Viento (m/s)	Direccion del Viento
	Prom	Max	Min					
1/01/2019	19.19	25.1	14.7	68.46	305.5	848.15	1.6	42
2/01/2019	19.28	25.3	15.4	70.71	0	848.67	2.05	212
3/01/2019	19.6	25.3	16.1	69.83	0	848.44	1.85	222
4/01/2019	20.21	25.5	16	69.08	0	849.8	1.73	221
5/01/2019	20.62	27.6	13.7	51.25	0	851.08	1.8	202
6/01/2019	19.78	26.8	14.2	58.08	0	851.2	1.87	192
7/01/2019	14.91	21.7	10.9	83.96	0	852.29	1.39	181
8/01/2019	16.83	23.6	10.3	73.08	0	853.17	1.77	118
9/01/2019	17.01	22.7	12.8	78.46	0	852.98	1.87	209
10/01/2019	16.71	22.6	13.6	82.04	0	852.02	2.01	212
11/01/2019	17.54	22.1	15.1	77.63	0	853.69	2.19	203
12/01/2019	18.15	24	14.8	76.17	0	853.15	1.82	212
13/01/2019	17.9	25.1	12.8	76.54	0	852.01	1.6	5
14/01/2019	16.44	23.4	13.1	86.88	0	850.81	1.31	233
15/01/2019	16.84	22.5	13.3	80.38	0	851.95	1.4	216
16/01/2019	18.2	25.4	13.8	71.63	0	852.04	1.76	213
17/01/2019	19.4	24.6	14.2	73.65	0	815.82	1.76	217
18/01/2019	18	24.7	16.7	60.74	0	774.34	1.39	39
19/01/2019	19.96	26.7	16.8	61.88	0	851.03	1.39	223
20/01/2019	19.55	26.7	15.3	66.08	0	850.7	1.5	232
21/01/2019	19.01	26.2	14.4	70.42	0	850.81	1.54	239
22/01/2019	18.54	25.8	14.3	74.52	0	850.89	1.54	173
23/01/2019	19.43	27.1	14.9	74.25	0	850.45	1.5	221
24/01/2019	20.43	27	15.4	66.08	0	850.34	1.6	159
25/01/2019	20.29	26.8	16.2	69.04	0	850.52	1.98	213
26/01/2019	20.06	25	16.3	72.46	0	850.87	1.94	213
27/01/2019	20.11	25.7	17.5	74.13	0	773.11	1.58	230
28/01/2019	18.28	23.9	14.7	83.08	0	850.75	1.83	208
29/01/2019	18.95	22.2	15.7	82.4	306	851.08	1.83	135
30/01/2019	18.63	23.3	16	84.17	0	851.63	1.6	137
31/01/2019	20.05	24	16.1	80.1	0	815.52	1.6	205

Fuente: Senamhi (2019).

