

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTOS DE LOS BIOFERMENTOS FOLIARES EN EL RENDIMIENTO
Y CALIDAD DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.) VARIEDAD CHUSKA,
EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE CAYHUAYNA ALTA 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TESISTA
TUCTO ESPINOZA, Homer

ASESOR
Dr. JUAN DIOLANDO VILLANUEVA REÁTEGUI

HUÁNUCO - PERÚ
2020

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme con salud, bienestar y sabiduría durante mi existencia y darme fuerzas para superar obstáculos a lo largo de mi vida.

De manera muy especial a mis padres, quienes me han dado la vida y formado con valores.

AGRADECIMIENTO

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional “Hermilio Valdizan”, por brindarme sabias enseñanzas y realizarme profesional.

A mi asesor Dr. **Juan Villanueva Reátegui** por haberme apoyado en distintas circunstancias y por la confianza que depositó en mí al patrocinar esta tesis.

A mis padres **Miguel Tucto López** y **Dionicia Espinoza Rafael**, por todo el apoyo brindado al largo de mi vida.

EFFECTOS DE LOS BIOFERMENTOS FOLIARES EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.) VARIEDAD CHUSKA, EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE CAYHUAYNA ALTA 2019

RESUMEN

El maíz (*Zea mays*. L) es excelente forrajero para la alimentación del ganado vacuno. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el efecto de los biofermentos foliares en el rendimiento y calidad de maíz forrajero, en los terrenos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en Cayhuayna Alta. Donde se utilizó los tratamientos biofermento con EM (1.0 y 2.0 l / 20 l agua) y biofermento con Productos Biodinámicos (1.0 y 2.0 l / 20 l agua) totalizando 5 tratamientos y 4 repeticiones, incluido el tratamiento testigo con una población de 2 240 plantas de maíz forrajero, de los cuales se tomó una muestra de 40 plantas por Área Neta Experimental. Se empleó Diseño de Bloques Completo al Azar y para la comparación de promedios se utilizó la prueba de significación de Tukey al 5% y 1%. Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico profesional InfoStat 2019. Los parámetros evaluados fueron: altura de plantas a la cosecha, rendimiento de forraje verde, rendimiento de forraje seco y contenido proteico crudo; para determinar el contenido de proteínas, las muestras fueron llevados al Laboratorio de Bromatología de la UNAS. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: cuando se aplicó 1.0 l de biofermento con Microorganismos Eficaces cada 10 días en la altura de planta se obtuvo 1.85 m; en el rendimiento de forraje verde 46.45 t/ha/corte; y cuando se aplicó 2.0 l de biofermento con Microorganismos Eficaces con la misma frecuencia se obtuvo 12.37 t/ha forraje seco y 10.75 % de proteína crudo.

Palabras clave: forraje, materia seca, biofermentos foliares.

EFFECTS OF FOLIAR BIOFERMENTS ON THE YIELD AND QUALITY OF FOOD CORN (*Zea mays* L.) CHUSKA VARIETY, IN EDAFOCLIMATIC CONDITIONS OF CAYHUAYNA ALTA 2019

SUMMARY

Corn (*Zea mays*. L) is an excellent forage for feeding cattle. The objective of the research work was to evaluate the effect of foliar bioferments on the yield and quality of forage corn, in the grounds of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics in Cayhuayna Alta. Where the bioferment treatments with EM (1.0 and 2.0 l / 20 l water) and bioferment with Biodynamic Products (1.0 and 2.0 l / 20 l water) were used, totaling 5 treatments and 4 repetitions, including the control treatment with a population of 2 240 forage corn plants, from which a sample of 40 plants was taken per Experimental Net Area. Random Complete Block Design was used and the Tukey significance test was used at 5% and 1% for the comparison of means. The data were processed using the professional statistical program InfoStat 2019. The parameters evaluated were: plant height at harvest, green forage yield, dry forage yield and crude protein content; To determine the protein content, the samples were taken to the UNAS Bromatology Laboratory. The results obtained were the following: when 1.0 l of bioferment with Efficient Microorganisms was applied every 10 days at the plant height, 1.85 m was obtained; in the green forage yield 46.45 t/ha/cut; and when 2.0 l of bioferment with Efficient Microorganisms was applied with the same frequency, 12.37 t / ha dry forage and 10.75% of crude protein were obtained.

Key words: forage, dry matter, foliar bioferments.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	9
1.1.	Formulación del problema	10
1.2.	Objetivos	11
II.	MARCO TEÓRICO	12
2.1.	Fundamentación teórica	12
2.2.	Antecedentes	30
2.3.	HIPÓTESIS	33
2.3.1.	Hipótesis general	33
2.3.2.	Hipótesis específicas	33
2.4.	VARIABLES	34
2.4.1.	Operacionalización de variables	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	35
3.1.1.	Ubicación política	35
3.2.	TIPO Y NIVEL INVESTIGACIÓN	36
3.2.1.	Tipo de investigación	36
3.2.2.	Nivel de investigación	36
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	36
3.3.1.	Población	36
3.3.2.	Muestra	36
3.3.3.	Tipo de muestreo	36
3.3.4.	La unidad de análisis	37

3.4.	TRATAMIENTO EN ESTUDIO.....	37
3.5.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	37
3.5.1.	Diseño de investigación	37
3.5.2.	Datos registrados	42
3.5.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	43
3.6.	MATERIALES Y EQUIPOS	44
3.7.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	45
IV.	RESULTADOS.....	51
V.	DISCUSIÓN.....	60
VI.	CONCLUSIONES	62
VII.	RECOMENDACIONES.....	63
VIII.	LITERATURA CITADA	64
	ANEXO	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01.	Formas de aplicar EM al follaje.	25
Cuadro N° 02.	Preparados Biológico Dinámicos.	27
Cuadro N° 03:	Matriz de operacionalización de variables.	34
Cuadro N° 04.	Factor y tratamientos de estudio.	37
Cuadro N° 05.	Cuadro del ANDEVA.....	39
Cuadro N° 06.	Análisis de varianza para forraje verde por Área Neta Experimental.	52
Cuadro N° 07.	Prueba de Tukey para forraje verde por Área Neta Experimental.	53

Cuadro N° 08. Análisis de varianza en rendimiento de forraje verde por hectárea.	54
Cuadro N° 09. Prueba de Tukey en rendimiento de forraje verde por hectárea.	54
Cuadro N° 10. Análisis de varianza para rendimiento forraje por hectárea.	56
Cuadro N° 11. Prueba de Tukey para rendimiento de forraje seco por hectárea.	56
Cuadro N° 12. Análisis de varianza para altura de la chala en metros.	58
Cuadro N° 13. Prueba de Tukey para altura de maíz forrajero.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Producción de maíz chala en el Perú.	18
Figura 02. Maíz chala por región según variables productivas, abril-junio 2017.	19
Figura 03. Regiones que incrementan sus intenciones de siembra de maíz forrajera, respecto a la campaña 2018-2019.	20
Figura 04. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos.	41
Figura 05. Croquis de la unidad experimental.	41
Figura 06. Forraje verde por Área Neta Experimental.	53
Figura 07. Rendimiento de forraje verde por hectárea.	55
Figura 08. Rendimiento de forraje seco por hectárea.	57
Figura 09. Altura de maíz forrajero.	59
Figura 10. Porcentaje de proteína cruda.	59

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*. L), es una excelente opción forrajera a través de sus características productivas pueden ser aprovechados en zonas ecológicas donde, ni tal vez las especies de pastos más adaptadas, permitiría incrementar la capacidad de carga por hectárea (Fuentes *et al.*, 2000).

El cultivo de maíz forrajero es fundamental para la alimentación animal por lo que posee alto volumen de producción, alto contenido de azúcares, además el cultivo mantiene la digestibilidad en estados avanzados de madurez fisiológica, sin embargo existe la reducción de calidad de la hoja y esto se compensa con la mejora en la calidad de la espiga (Torrecillas y Bertoia, 2000).

Perú es un país donde frecuentemente el ganado vacuno se alimenta de productos balanceados y forraje verde que proviene de la alfalfa y de variedades de maíz en su mayoría genéticamente degeneradas, con baja productividad, que contribuyen a elevar los costos y no permite que los ganaderos sean competitivos, afectando el consumo promedio de carne y leche (INIA, 2010).

La demanda de maíz para manutención animal aumentará de los 165 millones de toneladas actuales a casi 400 millones en 2030, o sea un crecimiento de 235 millones de toneladas (Paliwal, 2001).

Actualmente en la región Huánuco, los estudios sobre el uso de abonos orgánicos han sido poco estudiados, así como se registran las investigaciones realizado por Feliciano (2017), López (2017), Villanueva y Jara (2014); con estos trabajos de investigaciones lo que se busca es sensibilizar a los productores de maíz forrajero para dar mayor importancia en la utilización de abonos orgánicos.

Los agricultores de la región Huánuco aprovechan terrenos de sembrío para la producción de pastos y forrajes estando todas las áreas suministradas por fertilizantes sintéticas. El uso indiscriminado de los agroquímicos y malas prácticas en el sector agrícola es muy grave, los cuales ocasionan degradación de los suelos, contaminación ambiental y altos costos de la producción, y esto a su vez afecta implícitamente la economía del agricultor, provocando efectos negativos en el rendimiento y calidad de maíz forrajero, llevando consigo la reducción de los precios en la ganadería y disminución de la rentabilidad en los mercados.

Siendo entonces la producción de maíz forrajero en el ámbito del valle de Huánuco y sus provincias un factor básico para el desarrollo de las familias campesinas y población en general en zonas rurales dedicados a la actividad ganadera.

Teniendo en cuenta la problemática ha sido necesario evaluar el efecto de los biofermentos foliares en el rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) variedad Chuska, para evaluar los resultados y garantizar su importancia en nuestra región y establecer el biofermento foliar adecuado para las aplicaciones en maíz forrajero y difundir esta tecnología frente a la problemática del uso indiscriminado de agroquímicos.

1.1. Formulación del problema

Problema general

¿Cuál será el efecto de los biofermentos foliares en el rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) variedad Chuska, en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna Alta 2019?

Problemas específicos

1. ¿Cuál será el efecto de los biofermentos foliares con Microorganismos Eficaces (EM) al 1.0 y 2.0 l / 20 l de agua en peso de forraje verde, forraje seco y altura de la planta?
2. ¿Cuál será el efecto de los biofermentos foliares con Productos Biodinámicos (PBD) al 1.0 y 2.0 l / 20 l de agua en peso de forraje verde, forraje seco y altura de la planta?
3. ¿Cuál será el efecto de los biofermentos foliares en contenido proteico de maíz forrajero (*Zea mays* L.)?

1.2. Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de los biofermentos foliares en el rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) variedad Chuska, en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna Alta 2019.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de los biofermentos foliares con Microorganismos Eficaces (EM) al 1.0 y 2.0 l / 20 l de agua en peso de forraje verde, forraje seco y altura de la planta.
2. Evaluar el efecto de los biofermentos foliares con Productos Biodinámicos (PBD) al 1.0 y 2.0 l / 20 l de agua en peso de forraje verde, forraje seco y altura de la planta.
3. Analizar el contenido proteico de maíz forrajero (*Zea mays* L.).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Origen

El origen geográfico del maíz aún no se evidencia con exactitud, sin embargo algunas pruebas asientan en México por lo que precede al año 5000 A.C. Vavilov afirma el centro primario de origen en México y Centroamérica, además un origen secundario de diversidad genética a los valles altos como: Perú, Ecuador y Bolivia. Tiene una amplia distribución geográfica se le encuentra desde las demarcaciones de EE.UU, México, América Central, y América del Sur (Cazco, 2006).

El maíz es originario de América y se cultiva en Europa desde el siglo XVI, se adapta perfectamente a los climas templados, cálidos y tiene gran trascendencia socioeconómica a nivel mundial, por su gran demanda tanto en la alimentación humana y animal (Mejía, 2001).

Desde muchos años, se ha especulado sobre el centro de origen del cultivo de maíz, no obstante, en esta última década a través de los estudios moleculares y genéticos, se ha logrado localizar un ancestro proveniente de Centroamérica, como principal representante se tiene al estado de México, debido a que la mayor cantidad de razas de maíz se encuentran en esta zona (Serratos, 2009).