Febrero

Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presion (mb)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento
	Prom	Max	Min					
1/02/2019	19.2	25.4	16.5	85.42	0	852.6	2.27	214
2/02/2019	19.78	25.8	16.6	83.29	0	850.95	1.87	208
3/02/2019	19.21	26.2	16.2	84.5	0.3	850.08	1.82	224
4/02/2019	19.43	24.8	16.4	85.88	1	850.35	1.3	192
5/02/2019	19.86	26	15.8	81.46	0	849.95	1.3	2
6/02/2019	19.4	25.2	15.8	81.33	0	849.8	1.44	167
7/02/2019	19.1	24.3	16.7	83.29	4	850.13	1.51	1
8/02/2019	18.64	23.7	15.8	90.58	3.2	850.22	1.82	122
9/02/2019	19.36	24.8	16.8	86.63	0	851.04	1.18	204
10/02/2019	18.78	24.2	16	86.08	0	850.57	1.75	116
11/02/2019	18.92	25.4	15.4	84.38	0.1	849.7	1.93	194
12/02/2019	18.91	24.6	16.1	87.54	0.1	851.18	1.5	148
13/02/2019	19.76	26	16.4	81.25	0	851.9	1.44	78
14/02/2019	20.07	25.6	15.8	77.67	0	850.2	1.72	187
15/02/2019	19.39	23.4	16.3	80.42	0	851.56	2.26	347
16/02/2019	20.75	27.2	17.1	72.54	0	852.24	1.73	205
17/02/2019	20.36	26.3	16.8	72.21	0	850.82	1.5	209
18/02/2019	19.48	25.1	16.7	77.21	305.5	851.96	1.62	216
19/02/2019	18.92	24.3	15.2	79.88	0	852.55	1.68	193
20/02/2019	20.27	27	17.3	69.96	0	851.83	2.03	99
21/02/2019	20.29	27.3	16.2	71.54	0	852.22	2.13	98
22/02/2019	19.85	29.2	16	65.92	0	774.09	2.13	99
23/02/2019	19.41	27	14.5	74.29	305.5	850.1	1.6	44
24/02/2019	20.26	24.8	16	65.92	0	850.62	2.29	239
25/02/2019	19.64	25.1	15.2	75.42	0	851.85	2.09	157
26/02/2019	19.09	24.8	14.9	75.38	0	851.58	1.89	204
27/02/2019	19.58	25.2	15.5	68.25	0	851.18	2	211
28/02/2019	19.42	24.9	14.9	69.21	0	851.6	1.68	216

Fuente: Senamhi (2019).

Anexo 3: Análisis de suelo del trabajo de investigación



PERU
Ministerio
de Agricultura y Riego



INIA
Instituto Nacional de Innovación Agraria

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

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE		ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS			
PROCEDENCIA		PEDREGAL-MAJES			
MUESTRA		SUELO			

CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	Nº DE INFORME
8109	14/08/2018	PEDREGAL	1	CARACTERIZACION	8067

ANALISIS FISICO

ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO (%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHEE PERMANENTE (%)
74.0	15.2	6.8	FRANCO ARENOSO	38.0	11.3	7.9	3.4

ANALISIS QUIMICO

ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO
Materia Organica	%	3.02					
Nitrogeno : C/N	%	0.15					
Fosforo : P	ppm	30.99					
Potasio : K	ppm	437.66					
CO3Ca	%	0.20					
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO
C.E	dS/m extr. 1:2.5	3.96					
			ACIDO	MODERAD. ACIDO	NEUTRO	MODERAD. ALCALINO	ALCALINO
pH	EXTR. 1:2.5	7.85					
BCR	mg/kg						

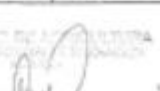
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO CIC (meq/100gr de suelo)

Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(K)	CIC	Suma de Bases	PSI	Interpretacion CIC
79.200	4.000	0.478	0.923	84.601	84.601	0.565	Muy- Alto

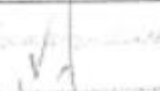
CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION
		Es un suelo de textura moderadamente gruesa, deficiente en retencion de humedad, buena capacidad de aireacion del suelo; para mejorar la calidad de suelo agrícola incorporar materia organica previo lavado de salinidad del suelo.

ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES

CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION
		Es un suelo con reaccion moderadamente alcalino en pH, muy salino en conductividad electrica, bajo en contenido de materia organica y natrial en nitrogeno, muy alto en concentracion de fosforo y alto en potasio respectivamente; para efectuar la recomendacion de nutrientes considerar los fertilizantes de acuerdo a los resultados de analisis, con respecto a la capacidad de intercambio catanico CIC (la interpretacion es Muy-Alto)



ENC. INGENIERO DE SUELOS Y AGUAS
EL AREQUIPA - PERU



ASISTENTE TECNICO DE SUELOS Y AGUAS
ING. TRO. VALERIO ALVARO SACABANZA
EL AREQUIPA - PERU

Calle San Olaverro 402 Cerro Juli
José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa
T: (054) 421338
www.inia.gob.pe
www.minagri.gob.pe