INIA (2010) reporta que a través del Ministerio de Agricultura liberó en la ciudad de Chiclayo, Lambayeque, la nueva variedad de maíz forrajero INIA 617-Chuska, a través de sus buenas potencialidades a destacado su adaptación en la costa peruana, los valles interandinos y la selva peruana.

2.1.2. Taxonomía

Según Valladares (2010) señala la taxonomía del maíz de la siguiente.

Reino: Plantae

Sub reino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Sub clase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Sub familia: Panicoideae

Tribu: Maydeae

Género: Zea

Especie: Mays

2.1.3. Características botánicas

INTA (2010) señala que el maíz, es una planta monoica (produce flores masculinas y femeninas en distintos órganos de la planta), con flores femeninas en mazorcas laterales, flores masculinas ubicadas en la parte superior de la planta que aparecen de uno a dos días antes de la floración femenina. La polinización libre y cruzada, se lleva a cabo con gran escala de producción de polen (25 a 30 mil granos por óvulos); granos en hileras

incrustados en la tusa; mazorcas envuelto por hojas; los granos son de tipo cariopsis (no posee membrana) y metabolismo fotosintético (radiación solar).

Paliwal (2001) sostiene que la planta de maíz es netamente de tropical alta, con abundantes hojas y bajo un sistema radical fibroso, con un tallo que incluso alcanza hasta 30 hojas. Algunas veces se desarrollan una o dos yemas laterales en la axila de las hojas en la mitad superior de la planta; estas terminan en una inflorescencia femenina, posteriormente se forma una mazorca envueltas por hojas; esta es la parte de la planta que almacena reservas. La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja; esta tiene una espiga central protuberante y varias ramificaciones adyacentes con flores masculinas, todas las que producen innumerables granos de polen.

2.1.4. Factores agroecológicos

Clima

Cruz (2013) menciona que el agua en forma de lluvia es necesaria y beneficiosa pues en ciertas ocasiones existe un control de plagas de manera natural, sobre todo cuando la planta está en el periodo de desarrollo. Las variedades tropicales de maíz con periodo de cultivo de 120 días, requiere alrededor de 600 a 700 mm de agua durante su ciclo vegetativo.

DRA de San Martín (2010), manifiesta que lluvias excesivas durante el periodo vegetativo de maíz sobre todo en condiciones de suelos pesados (arcillosos), afecta el desarrollo normal de las plantas y el rendimiento. La instalación de pluviómetro en diversas partes o el aporte de agua por riego a lo largo del ciclo vegetativo del maíz son muy importantes para el crecimiento, sanidad del cultivo y rendimiento.

Molina (2010) reporta que requiere una temperatura de 25 a 30 °C y bastante incidencia de luz solar en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. En las semillas de maíz para una buena germinación la temperatura debe encontrarse entre los 15 a 20 °C no obstante el maíz llega a soportar temperaturas mínimas incluso hasta 8 °C y a partir de 30 °C pueden presentarse serios problemas debido a la mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para el fructificación se requiere de temperaturas entre 20 a 32 °C.

Suelo

Cruz (2013) manifiesta que los suelos más idóneos para la producción de maíz son los suelos de textura francos y francos arcillosos con buen drenaje. Los factores físicos, químicos y ambientales son los que determinan la potencial de producción de estos suelos.

Gamarra (2004) reporta que el maíz requiere suelos con textura franco-limosos o franco-arcillosos, fértiles y profundos, ricos en materia orgánica con buena capacidad de retención de agua, y bien drenados para no ocasionar encharques que originen asfixia radicular. El pH debe estar alrededor de 5,5 y 7,5 donde el cultivo tiene mejores condiciones de adaptabilidad.

2.1.5. Materia orgánica

Prager (2002) manifiesta que los abonos son provenientes de residuos vegetales y animales, estos aportan grandes beneficios para la nutrición de las plantas, mejorando directamente las propiedades físicas del suelo, lo que conduce a una mejor retención del agua y nutrientes para buen desarrollo de las vegetales.

Frecuentemente la materia orgánica contiene proporciones pequeñas de nutrientes solubles y otra fracción de nutrientes que no está disponible para la planta o está disponible paulatinamente con el tiempo. Estos materiales

necesariamente deben ser aplicados con anticipación a los requerimientos nutricionales de las plantas, frecuentemente dos a tres semanas antes que los nutrientes sean necesitados. La disponibilidad de nutrientes dependerá de la actividad microbial, factores climáticos, composición y tamaño de partícula del material también pueden ser factores determinantes en la tasa de descomposición microbial y disponibilidad de nutrientes. Un material de textura fina, más concentrado, generalmente se descompone en menor tiempo y libera sus nutrientes con facilidad que una mezcla de textura gruesa (Azabache, 2003).

2.1.6. El compost

FAO (2013) indica que una de las mayores ventajas del uso del compost como aporte de materia orgánica, es porque contiene nutrientes disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas, siendo principalmente:

El nitrógeno, N (1-4 % del extracto seco de la planta) es el elemento principal para el crecimiento de la planta ya que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas. Un buen aporte de nitrógeno para la planta es importante para que puede realizar la absorción otros nutrientes.

El fósforo, P (0.1-0.4 % del extracto seco de la planta) es fundamental para la transferencia de energía, por lo que es importante en la eficiencia de la fotosíntesis. El fósforo por lo general es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas dónde el pH limita su disponibilidad, favoreciendo la fijación.

El potasio, K (1-4 % del extracto seco de la planta) juega un papel importante para el proceso de síntesis en carbohidratos y proteínas, y por ende en la estructura de la planta.

2.1.7. Requerimientos nutricionales

Loli (2013) indica que la incorporación de nutrientes a través de sustancias sintéticas u orgánicas al suelo permite aumentar su fertilidad y lograr buena nutrición a la planta para una mayor productividad. La aplicación debe realizarse de manera razonable, tomando en cuenta la fertilidad del suelo, la necesidad de la planta, y la eficiencia económica de su aplicación. Se recomienda que se efectúe el análisis de fertilidad del suelo antes de proceder la siembra para saber la cantidad de nutrientes que hay que compensar al suelo para balancear el requerimiento de estos por los cultivos.

Según Injante y Joyo (2010), manifiestan que el cultivo del maíz existen, etapas donde se extrae algunos nutrientes en mayor cantidad que otros, de esta manera se observa que la mayor demanda de nutrientes se produce a los 30 y 60 días después de la siembra, siendo el más oportuno para la fertilización de los elementos móviles como el N en los primeros 30 días, y finalmente a los 90 días se ha completado alrededor de 88 % de sus necesidades 11 de N, 74 % de P, 100 % de K y el 90 % de Mg respectivamente.

2.1.8. El maíz forrajero en la ganadería

Perú es un país donde frecuentemente el ganado vacuno se alimenta de productos balanceados y forraje verde que proviene de la alfalfa y de variedades de maíz en su mayoría genéticamente degeneradas, con baja productividad, que contribuyen a elevar los costos y no permite que los ganaderos sean competitivos, afectando el consumo promedio de carne y leche (INIA, 2010).

El cultivo de maíz forrajero es fundamental para la alimentación animal por lo que posee alto volumen de producción, alto contenido de azúcares, además el cultivo mantiene la digestibilidad en estados avanzados de madurez fisiológica, sin embargo existe la reducción de calidad de la hoja y

esto se compensa con la mejora en la calidad de la espiga (Torrecillas y Bertoia, 2000).

El maíz como alimento forrajero posee ciertas ventajas: bajo costo de producción, el cultivo establecido ocupa menor tiempo en el terreno y el forraje obtenido por lo general es ensilado para utilizarse en épocas escasos de alimento para los animales. Asimismo, cuando se consume la planta completa de maíz como forraje, es mayor que otras especies forrajeras por su rendimiento medio en materia seca (M.S) y contenido nutritivos digeribles por hectárea (Alviz, 2015).

2.1.9. Producción de maíz forrajero

MINAGRI, 2016 citado por Feliciano (2017), reporta que en el Perú, el maíz chala tuvo una mayor producción en el 2013 con 292.4 miles de toneladas; en los años siguientes la producción fue disminuyendo, tal como se muestra en la **figura 01**. En Huánuco, la producción de maíz chala en el 2015 fue de 3.8 miles de toneladas.

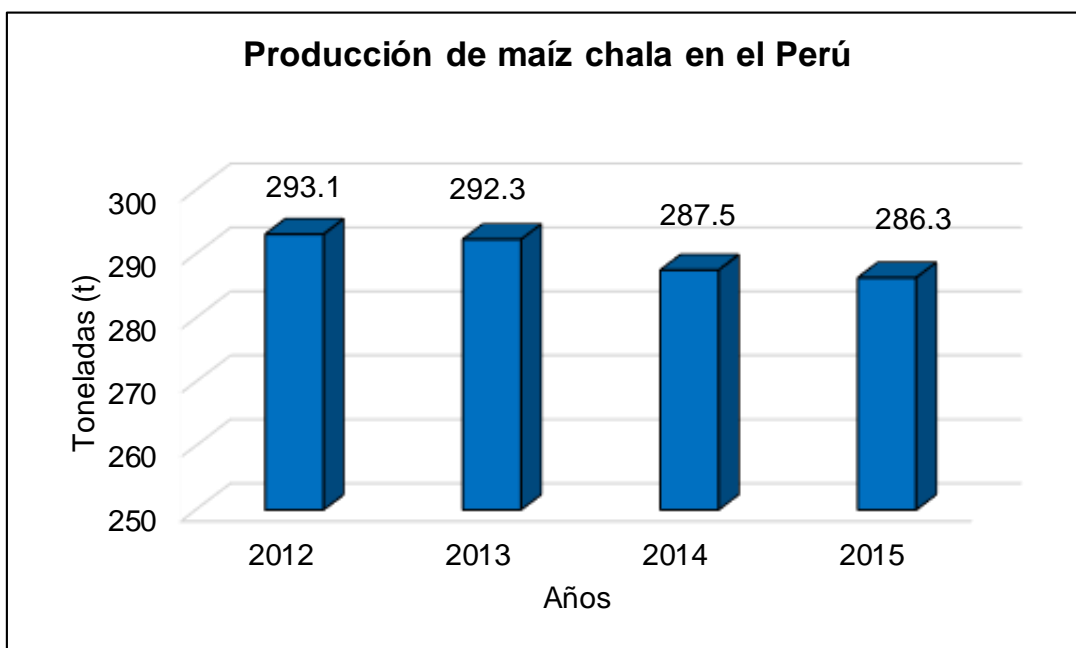


Figura 01. Producción de maíz chala en el Perú.

SIEA (Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias, 2017) registra en la **figura 02**, en la región de Huánuco con 2 325 toneladas y en la región de Arequipa con mayor producción de 230 387 toneladas de maíz chala evaluada en los meses de abril, mayo y junio del 2017.

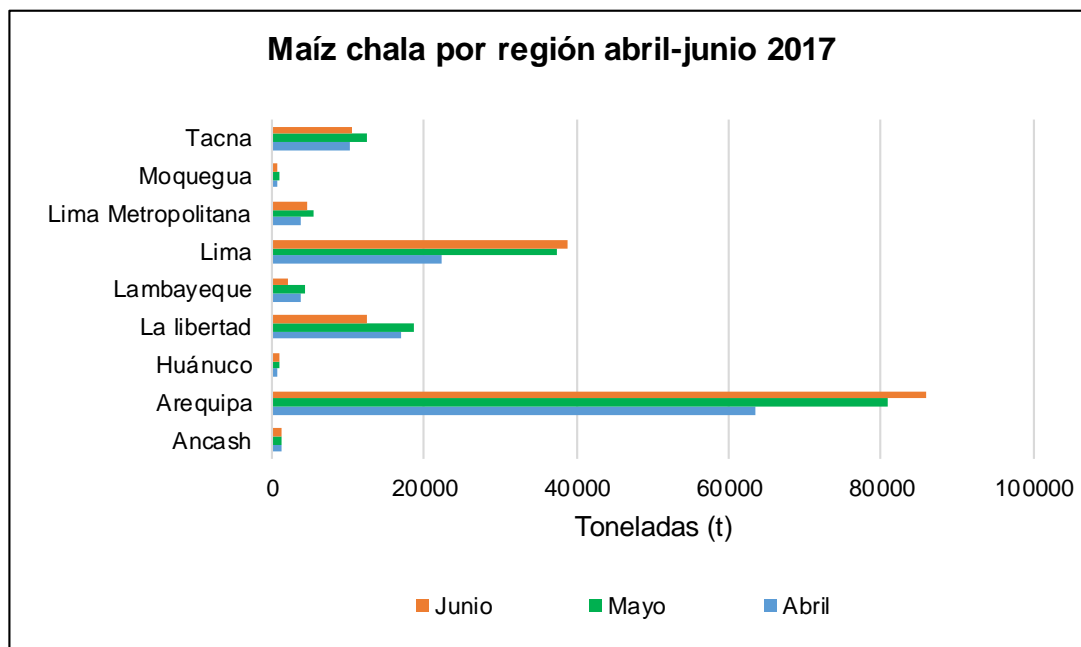


Figura 02. Maíz chala por región según variables productivas, abril-junio 2017.

Según Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra ENIS (2019) indica que las regiones que incrementan sus intenciones de siembra de maíz forrajera, respecto a la campaña 2018-2019 son: La Libertad que será mayor en 1 mil ha (39.1%), Lambayeque que aumentará en 0.9 mil ha (64.2%) y Ancash que será superior en 0.6 mil ha (68.6%); de otro lado disminuirían en Arequipa que decrecerá en 1.1 mil ha menos (-8.5%) y Lima que será menor en 0.5 mil ha (-5.9%).

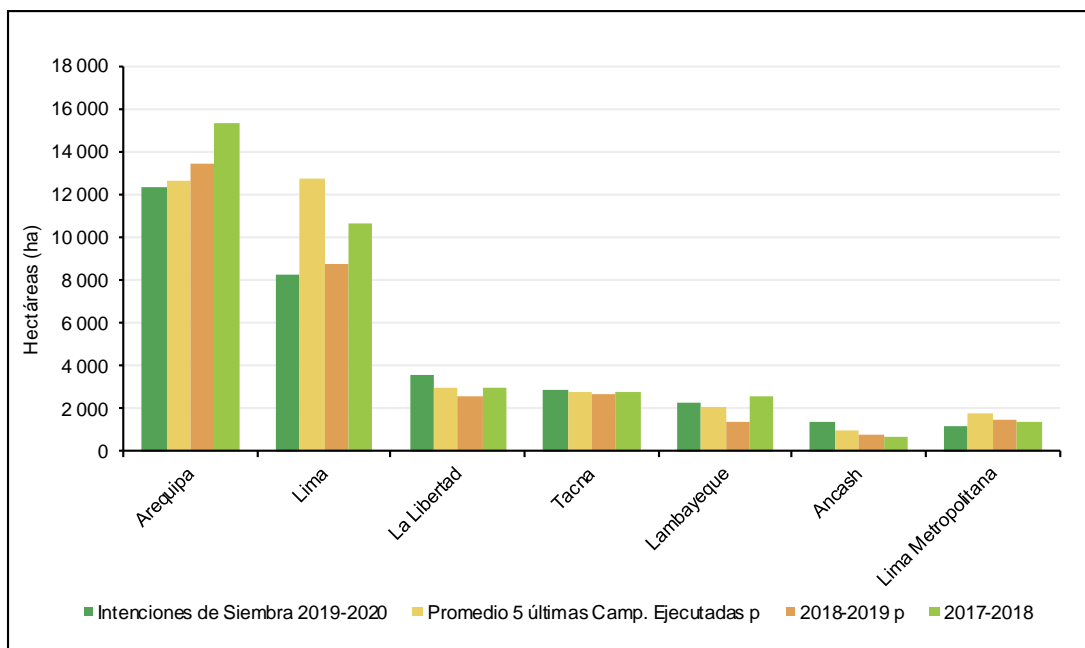


Figura 03. Regiones que incrementan sus intenciones de siembra de maíz forrajero, respecto a la campaña 2018-2019.

2.1.10. Rendimiento de maíz forrajero

INIA (2010) indica que a través del Programa Nacional de Innovación en Maíz, pone en conocimiento a los ganaderos, la variedad sintética desarrollado con aptitud forrajera, INIA 617-Chuska de amplia adaptación en la costa norte. En los resultados de evaluaciones en 13 localidades de la costa, se han encontrado rendimientos promedio de forraje de 95 t/ha, con épocas de corte de 93 días en verano y 110 días en invierno.

Rubano (1999) reporta que el Perú los rendimientos se han incrementado de forma trascendental durante los últimos 5 años de la década del 90 en la costa norte y sur se sobrepasan normalmente las 4 t/ha, aunque en regiones como la selva se mantienen escasos niveles de productividad que posee nivel máximo de producción 2 t/ha.

Un buen manejo de cultivo de maíz forrajero puede producir alrededor de 60 y 80 toneladas de forraje fresco por hectárea. Si el maíz es producida básicamente para grano (seco o en mazorca fresca), los tallos y el forraje restante pueden ser utilizado para manutención del ganado, no obstante su calidad es baja, conteniendo de proteína bruta alcanza de 3,5 y 4% (Bernal 1991, Skerman 1992).

2.1.11. Calidad de maíz forrajero

Cantú (2003) afirma que la calidad de maíz forrajero está básicamente determinado por la capacidad de proporcionar los requerimientos nutricionales a los animales incluyendo su aceptabilidad, composición química y digestibilidad.

La proteína cruda (PC) está constituida en promedio de 16% de nitrógeno, el cual se emplea para estimar el contenido proteico de un alimento, para ello se debe multiplicar el valor obtenido por 6,25 (Bassi 2007).

Demagnet (2009) manifiesta que el contenido de proteína en la planta entera de maíz forrajero está en rango de 6 y 10%.

2.1.12. Microorganismos Eficaces (EM)

Calai (2001) afirma que los Microorganismos Eficaces es una combinación de microorganismos benéficos de origen natural, que se han empleado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran contenido en los mismos. Por lo ende este contienen organismos beneficiosos de tres géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias ácido láctico y levaduras.

Según Higa, 1997 citado por López (2017), señala que es una combinación de microorganismos benéficos de origen natural, se describen a continuación:

a) Bacterias fotosintéticas

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, actúan como sustrato para incrementar la población de otros Microorganismos Eficientes.

b) Bacterias ácido lácticos

Producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

c) Levaduras

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para Microorganismos Eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

Estos microorganismos son efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además

mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en suelo azimógeno. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus.

El Microorganismo Eficaces viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de Microorganismos Eficaces.

Beneficios de los Microorganismos Eficaces

- ✓ Favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular.
- ✓ Acelera el proceso de fermentación de los residuos orgánicos y estiércoles entre 4 a 6 semanas.
- ✓ Aumenta la disponibilidad de los nutrientes presentes en los residuos orgánicos, principalmente nitrógeno y fósforo.
- ✓ Acelera la conversión de la materia orgánica en humus.
- ✓ Enriquece el material con microorganismos benéficos.
- ✓ Reduce el costo de transporte de los residuos para el campo, ya que disminuye el volumen.
- ✓ El proceso es inodoro y no tiene presencia de insectos.
- ✓ Optimiza el espacio físico necesario para la elaboración de abonos orgánicos y consecuentemente, disminuye el uso de maquinarias y reduce los costos de infraestructura para el aprovechamiento de los residuos.

- ✓ Elimina el mal olor de las instalaciones y la presencia de moscas.
- ✓ Es una alternativa sumamente barata para el manejo del estiércol y otros residuos.

2.1.13. Efectos de los Microorganismos Eficaces en cultivos

Monroy (1991) afirma que los efectos que se pueden encontrar sobre el desarrollo de los cultivos son los siguientes:

En las plantas

- ✓ Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- ✓ Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- ✓ Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- ✓ Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- ✓ Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

En los suelos

Los microorganismos en el suelo, tienen influencia en mejorar las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Entre ellos se pueden mencionar de la siguiente:

Efectos en las propiedades físicas del suelo: permite mejorar la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduciendo la compactación, aumentando los espacios porosos y mejorando la infiltración del agua.

Efectos en la microbiología del suelo: consiste en eliminar las poblaciones de patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia con los microorganismos benéficos. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

Modo de uso de EM

Higa (2002) señala que la aplicación de los Microorganismos Eficaces en el mantenimiento de cultivos puede darse de dos maneras: aplicaciones directas al suelo o al follaje.

Cuadro N° 01. Formas de aplicar EM al follaje.

Tipo de cultivo	Frecuencia de aplicación
Ciclo corto	8 días
Semipermanentes	15 días
Permanentes	15 a 30 días

Fuente: Higa (2002).

2.1.14. Preparados biodinámicos (PBD)

Steiner (1922) afirma que, “la agricultura biodinámica es una técnica agrícola que abarca todos los aspectos, centrándose principalmente en los económicos y los ambientales basándose sus esfuerzos en la organización y el cuidado de la vida silvestre”.

La agricultura biodinámica, está comprendido como método y técnica que se aplican directamente al cultivo para su desarrollo eficaz. Por otra parte también se enfoca en respetar en todo momento, la salud de la tierra y de las plantas.

Características

- ✓ Es una agricultura ecológica, donde no se emplea los fertilizantes sintéticos, pesticidas y herbicidas tóxicos.
- ✓ Existe una diferencia con otros tipos de agricultura ecológica en el proceso de preparación.
- ✓ La agricultura biodinámica aporta campos orgánicos dando prioridad al suelo.
- ✓ Accede tratamiento a las diferentes plagas y las enfermedades que atacan al cultivo.
- ✓ Las técnicas preventivas de los preparados se elabora obteniendo los mismos elementos naturales.
- ✓ La agricultura biodinámica, protege el ambiente y la biodiversidad.

Los preparados biodinámicos se elaboran de maneras específicas cuya finalidad de estos procesos es que las fuerzas energéticas, luz y calor, se almacena en estos productos, que a través de una acción irradiante proporciona energías a los fertilizantes, al suelo y plantas (Kabisch, 1996).

2.1.15. Aplicaciones de productos biodinámicas (PBD)

Para realizar la actividad biodinámica, necesariamente se debe realizar la aplicación de un grupo determinado de Preparados Biológico Dinámicos. Según las indicaciones del proveedor (The Josephine Porter Institute, 2010).

Los preparados a utilizar serán los que se describen a continuación:

Cuadro Nº 02. Preparados Biológico Dinámicos.

Preparado	Ingredientes principales
502	Milenrama (<i>Achillea millefolium</i>)
503	Manzanilla (<i>Matricaria recutita</i>)
504	Ortiga (<i>Urtica dioica</i>)
505	Roble (<i>Quercus robur</i>)
506	Diente de león (<i>Taraxacum officinale</i>)
507	Valeriana (<i>Valeriana officinalis</i>)

Fuente: The Josephine Porter Institute.

La agricultura biodinámica y la sociedad

- ✓ Básicamente está orientado a la producción de la granja y del huerto teniendo como base un conocimiento espiritual de los reinos de la naturaleza.
- ✓ La agricultura tradicional la tendencia ha sido (y todavía es) en la dirección opuesta, la que sucede en los establos y en los campos está subordinado a consideraciones económicas, industriales, políticas sindicales, etc.
- ✓ Un informe sobre las granjas de Holanda y Alemania recientemente aparecido, ha mostrado que las granjas biodinámicas consiguen rendimientos por encima del promedio, al contrastarlo con los rendimientos de otras granjas en sus zonas particulares.
- ✓ La producción diversificada es una actividad usual en las granjas biodinámicas.
- ✓ Las acciones biodinámicas son independientes del exterior porque se encargan cuidadosamente de los estiércoles, de la tierra y de las plantas cosechados.

- ✓ Las granjas biodinámicas no contribuyen a la contaminación ambiental y del agua.
- ✓ El organismo producido en granja es la unidad básica de algunas tierras perdurablemente productivas y sanamente cultivadas.
- ✓ Todavía hay mucho que trabajar y desarrollar, pero han establecido una dirección que apunta al futuro. Esta dirección es permanente, aunque los detalles están sujetos a cambios.