Trabajando para
Todos los peruanos

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, aguas y semillas. INIA-Arequipa (2018)

Anexo 4: Análisis de agua del trabajo de investigación

INFORME DE ENSAYO - AGUA



Nº de Referencia: A-16/44861 Análisis: A-0001-PE Tipo Muestra: AGUA RIEGO	Registrada en: AGQ Perú Centro Análisis: AGQ Perú Fecha/Hora: 10/09/2016 Muestreo: Fecha Inicio: 12/09/2016	Fecha Recepción: 12/09/2016 Fecha Fin: 14/09/2016 Contrato: PE16-3063-AGR
Muestreado por: Cliente	Cliente 3º: ---	
Descripción: 6 / BOCATOMA PITAY AREQUIPA Cliente: PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACIONES-PSI	Domicilio: JR.TNTE.EMILIO FERNANDEZ NRO.130URB.SANTA BEATRIZ LIMA LIMA LIMA LIMA	

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	782	µS/cm a 25°C		750		1 500		Electrometría	PEC-002
pH	8,10			6,50		7,50		Electrometría	PEC-001

CATIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Calcio	47,4	2,36		2,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	11,9	0,98		0,50		2,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	9,93	0,25		0,00		0,25		Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	101	4,39		0,00		4,00		Espect ICP-OES	PEC-009

ANIONES -

Parámetro	mg/L CO3H-	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Alcalinidad	82,4	1,35		0,50		3,00		Electrometría	PEC-011
Cloruros	103	2,90		0,00		4,00		Analiz Flujo Segmen	PE-336
Nitratos	< 10,0	< 0,16		0,00		0,80		Analiz Flujo Segmen	PE-336
Sulfatos	93,2	1,94		0,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009

METALES TOTALES

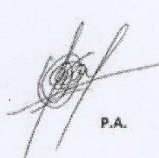
Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Hierro	0,27	mg/L		0,10		0,50		Espect ICP-OES	PC-200
Manganeso	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Zinc	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

METALES SOLUBLES EN ÁCIDO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	0,71	mg/L		0,00		0,80		Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

NOTA
 Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN: 14/09/2016

P.A.
 Yoel Iñigo CQP 826
 Resp. Lab. Inorgánico

AGQ PERÚ, S.A.C.
 Av. Santa Rosa 511 La Perla - Callao Lima, Lima. PERU T: (511) 710 27 00 F: (511) 718 30 94 operacionesperu@agq.com.pe www.agqlabs.com

1/1

Fuente: Laboratorio AGQ Perú S.A.C. (2016)

Anexo 5: Análisis físico-químico del biofertilizante



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD
Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204(205) ☎ + 51 (4) 382338 ANEXO 1166
 E: laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apdo. 1300
 AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA04J19.004305

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del Cliente : Universidad Católica de Santa María
Dirección del Cliente : Nro. S/N Urb. San José (Umacollo) Arequipa
RUC : 20141637941
Identificación del contacto : Universidad Católica de Santa María
Descripción de la muestra : Biol

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 mL
Fecha de recepción : 04/10/2019
Fecha de ejecución de ensayo : 04/10/2019 al 17/10/2019
Fecha de emisión de informe : 18/10/2019
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL		
NMX-AA-026-SCFI-2001 Determinación de Nitrógeno total Kjeldahl en aguas naturales, residuales y residuales tratadas	%	0,09
DETERMINACIÓN DE METALES TOTALES		
Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry EPA METHOD 200.7		
Potasio (K)	mg/L	1323,00
Fosforo (P)	mg/L	175,85
Calcio (Ca)	mg/L	698,50
Magnesio (Mg)	Mg/L	222,30

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



F. Ricardo A. Abril Ramírez
 CGPDA 00824
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



Fuente: Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad (2019)

Anexo 6: Análisis de varianza (ANOVA) para los indicadores de productividad del cultivo de maíz