En el curso de agricultura (CA) ECKARD Y CHISTIAN VON WISTINGHAUSEN (2000)

- ✓ Caracterizo nuestra situación: la humanidad no tiene otra elección: o aprender nuevamente algo en los diversos campos, en conexión con el mundo, o dejar que la naturaleza y la vida humana degeneren y vayan muriendo.
- ✓ La meta del trabajo biodinámica es la activación de las potencialidades del lugar, y los preparados de Steiner forman parte sustancial de estos esfuerzos.
- ✓ Los preparados biodinámicos no sustituyen al abono y su misión no consiste principalmente en guiar los procesos de descomposición en el estiércol, el compost, el purín ni el estiércol líquido, sino es suministrar fuerzas telúricas y cósmicas, y apoyar así la capacidad de la planta para convertirse en un órgano sensitivo de la tierra.

2.1.16. Abonamiento foliar

RAAA (Red de Acción en Alternativas de uso de Agroquímicos, 2004) afirma que la fertilización foliar es la nutrición a través de las hojas, se emplea como un complemento para la fertilización del suelo; bajo este sistema de nutrición la hoja juega un rol importante en asimilar los nutrientes, algunos componentes de esta participan en la absorción de los iones. Existen factores

que influye en la fertilización foliar que se clasifican en tres grupos; aquellos que pertenecen a la planta, el ambiente y la formulación foliar.

Hoy en día se conoce que la fertilización foliar como una alternativa para contribuir en el incremento de los rendimientos y calidad de las cosechas, y que muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver sencillamente mediante la fertilización foliar. Se reconoce que la absorción de los nutrientes se produce a través de las hojas no es la forma normal.

La importancia de la nutrición foliar es proporcionar un mejoramiento rápido y más efectiva que la fertilización al suelo. Sin embargo tiene la desventaja de no producir un efecto residual substancial, por lo tanto requiere aplicar en cada situación.

2.2. Antecedentes

Martin (2003) sostiene que el rendimiento del maíz es muy variable, las variedades gigantes pueden llegar a producir hasta 250 t de forraje verde por hectárea y como mínimo 100 t, las variedades comunes producen entre 60 y 100 toneladas por hectárea.

Fortis *et al* (2009) en el trabajo “Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo”. Los tratamientos consistieron en la aplicación de biocompost (30 t/ha), vermicompost (10 t/ha), fertilización química de 200-100-100 kg/ha (N-P-K) y un tratamiento sin fertilizar. Los resultados fueron los siguientes: los mayores rendimientos de forraje correspondieron a la vermicompost (64 t/ha) y a la biocompost (56 t/ha); los relativos a materia seca fueron de 13 y 11 t/ha, respectivamente. El tratamiento de fertilización química produjo 48 t/ha de forraje verde y obtuvo el valor más elevado de proteína cruda con un 12.68%, seguido del testigo con 11.22%. Sin embargo, los valores en los tratamientos de biocompost (10.41%) y vermicompost (10.23%), se encuentran dentro del valor óptimo (10.33%) de proteína cruda para este cultivo.

Velásquez (2011) en la tesis “Efectos de diferentes tipos de fertilizantes en la absorción de nutrientes de maíz forrajero (*Zea mays* L.)”, donde se evaluaron los tratamientos vermicomposta, composta, té de composta, fertilizante química y fertilización cero. En la variable altura de planta no se encontró diferencias significativa entre los tratamientos vermicomposta, té de composta, químico y composta con valores de 2.32, 2.22, 2.16 y 1.99 metros respectivamente. La mayor producción en forraje verde se obtuvo con vermicomposta con 87.77 t/ha, así como en materia seca con 28.35 t/ha. En la característica proteína bruta no se distingue significación estadística, sin embargo el vermicomposta obtuvo un mayor porcentaje de 8.88%.

Rodríguez (2014) en la tesis “Influencia de tres dosis de biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.)”, donde se utilizó cuatro tratamientos: A = 400 L/ha, B = 800 L/ha, C = 1200 L/ha y el testigo sin aplicación. Los resultados obtenidos en las cuatro medidas en la característica altura muestran que el tratamiento 800 L/ha obtuvo los mejores resultados de 0.51, 1.20, 2.20 y 3.00 metros; en la característica rendimiento de forraje verde con la dosis 800 l/ha se obtuvieron 146.6 t/ha.

Luna *et al* (2014) en la investigación “Producción de forrajero de maíz bajo tratamientos de estiércol solarizado”, donde estudio los tratamientos siguientes: Factor A (Micorrizas) A1= sin micorrizas y A2= con micorrizas, Factor B (niveles de estiércol bovino solarizado), B1 = 0 t/ha-1, B2 = 20 t/ha, B3 = 40 t/ha, B4 = 60 t/ha, B5= 80 t/ha y B6= fertilización química (200-150-00). Los resultados indican que el mayor rendimiento de forraje verde (F.V.) se encontró en la dosis de 80 t/ha de estiércol solarizado con 88.5 t/ha de F.V., asimismo destacó estadísticamente en la variable materia seca (M.S.) con 30.99 t/ha de M.S.

Villanueva y Jara (2014) Concluyeron que la producción de forraje verde en la chala es de 77,6 t/ha/corte con aplicación de 1 l de abono foliar (EM-A) y la incorporación de 2 t/ha de compost con EM.

En otro trabajo concluyeron: altura de planta; en cuanto a este parámetro evaluado, si bien no se encontró significancia entre los tratamientos es debido a que se utilizó semilla híbrida para producción de grano, estando en un rango aceptable de 1,70 a 2,00 metros de altura. En cuanto a rendimiento de forraje verde; de los resultados obtenidos en la investigación se encontró que la producción de forraje verde de 72.19 t/ha/corte.

Zevallos (2015) en la tesis “Efecto de microorganismos eficaces en el rendimiento de cultivares de maíz forrajeros (*Zea mays* L.) en el C.P.M. Los

Palos, Región Tacna, 2015” concluye que: el cultivar con mayor rendimiento de forraje fue el Opaco Malpaso, debido a que con una dosis del 10% de EM (Microorganismos Eficaces) se logró 86,91 t/ha y con una dosis del 5% de EM se obtuvo un rendimiento de forraje de 78,63 t/ha, superando a las demás variedades.

Feliciano (2017) en la tesis “niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de la chala forrajera (*Zea mays*.L) variedad Chuska bajo las condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna 2017”. Los resultados indica los siguientes: en la altura de planta, los tratamientos se comportaron de manera similar en sus promedio, pero el tratamiento Biol 2.0 / 20 L obtuvo la mayor altura con 2.88 metros; en el rendimiento de forraje verde los tratamientos EM 1- activado al 1.5 y 2.0 L / 20 L destacan con 106.06 y 100.65 t/ha respectivamente; en el rendimiento de materia seca solo hubo diferencias al 5% de margen de error, donde destacó el tratamiento Biol 1.5 / 20 L con 30.42 t/ha; y en el contenido proteico del maíz chala el EM y Biol en el nivel de 2.0 L / 20 litros de agua destacaron con 9.2 y 9.0 % respectivamente.

López (2017) en la tesis “niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de la chala forrajera (*Zea mays* L.) variedad Chuska bajo las condiciones edafoclimáticas de San Cristóbal - Huacrachuco – Marañón – 2017” cuyos resultados indican que, el rendimiento de forraje verde bajo el tratamiento de microorganismos eficaces (EM) obtuvo el mayor rendimiento con 87,5t/ha, seguido del tratamiento biol con 84,5 t/ha y el testigo presentó el rendimiento más bajo con 61,9 t/h. Con respecto al forraje seco ningún tratamiento fue estadísticamente diferente. Respecto a proteína bruta con el tratamiento EM se obtuvo el mayor porcentaje con 9,8% seguido del tratamiento biol con 9,0% de proteína, superando al testigo. Los niveles de microorganismos eficaces a una razón de 2 L/20 L de agua tuvo mayor efecto sobre el peso de forraje verde, forraje seco y porcentaje de proteína.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis general

Al aplicar biofermentos foliares tendremos efecto significativo en el rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) variedad Chuska, en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna Alta 2019.

2.3.2. Hipótesis específicas

1. Al aplicar los biofermentos foliares con EM al 1.0 y 2.0 l / 20 l de agua producirá efecto significativo en peso de forraje verde, forraje seco y altura de la planta respecto al PBD.
2. Al aplicar los biofermentos foliares con PBD al 1.0 y 2.0 l / 20 l de agua producirá efecto significativo en peso de forraje verde, forraje seco y altura de la planta respecto al testigo.
3. Al aplicar biofermentos foliares producirá efecto significativo en contenido proteico.

2.4. VARIABLES

2.4.1. Operacionalización de variables

Cuadro N° 03: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente Biofermentos foliares	Microorganismos Eficaces (EM)	2.0 l EM / 20 l agua
		1.0 l EM / 20 l agua
	Productos Biodinámicos (PBD)	2.0 l PBD / 20 l agua
		1.0 l PBD / 20 l agua
Dependiente Rendimiento	Altura de la planta	A la cosecha expresado en (m)
	Rendimiento de forraje verde	A la cosecha expresado en t/ha
	Rendimiento de materia seca	En Laboratorio expresado en t/ha
Calidad	Contenido proteico	En laboratorio expresado en porcentaje (%)
Interviniente	Condiciones edafoclimáticas	- Ph - Humedad relativa - Temperatura

Fuente: Elaboración propia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en Cayhuayna Alta en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, cuya ubicación política y posición geográfica es la siguiente.

3.1.1. Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillco Marca
Lugar	:	Cayhuayna Alta

Posición geográfica

Latitud Sur	:	9° 95' 63"
Longitud Oeste	:	76° 25' 45"
Altitud	:	2 021 msnm.

Según el Mapa Ecológico del Perú, actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), el lugar donde se llevó a cabo la investigación corresponde a la Zona de Vida: monte espinoso - Montano Bajo Tropical (me-MBT).

3.2. TIPO Y NIVEL INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de investigación

Es aplicada porque se recurrió a los conocimientos científicos sobre la acción de los biofermentos foliares, para generar tecnología más apropiado y mejorar el rendimiento y calidad de maíz forrajero, y de esta forma contribuir con la agricultura y ganadería de la región Huánuco.

3.2.2. Nivel de investigación

Es experimental porque se manipuló la variable independiente de (biofermentos foliares) y se midió su efecto en variable dependiente (rendimiento y calidad) en el cultivo de maíz forrajero.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población

Son todas las plantas de maíz forrajera variedad Chuska constituido por 2 240 plantas, por parcela experimental. Considerando dos plantas por cada golpe.

3.3.2. Muestra

La muestra está representada por 40 plantas de cada área neta experimental, haciendo una cantidad de 800 plantas evaluadas en todo el experimento.

3.3.3. Tipo de muestreo

Fue probabilística en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas del maíz al momento de la siembra tuvo la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental y al momento de registrar los datos cualquier planta del ANE contaba con la misma probabilidad de formar parte de la muestra.

3.3.4. La unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo constituido por las plantas de maíz forrajero del cual se obtuvieron los datos.

3.4. TRATAMIENTO EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se estudió el efecto de los biofermentos foliares en el cultivo de chala forrajera que estuvo conformado por 5 tratamientos incluyendo al testigo.

Cuadro N° 04. Factor y tratamientos de estudio.

Factor	Tratamientos (Factor)	Dosis/L agua
Biofermentos foliares	0 – 1 → (PBD-1)	1.0 l PBD / 20 l H ₂ O
	0 – 2 → (PBD-2)	2.0 l PBD / 20 l H ₂ O
	1 – 0 → (EM-1)	1.0 l EM / 20 l H ₂ O
	2 – 0 → (EM-2)	2.0 l EM / 20 l H ₂ O
	0 – 0 → (0-0)	Sin aplicación

Fuente: Elaboración propia.

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de investigación

En el trabajo de investigación se consideró el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales.

Se usó la siguiente ecuación lineal:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Para

I = 1, 2, 3,.....t (Nº de tratamientos)

J = 1, 2, 3,.....r (Nº de repeticiones, bloques)

Dónde:

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i y está en el bloque j.

U = Media general a la cual se espera alcanzar todas las observaciones (media poblacional).

T_i = Efecto verdadero del i-ésimo tratamiento.

B_j = Efecto verdadero del j-ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental.

Análisis estadístico

Se usó la técnica estadística de Análisis de Varianza o prueba de F, ANDEVA de 5% y 1% de nivel de significancia para determinar la significación entre tratamiento y repeticiones.