Número de hojas (Semana 1)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.973333	4	0.243333	0.40	0.8081
Intra grupos	88.1	145	0.607586		
Total (Corr.)	89.0733	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de hojas (Semana 2)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7.50667	4	1.87667	4.89	0.0010
Intra grupos	55.6667	145	0.383908		
Total (Corr.)	63.1733	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de hojas (Semana 3)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	15.7333	4	3.93333	6.32	0.0001
Intra grupos	90.2667	145	0.622529		
Total (Corr.)	106.0	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de hojas (Semana 4)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	21.7733	4	5.44333	5.07	0.0007
Intra grupos	155.667	145	1.07356		
Total (Corr.)	177.44	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de hojas (Semana 5)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	107.027	4	26.7567	39.08	0.0000
Intra grupos	99.2667	145	0.684598		
Total (Corr.)	206.293	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de hojas (Semana 6)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	84.3733	4	21.0933	33.43	0.0000
Intra grupos	91.5	145	0.631034		
Total (Corr.)	175.873	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de hojas (Semana 7)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	59.3733	4	14.8433	34.40	0.0000
Bloques	10.0933	2	5.04667	11.70	0.0000
Residuo	61.7067	143	0.431515		
Total (corregido)	131.173	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de hojas (Semana 8)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	75.44	4	18.86	42.54	0.0000
Bloques	1.0	2	0.5	1.13	0.3266
Residuo	63.4	143	0.443357		
Total (corregido)	139.84	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de hojas (Semana 9)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	62.6267	4	15.6567	25.33	0.0000
Bloques	10.36	2	5.18	8.38	0.0004
Residuo	88.3733	143	0.617995		
Total (corregido)	161.36	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 1)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamiento	52.7877	4	13.1969	0.69	0.5983
B:Bloque	64.5712	2	32.2856	1.69	0.1874
Residuos	2725.25	143	19.0577		
Total (Corregido)	2842.61	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 2)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamiento	823.523	4	205.881	9.79	0.0000
B:Bloque	37.1392	2	18.5696	0.88	0.4157
Residuos	3006.85	143	21.0269		
Total (Corregido)	3867.51	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 3)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamiento	5581.64	4	1395.41	37.48	0.0000
B:Bloque	974.22	2	487.11	13.08	0.0000
Residuos	5324.12	143	37.2316		
Total (Corregido)	11880.0	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 4)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamiento	9949.57	4	2487.39	51.00	0.0000
B:Bloque	1857.01	2	928.504	19.04	0.0000
Residuos	6974.23	143	48.7708		
Total (Corregido)	18780.8	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 5)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamiento	33344.3	4	8336.08	247.84	0.0000
B:Bloque	896.444	2	448.222	13.33	0.0000
Residuos	4809.85	143	33.6353		
Total (Corregido)	39050.6	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 6)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamiento	28479.7	4	7119.92	120.93	0.0000
B:Bloque	862.178	2	431.089	7.32	0.0009
Residuos	8418.97	143	58.8739		
Total (Corregido)	37760.8	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 7)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	23104.6	4	5776.14	77.09	0.0000
Bloque	978.006	2	489.003	6.53	0.0019
Residuo	10714.2	143	74.9242		
Total (corregido)	34796.7	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 8)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	42313.7	4	10578.4	128.28	0.0000
Bloque	906.069	2	453.034	5.49	0.0050
Residuo	11792.1	143	82.4625		
Total (corregido)	55012.0	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Altura de planta (Semana 9)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	39765.5	4	9941.39	66.52	0.0000
Bloque	394.356	2	197.178	1.32	0.2705
Residuo	21370.0	143	149.441		
Total (corregido)	61529.9	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 1)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	0.47842	4	0.119605	4.66	0.0015
Bloque	2.0205	2	1.01025	39.33	0.0000
Residuo	3.67342	143	0.0256882		
Total (corregido)	6.17233	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 2)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	0.669404	4	0.167351	5.79	0.0002
Bloque	0.0348013	2	0.0174007	0.60	0.5489
Residuo	4.13143	143	0.0288911		
Total (corregido)	4.83564	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 3)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	6.36172	4	1.59043	23.52	0.0000
Bloque	1.68122	2	0.840608	12.43	0.0000
Residuo	9.66864	143	0.0676128		
Total (corregido)	17.7116	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 4)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	28.8372	4	7.2093	166.33	0.0000
Bloque	0.953968	2	0.476984	11.00	0.0000
Residuo	6.19812	143	0.0433435		
Total (corregido)	35.9893	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 5)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	47.3143	6	7.88571	147.74	0.0000
Residuo	7.63297	143	0.0533774		
Total (Corr.)	54.9472	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 6)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	46.5683	4	11.6421	217.97	0.0000
Bloque	2.02061	2	1.0103	18.92	0.0000
Residuo	7.63796	143	0.0534123		
Total (corregido)	56.2268	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 7)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	20.2499	4	5.06248	104.87	0.0000
Bloque	0.0127693	2	0.00638467	0.13	0.8762
Residuo	6.90341	143	0.0482756		
Total (corregido)	27.1661	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 8)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	11.3825	4	2.84562	61.20	0.0000
Bloque	0.823284	2	0.411642	8.85	0.0002
Residuo	6.6489	143	0.0464958		
Total (corregido)	18.8547	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Calibre basal de tallo (Semana 9)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	14.3167	4	3.57916	79.03	0.0000
Bloque	0.196681	2	0.0983407	2.17	0.1178
Residuo	6.47621	143	0.0452882		
Total (corregido)	20.9895	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Diámetro de mazorca