Para la comparación de promedios de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 5% y 1% de nivel de significancia, para determinar la significación entre tratamientos.

Esquema del análisis de varianza

Cuadro Nº 05. Cuadro del ANDEVA.

Fuente de Varianza (FV)	Grados de Libertad (GL)	Cuadros Medios Esperados (CM)
Bloques o repeticiones (r-1)	3	$a^2 e + t \alpha^2 r$
Tratamientos (t-1)	4	$\alpha^2 e + r \alpha^2 t$
Error experimental (r-1) (t-1)	12	$\alpha^2 e$
Total (tr-1)	19	

Descripción del campo experimental

a) Característica del campo experimental

Largo del campo	: 20 m
Ancho del campo	: 17.80 m
Área Total del campo experimental	: 356 m ²
Área experimental	: 179.2 m ²
Área total de caminos	: 176.8 m ²
Área neta experimental total de bloques	: 64 m ²

b) Bloques

Número de bloques	: 4
Largo de bloque	: 20 m
Ancho de bloque	: 3.20 m
Área experimental por bloques	: 64 m ²

c) Parcelas Experimentales

Longitud	:	3.2 m
Ancho	:	2.8 m
Área experimental	:	8.96 m ²
Área neta experimental por parcela	:	3.20 m ²

d) Surcos

Nº de surcos por parcela	:	4
Distanciamiento entre surcos	:	0.8 m
Distanciamiento entre plantas	:	0.20 m
Número de golpes por unidad experimental	:	56
Número de golpes por área neta experimental	:	20
Número de semillas por golpe	:	3

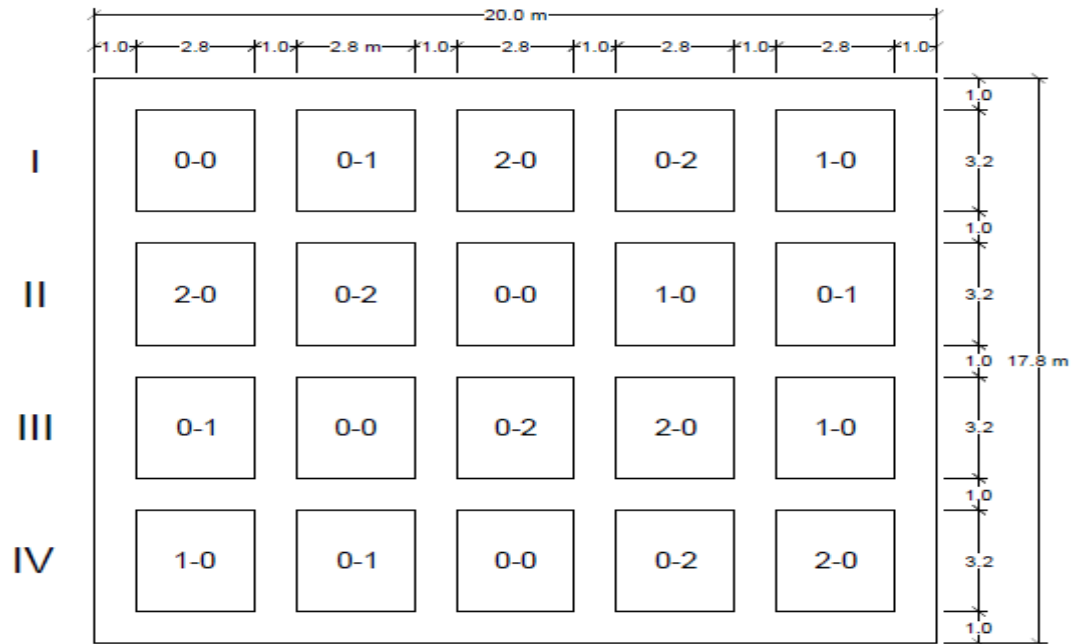


Figura 04. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos.

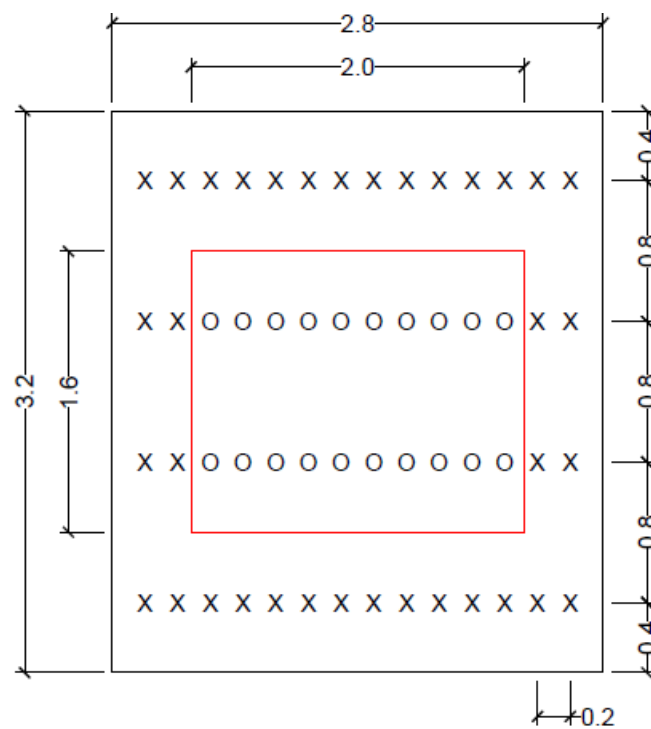


Figura 05. Croquis de la unidad experimental.

3.5.2. Datos registrados

3.5.2.1. Altura de planta

Se midió las plantas del área neta experimental desde el cuello de la planta hasta el ápice, con la ayuda de una wincha. Esta evaluación se hizo durante la cosecha.

3.5.2.2. Rendimiento de forraje verde

Una vez cosechado las plantas del área neta experimental, se procedió a pesar con una balanza y con los promedios obtenidos se transformaron a toneladas por hectárea a través de la regla de tres simples.

3.5.2.3. Rendimiento de materia seca

Consistió en la selección de una muestra de 100 g por cada tratamiento. Las muestras fueron acondicionadas en bolsas de papel con su respectiva rotulación para luego llevar las muestras al Laboratorio de Suelos y Aguas de Facultad de Medicina Veterinaria de la UNHEVAL, con el fin de determinar la materia seca. En el laboratorio las muestras fueron puestas en una estufa a 60 °C por 48 horas, posteriormente las muestras fueron extraídos de la estufa para registrar el peso en una balanza de precisión, los datos obtenidos fueron expresados a toneladas por hectárea.

3.5.2.4. Contenido proteico

Se seleccionaron las muestras de plantas de maíz por tratamiento, los cuales fueron desecados en la estufa a 60 °C por 48 horas para realizar el análisis de proteína cruda. Después, se procedió a moler para acondicionar en bolsas de papel, seguido fueron rotulados y trasladados al Laboratorio Bromatología de la Universidad Nacional Agraria la Selva (UNAS) de Tingo María para el análisis correspondiente.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

3.5.3.1. Técnicas de recolección de información

a) Análisis de Contenido

Se usó para analizar el contenido de los documentos leídos para elaborar el sustento teórico de la investigación.

b) Fichaje

Permitió recolectar información los elementos bibliográficos y de los materiales leídos.

c) Observación

Para recolectar información sobre las observaciones al registrar en campo experimental.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección de la información

a) Fichas

De registro o localización (fichas bibliográficas y hemerográfica) y de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen y comentario).

b) Libreta de campo

Se registró la información de las observaciones: altura de planta, peso de rendimiento en (FV y FS) por parcela y hectárea.

c) Procesamiento

Para realizar los análisis se utilizó el software estadístico InfoStat profesional 2019.

d) Presentación

Los datos procesados se presentaron mediante cuadros y gráficos.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Material biológico

- Maíz forrajero variedad Chuska

Materiales

- Herramientas: pico, azada y rastrillo
- Bolsas de papel
- Cal
- Cordel
- Estacas de madera
- Hoz
- Letreros
- Libreta de campo
- Wincha

Insumos

- Microorganismos Eficaces (EM)
- Productos Biodinámicas (PBD)
- Compost con EM

Equipos

- Balanza de 100 kg
- Cámara digital
- Estufa
- Laptop
- Mochila pulverizadora de 20 l

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. Obtención de la semilla

La semilla cultivada fue variedad Chuska, adquirida por la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNHEVAL.

3.7.2. Preparación del terreno

Esta labor se realizó con tractor agrícola con la finalidad de modificar la estructura del suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, emergencia y adecuado desarrollo de las plantas, al mismo tiempo permitió una distribución uniforme del agua, semilla y los abonos.

3.7.3. Roturación del suelo

Consistió en el volteo del terreno con dos pasadas de arado de discos a una profundidad de 25 cm removiendo y desterronando uniformemente el suelo, pasando de 1 a 2 veces sobre el terreno.

3.7.4. Mullido y nivelación

Se realizó con pasada de rastra para que el suelo estuviese desterronado y nivelado, para tener buena distribución de riego y buena germinación de las semillas.

3.7.5. Surcado del terreno

Se ejecutó después de la nivelación y mullido, de forma mecánica a distanciamientos 0.80 m entre surcos y 0.20 m entre plantas; considerando calles para cada tratamiento y bloque, también se realizó la apertura de los canales para riego y desagüe.

3.7.6. Abonamiento

Consistió en la aplicación de los biofermentos foliares cada 10 días de acuerdo a los tratamientos; tanto para el Producto Biodinámicos (PBD) y Microorganismos Eficaces (EM).

Se incorporó 6 toneladas de compost EM por hectárea, para cada tratamiento incluido al testigo. La incorporación se realizó manualmente entre planta con una cantidad de 7.40 kg por parcela.

3.7.7. Demarcación del campo experimental

Se llevó a cabo con la ayuda de una cinta métrica, cordel, cal y estacas utilizándose para colocar en cada punto determinado. Finalmente, se procedió a esparcir la cal para delimitar y marcar los bloques, unidades experimentales, distanciamientos entre plantas y los caminos.

3.7.8. Siembra

La siembra se realizó de forma manual colocando 3 semillas por golpe con distanciamiento de 0.20 m entre golpes, para asegurar la población y finalmente se realizó deshije dejando 2 plantas por golpe.

3.7.9. Riegos

El primer riego se realizó inmediatamente después de haber concluido la siembra, los siguientes se realizaron en promedio cada 7 a 8 días acuerdo a las necesidades hídricas de la planta de manera oportuna.

3.7.10. Control de malezas

Se efectuó en forma manual en dos oportunidades. El primer deshierbo a los 20 días después de la siembra eliminando todas las malezas del campo experimental; el segundo deshierbo fue realizado juntamente con el segundo aporque.

3.7.11. Aporque

El primer aporque se realizó a los 30 días después de la siembra cuando la planta tenía 8 hojas verdaderas, para ayudar sostener contra los vientos que se presenta en la zona. El último aporque se efectuó a los 50 días con la ayuda de una lampa.

3.7.12. Preparación del biofermento con Microorganismos Eficaces (EM)

El proceso consiste en activarlo, utilizando 150 cc de EM y 150 g de melaza en 3 l de agua tibia, una vez homogenizado es depositado en un envase herméticamente cerrada por 5 días para completar su activación utilizarlo como abono foliar.

Para la elaboración del biofermento con Microorganismos Eficaces se requiere los siguientes insumos y materiales.

- ✓ 1.5 kg compost
- ✓ 2.0 kg melaza
- ✓ 0.6 l Microorganismos Eficaces activados
- ✓ 1.0 kg cerámicos fitoprotectante
- ✓ 0.5 kg ceniza
- ✓ 1.5 l aguardiente
- ✓ 1.5 kg minerales (Nutrimax, roca fosfórica, dolomita)
- ✓ 0.5 kg cáscara de huevo molido

Los insumos se depositan en un envase de plástico de 200 l con tapa hermética completando con agua y el proceso de fermentación anaeróbica durante 10 días para luego colar y aplicar de acuerdo a los tratamientos.