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Bloque	11.4112	2	5.7056	1.01	0.3654
Tratamiento	103.453	4	25.8632	4.60	0.0016
Residuo	804.764	143	5.62772		
Total (corregido)	919.629	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Número de mazorcas por planta

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Bloque	1.44	2	0.72	1.13	0.3246
Tratamiento	33.2667	4	8.31667	13.10	0.0000
Residuo	90.7933	143	0.634918		
Total (corregido)	125.5	149			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Rendimiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamiento	1755.16	4	438.79	73.37	0.0000
Bloque	34.3567	2	17.1783	2.87	0.1148
Residuo	47.8433	8	5.98041		
Total (corregido)	1837.36	14			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Contenido total de clorofila (Semana 1)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
BCLO	0.0000159043	2	0.0000079521 3	0.25	0.7823
BTRAT	0.000141987	4	0.0000354968	1.10	0.3637
Residuo	0.00219401	68	0.0000322648		
Total (corregido)	0.0023519	74			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Contenido total de clorofila (Semana 4)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
BCLO	0.0000975283	2	0.0000487641	1.62	0.2062
BTRAT	0.0019515	4	0.000487874	16.17	0.0000
Residuo	0.00205186	68	0.0000301745		
Total (corregido)	0.00410089	74			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Contenido total de clorofila (Semana 7)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
BCLO	0.0000789944	2	0.0000394972	1.15	0.3242
BTRAT	0.00212403	4	0.000531008	15.40	0.0000
Residuo	0.00234494	68	0.0000344844		
Total (corregido)	0.00454796	74			

Fuente: Elaboración propia basada en SPSS 21.

Anexo 7: Costo de producción del cultivo de maíz bajo condiciones de la Irrigación Majes.

COSTO DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ (*Zea mays*)

UBICACIÓN	Arequipa	PERIODO VEGETATIVO	4.5 MESES
CULTIVO	Maíz	SISTEMA DE RIEGO	GOTEO
VARIEDAD	Atlas 777	NIVEL TECNOLÓGICO	MEDIO
FECHA DE SIEMBRA	4/10/2018	RENDIMIENTO ESPERADO (Kg)	
FECHA DE COSECHA	21/02/2019	ÁREA (Ha.)	1
TIPO DE CAMBIO	3.39		

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	NºDE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	COSTO TOTAL (\$)
I.- COSTOS DIRECTOS					
A. GASTOS DE CULTIVO					
1. Mano de Obra:				S/1,347.50	\$ 397.49
1.1 Preparación de terreno					
Limpieza terreno y riego pesado	Jor.	3	S/55.00	S/165.00	\$ 48.67
Incorporación materia orgánica	Jor.	1	S/70.00	S/70.00	\$ 20.65
Tendido de cintas de riego	Jor.	1.5	S/55.00	S/82.50	\$ 24.34
1.2 Siembra					
Desinfección de semilla	Jor.	1	S/55.00	S/55.00	\$ 16.22
Distribución y tapado de semilla	Jor.	6	S/55.00	S/330.00	\$ 97.35
1.3 Fertilización					
Operario de Fertirriego	Jor.	2	S/50.00	S/100.00	\$ 29.50
Labores Culturales					
1.4 Control Fitosanitario					
- Aplicación pesticidas	cilindros	6	S/30.00	S/180.00	\$ 53.10

Aplicación de biofertilizante	cilindros	6	S/.30.00	S/.180.00	\$ 53.10
1.5 Cosecha					
Operario	Jor.	1	S/.20.00	S/.20.00	\$ 5.90
Recojo de cintas	Jor.	3	S/.55.00	S/.165.00	\$ 48.67
2. Maquinaria Agrícola:				S/1,125.00	\$ 331.86
2.1 Disco	hora/tractor	1.5	S/.70.00	S/.105.00	\$ 30.97
2.2 Polidisco	hora/tractor	1	S/.120.00	S/.120.00	\$ 35.40
2.3 Polidisco + riel	hora/tractor	1	S/.80.00	S/.80.00	\$ 23.60
2.4 Surcado	hora/tractor	1	S/.70.00	S/.70.00	\$ 20.65
2.5 Picadora de chala	hora/tractor	3	S/.250.00	S/.750.00	\$ 221.24
3. Insumos:				S/4,697.00	\$ 1,385.55
3.1 Semilla	Bolsas (15 Kg.)	1.5	S/.565.00	S/.847.50	\$ 250.00
3.2 Fertilizantes (200-100-100)					
Nitrato de Amonio	Kg.	150	S/.1.30	S/.195.00	\$ 57.52
Fosfato Di Amónico	Kg.	100	S/.1.68	S/.168.00	\$ 49.56
Úrea	Kg.	250	S/.1.22	S/.305.00	\$ 89.97
Sulfato de magnesio	Kg.	60	S/.5.30	S/.318.00	\$ 93.81
Fosfato Monoamónico	Kg.	100	S/.1.40	S/.140.00	\$ 41.30
Cloruro de potasio	Kg.	170	S/.1.40	S/.238.00	\$ 70.21
3.3 Estiércol	Kg.	4000	S/.0.26	S/.1,040.00	\$ 306.78
3.4 Pesticidas					
Pendimenthalin	Lt.	3	S/.40.00	S/.120.00	\$ 35.40
Metomilo	Sobre (100 g.)	4	S/.14.00	S/.56.00	\$ 16.52
Metamidofos	Lt.	1	S/.50.00	S/.50.00	\$ 14.75
Atrazina	Lt.	2.5	S/.33.00	S/.82.50	\$ 24.34
- Alfa cipermetrina	Lt.	1	S/.47.00	S/.47.00	\$ 13.86
3.5. Cinta de riego	Rollo	2	S/.545.00	S/.1,090.00	\$ 321.53
4. Otros				S/4,800.00	\$ 1,415.93
Alquiler de terreno	Ha	1	S/.4,500.00	S/.4,500.00	\$ 1,327.43
Costo de uso de agua (ha)	Mes	5	S/.60.00	S/.300.00	\$ 88.50
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				S/11,969.50	\$ 3,530.83

II. COSTOS INDIRECTOS					
Gastos Generales (4%)				478.78	141.23
Gastos Administrativos (3%)				359.09	105.92
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				S/. 837.87	\$ 247.16

COSTO TOTAL	S/. 12,807.37	\$ 3,777.98
--------------------	----------------------	--------------------

Fuente: Elaboración propia.