3.7.13. Preparación del biofermento con Productos Biodinámicos (PBD)

Para la elaboración del biofermento con productos biodinámicos se requiere los siguientes insumos y materiales.

a) Ingredientes orgánicos

- ✓ 120 l agua limpia no potable
- ✓ 5 kg estiércol fresco de vacunos, gallina y otros animales menores
- ✓ 2 kg humus de lombriz
- ✓ 4 kg tierra de bosque
- ✓ 6 kg azúcar
- ✓ 3 l leche fresca
- ✓ 3 kg víscera de pescado
- ✓ 0.5 kg cáscara de huevo molido
- ✓ 200 g levadura de pan
- ✓ 10 kg plantas verdes picados

b) Ingredientes minerales

- ✓ 4 kg de ceniza de madera

c) Ingredientes biodinámicos

- ✓ 1 kit de preparados de compost
- ✓ 502 milenrama (*Achilea millefolium*)
- ✓ 503 manzanilla (*Chamomila officinallis*)
- ✓ 504 ortiga (*Urtica dioica*)

- ✓ 505 roble (*Quercus robur*)
- ✓ 506 diente de león (*Taraxacum officinallis*)
- ✓ 507 valeriana (*Valeriana officinallis*)

Se deposita en un cilindro de plástico de 200 l con tapa hermética incorporando ingredientes orgánicos, kid comercial de Productos Biodinámicos y minerales. Finalmente agregar agua para la fermentación anaeróbica por 6 semanas, luego se cuela el productos para ser utilizado como biofermento foliar de acuerdo a los tratamientos.

3.7.14. Aplicación de los biofermentos foliares

Esta labor consistió en pulverizar con una mochila de 20 l de capacidad de agua a un nivel de 1.0 l y 2.0 l de biofermentos; según la recomendación de la empresa Bioem-Perú. Para ello se realizó la solución con los biofermentos foliares, posteriormente se aplicó cubriendo todo el follaje de la planta. Las aplicaciones de biofermento con EM y PBD fueron realizadas con una frecuencia de 10 días hasta los 105 días después de la siembra, realizándose en total 7 aplicaciones de ambos biofermentos foliares.

3.7.15. Control fitosanitario

La plaga clave que se presentó fue cogollero (*Spodoptera frugiperda*) con una incidencia baja, para ello se aplicó un repelente elaborado por Bio Abonos JVR (2015) a una dosis de 1 l / 20 l de agua cada 20 días.

Las plantas repelentes procesadas, son bioinsecticidas que tiene propiedades hormonales (excitadores) y otros reguladores de crecimiento, etc.

3.7.16. Cosecha

Después de 120 días de la siembra se realizó la cosecha de manera manual, empleando una hoz y cortando la planta al nivel del suelo. Posteriormente fueron agrupados por tratamiento para ser evaluados del área neta experimental.

3.7.17. Trabajo en laboratorio

Se seleccionaron las muestras de materia seca y de proteína cruda, cada muestra se acondicionó en bolsas de papel. Para determinar materia seca, se llevaron 21 muestras al Laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNHEVAL y 5 muestras para el análisis de proteína cruda en el Laboratorio de Bromatología de la UNAS.

IV. RESULTADOS

Los resultados son expresados en el análisis de los promedios y se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas de Análisis de Varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denota con (n.s), quienes tienen significación con (*) y altamente significativos con (**).

Para la comparación de los promedios, de acuerdo a la significación de las fuentes de variación, se aplicó la prueba de Tukey al 5% y 1%.

La interpretación de los promedios se hizo aplicando lo siguiente: los tratamientos que tiene la misma letra, nos indica que no presenta diferencia estadística significativa; mientras que los tratamientos que no llevan las mismas letras, indica que si existe diferencia estadística significativa, mostrando diferencia entre tratamientos.

En cada variable a estudiar se evaluó el Coeficiente de Variabilidad (CV), para establecer la dispersión de los datos de campo, debiendo ser menor del 30%. Asimismo el Coeficiente de Determinación (r^2) el cual indica que porcentaje de los datos se ajustaría al DBCA, debiendo ser superior al 50%.

4.1. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

El análisis de varianza del **cuadro 06**, indica que para la fuente bloques al 5% y 1% de margen de error no se evidencia diferencias estadísticas significativas, es decir hubo un mismo manejo en cada bloque; mientras que

para la fuente tratamientos si muestra diferencia estadística altamente significativa al de margen de error.

El coeficiente de variabilidad obtuvo un valor de 6.73%, lo que representa confiabilidad en el análisis estadístico; mientras que el coeficiente de determinación indica que un 75% de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta 12.93 kg.

Cuadro N° 06. Análisis de varianza para forraje verde por Área Neta Experimental.

FV	GL	SC	CM	Fc	F tab	SIG
Tratamiento	4	26.33	6.58	8.65	3.26 - 5.41	**
Bloque	3	0.24	0.08	0.10	3.49 - 5.95	n.s
Error	12	9.07	0.76			
Total	19	35.64				

CV = 6.73%

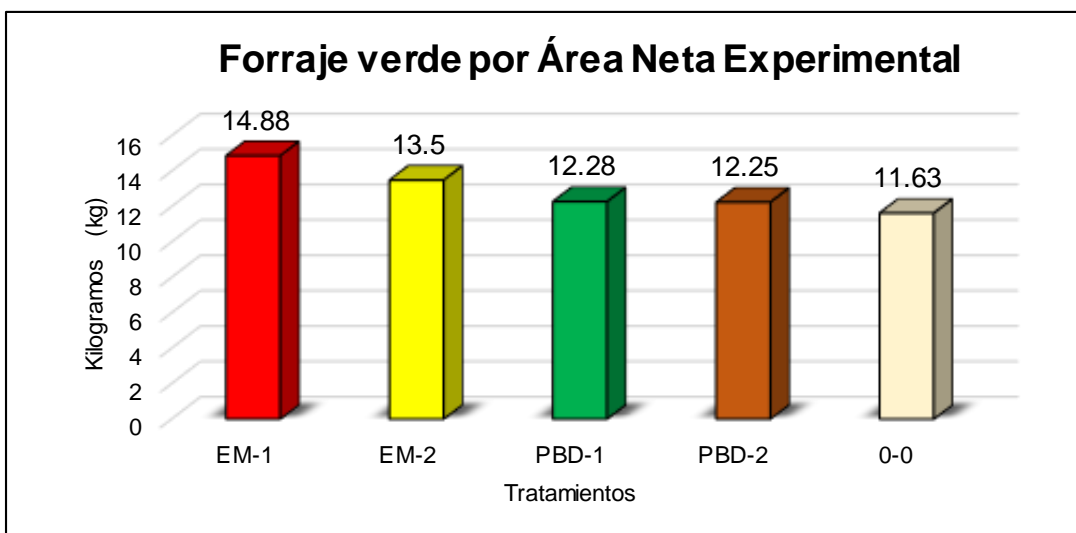
$r^2 = 75%$

$\bar{X} = 12.93$ kg

La prueba de Tukey para forraje verde/ANE se muestra en el **cuadro 07**, el cual indica que al 5% de margen de error se forman dos rangos estadísticos, el primero conformado por los tratamientos EM-1 y EM-2 y el segundo por los tratamientos EM-2 al testigo (0-0), esto indica que el tratamiento EM-1 es diferente y superior a los demás tratamientos. Al 1% de margen de error, también se forman dos rangos estadísticos el primero conformando por los tratamientos EM-1 al PBD-1 y el segundo por los tratamientos EM-2 al testigo (0-0), siendo superior y diferente el tratamiento EM-1 a los demás. Este tratamiento registra el mayor promedio con 14.88 kg tal como se representa en la **figura 06**.

Cuadro Nº 07. Prueba de Tukey para forraje verde por Área Neta Experimental.

O.M	Tratamiento	Promedio	Nivel significativo 0.05	Nivel significativo 0.01
1	EM-1	14.88	a	a
2	EM-2	13.50	a b	a b
3	PBD-1	12.28	b	a b
4	PBD-2	12.25	b	b
5	0-0	11.63	b	b

**Figura 06.** Forraje verde por Área Neta Experimental.

4.2. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE POR HECTÁREA

El análisis de varianza del **cuadro 08**, indica que para la fuente Bloques al 5% y 1% de margen de error no se evidencia diferencias estadísticas significativas, es decir hubo un mismo manejo en cada bloque; mientras que para la fuente Tratamientos si muestra diferencia estadística altamente significativa al de margen de error.

El coeficiente de variabilidad obtuvo un valor de 6.74%, lo que representa confiabilidad en el análisis estadístico; mientras que el coeficiente

de determinación indica que un 74% de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta 40.38 t.

Cuadro Nº 08. Análisis de varianza en rendimiento de forraje verde por hectárea.

FV	GL	SC	CM	Fc	F tab	SIG
Tratamiento	4	255.39	63.85	8.63	3.26 - 5.41	**
Bloque	3	2.31	0.77	0.10	3.49 - 5.95	n.s
Error	12	88.79	7.40			
Total	19	346.49				

CV = 6.74%

r² = 74%

\bar{X} = 40.38 t

La prueba de Tukey para rendimiento de forraje verde en ha/corte se muestra en el **cuadro 09**, el cual indica que al 5% de margen de error se forman dos rangos estadísticos, el primero conformado por los tratamientos EM-1 Y EM-2 y el segundo por los tratamientos EM-2 al testigo (0-0), esto indica que el tratamiento EM-1 es diferente y superior a los demás tratamientos. Al 1% de margen de error, también se forman dos rangos estadísticos el primero conformando por los tratamientos EM-1 al PBD-1 y el segundo por los tratamientos EM-2 al testigo (0-0), siendo superior y diferente el tratamiento EM-1 a los demás. Este tratamiento registra el mayor promedio con 46.45 t tal como se representa en la **figura 07**.

Cuadro Nº 09. Prueba de Tukey en rendimiento de forraje verde por hectárea.

O.M	Tratamiento	Promedio	Nivel significativo 0.05	Nivel significativo 0.01
1	EM-1	46.45	a	a
2	EM-2	42.18	a b	a b
3	PBD-1	38.68	b	a b
4	PBD-2	38.28	b	b
5	0-0	36.33	b	b

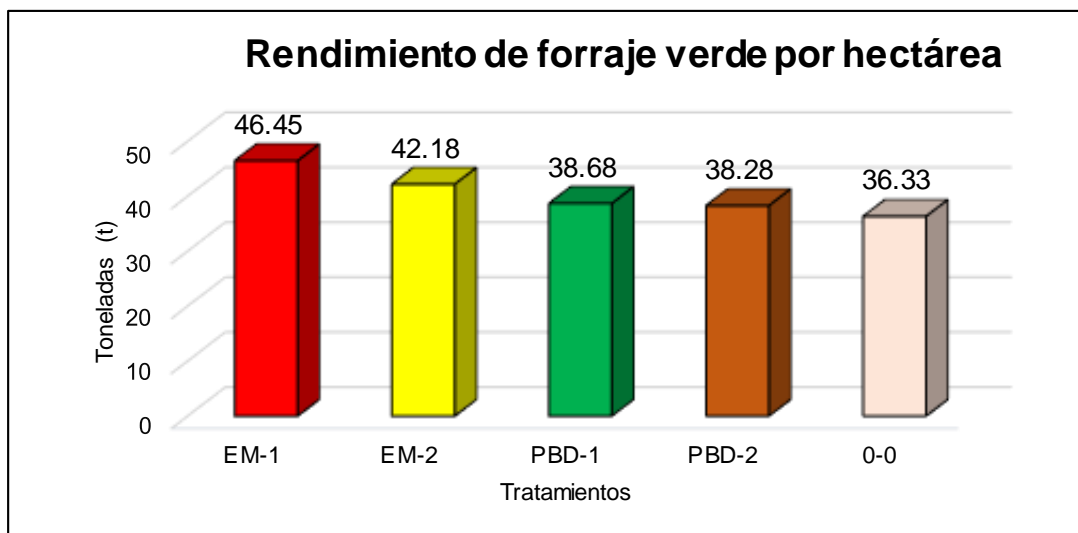


Figura 07. Rendimiento de forraje verde por hectárea.

4.3. RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO POR HECTÁREA

El análisis de varianza del **cuadro 10**, indica que para la fuente Bloques al 5% y 1% de margen de error no se evidencia diferencias estadísticas significativas, es decir hubo un mismo manejo en cada bloque; mientras que para la fuente Tratamientos si muestra diferencia estadística altamente significativa al de margen de error.

El coeficiente de variabilidad obtuvo un valor de 9.21%, lo que representa confiabilidad en el análisis estadístico; mientras que el coeficiente de determinación indica que un 80% de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta 10.6 t.

Cuadro Nº 10. Análisis de varianza para rendimiento forraje por hectárea.

FV	GL	SC	CM	Fc	F tab	SIG
Tratamiento	4	42.59	10.65	11.21	3.26 - 5.41	**
Bloque	3	3.17	1.06	1.11	3.49 - 5.95	n.s
Error	12	11.40	0.95			
Total	19	57.16				

CV = 9.21%**r² = 80%** **\bar{X} = 10.6 t**

La prueba de Tukey para rendimiento de forraje seco/ha se muestra en el **cuadro 11**, el cual indica que al 5% de margen de error se forman tres rangos estadísticos, el primero conformado por los tratamientos EM-2 y EM-1, el segundo por los tratamientos EM-1 y el testigo (0-0) y el tercer rango por los tratamientos testigo (0-0) al tratamiento PBD-1 esto indica que el tratamiento EM-2 es diferente y superior a los demás tratamientos. Al 1% de margen de error, también se forman tres rangos estadísticos, el primero conformado por los tratamientos EM-2 y EM-1, el segundo por los tratamientos EM-1 al PBD-2 y el tercer rango por los tratamientos testigo (0-0) al tratamiento PBD-1, esto indica que el tratamiento EM-2 es diferente y superior a los demás tratamientos. El tratamiento EM-2 registra el mayor promedio con 12.37 t tal como se representa en la **figura 08**.

Cuadro Nº 11. Prueba de Tukey para rendimiento de forraje seco por hectárea.

O.M	Tratamiento	Promedio	Nivel significativo 0.05	Nivel significativo 0.01
1	EM-2	12.37	a	a
2	EM-1	12.20	a b	a b
3	0 - 0	10.16	b c	b c
4	PBD-2	9.47	c	b c
5	PBD-1	8.73	c	c

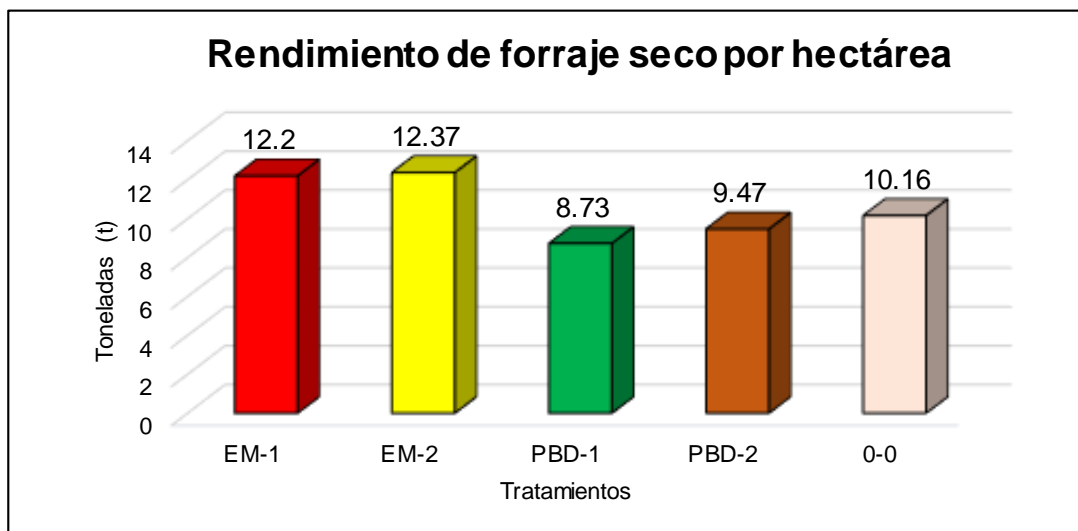


Figura 08. Rendimiento de forraje seco por hectárea.

4.4. ALTURA DE MAÍZ FORRAJERO

El análisis de varianza del **cuadro 12**, indica que para la fuente Bloques al 5% y 1% de margen de error no se evidencia diferencias estadísticas significativas, es decir hubo un mismo manejo en cada bloque; mientras que para la fuente Tratamientos si muestra diferencia estadística significativa al de margen de error.

El coeficiente de variabilidad obtuvo un valor de 5.09%, lo que representa confiabilidad en el análisis estadístico; mientras que el coeficiente de determinación indica que un 72% de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta 1.70 m.

Cuadro Nº 12. Análisis de varianza para altura de la chala en metros.

FV	GL	SC	CM	Fc	F tab	SIG
Tratamiento	4	0.20	0.05	5.0	3.26 - 5.41	**
Bloque	3	0.03	0.01	1.0	3.49 - 5.95	n.s
Error	12	0.09	0.01			
Total	19	0.31				

CV = 5.09%**r² = 72%** **\bar{X} = 1.70 m**

La prueba de Tukey para altura de la chala se muestra en el **cuadro 13**, el cual muestra que al 5% de margen de error se forman dos rangos estadísticos, el primero conformado por los tratamientos EM-1 y EM-2, el segundo por los tratamientos EM-2 al tratamiento PBD-1 esto indica que el tratamiento EM-1 es diferente y superior a los demás tratamientos. Al 1% de margen de error también se forman dos rangos estadísticos, el primero conformado por los tratamientos EM-1 al testigo (0-0), el segundo por los tratamientos EM-2 al PBD-1. El tratamiento EM-1 registra el mayor promedio con 1.85 m tal como se representa en la **figura 09**.

Cuadro Nº 13. Prueba de Tukey para altura de maíz forrajero.

O.M	Tratamiento	Promedio	Nivel significativo 0.05	Nivel significativo 0.01
1	EM-1	1.85	a	a
2	EM-2	1.73	a b	a b
3	0-0	1.63	b	a b
4	PBD-2	1.60	b	b
5	PBD-1	1.59	b	b

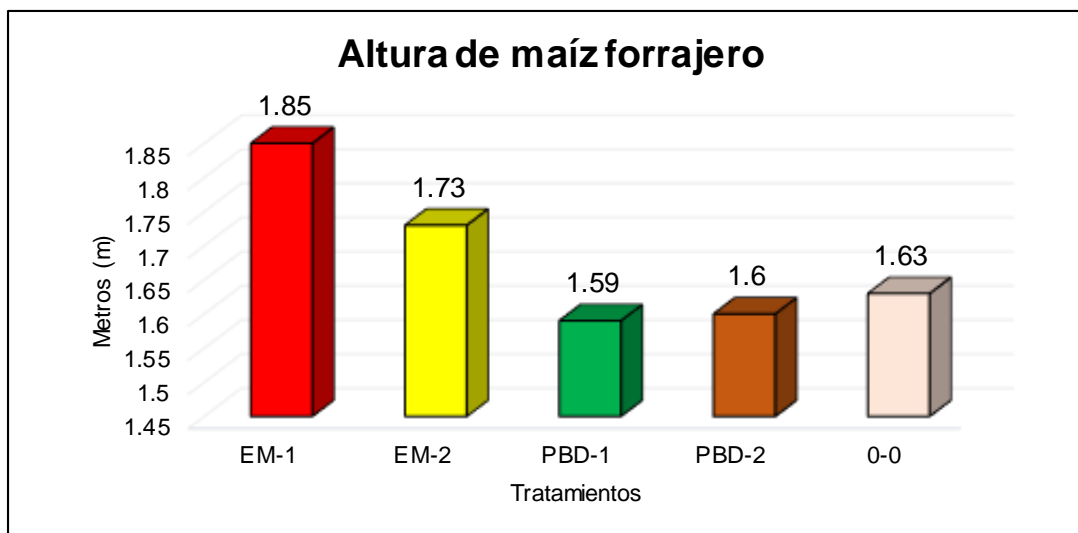


Figura 09. Altura de maíz forrajero.

4.5. CALIDAD DE MAÍZ FORRAJERO

4.5.1. Calidad proteica

En la **figura 10** el tratamiento EM-2 aporta el mayor porcentaje de proteína cruda para maíz forrajero con 10.75%, mientras que el tratamiento testigo (0-0) aporta el menor porcentaje de proteína con 8.00%.

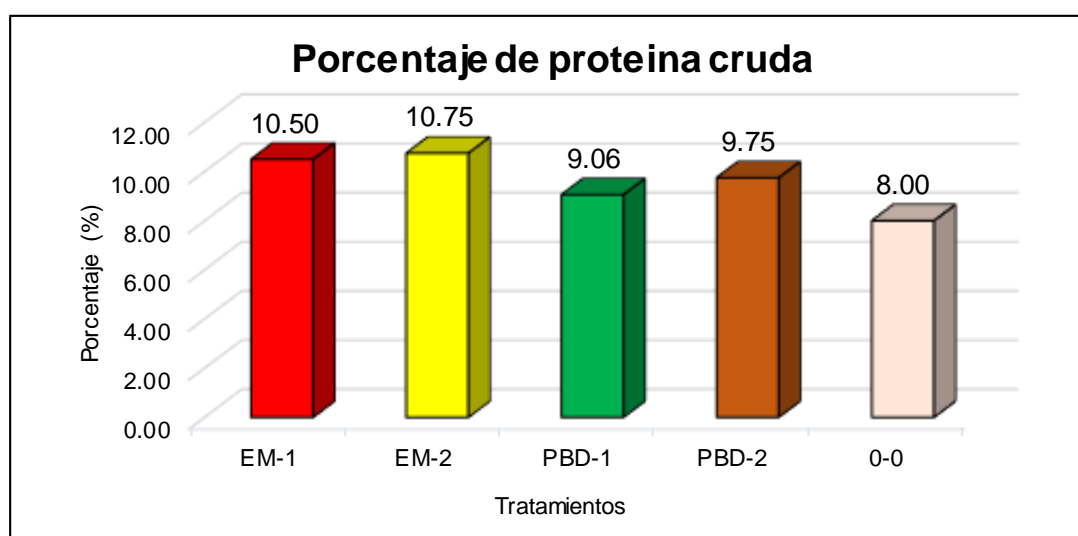


Figura 10. Porcentaje de proteína cruda.

V. DISCUSIÓN

5.1. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE

De las evaluaciones con respecto a rendimiento de forraje verde de maíz forrajero bajo una propuesta ecológica, se obtuvo un rendimiento de 46.45 t/ha/corte, rendimiento inferior a lo reportado por Rodríguez (2014) con 146.6 t/ha/corte y López (2017) con 72.2 t/ha/corte, así como los rangos de rendimiento de forraje verde encontrados por Zevallos (2015) de 78 a 86 t/ha/corte, Feliciano (2017) de 100 a 106 t/ha/corte, Martín (2003) de 60 a 100 t/ha/corte, Villanueva y Jara (2014) de 72 a 77.6 t/ha/corte. Existió efecto con la aplicación de 1.0 l de biofermento con EM cada diez días.

5.2. RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO

En esta evaluación bajo la producción ecológica, se registró un valor promedio de 12.37 t/FS/ha/corte encontrándose en el rango de 11 a 13 t/FS/ha/corte reportado por Fortis et al (2009) e inferior a lo encontrado por los investigadores Feliciano (2017) con 30.42 t/ha/corte, López (2017) con 23.3 t/ha/corte, Velásquez (2011) con 28.35 y Luna (2014) con 30.9 t/ha/corte. Existió efecto de la aplicación de 2.0 l de biofermento con EM cada diez días.

5.3. ALTURA DE PLANTA

Se encontró una altura promedio de maíz forrajero de 1.85 m, valor inferior a lo reportado por Rodríguez (2014) con 3.0 m y por Feliciano (2017) con 2.88 metros. Existió el efecto con la aplicación de 1.0 l de biofermento con EM cada diez días.

5.4. CALIDAD DE MAÍZ FORRAJERO

5.4.1. Contenido proteico

Se encontró un porcentaje promedio de proteína en maíz forrajero de 10.75 %, valor superior a lo reportado por Feliciano (2017) con 9.0 a 9.2% y López (2017) con 9.0 a 9.8% de proteína. Existió el efecto con la aplicación de 2.0 l de biofermento con EM cada diez días.

VI. CONCLUSIONES

1. Existió efecto significativo en el rendimiento de forraje verde de maíz, donde se encontró un promedio de 46.45 t/ha/corte con la aplicación de 1.0 l de biofermento con EM cada diez días.
2. Existió efecto significativo en el rendimiento de forraje seco de maíz, donde se encontró un rendimiento promedio de 12.37 t/ha/corte con la aplicación de 2.0 l de biofermento con EM cada diez días.
3. Existió diferencias significativas en la altura de maíz forrajero donde se registró una altura promedio de 1.85 m con la aplicación de 1.0 l de biofermento con EM cada diez días.
4. Existió diferencias significativas en porcentaje de proteína de maíz forrajero donde se registró un promedio de 10.75 % con la aplicación de 2.0 l de biofermento con EM cada diez días.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar 1.0 l de biofermento / 20 l agua con Microorganismos Eficaces cada diez días para la obtención de buenos rendimientos y calidad de maíz forrajero, para la alimentación animal.
2. Continuar con trabajos de investigación con diferentes variedades de gramíneas y leguminosas.
3. Fomentar el uso de los diferentes tipos de abonos orgánicos sólidos y biofermentos con Microorganismos Eficaces para maíz forrajero y otras especies; ya que son buenas opciones para una agricultura ecológica y saludable para la alimentación animal.

VIII. LITERATURA CITADA

- AGROPECUARIA GÉNESIS DEL PERÚ, 2013. Boletín Técnico de Semillas de maíz chuska (en línea). Consultado 26 nov. 2019. Disponible en <http://www.agpsac.com> > Semillas >Producto > Chuska agp.semillas.
- ALVIZ, L. 2015. Adaptabilidad de cuatro cultivares de Maíz (*Zea mays* L.) con fines Forrajero en condiciones del Centro de Producción y Capacitación granja "La Perla" Chumbivilcas-Cusco. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad de San Agustín de Arequipa. Perú. 82 p.
- AZABACHE, A 2003. Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible. Huancayo-Perú.
- BASSI, T. 2007. Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Argentina (en línea). Consultado 10 may. 2020. Disponible en <http://www.cerealesyforrajes.com.ar/TechNotes/PDF/TechNote03.PDF>.
- CALAI, R. 2001. Manejo Agronómico de la Papa, experiencia Chilena Primer Festival y Conferencia Internacional de la Papa. Santiago-Chile. 180 p.
- CANTÚ B J E. 2003. Principios de bromatología animal. Quinta edición. 224-247 p.
- CAZCO, C. 2006. Maíz Cultivos Andinos. Clase tercer año de ingeniería agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador.
- CEDAF. 1998. Cultivo de maíz. Guía técnica N° 33 Serie Cultivos. Santo Domingo (en línea). Consultado 16 de feb. 2020. Disponible en <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/maiz.pdf>.

- CRUZ N, OF. 2013. Manual para el cultivo de maíz en Honduras. Secretaria de agricultura y ganadería dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Tercera edición. Tegucigalpa, M.D.C. Honduras, C.A. 27 p.
- DE SOUZA, L. 1990. Estudio comparativo de 6 variedades de maíz para chala en la zona de Huánuco, Tesis ing. Agrónomo. UNHEVAL. 87 p.
- DEMANET, R. 2009. Híbridos de maíz para ensilaje en la zona sur. Es tiempo de ensilaje de maíz. Bioleche. Casas del Alto. Osorno, Chile.
- DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA-DRA San Martín. 2010. Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro (en línea). Consultado el 19 de feb. 2020. Disponible en http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/149/1/Cultivo_maiz_amarillo_2013.pdf.
- ECKARD Y CHISTIAN VON WISTINGHAUSEN. 2000. La elaboración de los preparados biodinámicos. ED. Rodulf Steiner. Madrid.
- EHRENFRIED PFEIFFER (1955). Artículo la fertilidad de la tierra (en línea). Consultado 24 mar. 2020. Disponible en <http://biodinamica.es/wpcontent/uploads/documentos/OrigenAgriculturaBiodinamica.pdf>.
- ENIS. 2019. Dirección general de seguimiento y evaluación de políticas dirección de estadística agraria (en línea). Consultado 23 abr. 2020. Disponible en http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/Libro%20Resultado%20ENIS%202019-2020_260719.pdf.

- FAO. 2013. Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina. ORALC-Santiago de Chile (en línea). Consultado 22 may. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>.
- FELICIANO ARRATEA, C. O. 2017. Niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de la chala forrajera (*Zea mays* L) de Cayhuayna 2017. Tesis Ing. Agrónomo. Cayhuayna, Huánuco. 59 p.
- FORTIS, M., LEOS, J., PRECIADO, PABLO; ORONA, I., GARCÍA, J., OROZCO, J., ARNALDO, J. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. Terra Latinoamericana, vol. 27, núm. 4 329 – 336 p.
- FUENTES, J., CRUZ, A., CASTRO, L., GLORIA, G., RODRIGUEZ, S., ORTIZ, B. 2000. Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilado. En prensa en Agronomía Mesoamericana.
- GAMARRA, G. D. 2004. Ganancia genética por selección mazorca-hilera modificada en tres poblaciones de maíz amiláceo. Tesis para optar el grado de Magíster. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- HIGA, T. 1997. Marcando un mundo de diferencia a través de la tecnología de Microorganismos Efectivos (EM). EM Technologies inc. 58 p.
- HIGA, T. 2002 Una Revolución para Salvar la Tierra. Traducción Ma. Del Mar Riera. EM 3. Research Organization. Okinawa. Japón. Versión en español 2002. 352 p.
- INJANTE Y JOYO. 2010 Manejo integrado de maíz amarillo duro (en línea). Consultado 14 mar. 2020. Disponible en http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/MAD/MANEJO_INTEGRADO_DE_MAIZ_AMARILLO_DURO.pdf.

- INTA. 2010. Guía tecnológica cultivo de maíz (en línea). Consultado 18 set. 2019. Disponible en https://issuu.com/inta_tecnologia_agropecuaria/docs/name455714/5.
- LOLI F, O. 2013. Asistencia técnica dirigida en fertilización del maíz amarillo duro. Guía técnica. Huaura - Lima. Perú. 26 p.
- LÓPEZ CALDAS, C. E. 2018. Niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de la chala forrajera (*Zea mays* L.) Tesis Ing. Agrónomo. Huacrachuco-Marañón. 64 p.
- LUNA, J., LÓPEZ, J., SALAZAR, E., GARCÍA, O., URBINA, M., SALAZAR, E., TRUJILLO, U. 2014. Incremento en la producción de maíz forrajero con micorrizas y estiércol bovino solarizado. Memorias del congreso. XXXIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Chihuahua – México. 218 – 223 p.
- MARTIN, C. 2003. Praderas y Forrajes, Ed. Cabuat y Cia. BBAA.332p.
- MEJÍA M, 2001. Enciclopedia agropecuaria-agricultura ecológica. Terranova Editoriales. Segundo edición Bogotá-Colombia. 34 p.
- MOLINA R. 2010. Evaluación de seis híbridos de maíz amarillo duro; INIAP H-601, INIAP H 315, HZCA 317, HZCA 318, AUSTRO 1, frente a dos testigos, AGRI 104 y DEKALB DK-7088, sembrados por el agricultor local, en San Juan – Catón Pindal – provincia de Loja, Ecuador. 121 p.
- MONROY, O. 1991. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. AGT. Editor S.A. México. 260 p.
- PALIWAL, 2001. El maíz planta nutricional (en línea). Consultado 02 jul. 2020. Disponible en <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>.

- PRAGER, M. 2002. Agroecología. Universidad Nacional Palmira, PROEVAL. 2009 CO.174 p.
- RIPUSUDAN L. PALIWAL. 2001. El maíz en los trópicos. FAO. Roma. 114 p.
- RODRÍGUEZ, A. 2014. Influencia de tres dosis de biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.) Tesis ing. Agrónomo. Universidad Privada Antenor Orrego. 63 p.
- SERRATOS H., J. A. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. 31 p.
- SIEA. 2017. Boletín Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadería 2017 II-trimestre en (línea). Consultado 07 jul. 2020. Disponible en http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/produccion-agricola-ganadera-iitrimestre_2017_041017.pdf.
- TORRECILLAS, M. y L. BERTOIA (2000). Aptitud combinatoria para caracteres forrajeras en poblaciones nativas y compuesto raciales de maíz de Argentina en (línea). Consultado 01 ene.2020. Disponible en http://www.inia.es/gcontrec/pub/torre_1161155378125.pdf
- UGAS, P. 2000. Datos Básicos de la Hortalizas. Ed UNA La Molina 96 p.
- VALLADARES, C. 2010. Taxonomía, botánica y fisiología de los cultivos de grano. Unidad II. Series lecturas obligatorias. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. 27 p.
- VELÁSQUEZ, J. 2011. Efectos de diferentes tipos de fertilizantes en la absorción de nutrientes en maíz forrajero (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila - México. 44 p.

VILLANUEVA JD. JARA FR. 2014. Técnicas y procedimientos en la elaboración de compost-JVR. JOALILS EIRL. Huánuco - Perú 111. p.

ZEBALLOS GONZALES, D. A. 2017. Efecto de Microorganismos Eficaces en el rendimiento de cultivares de maíz forrajeros (*Zea mays* L.) en el C.P.M. Los Palos, Región Tacna, 2015. Tesis Ing. Agrónomo Los palos, Tacna. 90 p.

ANEXO

ANEXO Nº 01. Porcentaje de proteína cruda para la chala

TRATAMIENTOS	NITRÓGENO (%)	FACTOR	PROTEINA CRUDA (%)
0-0	1.28	6.25	8.00
EM-1	1.68	6.25	10.50
EM-2	1.72	6.25	10.75
PBD-1	1.45	6.25	9.06
PBD-2	1.56	6.25	9.75

ANEXO Nº 02. Parámetros evaluados para la chala

Nº	BLOQUES	TRAT	FV/ANE 3.20 m ²	F.VERDE t/ha/corte	M.S (%)	F.SECCO t/ha/corte	Altura (m)
1	I	0-0	12.0	37.5	27	10.12	1.70
2	I	EM-1	15.5	48.4	25	12.10	2.00
3	I	EM-2	13.0	40.6	28	11.37	1.60
4	I	PBD-1	12.0	37.5	22	8.25	1.60
5	I	PBD-2	11.5	35.9	23	8.26	1.65
6	II	0-0	10.5	32.8	30	9.84	1.70
7	II	EM-1	14.5	45.3	26	11.80	1.85
8	II	EM-2	14.0	43.7	32	14.00	1.80
9	II	PBD-1	13.5	42.2	23	9.71	1.60
10	II	PBD-2	13.0	40.6	24	9.74	1.65
11	III	0-0	12.5	39.1	29	11.34	1.50
12	III	EM-1	15.5	48.4	27	13.10	1.80
13	III	EM-2	13.5	42.2	30	12.70	1.80
14	III	PBD-1	11.0	34.4	21	7.22	1.65
15	III	PBD-2	12.0	37.5	27	10.12	1.50
16	IV	0-0	11.5	35.9	26	9.33	1.68
17	IV	EM-1	14.0	43.7	27	11.80	1.75
18	IV	EM-2	13.5	42.2	27	11.40	1.70
19	IV	PBD-1	13.0	40.6	24	9.74	1.50
20	IV	PBD-2	12.5	39.1	25	9.77	1.60

ANEXO Nº 03. Panel fotográfico de la investigación.



Figura 01. Parcela experimental.



Figura 02. Incorporación de compost EM.



Figura 03. Primer aporque de maíz forrajero.



Figura 04. Dosificación de PBD.



Figura 05. Dosificación EM.



Figura 06. Segunda aplicación de PBD y EM.



Figura 07. Cuarta aplicación de PBD y EM.



Figura 08. Medición de la altura de las plantas del Área Neta Experimental.



Figura 09. Pesado de las plantas del Área Neta Experimental.



Figura 10. Muestras triturado y embolsado de 100 g por cada tratamiento.



Figura 11. Muestras puestas a la estufa a 70°C por 48 horas.



Figura 12. Peso de la materia seca de cada tratamiento.



Figura 13. Análisis de suelo.



Figura 14. Análisis de nitrógeno.